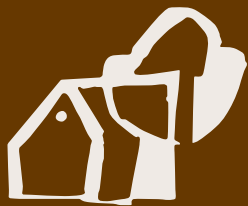


letnik 63  
številka 3/2011  
UDK 630  
ISSN 0024-1067  
Cena 4,50 EUR



revija o lesu in pohištvu

# les wood



Predstavljajte si slog svojega sanjskega življenja.

Dovršeno stavbno pohištvo  
iz lesa in umetnih mas  
ter kombinacije le teh.

**inles**®  
**OKNA**  
**VRATA**  
*Svet dovršenega bivanja*

www.inles.si e-mail: info@inles.si tel.: 01 8377 100 RAZSTAVNO PRODAJNI SALON; Kolodvorska 22, 1310 Ribnica

■ Vpliv različnih polarnih topil na delež celokupnih fenolov v ekstraktih lesa ■ Glivne lakaze : encimi neverjetnih sposobnosti ■



# les

revija o lesu in pohištvu

## Ustanovitelj in izdajatelj

Zveza lesarjev Slovenije.

## Uredništvo in uprava

1000 Ljubljana, Karlovska cesta 3, Slovenija  
tel. 01/421-46-60, faks: 01/421-46-64  
e-pošta: revija.les@siol.net

## Uredništvo in sodelavci uredništva

Glavni in odgovorni urednik: prof. dr. Miha Humar  
Tehnični urednik: Stane Kočar, univ. dipl. inž.  
Lektoriranje: Darja Vranjek, prof. slov. in soc.

## Oblikovalska zasnova revije

Boštjan Lešnjak

## Tisk

Littera Picta d.o.o.

## Uredniški svet

Predsednik: strok. svet. Borut Kričej  
Člani: Peter Tomšič, univ. dipl. oec., Mitja Strohsack, univ. dipl. iur.,  
mag. Miroslav Štrajhar, univ. dipl. inž., Bruno Komac, univ. dipl.  
inž., mag. Andrej Mate, dipl. oec., Stanislav Škalič, univ. dipl. inž.,  
Janez Pucelj, univ. dipl. inž., Igor Milavec, univ. dipl. inž., Florijan  
Cifrek, Edi Iskra, prof. dr. Marko Petrič, doc. dr. Milan Šernek,  
Zdenka Steblovnik Župan, univ. dipl. inž., mag. Darinka Kozinc,  
univ. dipl. inž., mag. Majda Kanop, univ. dipl. inž., prof. dr. Franc  
Pohleven, Bojan Pogorevc, univ. dipl. inž.

## Uredniški odbor

prof. em. dr. dr. h. c. mult. Walter Liese (Hamburg), prof. dr.  
Helmut Resch (Dunaj), dr. Milan Nešič (Beograd), prof. dr.  
Radovan Despot (Zagreb) prof. dr. Vito Hazler, prof. dr. Miha  
Humar, mag. Jasna Kralj Pavlovec, doc. dr. Manja Kitek Kuzman,  
Alojz Kobe, univ. dipl. inž. les., dr. Nike Krajnc, strok. svet. Borut  
Kričej, prof. dr. Jože Kušar, Igor Milavec, univ. dipl. inž. les., Jožica  
Mir, univ. dipl. inž. les., prof. dr. Primož Oven, prof. dr. Marko  
Petrič, mag. Mitja Piškur, prof. dr. Franc Pohleven, mag. Marija  
Slovnik, prof. dr. Milan Šernek, prof. dr. dr. h. c. Niko Torelli, dr.  
Srečko Vratuša, mag. Miran Zager, prof. dr. Roko Žarnič

## Letna naročnina

Posamezna številka 4,50 EUR  
Dijaki in študenti 16 EUR.  
Posamezniki 35 EUR.  
Podjetja in ustanove 160 EUR.  
Obrtniki in šole 80 EUR.  
Tujina 160 EUR + poština.  
Naročnina velja do preklica. Pisne odjave upoštevamo ob koncu  
obračunskega obdobja.

## Transakcijski račun

Zveza lesarjev Slovenije-LES, Ljubljana, Karlovska cesta 3,  
IBAN (TR): SI56 0310-0100-0031-882 pri SKB d.d., Ljubljana  
SWIFT: SKBAS2X

Revija izhaja v dveh dvojnih in osmih enojnih številkah letno.  
Za izdajanje prispeva Ministrstvo za znanost, šolstvo in šport  
Republike Slovenije.  
Na podlagi Zakona o davku na dodano vrednost spada revija Les  
po 43. členu pravilnika med nosilce besede, za katere se plačuje  
DDV po stopnji 8,5 %.  
Vsi znanstveni članki so dvojno recenzirani.  
Izvirčki iz revije LES so objavljeni v AGRIS, Cab International -  
CD-Tree ter v drugih informacijskih sistemih.

# kazalo

- 45** Vpliv različnih polarnih topil na delež celokupnih fenolov  
v ekstraktih lesa  
Viljem Vek, Primož Oven
- 49** Glivne lakaze : encimi neverjetnih sposobnosti  
Ajda Ulčnik, Maja Vaukner, Črtomir Tavzes, Franc Pohleven
- 55** Impact of the proportion of glazing surface in south facade  
on energy efficiency of prefabricated timber buildings  
Vesna Žegarac Leskovar, Miroslav Premrov

## Napovednik

# napovednik

Določitev vsebnosti flavonoidov v bukovini s kolorimetrično metodo  
Viljem Vek, Primož Oven

Odpornost lignoceluloznih gradbenih materialov na lesne glive  
Boštjan Lesar, Miha Humar

# VPLIV RAZLIČNIH POLARNIH TOPIL NA DELEŽ CELOKUPNIH FENOLOV V EKSTRAKTIH LESA

Influence of different polar solvents on contents of total phenols in wood extracts

**Izvleček:** V prispevku smo ovrednotili vpliv treh različno polarnih organskih topil na ekstrakcijo fenolnih snovi iz lesa. Les buke (*Fagus sylvatica* L.) in smreke (*Picea abies*) smo pod enakimi pogoji ekstrahirali z 80 % metanolno, etanolno in acetonsko vodno raztopino. Primernost topil smo ocenili s spektrofotometrično analizo vsebnosti celokupnih fenolov po Folin-Ciocalteu metodi. Rezultati analize kažejo, da sta za ekstrakcijo fenolnih spojin iz bukovine in smrekovih grč izmed uporabljenih topil najbolj primerni vodni raztopini metanola in acetona, pri čemer pa je izbira topila za ekstrakcijo lesnih tkiv odvisna predvsem od raziskovalnih ciljev.

**Ključne besede:** ekstrakcija, celokupni fenoli, Folin-Ciocalteu reagent, metanol, etanol, aceton, les, bukev, smreka

**Abstract:** Effect of three variously polar solvents on extraction yield of phenolic compounds from wood was investigated. Wood of beech (*Fagus sylvatica*) and Norway spruce (*Picea abies*) was extracted by 80 % solution of methanol, ethanol and acetone in water and suitability of solvents assessed by spectrophotometric characterization of content of total phenols by Folin-Ciocalteu method. Results show that water solution of methanol and acetone are in general more suitable for extraction of phenolic compounds from wood of beech and spruce than ethanol, whereas the choice of the extraction solvent depend on the aim of the research.

**Key words:** extraction, total phenols, Folin-Ciocalteu reagent, methanol, ethanol, acetone, wood, beech, spruce

## UVOD IN POSTAVITEV PROBLEMA

Lesni ekstraktivi predstavljajo obsežno in heterogeno skupino spojin, ki jih je mogoče odstraniti iz lesa z organskimi nepolarnimi in polarnimi topili ter vodo (Fengel in Wegener, 1984; Kai, 1991; Willför in sod., 2006). Ekstrakcija je postopek, s katerim z ustreznim topilom odstranjujemo topne komponente iz trdnih ali tekočih snovi oziroma zmesi. Sestoji iz dveh zaporednih operacij, pri čemer s prvo zagotovimo stik topila s snovjo, v drugi pa obe fazi ločimo. Izbira načina ekstrakcije ter pogojev, pri katerih bo potekala, je odvisna od deleža in porazdelitve topne

komponente, narave snovi in velikosti delcev materiala, ki ga imamo namen ekstrahirati (Peklar, 2009). Kadar govorimo o ekstrakciji lesa, imamo večinoma v mislih ekstrakcijo trdno-tekoče, torej komponente ekstrahiramo iz trdnega homogeniziranega vzorca. Za ekstrakcijo se danes uporabljajo številna topila v različnih kombinacijah (kloroform/etil acetat, etanol/kloroform/etil acetat, kloroform/etil acetat/metanol ali etanol/voda/etil acetat/butanol), kar je ključnega pomena za nadaljnje analize (Willför in sod., 2003b; Xue in sod., 2004; Yang in sod., 2005a; Yang in sod., 2005b; Zule, 2008). Ekstrakt, pridobljen z določenim topilom, po svoji kvalitativni sestavi ni primerljiv z ekstraktom, pridobljenim z drugimi topili.

Ker so lahko ekstraktivi bolj ali manj polarni, jih lahko na osnovi topnosti v različnih topilih razdelimo na dve skupini, hidrofilne in lipofilne. Hidrofilni ekstraktivi so topni v vodi

\* mladi raziskovalec, univ. dipl. inž. les., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: viljem.vek@bf.uni-lj.si

\*\* izr. prof. dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: primoz.oven@bf.uni-lj.si

in ostalih polarnih topilih, lipofilni pa so topni v nepolarnih organskih topilih, kot so npr. cikloheksan, toluen, pentan, petroleter ali diklorometan (Willför in sod., 2006). Lipofilni ekstraktivi, ki se v lesu najpogosteje pojavljajo kot alifatske spojine, so npr. voski, maščobe, maščobni alkoholi, maščobne kisline ali terpeni in pigmenti. Te snovi lahko negativno vplivajo na sam postopek analize (zamašitev kolon) spojin polifenolnega značaja (Slanina in Glatz, 2004). Znano je, da se npr. pri ekstrakciji lesa z acetonom, poleg določenih fenolov in fenilnih glikozidov, odstranijo tudi smolne komponente lesa ter nekateri ogljikovi hidrati (Holmbom, 1999; Willför in sod., 2006). Posledica omenjenih interakcij je lahko formacija kompleksov, ki so lahko netopni v izbranem topilu. Zaradi tega je priporočljivo, da se vse nezaželene "ne-fenolne" komponente odstrani s predhodno oziroma nadaljnjo ekstrakcijo z nepolarnim topilom (Fengel in Wegener, 1984; Naczki in Shahidi, 2007; Willför in sod., 2006).

Fenolni ekstrakti, pridobljeni iz rastlinskih tkiv, predstavljajo raznoliko mešanico fenolnih spojin, topnih v izbranem topilu. Topila, ki se najpogosteje uporabljajo za ekstrakcijo fenolov iz rastlinskih tkiv, torej tudi iz lesa, so metanol, aceton, etanol, propanol, etil acetat ter različne zmesi topil. Omenjenim topilom se pogosto doda tudi določeni delež vode. Ta izboljša penetracijo samega topila ter omogoči ekstrakcijo bolj polarnih komponent, kot so npr. fenolni glikozidi (Willför in sod., 2006). Tako se npr. za ekstrakcijo taninov, najpogosteje uporablja voda, 50 % metanol (*aq*) in 50 % - 70 % aceton (*aq*) (Hagerman, 1988; Mueller-Harvey, 2001).

Z namenom povečanja ekstrakcijske učinkovitosti se polarnim topilom pogosto dodaja 0,1 % - 3 % kisline (HCl, HCOOH ali CH<sub>3</sub>COOH, *v/v*). Nakisana polarna topila se uporablja predvsem za učinkovito ekstrakcijo taninov in antocianinov (Hagerman, 1988). Pri ekstrakciji slednjih topilo s kislinim dodatkom uniči celično membrano ter istočasno raztopi antocianine in jih stabilizira (Naczki in Shahidi, 2007; Vermerris in Nicholson, 2006).

Ker se fenolne snovi med ekstrakcijo iz lesnega matriksa ne smejo kemijsko spremeniti, so način vzorčenja, shranjevanja in predhodne obdelave ključnega pomena (Naczki in Shahidi, 2007; Willför in sod., 2006; Zule, 2008; Zule in sod., 2003). Na donos ekstrakcije seveda vpliva tudi čas le-te, pri čemer lahko ekstrakcija poteka od 1 minute do 24 ur. Pri časovno daljših ekstrahiranjih se poveča možnost oksidacije fenolnih spojin, čemur pa se lahko izognemo z uporabo antioksidativnih reagentov, kot je npr. BHT (2,6-Di-*tert*-butil-4-metilfenol). Na količino ekstrahiranih snovi močno vpliva tudi razmerje vzorec/topilo (*R*), torej razmerje med zatehto in topilom (Naczki in Shahidi, 2007). Naczki je s sodelavci (1992) dokazal, da npr. sprememba razmerja *R* iz 1:5 na 1:10 izboljša ekstrakcijo kondenziranih taninov iz oljne ogrščice (*Brassica napus* L.).

S pričujočim prispevkom smo želeli preveriti, katero od topil, ki se najpogosteje uporabljajo za ekstrakcijo rastlinskih tkiv, torej metanola, etanola in acetona, je najprimernejše za ekstrakcijo polifenolov iz lesa debela in grč. Primernost topil smo ocenili na podlagi rezultatov spektrofotometrične analize deleža celokupnih fenolov [mg/L] po Folin-Ciocalteu metodi.

## MATERIAL IN METODA

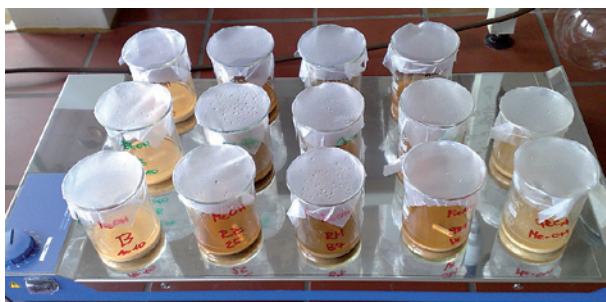
V preliminarno raziskavo smo vključili material, ki smo ga pridobili pri poseku mehansko poškodovane bukve (*Fagus sylvatica* L.) v primestnem gozdu Rožnik v Ljubljani. Iz debela posekanega drevesa smo izžagali kolut, ga prenesli v delavnico Oddelka za lesarstvo in ga shranili v zamrzovalni skrinji do nadaljnje obdelave.

Na osnovi rastnih posebnosti smo označili bodoče vzorce na kolutu in jih izžagali. Iz koluta smo odvzeli po en vzorec zdrave beljave (B), reakcijske cone (RC), rdečega srca (RS) in poranitvenega lesa (PL). Dimenzije vzorcev so bile 40 mm × 40 mm × 50 mm, pri čemer je bila velikost vzorcev RC in PL prilagojena velikosti in obliki tkiv. V analizo smo vključili tudi eno smrekovo grčo (Grča), saj je dokazano, da imajo grče velik polifenolni potencial (Ekman, 1976; Willför in sod., 2003a; Willför in sod., 2004a; Willför in sod., 2004b). Centralni del grč iglavcev oziroma smrekovih grč naj bi namreč vseboval 10-100 krat večjo koncentracijo fenolov kot jedrovina (Zule, 2008). Še več, delež lignanov naj bi bil v smrekovi grči (*Picea abies*) kar 6 % - 24 % (*w/w*) (Willför in sod., 2003a; Willför in sod., 2004a). Dimenzije oziroma premer grče je znašal 32 mm.

Tako pripravljene vzorce smo s pomočjo tračne žage in dleta predelali v iveri, te pa smo nato postavili v ločene in ustrezno označene petrijevke ter jih posušili do zračno suhega stanja. Iveri posameznih kategorij lesa debela in grče smo homogenizirali na rotacijskem mlinu Retsch ZM200, za kar smo uporabili 0,5 mm sito.

Sledila je ekstrakcija fenolnih spojin z 80 % metanolom (*aq*), 80 % etanolom (*aq*) in 80 % acetonom (*aq*), pri čemer je bilo razmerje vzorec/topilo (*R*) 1:10 (*w/v*). Ob stalnem mešanju na večmestnem magnetnem mešalu (slika 1) smo vzorce pri sobni temperaturi ekstrahirali 6 ur (Albert in sod., 2003). Ekstrakte smo prefiltrirali (Whatman GF/C) in jih do pričetka analiz hranili pri 4 °C. Vsa tri topila so bila kupljena pri Sigma-Aldrich.

Ekstraktom smo nato spektrofotometrično določili delež celokupnih fenolov po Folin-Ciocalteu metodi (Scalbert in sod., 1989; Singleton in Rossi, 1965), ki smo jo natančneje opisali v Vek in sod. (2010). Metanolnim, etanolnim in acetonskim ekstraktom smo dodali Folin-Ciocalteu barvni reagent (*aq*) ter po 30 sekundah še vodno raztopino



**Slika 1. Hladna ekstrakcija lesa z večmestnim magnetnim mešalom (foto: V. Vek)**

natrijevega karbonata. Sledila je 2-urna inkubacija vzorcev pri 22 °C (Scalbert in sod., 1989; Singleton in Rossi, 1965).

Absorbance vzorcev smo pomerili pri 765 nm z UV-VIS spektrofotometrom Perkin-Elmer Lambda 2 (slika 2).

Delež celokupnih fenolov v metanolnih, etanolnih oziroma acetonskih ekstraktih lesa bukve ter smrekove grče smo določili na osnovi absorbanca  $A_{765}$  s pomočjo enačbe regresijske premice umeritvene krivulje za galno kislino. Vsebnost celokupnih fenolov v ekstraktih smo torej predstavili v ekvivalentnih masnih koncentracij galne kisline [mg/L].

## REZULTATI IN RAZPRAVA

Deleži celokupnih fenolov v metanolnih, etanolnih in acetonskih ekstraktih različnih tipov lesnih tkiv bukve ter

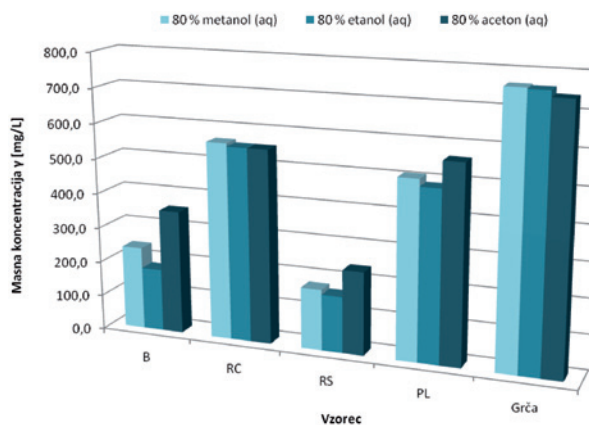


**Slika 2. Vstavljanje vzorca v merilno celico UV-VIS spektrofotometra (foto: V. Vek).**

smrekove grče so predstavljeni na sliki 3.

Primerjava deležev celokupnih fenolov [mg/L] med ekstrakti, pridobljenih z različnimi topili, torej metanolom, etanolom oziroma acetonom kaže, da so bili ti v metanolnih in acetonskih ekstraktih višji kot v etanolnih ekstraktih. Aceton se je izkazal kot najučinkovitejše topilo fenolnih komponent v primeru beljave, rdečega srca in poranitvenega lesa, medtem ko pa se je z njim iz reakcijske cone in grče izpralo najmanj fenolov. Kot učinkovito topilo se je izkazal tudi metanol, pri čemer je bila metanolna ekstrakcija najučinkovitejša pri vzorcih reakcijske cone in smrekove grče, dokaj visoke deleže celokupnih fenolov pa smo določili tudi v metanolnih ekstraktih beljave, rdečega srca in poranitvenega lesa. Kot najmanj učinkovito topilo je bil v našem primeru etanol, saj smo v etanolnih ekstraktih beljave, rdečega srca in poranitvenega lesa določili najnižjo koncentracijo celokupnih fenolov. Kljub temu pa smo z etanolom iz reakcijske cone odstranili večji delež fenolnih spojin kot smo jih z acetonom.

Rezultati preliminarne analize kažejo, da sta za ekstrakcijo fenolnih spojin iz bukovine in smrekovih grč izmed uporabljenih topil najbolj primerni vodni raztopini metanola in acetona. Metanol se najpogosteje uporablja za ekstrakcijo fenolnih snovi iz različnih rastlinskih tkiv, tudi iz lesa (Hafizoglu in Holmbom, 1995; Mammela, 2001; Naczki in Shahidi, 2007; Smith, 1997; Vermerris in Nicholson, 2006). Za ekstrakcijo lesnih tkiv se seveda uporablja tudi etanol (Ahajji in sod., 2009; Shortle, 1990; Smith, 1997; Zule, 2008) in v zadnjem času vse pogosteje aceton (Holmbom, 1999; Thurbide in Hughes, 2000; Willför in sod., 2005a; Willför in sod., 2007; Willför in sod., 2004b; Willför in sod., 2006; Willför in sod., 2005b). Scalbert na primer navaja, da je vodna raztopina acetona najprimernejše topilo za ekstrakcijo ta-



**Slika 3. Koncentracije celokupnih fenolov v ekstraktih lesa bukve (B = beljava, RC = reakcijska cone, RS = rdeče srce, PL = poranitveni les) oziroma smrekove grče (Grča).**

ninov, medtem ko lahko pri ekstrakciji z metanolom pride do cepitve galoil etrskih vezi v galotaninih, kar lahko močno zaplete nadaljnjo analizo ekstraktov (Scalbert, 1992).

Za konec želimo poudariti, da je izbira topila za ekstrakcijo lesnih tkiv odvisna predvsem od raziskovalnih ciljev, torej katero skupino nestrukturanih snovi lesa želimo raziskovati (lipofilnih, hidrofilnih), kateri razred (npr. fenolnih) snovi nas zanima in tudi kakšni bodo nadaljnji analitski in separacijski postopki v raziskavi.

V prihodnje nameravamo primerjati učinkovitost ekstrakcije pri različnih ekstrakcijskih pogojih kot so različna hitrost cirkuliranja topila, trajanje, temperatura ekstrakcije in različne koncentracije topil.

## ZAHVALA

Avtorji se zahvaljujemo Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije za finančno podporo programske skupine P4-0015-0481.

## VIRI

- Ahajji A., Diouf P., Aloui F., Elbakali I., Perrin D., Merlin A., George B. (2009)** Influence of heat treatment on antioxidant properties and colour stability of beech and spruce wood and their extractives. *Wood Science and Technology*, 43, 1: 69-83
- Ekman R. (1976)** Analysis of Lignans in Norway Spruce by Combined Gas-Chromatography - Mass-Spectrometry. *Holzforchung*, 30, 3: 79-85
- Fengel D., Wegener G. (1984)** *Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reactions*. W. de Gruyter, Berlin-New York, 613
- Hafizoglu H., Holmbom B. (1995)** Chemical-Composition of Extractives from Abies Nordmanniana. *Holz Als Roh-Und Werkstoff*, 53, 4: 273-275
- Hagerman A. E. (1988)** Extraction of Tannin from Fresh and Preserved Leaves. *Journal of Chemical Ecology*, 14, 2: 453-461
- Holmbom B. (1999)** Extractives. V: *Analytical Methods in Wood Chemistry, Pulp and Papermaking*. Sjöström E. in Alén R. (Ur.), Springer-Verlag, Berlin, 316
- Kai Y. (1991)** Chemistry of Extractives. V: *Wood and Cellulosic Chemistry*. Hon D.N.S. in Shiraishi N. (Ur.), Marcel Dekker, Inc., New York, 215-255
- Mammela P. (2001)** Phenolics in selected European hardwood species by liquid chromatography-electrospray ionisation mass spectrometry. *Analyst*, 126, 9: 1535-1538
- Mueller-Harvey I. (2001)** Analysis of hydrolysable tannins. *Animal Feed Science and Technology*, 91, 1-2: 3-20
- Naczk M., Shahidi F. (2007)** Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis (vol 41, pg 1523, 2006). *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 43, 2: 798-798
- Naczk M., Shahidi F., Sullivan A. (1992)** Recovery of Rapeseed Tannins by Various Solvent Systems. *Food Chemistry*, 45, 1: 51-54
- Peklar M. (2009)** Separacija bioaktivnih komponent iz brusnic. Diplomsko delo. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Maribor, 81
- Scalbert A. (1992)** Quantitative methods for the estimation of tannins in plant tissue. V: *Plant polyphenols: synthesis, properties, significance* Hemingway R.W. in Laks P.E. (Ur.), Plenum Press, New York, 259-280
- Scalbert A., Monties B., Janin G. (1989)** Tannins in Wood - Comparison of Different Estimation Methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37, 5: 1324-1329
- Shortle W. C., Smith K. T. (1990)** Decay Column Boundary Layer Formation in Maple. *Biodegradation Research*, 3, 377-389
- Singleton V. L., Rossi J. A., Jr. (1965)** Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *Am. J. Enol. Vitic.*, 16, 3: 144-158
- Slanina J., Glatz Z. (2004)** Separation procedures applicable to lignan analysis. *Journal of Chromatography B*, 812, 1-2: 215-229
- Smith K. T. (1997)** Phenolics and Compartmentalization in the Sapwood of Broad-Leaved Trees. V: *Methods in Plant Biochemistry and Molecular Biology*. Dashek W.V. (Ur.), CRC-Press, Florida, U.S., 480
- Thurbide K. B., Hughes D. M. (2000)** A rapid method for determining the extractives content of wood pulp. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 39, 8: 3112-3115
- Vek V., Oven P., Rep G. (2010)** Vsebnost skupnih fenolov v beljavi, rdečem srcu in poranitvenem lesu pri bukvi (*Fagus sylvatica* L.). *Les-Wood*, 62, 5: 193-198
- Vermerris W., Nicholson R. (2006)** *Phenolic Compound Biochemistry*. Springer Science+Business Media B.V., Netherlands, 276
- Willför S., Eklund P., Sjöhoim R., Reunanen M., Sillanpää R., Von Schoultz S., Hemming J., Nisula L., Holmbom B. (2005a)** Bioactive phenolic substances in industrially important tree species. Part 4: Identification of two new 7-hydroxy divanillyl butyrolactol lignans in some spruce, fir, and pine species. *Holzforchung*, 59, 4: 413-417
- Willför S., Hafizoglu H., Tümen I., Yazici H., Arfan M., Ali M., Holmbom B. (2007)** Extractives of Turkish and Pakistani Tree Species. *European Journal of Wood and Wood Products*, 65, 3: 215-221
- Willför S., Hemming J., Reunanen M., Eckerman C., Holmbom B. (2003a)** Lignans and lipophilic extractives in Norway spruce knots and stemwood. *Holzforchung*, 57, 1: 27-36
- Willför S., Nisula L., Hemming J., Reunanen M., Holmbom B. (2004a)** Bioactive phenolic substances in industrially important tree species. Part 1: Knots and stemwood of different spruce species. *Holzforchung*, 58, 4: 335-344
- Willför S., Reunanen M., Eklund P., Sjöholm R., Kronberg L., Fardim P., Pietarinen S., Holmbom B. (2004b)** Oligolignans in Norway spruce and Scots pine knots and Norway spruce stemwood. *Holzforchung*, 58, 4: 345-354
- Willför S. M., Ahotupa M. O., Hemming J. E., Reunanen M. H. T., Eklund P. C., Sjöholm R. E., Eckerman C. S. E., Pohjamo S. P., Holmbom B. R. (2003b)** Antioxidant Activity of Knotwood Extractives and Phenolic Compounds of Selected Tree Species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 26: 7600-7606
- Willför S. M., Smeds A. I., Holmbom B. R. (2006)** Chromatographic analysis of lignans. *Journal of Chromatography A*, 1112, 1-2: 64-77
- Willför S. M., Sundberg A. C., Rehn P. W., Holmbom B. R., Saranpää P. T. (2005b)** Distribution of lignans in knots and adjacent stemwood of *Picea abies*. *European Journal of Wood and Wood Products*, 63, 5: 353-357
- Xue J. J., Fan, C. Q., Dong, L., Yang, S. P., Yue, J. M. (2004)** Novel Antibacterial Diterpenoids from *Larix chinensis* Beissn. *Chemistry & Biodiversity*, 1, 1702-1707
- Yang B.-H., Zhang, W.-D., Liu, R.-H., Li, T.-Z., Zhang, C., Zhou, Y., Su, J. (2005a)** Lignans from Bark of *Larix olgensis* var. *koreana*. *Journal of Natural Products*, 68, 8: 1175-1179
- Yang B. H., Zhang, W. D., Liu, R. H., Tan, C. H., Li, T. Z., Zhang, C. A., Xu, X. K., Su, J. (2005b)** Spiro-biflavonoids from *Larix olgensis* HENRY var. *koreana* NAKAI. *Helvetica Chimica Acta*, 88, 11: 2892-2896
- Zule J. (2008)** Polifenoli v različnih vrstah macesna (*Larix spp.*). *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 86, 51-58
- Zule J., Tišler, V., Žurej, A., Torelli, N. (2003)** Isolation and characterization of essential oils from the cones of Norway spruce (*Picea abies* Karst.), European larch (*Larix decidua* Mill.) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 71, 159-172

# GLIVNE LAKAZE: ENCIMI NEVERJETNIH SPOSOBNOSTI

Fungal laccases: enzymes of incredible abilities

**Povzetek:** Lakaze so zunajcelični encimi, ki spadajo med bakrove oksidaze. V naravi so prisotne pri mnogih organizmih ter opravljajo različne naloge. Pri lesnih glivah so lakaze sestavni del ligninolitičnega encimskega sistema, ki glivam omogoča razkroj lignina. Lakaze katalizirajo enoelektronske oksidacije številnih organskih substratov, obenem pa poteče redukcija molekularnega kisika do vode. Pri reakciji nastanejo kationski prosti radikali. Zaradi nespecifične oksidacijske sposobnosti so lakaze uporabne za številne biotehnološke procese, sistem lakaze in mediatorjev pa možnosti njihove uporabe še dodatno povečuje.

**Ključne besede:** glive, lakaze, mediatorji, sistem lakaze in mediatorjev.

**Abstract:** Laccases are extracellular enzymes, belonging to copper-containing oxidases. They are ubiquitous in nature and thus found in many organisms, where they have different functions. Fungal laccases are part of the ligninolytic system, which enables fungi the degradation of lignin. Laccases catalyze monoelectronic oxidation of various organic substrates, which occurs concomitantly with the reduction of molecular oxygen to water. The reaction generates cation free radicals. Because of their high nonspecific oxidative capacity, laccases are useful for a wide range of biotechnological applications, which may be broadened with the use of laccase–mediator system.

**Keywords:** fungi, laccase, mediators, laccase–mediator system.

## UVOD

Lakaze (Lac; EC 1.10.3.2.), benzendiol:kisik–oksidoreduktaze, uvrščamo v skupino polifenolnih oksidaznih encimov, ki v svojem katalitičnem centru vsebujejo atome bakra, zaradi česar jih imenujemo tudi (multi)bakrove oksidaze. Lakaze je že v 19. stoletju opisal japonski znanstvenik Yoshida (1883), ki je preučeval kemijsko sestavo rastlinskega soka drevesa *Rhus vernicifera*, kar pomeni, da so lakaze eni izmed najstarejših preučevanih encimov. Prisotne so pri rastlinah, glivah in bakterijah, odkrili pa so jih tudi pri insektih (Martínez in sod., 2005; Baldrian, 2006; Hoegger in sod., 2006; Sharma in Kuhad, 2008). Rastlinske lakaze sodelujejo v procesu sinteze lignina, glivne lakaze pa, ravno nasprotno, lignin v olesenelih celičnih stenah razgrajujejo. Poleg tega imajo glivne lakaze tudi številne druge vloge,

saj sodelujejo pri biosintezi pigmentov, morfogenezi, sporulaciji, odzivu na stres. Sposobne so tudi razgradnje toksičnih spojin, ki so strukturno podobne ligninu (Salomon in sod., 1996; Gianfreda in sod., 1999; Baldrian, 2006).

Lakaze katalizirajo oksidacijo substratov (najpogosteje fenolnih spojin) ob sočasni redukciji kisika do vode. Zaradi svoje relativno nizke substratne specifičnosti lahko oksidirajo širok nabor aromatskih substratov. Tako katalizirajo oksidacijo *orto*- in *para*-benzendiolov, aminofenolov, mono- in polifenolov, aromatskih aminov in ob prisotnosti kelatorjev tudi nekatere anorganske ione (na primer  $Mn^{2+}$  do  $Mn^{3+}$ ) (Thurston, 1994; Yaropolov in sod., 1994; Morozova in sod., 2007 Giardina in sod., 2010; Majeau in sod., 2010). Pri enoelektronski oksidaciji substrata z lakazo nastane kationski prosti radikal (Thurston, 1994).

## STRUKTURA IN DELOVANJE GLIVNIH LAKAZ

Velika večina glivnih lakaz je zunajceličnih monomernih globularnih beljakovin z molekulska maso med približno 60 in 70 kDa in izoelektrično točko (pI) okoli vrednosti pH

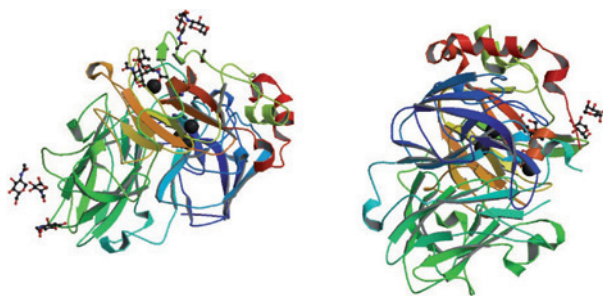
\* Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, e–pošta: ajda.ulcnik@bf.uni-lj.si

\*\*Inštitut za lesarstvo in trajnostni razvoj, raziskovanje, razvoj, svetovanje in izobraževanje d.o.o., Celovška cesta 268, 1000 Ljubljana

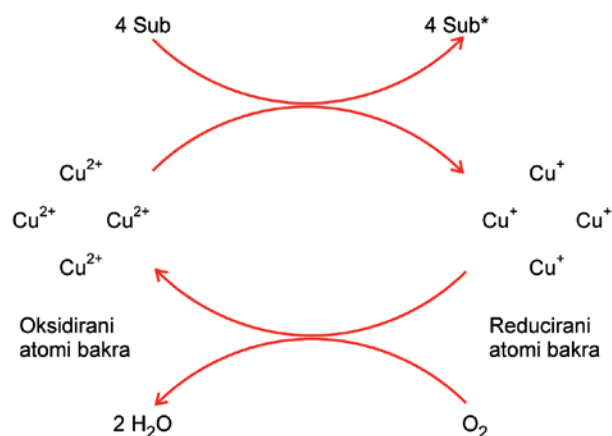
4. Navadno so glivne lakaze glikozilirane in vsebujejo med 10 in 25 odstotkov ogljikovih hidratov, katerih sestava je slabo raziskana (Thurston, 1994; Solomon in sod., 1996; Baldrian, 2006). Ogljikovi hidrati, vezani na lakazo, najverjetneje zagotavljajo konformacijsko stabilnost globularnega proteina ter obenem lakazo ščitijo pred proteolizo in inaktivacijo s prostimi radikali (Morozova in sod., 2007). Lakaze vsebujejo štiri atome bakra, ki se nahajajo na različnih mestih v strukturi encima in jih razvrščamo v tri skupine glede na njihove spektroskopske in elektronsko paramagnetne lastnosti (Durán in sod., 2002; Alcalde, 2007; Giardina in sod., 2010). Večina lakaz vsebuje po en bakrov ion tipa 1 (Cu1, na mestu T1) in tipa 2 (Cu2, na mestu T2) ter dva bakrova iona (Cu 3) tipa 3 (na mestu T3). Značilno modro barvo lakazam daje Cu1. Atomi bakra na mestih T2 in T3 so zelo blizu in skupaj tvorijo triatomski grozd.

Danes so znane kristalne strukture lakaz nekaterih gliv prostotrošnic, med drugim *Coprinopsis cinerea*, *Trametes versicolor*, *Rigidoporus lignosus*, *Lentinus tigrinus* in *Trametes trogii*, ter le ene zaprtotrošnice, *Melanocarpus albomyces* (Piontek in sod., 2002; Giardina in sod., 2010) (slika 1). Lakaze iz vseh omenjenih gliv so sestavljene iz treh domen. Cu1 se nahaja na domeni 2, triatomski grozd pa med domenama 1 in 3. Struktura lakaz je pri prostotrošnicah stabilizirana z dvema disulfidnima mostičkoma med domenama 1 in 3 ter domenama 1 in 2.

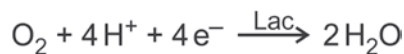
Kot že omenjeno, lakaze katalizirajo enoelektronsko oksidacijo substrata, pri čemer se bakrovi atomi reducirajo in nastanejo kationski radikali (Thurston, 1994; Yaropolov in sod., 1994). V prvotno stanje se encim povrne z redukcijo molekularnega kisika do vode (Hammel, 1997; Solomon in sod., 1999; Baldrian, 2006). Pri reakciji nastaneta iz ene molekule kisika dve molekuli vode, pri čemer se morajo do ustreznih radikalov oksidirati štiri molekule substrata (Riva, 2006) (sliki 2 in 3). Pri oksidaciji substrata se reducira Cu<sup>2+</sup> na mestu T1, odvzeti elektron pa se preko visoko ohranjenega tripeptidnega zaporedja His–Cys–His, ki povezuje baker na mestu T1 z bakri v triatomskem grozdu,



**Slika 1. Kristalna zgradba lakaze iz glive pisana ploškocevka (*Trametes versicolor*, levo) in glive gnojiščna tintnica (*Coprinopsis cinerea*, desno) (www.pdb.org).**



**Slika 2. Katalitični cikel lakaz. Sub: molekula substrata, Sub\*: prosti radikal substrata (prirejeno po Riva, 2006).**



**Slika 3. Redukcija molekularnega kisika do vode (prirejeno po Call in Mücke, 1997).**

prenese na mesto T2/T3. Tam se zgodi redukcija molekularnega kisika, saj triatomski grozd služi kot vezavno mesto za kisik (Baldrian, 2006; Kilaru in sod., 2006; Alcalde, 2007). Pri reakciji nastali kationski prosti radikal lahko nato, odvisno od razmer v okolju, spontano polimerizira ali pa nadalje cepi vezi v organskem substratu (Alcalde, 2007; Giardina in sod., 2010). Lakaze na nek način delujejo kot baterije, saj shranjujejo elektrone, pridobljene s posameznimi enoelektronskimi oksidacijami substrata, ki jih nato porabijo za redukcijo molekularnega kisika. Natančen potek redukcije kisika kljub številnim raziskavam še vedno ni povsem razjasnjen.

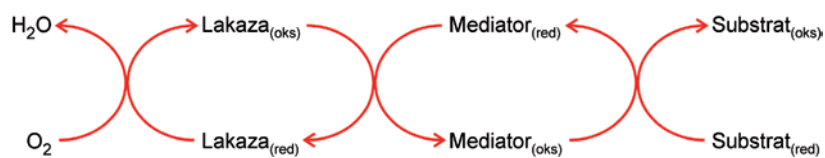
Tipični substrati lakaz so fenoli, saj so njihovi redoks potenciali dovolj nizki (od 0,5 V do 1 V), da Cu1 dopušča odvzem elektrona. Cu1 se nahaja v vdolbini encima, ki je dovolj široka za številne raznolike substrate, zaradi česar je Cu1 primeren akceptor elektronov (Giardina in sod., 2010).

Oksidacija substratov je odvisna od razlike njihovega redoks potenciala in redoks potenciala Cu1. Z naraščanjem vrednosti pH se standardni redukcijski potencial fenolov zniža, vendar pa je aktivnost lakaze pri visokih vrednostih pH zmanjšana, saj se na ione bakra v triatomskem grozdu veže hidroksidni anion (OH<sup>-</sup>), ki prepreči prenos elektrona z mesta T1 na T2/T3 (Baldrian, 2006). Tudi sicer različni anioni, kot so azidi, halidi, cianidi in tiocianidi, na podoben način močno inhibirajo delovanje lakaz (Gianfreda in sod., 1999; Alcalde, 2007).

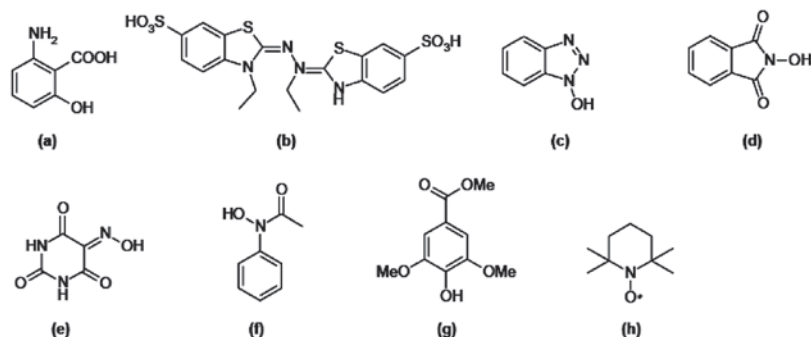


## SISTEM LAKAZ IN MEDIATORJEV

Lignin je izredno heterogen in kompleksen polimer, sestavljen iz fenilpropanskih enot, ki so med seboj povezane z različnimi vezmi C–C in C–O. Dolgo časa je veljalo prepričanje, da razgradnjo lignina glivam bele trohnobe omogočajo lignin–peroksidaze in mangan–peroksidaze. Lignin–peroksidaze so namreč sposobne oksidirati tako fenolne kot nefenolne spojine, medtem ko lakaze same ne morejo oksidirati nefenolnih podenot lignina. Lakaze so, tako kot ostali encimi, prevelike, da bi prehajale v oleseno celično steno, zato je njihovo delovanje omejeno na površino olesene celične stene. Kljub temu pa glive bele trohnobe razgrajujejo lignin v notranjosti celične stene še preden je ta razkrojena do stopnje, pri kateri bi encimi lahko prodirali vanjo (Call in Mücke, 1997; Hammel, 1997). Takšen posreden razkroj olesene celične stene je možen z oksidacijami substratov z majhno relativno molekularno maso – mediatorjev (angl. *laccase mediator system*, *LMS*). Ti lahko prodirajo v lignocelulozni matriks in neodvisno od encima delujejo kot oksidanti. Mediatorji so uporabni tudi za oksidacijo substratov, ki imajo višji redoks potencial in jih lakaze same niso sposobne oksidirati. Lakaze imajo nizek redoks potencial (0,4 V do 0,8 V) v primerjavi z ligninolitičnimi peroksidazami (okoli 1 V) (Alcalde, 2007). Zaradi tega lahko neposredno oksidirajo



Slika 4. Sistem oksidacije substrata z lakazo in mediatorji (prirejeno po Riva, 2006).



Slika 5. Mediatorji lakaz: (a) 3–hidroksiantranilna kislina (HAA); (b) 2,2'–azino–bis–(3–etilbenzotiazolin–6–sulfonska kislina) (ABTS); (c) N–hidroksibenzotriazol (HBT); (d) N–hidroksiftaimid (HPI); (e) violuronska kislina (VLA); (f) N–hidroksiacetanilid (NHA); (g) metil ester 4–hidroksi–3,5–dimetoksi–benzojske kisline; (h) 2,2,6,6–tetrametilpiperidin–1–oksil (TEMPO) (prirejeno po Riva, 2006).

le fenolne spojine z nizkimi redoks potenciali, ne pa tudi obstojnih aromatskih spojin z višjimi redoks potenciali. Kljub temu so lakaze udeležene v njihovo razgradnjo, saj namreč oksidirajo mediatorje, ki pa nato delujejo kot difuzivni oksidanti. Ti lahko nato sami oksidirajo številne substrate, vključno z nefenolnimi spojinami in velikimi molekulami, kot je lignin (slika 4).

Vsi mediatorji so hkrati substrati lakaz in tvorijo reaktivne proste radikale, ki nato oksidirajo tudi bolj stabilne substrate. Učinkovit mediator lakaze mora imeti dovolj dolgo življenjsko dobo, da lahko difundira do substrata, in dovolj visok redoks potencial, da lahko dotični substrat tudi oksidira, obenem pa mora biti tudi sam ustrezen substrat za lakazo (Giardina in sod., 2010; Majeau in sod., 2010). Uporaba lakaznih mediatorjev je v preteklih letih dodatno razširila obseg uporabe lakaz, saj lahko s tem sistemom kataliziramo potek reakcij, katerih lakaze same niso sposobne katalizirati. Uporaba mediatorjev pa ima tudi slabosti, saj so mediatorji pogosto toksični, nestabilni in dragi, lahko pa tvorijo tudi stranske produkte, ki inaktivirajo encim (Alcalde, 2007; Majeau in sod., 2010).

Eden izmed prvih uporabljenih mediatorjev lakaze je bil ABTS (2,2'–azino–bis(3–etilbenzotiazolin–6–sulfonska kislina)). Danes so v uporabi sintetični mediatorji tipa N–OH, kot so HBT (1–hidroksibenzotriazol), violuronska kislina, TEMPO (2,2,6,6–tetrametilpiperidin–1–oksil) in N–hidroksiacetanilid, ki so najbolj povečali učinkovitost lakaze pri razgradnji lignina (Baldrian, 2006) (slika 5). Znano je, da kot mediatorji lakaz delujejo številne spojine, ki nastanejo pri razgradnji lignina. Naravni mediatorji lakaz so na primer anilin, siringaldehid, acetosiringon, vanilin in p–kumarična kislina (Baldrian, 2006; Majeau in sod., 2010).

## IZRAŽANJE LAKAZ

Kot za vse druge snovi, glive za sintezo zunajceličnih encimov porabljajo energijo. Zaradi tega je izražanje genov, ki nosijo zapis za ligninolitične encime, regulirano s količino hranil v okolju. Omenjeni geni se večinoma izražajo v primeru, ko gliva na voljo nima dovolj hranil in mora kot vir energije oziroma ogljika uporabiti rastlinske polimere. Večina genov, ki kodirajo zapis za ligninolitične encime, se ob prisotnosti enostavno dostopnih virov ogljika, kot je glukoza, ne izraža (Aro in sod., 2005).

Geni za lakaze so edini izmed ligninolitičnih encimov, ki se v mnogih prostotrosnicah v nizki ravni izražajo konstitutivno (glive nenehoma sintetizirajo lakaze v majhnih količinah neodvisno od dejavnikov v okolju, kar jim, ob ustreznih pogojih, omogoča začetek razgradnje lignina).

Sinteza lakaz je v veliki meri odvisna od količine hranil, razmer gojenja in razvojne stopnje, v kateri se gliva nahaja, prav tako pa lahko nanjo vplivajo določene kemijske spojine – induktorji. Ti na nastajanje lakaz vplivajo na nivoju transkripcije genov. Na indukcijo izražanja genov za lakaze tako vplivajo kovine, predvsem baker, pa tudi  $Cd^{2+}$ ,  $Ag^{+}$  in  $Mn^{+}$ , in aromatske spojine, ki so strukturno podobne ligninu ali njegovim derivatom (2,5–ksilidin, ferulna ksilina, siringaldazin, veratril alkohol ...) (Cullen, 1997; Gianfreda in sod., 1999). Na sintezo lakaz močno vpliva tudi količina hranil v gojišču, predvsem dušika in ogljika. Vpliv dušika na izražanje lakaz je vprašljiv, saj so empirično dokazali večjo lakazno aktivnost tako v gojiščih s pomanjkanjem kot z zadostno količino vira dušika, na splošno pa naj bi dušik zaviral ekspresijo lakaz (Majeau in sod., 2010). Nasprotno pa je znano, da visoke koncentracije glukoze zavirajo transkripcijo genov za lakaze pri prostotrosnicah (Baldrian, 2006; Giardina in sod., 2010; Majeau in sod., 2010). Povečanje lakazne aktivnosti se zgodi šele, ko koncentracija glukoze v gojišču pade in nastopi njeno pomanjkanje (Galhaup in sod., 2002).

V glivah je pogosto najti več različnih genov za lakaze in v skladu s tem je bilo pri številnih glivah opaženih več lakaznih izoenzimov (Kilaru in sod., 2006). S čedalje večjim številom določenih nukleotidnih zaporedij genoma različnih vrst gliv pa so bolj dostopni tudi podatki o samih genih za lakaze. Tako so na primer ugotovili, da gene za lakazo vsebuje tudi gliva rjave trohnobe *Postia placenta* (Martinez in sod., 2009; Wei in sod., 2010). Domnevno glive potrebujejo več tipov lakaz zaradi različnih funkcij, ki jih te imajo v stopnji razvoja glive.

## UPORABA LAKAZ V BIOTEHNOLOGIJI

Zaradi dokaj nespecifičnega delovanja so lakaze uporabne v mnogih biotehnoloških procesih. Lakaze so za takšne namene bolj primerne od ostalih glivnih ligninolitičnih encimov, na primer peroksidaz, ki za svoje delovanje potrebujejo vodikov peroksid, saj kot končni prejemnik elektronov uporabljajo kisik, ki je načeloma vedno prisoten v okolju. Lakaze lahko uporabljamo za številne namene: delignifikacijo papirne kaše, biobeljenje papirja, obdelavo industrijskih odpadnih vod, encimatsko modifikacijo vlaken in beljenje tekstila, encimsko odstranjevanje fenolnih spojin iz pijač ter kot biosenzorje ali biogorivne celice (Giardina in sod., 2010).

Z izrazoma tehnologija rekombinantne DNA ali genskim inženirstvom opisujemo uporabo različnih načinov in tehnik izolacije genov, njihovo spreminjanje in razvrščanje v nova zaporedja, njihov vnos in pomnoževanje v izbranih gostiteljskih celicah in tudi izražanje v obliki beljakovinskih produktov. Izražanje vnešenih genov v gostiteljskih celicah, ki sicer normalno teh genov ne vsebujejo, imenujemo heterologno izražanje ali heterologna ekspresija. Industrijska uporaba lakaz zahteva velike količine encima, ki jih lahko proizvedemo s tehnologijo rekombinantne DNA v ustreznih gostiteljskih celicah. Pri lakazah so to navadno nižje vrste gliv, kot je *Aspergillus*. Poročali so tudi o heterolognem izražanju lakaz v kvasovkah *Saccharomyces cerevisiae* in *Pichia pastoris*, vendar pa ne poročajo, da bi s tem postopkom dosegli bistveno večje količine encima (Olempska-Beer, 2004; Alcalde, 2007; Majeau, 2010). Možno je, da raziskovalci podatkov o morebitnih uspešnih transformacijah zaradi poslovnih razlogov ne želijo javno objaviti. Ker na sintezo lakaz lahko vplivamo z dodajanjem induktorjev, je pridobivanje lakaz s heterologno ekspresijo primerna strategija za pridobivanje večjih količin encima. Pri tem je zelo pomembna izbira proizvodnega organizma, prav tako pa na izkoristke močno vpliva tudi celoten postopek proizvodnje, od sestave gojišča do postopkov ekstrakcije in čiščenja encimov. Glikozilacija glivnih lakaz je ena izmed večjih težav pri heterologni ekspresiji encima. Ker so lakaze večinoma zunajcelični encimi, je njihova izolacija preprosta, prav tako pa so lakaze v zunajceličnem okolju stabilne (Baldrian, 2006).

Tako lakaze kot tudi sistem lakaz in mediatorjev danes uporabljamo v različnih postopkih. Dansko podjetje Novozymes na primer proizvaja komercialne mešanice lakaze in mediatorja za beljenje tekstila (DeniLite®), obdelavo plute za plutovinaste zamaške (Suberace®) in delignifikacijo papirne kaše (Novozymes® 51003). Tudi sicer se številne raziskovalne skupine ukvarjajo z odstranjevanjem lignina iz papirne kaše, lakaze in mediatorje pa lahko uporabimo tudi za modifikacijo lignoceluloznih materialov, tako da pridobijo nove lastnosti. Poleg naštetega se lakaze uporabljajo tudi v prehranski industriji, sintetični kemiji, kozmetični industriji ter za bioremediacijo (Couto in Herrera, 2006; Alcalde, 2007). Imobilizirane lakaze lahko v nanobiotehnologiji uporabljamo tudi kot biosenzorje za detekcijo fenolnih spojin, kisika ali azidov (Yaropolov in sod., 1994; Couto in Herrera, 2006).

Stroge okoljske zahteve, kot tudi predpisi za varovanje zdravja, so povzročili razvoj izdelovanja lesnih ploščnih kompozitov z manjšo vsebnostjo škodljivih ali dragih lepil ter nadomeščanje sintetičnih lepil z okolju bolj prijaznimi in bolj varnimi alternativami. Ena takšnih je tudi uporaba glivnih encimov pri lepljenju lesa, s čimer se izognemo

uporabi škodljivih sintetičnih lepil. Premreženje lesa lahko namesto z lepili dosežemo z radikalno reakcijo, ki jo povzročijo glivne oksidaze, predvsem lakaze. Prosti radikali na funkcionalnih skupinah lignina ob stiskanju in segrevanju omogočijo ponovno premreženje in nastanek ustreznega lepilnega sloja (Humar in Pohleven, 2005).

Okolju prijazne metode modificiranja površine lesa, papirne kaše in ostalih lignoceluloznih materialov z vezavo fenolov in drugih molekul z majhno relativno molekulsko maso omogoča encimska tehnologija. Uporaba lakaze na omenjenih substratih je omogočila mnoge izboljšave, kot so povečanje trdnosti papirja, mikrobnost odpornost, povečano hidrofobnost, UV stabilnost in požarno zaščito, ki jih dosežemo z vezavo molekul z majhno relativno molekulsko maso na lignin (Widsten in sod., 2008). Narejenih je bilo že veliko raziskav, kjer so s pomočjo lakaze na lignocelulozne materiale vezali tehnični lignin in različne aromatske monomere ter modificirali površino tekstilnih vlaken z namenom vezave barvil ali doseganja bakterijske odpornosti (Lund in sod., 2001; Chandra in sod. 2002; Grönqvist in sod., 2006; Fackler in sod., 2008; Kudanga in sod., 2010).

## SKLEP

Lakaze so nedvomno encimi, ki jih je in jih bo mogoče koristno uporabiti v industrijskih aplikacijah velikega obsega. V številnih biotehnoških procesih, v skladu z vse bolj prisotno zeleno tehnologijo, bodo lakaze predstavljale pomembno konkurenčno prednost podjetij, saj bo s prehodom na uporabo biotehnologije pomembno zmanjšan negativni vpliv njihovega delovanja na okolje. Poleg že sedaj široke palete aplikacij lakaze v industrijskih procesih, preučevanje povezanosti njihove strukture s funkcijo ter iskanje novih načinov uporabe še vedno predstavljajo dovolj velik izziv in zahtevajo visoko znanstveno odličnost. Kljub mnogim odkritjem pa lakaze, skriti potencial biotehnologije, še vedno predstavljajo izziv za uporabo v procesih, katerih koristi si še ne znamo predstavljati.

## ZAHVALA

Zahvaljujemo se Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije za finančno podporo v okviru programa P4-0015-0481 in projekta Biotehnoški procesi obdelave lignoceluloznih materialov L4-3641.

## LITERATURA IN VIRI

1. **Alcalde M. (2007)** Laccases: Biological functions, molecular structure and industrial applications. V: *Industrial Enzymes*. Polaina J (Ur.), MacCabe AP (Ur.), Springer, Dordrecht, 461–476
2. **Aro N., Pakula T., Penttilä M. (2005)** Transcriptional regulation of plant cell wall degradation by filamentous fungi. *FEMS Microbiology Reviews*, 29: 719–739
3. **Baldrian P. (2006)** Fungal laccases – occurrence and properties. *FEMS Microbiology Reviews*, 30: 215–242
4. **Call H.P., Mücke I. (1997)** History, overview and applications of mediated lignolytic systems, especially laccase–mediator–systems (Lignozym®–process). *Journal of Biotechnology*, 53: 163–202
5. **Chandra R. P., Ragauskas A. J. (2002)** Evaluating laccase – facilitated coupling of phenolic acids to high–yield kraft pulps. *Enzyme and Microbial Technology*, 30: 855–861
6. **Couto S.R., Herrera J.L.T. (2006)** Industrial and biotechnological applications of laccases: a review. *Biotechnology Advances*, 24: 500–513
7. **Cullen D. (1997)** Recent advances on the molecular genetics of ligninolytic fungi. *Journal of Biotechnology*, 53: 273–289
8. **Durán N., Rosa M.A., D'Annibale A., Gianfreda L. (2002)** Applications of laccases and tyrosinases (phenoloxidases) immobilized on different supports: a review. *Enzyme and Microbial Technology*, 31: 907–931
9. **Fackler K, Kuncinger T, Ters T, Srebotnik E. (2008)** Laccase–catalyzed functionalization with 4–hydroxy–3–methoxybenzylurea significantly improves internal bond of particle boards. *Holzforschung*, 62: 223–229
10. **Galhaup C., Wagner H., Hintertstoisser B., Haltrich D. (2002)** Increased production of laccase by the wood–degrading basidiomycete *Trametes pubescens*. *Enzyme and Microbial Technology*, 30: 529–536
11. **Gianfreda L., Xu F., Bollag J.M. (1999)** Laccases: a useful group of oxidoreductive enzymes. *Bioremediation Journal*, 3: 1–26
12. **Giardina P., Faraco V., Pezzella C., Piscitelli A., Vanhulle S., Sannia G. (2010)** Laccases: a never–ending story. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 67: 369–385
13. **Grönqvist S., Rantanen K, Alén R, Mattinen M-L, Buchert J, Viikari L. (2006)** Laccase catalysed functionalization of TMP with tyramine. *Holzforschung*, 60: 503–508
14. **Hammel K.E. (1997)** Fungal Degradation of Lignin. V: *Driven by Nature: Plant Litter Quality and Decomposition*. Cadisch G (Ur.), Giller KE (Ur.), CAB International, Madison (MI), 33–45
15. **Hoegger P.J., Kilaru S., James T.Y., Thacker J.R., Kües U. (2006)** Phylogenetic comparison and classification of laccase and related multicopper oxidase protein sequences. *FEBS Journal*, 273: 2308–2326
16. **Humar M., Pohleven F. (2005)** Biotehnologija v lesarstvu. *Les*, 57: 316–321
17. **Kilaru S., Hoegger P.J., Kües U. (2006)** The laccase multi-gene family in *Coprinopsis cinerea* has seventeen different members that divide into two distinct subfamilies. *Current Genetics*, 50: 45–60
18. **Kudanga T., Prasetyo E.N., Widsten P., Kundelbauer A., Jury S., Heathcote C., Sipila J., Weber H., Nyanhongo G. S., Guebitz G.M. (2010)** Laccase catalyzed covalent coupling of fluorophenols increases lignocellulose surface hydrophobicity. *Bioresource Technology*, 101: 2793–2799
19. **Lund M., Ragauskas A.J. (2001)** Enzymatic modification of kraft lignin through oxidative coupling with water soluble phenols. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 55: 699–703
20. **Majeau J.A., Brar S., Tyafi R.D. (2010)** Laccases for removal of recalcitrant and emerging pollutants. *Bioresource Technology*, 10: 2331–2350
21. **Martínez A.T., Speranza M., Ruiz-Dueñas F.J., Ferreira P., Camarero S., Guillén F., Martínez M.J., Gutiérrez A., del Río J.C. (2005)** Biodegradation of lignocelluloses: microbial, chemical, and enzymatic aspects of the fungal attack of lignin. *International Microbiology*, 8: 195–204
22. **Martinez D., Challacombe J., Morgenstern I., Hibbett D.,**

- Schmoll M., Kubicek C.P., Ferreira P., Ruiz-Duenas F.J., Martinez A.T., Kersten P., Hammel K.E., Vanden Wymelenberg A., Gaskell J., Lindquist E., Sabat G., Bondurant S.S., Larrondo L.F., Canessa P., Vicuna R., Yadav J., Doddapaneni H., Subramanian V., Pisabarro A.G., Lavín J.L., Oguiza J.A., Master E., Henrissat B., Coutinho P.M., Harris P., Magnuson J.K., Baker S.E., Bruno K., Kenealy W., Hoegger P.J., Kües U., Ramaiya P., Lucas S., Salamov A., Shapiro H., Tu H., Chee C.L., Misra M., Xie G., Teter S., Yaver D., James T., Mokrejs M., Pospisek M., Grigoriev I.V., Brettin T., Rokhsar D., Berka R., Cullen D. (2009) Genome, transcriptome, and secretome analysis of wood decay fungus *Postia placenta* supports unique mechanisms of lignocellulose conversion. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 106: 1954–1959
23. Morozova O.V., Shumakovich G.P., Shleev S.V., Yaropolov Ya.I. (2007) Laccase–mediator systems and their applications: a review. Applied Biochemistry and Microbiology, 43: 583–597
  24. Olempska-Beer Z. (2004) Laccase from *Myceliophthora thermophila* expressed in *Aspergillus oryzae*. Chemical and Technical Assessment (CTA). FAO, 61st JECFA: 1–6
  25. PDB. (2010) RSCB Protein Data Bank. [http://www.pdb.org/pdb/results/results.do?gotopage=2&qrid=95DE95A&tabto show=Curent \(1.12.2010\)](http://www.pdb.org/pdb/results/results.do?gotopage=2&qrid=95DE95A&tabto show=Curent (1.12.2010)
  26. Piontek K., Antorini M., Choinowski T. (2002) Crystal structure of a laccase from the fungus *Trametes versicolor* at 1,90-Å resolution containing a full complement of coppers. The journal of biological chemistry, 277: 37663–37669
  27. Riva S. (2006) Laccases: blue enzymes for green chemistry. Trends in Biotechnology, 24: 219–226
  28. Sharma K.K. in Kuhad R.C. (2008) Laccase: enzyme revisited and function redefined. Indian Journal of Microbiology, 48: 309–316
  29. Solomon E.I., Sundaram U.M., Machonkin T.E. (1996) Multicopper oxidases and oxygenases. Chemical Reviews, 96: 2563–2605
  30. Thurston C.F. (1994) The structure and function of fungal laccases. Microbiology, 140:19–26
  31. Wei D., Houtman C.J., Kapich A.N., Hunt G.G., Cullen D., Hammel K.E. (2010) Laccase and its role in production of extracellular reactive oxygen species during wood decay by the brown rot basidiomycete *Postia placenta*. Applied and Environmental Microbiology, 76: 2091–2097
  32. Widsten P., Kandelbauer A. (2008) Laccase application in the forest products industry: a review. Enzyme and Microbial Technology, 42: 293–307
  33. Yaropolov A.I., Skorobogatko O.V., Vartanov S.S., Varfolomeyev S.D. (1994) Laccase: properties, catalytic mechanism and applicability. Applied Biochemistry and Biotechnology, 49: 257–280
  34. Yoshida H. (1883) Chemistry of lacquer (urushi). Part I. Journal of Chemical Society, 43: 472–486

# IMPACT OF THE PROPORTION OF GLAZING SURFACE IN SOUTH FACADE ON ENERGY EFFICIENCY OF PREFABRICATED TIMBER BUILDINGS

Vpliv deleža steklenih površin na južni fasadi na energijsko učinkovitost montažnih lesenih stavb

**Abstract:** *The paper presents the reasonability of using an increased proportion of glazing surfaces in prefabricated timber-frame structural systems with a special focus on the energy certification of the building. The research is based on a case study of a two-storey house with a prefabricated timber-frame as well as with cross-laminated structural system with a parametric analysis of an increased-proportion-of-the-glazing-surfaces impact on south side of the building, taking the climate data for Ljubljana into consideration. The analysis was carried out on different exterior wall elements having different thermal properties, while the rest of the parameters, such as the ground plan of the model as well as the active systems, roof and floor slab assemblies remain constant. The graphical presentation includes a function curve showing the annual energy demand for heating and cooling depending on the proportion of the glazing area in relation to the total surface area of the south façade of the building.*

**Keywords:** *energy-efficiency, timber building, prefabricated walls, glass.*

**Povzetek:** *Prispevek prikazuje smiselnost uporabe povečanega deleža steklenih površin v montažni leseni gradnji s posebnim poudarkom na energijskem izkazu stavbe. Pri tem so parametrično na modelu dvoetažne stanovanjske hiše analizirani vplivi povečanega deleža steklenih površin na južni strani objekta ob upoštevanju klimatskih pogojev za Ljubljano. Objekt je obravnavan v okvirnem in križno lepljenem montažnem sistemu. Analizirani so različni tipi zunanjih sten z različno toplotno izolativnostjo, ostali parametri, kot so tloris objekta, sestava strehe, temeljne plošče, aktivni sistemi, pa v izračunu ne varirajo. Podana je funkcijska odvisnost letnih toplotnih izgub za ogrevanje in ohlajevanje v odvisnosti od deleža steklenih površin na južni fasadi objekta.*

**Ključne besede:** *energijska učinkovitost, lesena gradnja, montažne stene, steklo.*

## 1. INTRODUCTION

The present times, characterized by specific circumstances in the sphere of climate change, witness an intensive focus of the sciences of civil engineering and architecture on searching for ecological solutions and construction

methods that would allow for greater energy efficiency and, consequently, for a reduced environmental burden. Being a natural raw material, timber represents one of the best choices for energy efficient construction since it also functions as a good thermal insulator, has good mechanical properties and ensures a comfortable indoor living climate. The features listed above make prefabricated timber structures suitable for the construction of energy efficient houses of various standards where an increased proportion and a suitable orientation of the glazing surfa-

\* dr. lecturer, University of Maribor, Faculty of Civil Engineering, Smetanova ulica 17, SI – 2000 Maribor, Slovenia, e-mail: vesna.zegarac@uni-mb.si

\*\* prof. dr., University of Maribor, Faculty of Civil Engineering, Smetanova ulica 17, SI – 2000 Maribor, Slovenia, e-mail: miroslav.premrov@uni-mb.si

ces play an important part due to solar heat gains. Over a number of years of development, glazing manufacturers have improved their products' thermal-insulation and strength properties as well as their coefficient of permeability of total solar radiation energy and thus enabled the use of large glazing surfaces, primarily south-oriented, not only to illuminate indoor areas but also to ensure solar heating (Johnson et al., 1984; Inanici and Demirbilek, 2000; Bülow-Hübe, 2001; Persson and Roos, 2006; Bouden, 2007; Ford et al., 2007). It follows that timber construction along with the use of suitable and correctly oriented glazing surfaces represents a great potential in residential and public building construction.

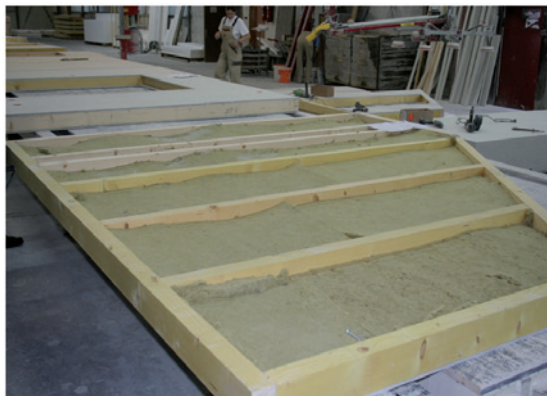
The first part of the paper presents principal timber structural systems, such as timber-frame (TF) and cross-laminated timber (CLT) wall elements, as well as essential principles of low-energy construction while the second part focuses on the reasonability of using an increased proportion of glazing surfaces in the above mentioned construction method and adds a parametric analysis of an-increased-proportion-of-the-glazing-surfaces impact in a two-storey house with a prefabricated TF and CLT structural system. The analysis is made only for the south side of the building, while the analysis for other principal directions on the TF 1 structural systems is presented in Žegarac Leskovar and Premrov, 2010. Calculations do not consider various active systems' impacts (heat recovery ventilation, solar collectors, PV panels, heat pumps, etc.). The comparative analysis results can nevertheless serve as a good frame of reference to civil engineers and architects in an approximate estimation of energy losses accompanying the different positioning and proportion of glazing surfaces while using various prefabricated timber-frame wall elements.

## 2. PREFABRICATED TIMBER HOUSE DESIGN

Timber is commonly associated with lightweight construction although it is ubiquitous as a building material. Timber construction is an important part of the infrastructure in a number of areas around the world. Brand new and improved features, having been introduced in the early 80's of the last century, brought about the expansion of timber-frame buildings all over the world. The most important are the following introduced changes (Premrov, 2008): transition from on-site construction to prefabrication in a factory; transition from elementary measures to modular building and development from a micro-panel to a macro-panel wall prefabricated panel system. All of these extremely improve the speed of building. The brick and concrete industry is responsible for about 10 % of global CO<sub>2</sub> emissions into the environment whereas wood helps the environment by absorbing and storing CO<sub>2</sub> while it grows. Respecting all these facts the energy-efficient properties of timber-frame buildings are, in comparison with other types of buildings, (brick, concrete, steel) excellent but not only because well insulated buildings use less energy for heating, which is environmentally friendly, but also due to the extremely positive feelings of homeowners when living in such houses. There are two main and competitive prefabricated structural systems mostly used in residential timber buildings: a.) a timber-frame system and b.) a massive panel system.

In timber-frame buildings basic vertical load bearing elements are panel walls consisting of load bearing timber frames and sheathing boards. Because all elements are prefabricated (Figure 1a), the erection of such a building is very fast. Development from an old single-panel (Figure 1b) to a new macro-panel wall system (Figure 1a) in the middle of 90's of the last century additionally extremely

a.



b.

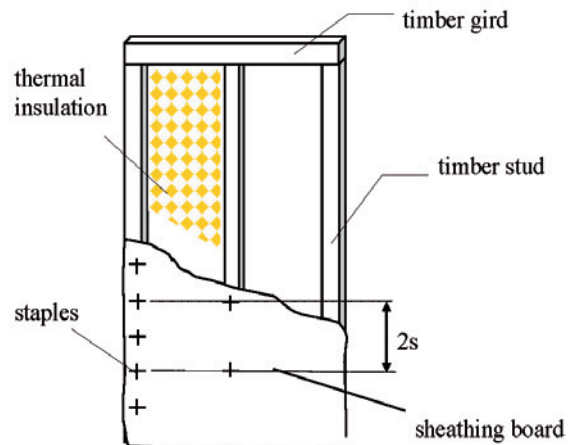


Figure 1: Composition of a timber-frame wall element; a.) macro-panel system, b.) single wall element

enlarges the speed of building. The wall elements in the total length up to 12,5 metres, containing openings for doors and windows, are now completely produced in a factory (Kozem Šilih and Premrov, 2010). The construction performs systematic floor-by-floor building; after the walls are constructed the floor platform for the next level is built. Therefore, this system is very useful and popular for multi-storey buildings and the interest in the world is growing.

Prefabricated timber walls as main vertical bearing capacity elements, of usually typical dimensions with a width  $b = 1250$  mm and a height  $h = 2500$  mm – 2600 mm, are composed of a timber frame and sheets of board-material fixed by mechanical fasteners to both sides of the timber frame (Figure 1b). There are many types of panel sheet products available which may have some structural capacity such as wood-based materials (plywood, oriented strand board, hardboard, particleboard, etc.) or fibre-plaster boards (FPB), originally started in Germany and recently the most frequently used type of board in Central Europe. Between the timber studs and girders a thermo-insulation material is inserted the thickness of which depends on the type of external wall. The sheathing boards on the both sides of the wall can be covered with a 12,5 mm gypsum-cardboard.

Producers usually offer different degrees of energy efficiency of timber-frame buildings. In this study we will treat

three main typical wall elements according to different thicknesses of the timber frame and thermal insulation. The main geometrical and material properties are listed in Table 1. Additionally, three old prefabricated single-wall elements (TFkl 4 – TFkl 6; Figure 1b), mainly produced in the early 80s, will be analysed to prove some basic statements.

In a case of massive panel timber buildings the wall elements consist of cross laminated timber boards, well known as “cross-laminated timber” or X-lam, Figure 2. The number of boards are usually 3 or 5 with typical wall width of 90 or 94 mm. Cross laminated timber is a contemporary building material which has more uniform and better mechanical properties than solid timber and therefore presents an architectural challenge and an important trend in a way to assure modern, energy efficient and seismic resistant single family prefabricated houses and multi-storey prefabricated residential timber buildings. Assembling of the building (Figure 2b) runs in a very similar way as by timber-frame buildings and also usually demands very similar time to finish the building.

Producers usually offer different degrees of energy efficiency of massive panel timber buildings. In this study we will treat three main typical wall elements according to different thicknesses of the timber panel and thermal insulation. The main geometrical and material properties are listed in Table 2.

**Table 1: Composition of a typical prefabricated timber-frame macro-panel wall elements**

TF 1		TF 2		TF 3	
material	thickness [mm]	material	thickness [mm]	material	thickness [mm]
rough coating	6	rough coating	6	rough coating	9
thermal insulation: EPS* foam	100	thermal insulation: mineral wool	100	thermal insulation: wood fibreboard	60
gypsum fibreboard	15	gypsum fibreboard	15	/	
timber frame with insulation: MW**	160	timber frame with insulation: MW	160	timber frame with insulation: CF***	360
vapour barrier	0,2	vapour barrier	0,2	OSB****	15
/	/	timber sub-structure with insulation	60	/	/
gypsum fibreboard	15	gypsum fibreboard	15	/	/
gypsum fibreboard	10	gypsum fibreboard	10	gypsum plasterboard	12,5
total thickness [mm]	306,2	total thickness [mm]	366,2	total thickness [mm]	456,5
$U_{\text{wall}}$ -value [W/m <sup>2</sup> K]	0,164	$U_{\text{wall}}$ -value [W/m <sup>2</sup> K]	0,137	$U_{\text{wall}}$ -value [W/m <sup>2</sup> K]	0,104

\* expanded polystyrene foam, \*\* mineral wool, \*\*\*cellulose fibre, \*\*\*\*oriented strand board

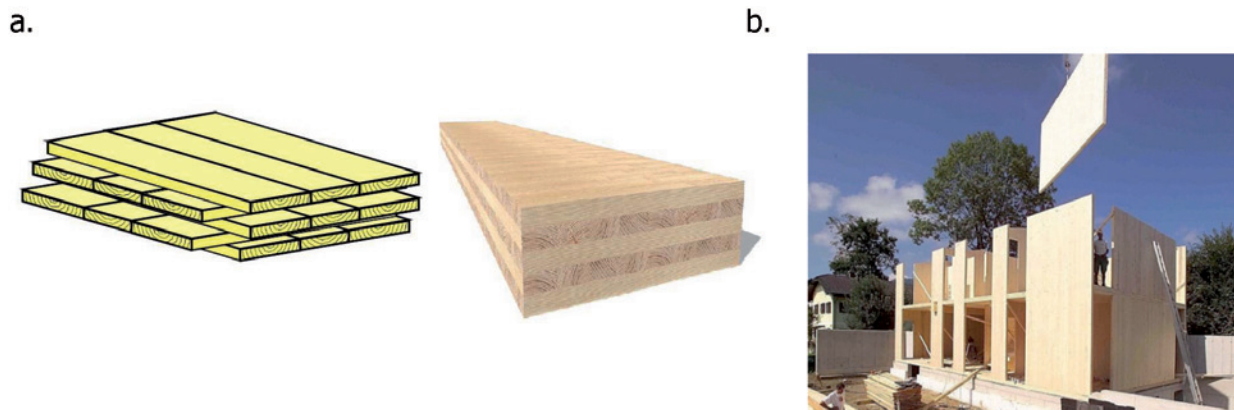


Figure 2. a.) Composition of cross-laminated panels (Dujič and Žarnič, 2009)  
 b.) Erection of the house built in massive panel system.

Table 2: Composition of a typical prefabricated massive panel wall elements.

KLH 1		KLH 2		KLH 3	
material	thickness [mm]	material	thickness [mm]	material	thickness [mm]
rough coating	6	rough coating	6	rough coating	6
thermal insulation: MW*	180	thermal insulation: MW*	180	thermal insulation: MW*	220
cross laminated timber	95	cross laminated timber	95	cross laminated timber	142
/	/	timber sub-structure with thermal insulation: MW*	60	timber sub-structure with thermal insulation: MW*	60
gypsum fibre-board	15	gypsum fibre-board	15	gypsum fibre-board	15
gypsum fibre-board	10	gypsum fibre-board	10	gypsum fibre-board	10
total thickness [mm]	306	total thickness [mm]	366	total thickness [mm]	453
$U_{wall}$ -value [W/m <sup>2</sup> K]	0,181	$U_{wall}$ -value [W/m <sup>2</sup> K]	0,148	$U_{wall}$ -value [W/m <sup>2</sup> K]	0,124

\* mineral wool, \*\*expanded polystyrene foam

### 3. BASIC REQUIREMENTS OF ENERGY EFFICIENT HOUSE DESIGN

The definition of an energy efficient house is related to the specific design approach comprising exactly defined parameters which influence the energy balance of residential houses. The basis of energy efficient house design is to take advantage of as many renewable energy sources combined with low energy technology as possible in order to reduce the need for traditional building technology which is inefficient or consumes a lot of fossil fuel

energy. There are few classifications of energy efficient houses that differ from each other minimally, but in general they comprise a group of houses with exactly defined energy standards. For example a low-energy house is a house with an annual requirement for energy used for heating of less than 50 kWh/m<sup>2</sup>a, however the requirements differ from one country to another, while for a passive house this requirement is strictly defined with the value being lower than 15 kWh/m<sup>2</sup>a in all countries. In a low-energy house the specified low energy consumption can be achieved by reducing heat flow through the



**Table 3: Classification of energy efficient houses on the basis of “Rules on the methodology of construction and issuance of building energy certificates”, 2009, and Praznik and Kovič, 2010.**

Degree / Classification in accordance with the rules	Generally used classification in praxis	Annual heating demand $Q_h$ [kWh/m <sup>2</sup> a]	Variation of execution
Class C	minimal requirements for low-energy house	40 – 50	classic/conventional building envelope
Class B2	low-energy house	25 – 40	thermally improved building envelope
Class B1	better low-energy house	15 – 25	thermally improved building envelope + HRV*
Class A2	passive house	10 – 15	additionally thermally improved building envelope + HRV
Class A1	1-litre house	≤ 10	additionally thermally improved building envelope + HRV + improved U-value of windows and doors

\*heat recovery ventilation

envelope by installing sufficient thermal insulation and thermally efficient glazing with well designed shading. Although the use of a ventilation system with heat recovery as well as improved heating systems in connection with solar panels and heat pumps is recommended, some conventional heating systems are still acceptable. Besides the above listed technical specifications the compact form of the building and its southern orientation is of great importance. The compact form of the building reduces the total envelope area which results in lower transmission heat losses. On the other hand in passive houses a comfortable living environment is achieved without using conventional heating and cooling systems. The basis of passive house design is to take advantage of passive technologies as much as possible in order to reduce the need for the energy provided by fossil fuel. The passive design technologies and systems include excellent envelope insulation, air tightness, triple glazing, construction without thermal bridges and passive solar design which is preconditioned by appropriate southern orientation with well designed shading. On the other hand, active house design systems include heat recovery ventilation, ground source heat pumps, lightning with low energy lamps and more. Classification of energy efficient buildings according to different variation of execution is presented in Table 3.

## 4. NUMERICAL STUDY

### 4.1. SIMULATION MODEL

Description of the base case study model:

A model of the two-storey single-family house was designed using a low-energy standard. The external horizontal dimensions are 11,66 x 8,54 m for the ground floor and 11,66 x 9,79 m for the upper floor. The total heated floor area is 168 m<sup>2</sup>, Figure 3.

Glazing:

A window glazing (Unitop 0,51 – 52 UNIGLAS) with three layers of glass, two low emissive coatings and krypton in the cavities for a normal configuration of 4E-12-4-12-E4, each cavity 12 mm thick, with 4 mm thick glass panes, was installed. The glazing configuration with a g-value of 52 % and a U-value ( $U_g$ ) of 0,51 W/m<sup>2</sup>K assures a high level of heat insulation and light transmission (UNIGLAS College, 2010). The window frame U-value ( $U_f$ ) is 0,73 W/m<sup>2</sup>K, while the frame width is 0,114 m. The glazing to wall area ratio (AGAW) of the south oriented façade is 27,6 %, while the AGAW values of the rest of the cardinal directions are 8,9 % in north, 10,5 % in east and 8,5 % in west façades.

Climate and orientation:

The house is located in Ljubljana and oriented with the longer side with the large glazed area facing south. The city of Ljubljana is located at an altitude of 298 metres, latitude of 46.03° and longitude of 14,3° east. According to data from ARSO, Ljubljana's climate is Subalpine.

Shading:

The house is constructed with a south-oriented extended overhang above the ground floor, which blocks the direct solar radiation from entering the ground floor windows to the south during the summer, while it lets it

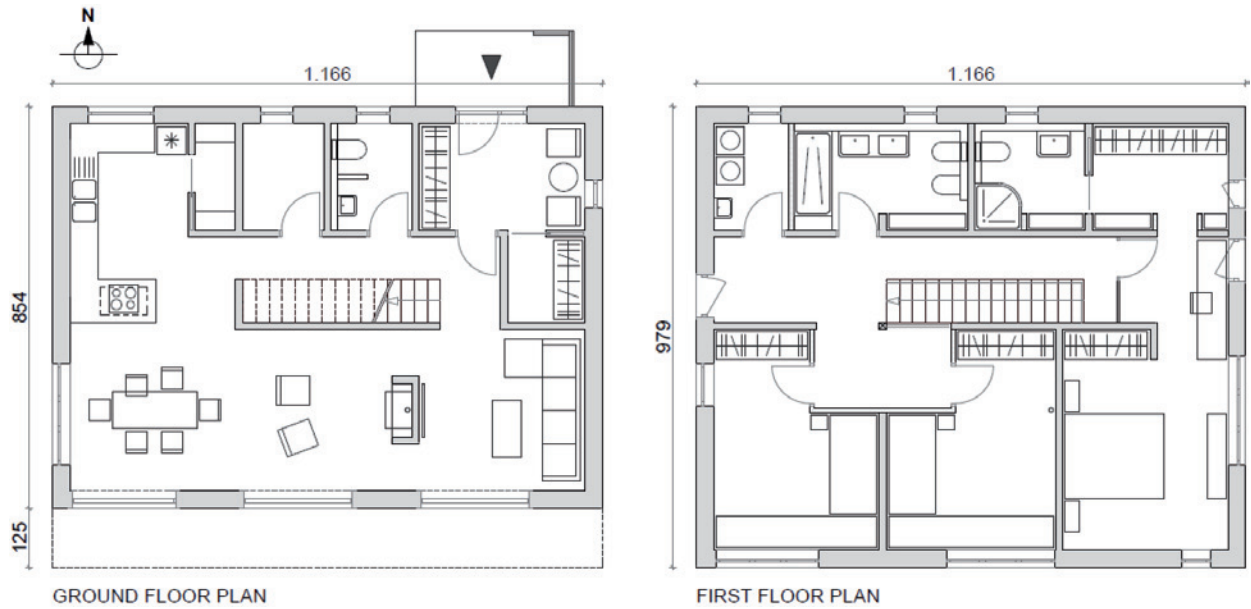


Figure 3: Ground plan of base-case study model.

enter in winter when the angle of incidence of the sun is lower. The rest of the windows on the upper floor and those of the east, west and north-oriented walls are shaded with external shading devices. To avoid results that would not be objective, we decided to shade the north facing glazing areas as well.

Internal gains and HVAC:

The length of the heating period is 205 days. A value of  $2,1 \text{ W/m}^2$  for internal heat gains from electric appliances and body heat was used in the PHPP (internal heat sources) calculation. To prevent overheating in the summer period the summer operation of the heat recovery ventilation with an air change rate of  $0,30 \text{ h}^{-1}$  was planned. Additional summer ventilation for cooling through manual window night ventilation with an air change rate of  $0,15 \text{ h}^{-1}$  was planned as well. The interior temperatures were designed to a  $T_{\text{min}}$  of  $20^\circ\text{C}$  and a  $T_{\text{max}}$  of  $25^\circ\text{C}$ . No solar collectors were installed.

Parameters varied:

The influence on energy demand of the following factors was studied: glazing size in four different cardinal directions; south, north, east and west. Modifications were made separately for each cardinal direction for six timber systems; TF 1, TF 2, TF 3 and only for south-oriented glazing areas for three additional systems (TFkl 4, TFkl 5 and TFkl 6) with higher U-values ( $U_{\text{kl4}} = 0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $U_{\text{kl5}} = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$  and  $U_{\text{kl6}} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) which are typical for older timber systems built with single-panel wall elements. The modifications of the size of glazing areas were in the range of AGAW (glazing to wall area ratio) of 0 % to nearly 80 %, Figure 4.

Object of the research:

As already presented previously the object of the research was the definition of the most favorable glazing to wall area ratio for each cardinal direction of the house. The results observed in the PHPP calculations were heating demand and cooling demand values.

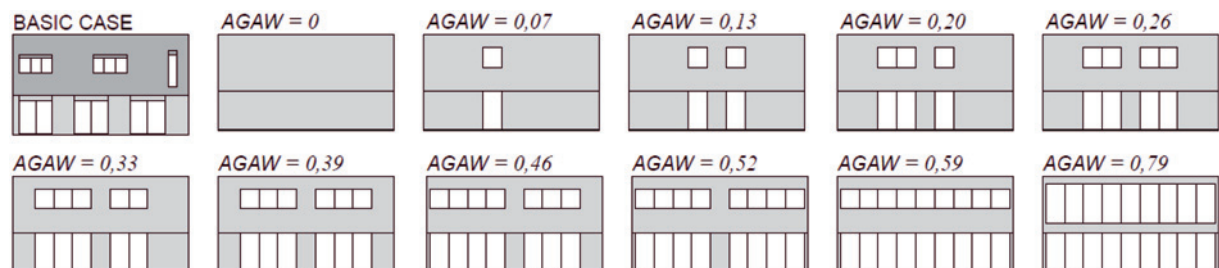


Figure 4: South-oriented façade of the base-case model with schemes of the glazing area size modification.

Description of the software and calculation method:

The Passive House Planning Package 2007 (Feist, 2007) was used to perform calculations of energy demand. The software is certified as a planning tool for passive houses, although it can be used also for low-energy house design.

## 4.2. RESULTS AND DISCUSSION

### 4.2.1. Timber – frame (TF) structural systems

The behaviour of the TF 1, TF 2 and TF 3 systems for north, west and east direction is very similar because no  $Q_h$  gains are appearing for this orientations (Žegarac Leskovar and Premrov, 2010), therefore only the south direction, which is the main point of our special interest, will be additionally analysed and compared for all construction systems. The results in Figure 5 are presented separately for  $Q_h$  energy demand (Figure 5a) and total annual energy demand for heating and cooling (Figure 5b).

The results show almost linear functional dependence of  $Q_h$  on the size of the glazing area. Observation of the results shows also that the energy demand for heating is the highest in the TF 1 and lowest in the TF 3 construction system, which we suppose is related to the U-value of external wall elements. The results for sum total energy demand show an interesting appearance related to the optimal point with the lowest ( $Q_h+Q_k$ ) demand (functional optimum), which is clearly evident in the TF 3 construction system appearing at the range of  $AGAW = 0,34$  to  $0,38$  and slightly less evident in the TF 1 system. For comparison purposes as well as for support in setting up the basic principle of the glazing surface's impact on

energy behaviour patterns, an analysis of the classic single-panel prefabricated wall elements was carried out. The results for TFkl 4 - 6, compared with the results for macro-panel systems, are presented in Figure 6.

According to the data presented in Figure 6a an expressive linear functional dependence of  $Q_h$  from AGAW for TFkl systems is evident, while the inclination of the function lines presenting TF systems is smaller. It is evident that the thermal transmittance of the exterior wall element plays an important role; the higher is the U-value (TFkl) greater and more favourable is the influence of the glazing area increase for the energy demand for heating. The comparison of energy savings for heating for two extreme systems regarding to  $U_{wall}$ -value, shows significant difference; a saving of  $39 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  for TFkl 4 and only  $12 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  for TF 3, which has the best insulating features. From the results presented above we infer that the increase of the south oriented glazing areas in external wall elements of lower insulation features (higher U-value) has greater influence on  $Q_h$  compared to the glazing modifications in wall elements of better insulation features (lower U-value). This confirms the statement mentioned in the text above, that the influence of the glazing area increase to the energy demand for heating is more favorable in external wall elements with a higher U-value.

The analyses of the sum of total heating and cooling demand presented (Figure 6b) seems to be the most interesting; in the case of exterior wall elements with a higher U-value the functional optimum doesn't appear at all, the energy demand behaviour changes from parabolic dependence in construction systems with a low U-value

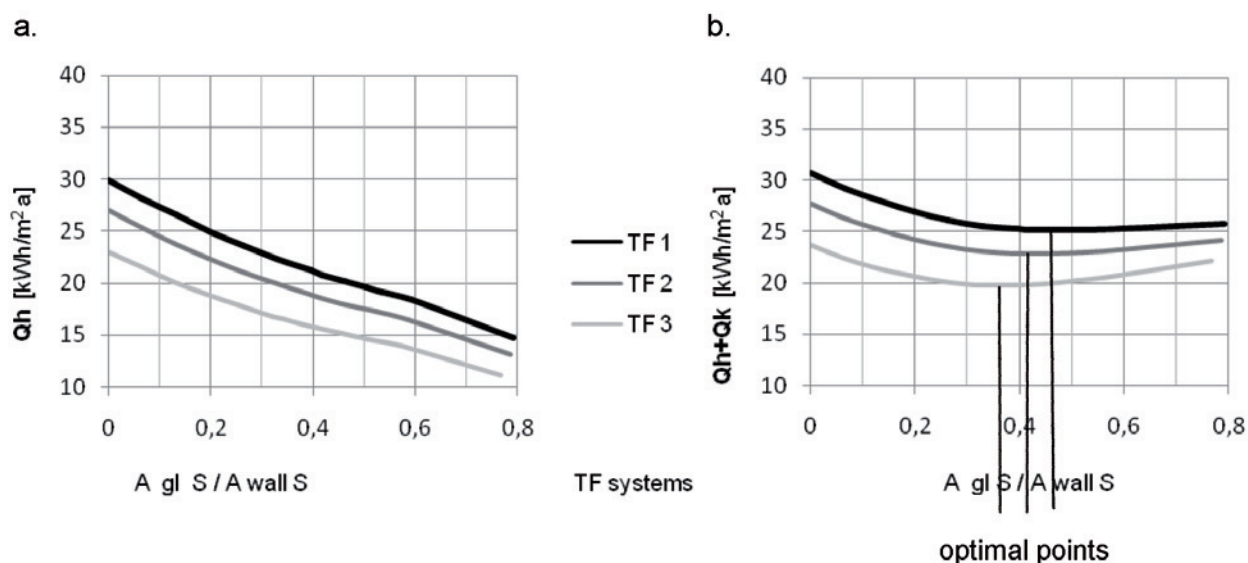
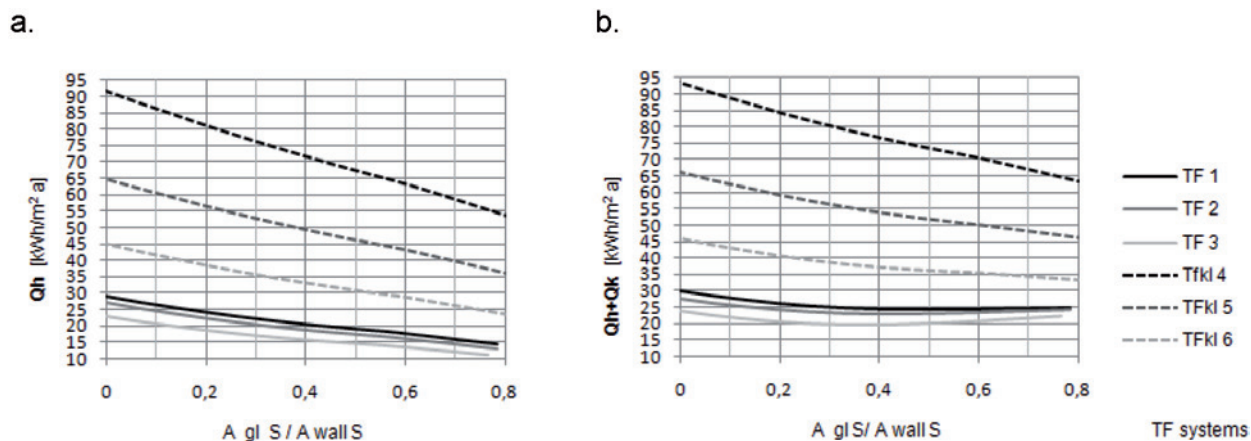


Figure 5: Energy demand: a.) for heating and b.) sum total of energy demand for heating and cooling as a function of AGAW in TF 1 construction system.



**Figure 6: Comparison of energy demand a.) for heating and b.) sum total of energy demand for heating and cooling as a function of AGAW in TF construction systems.**

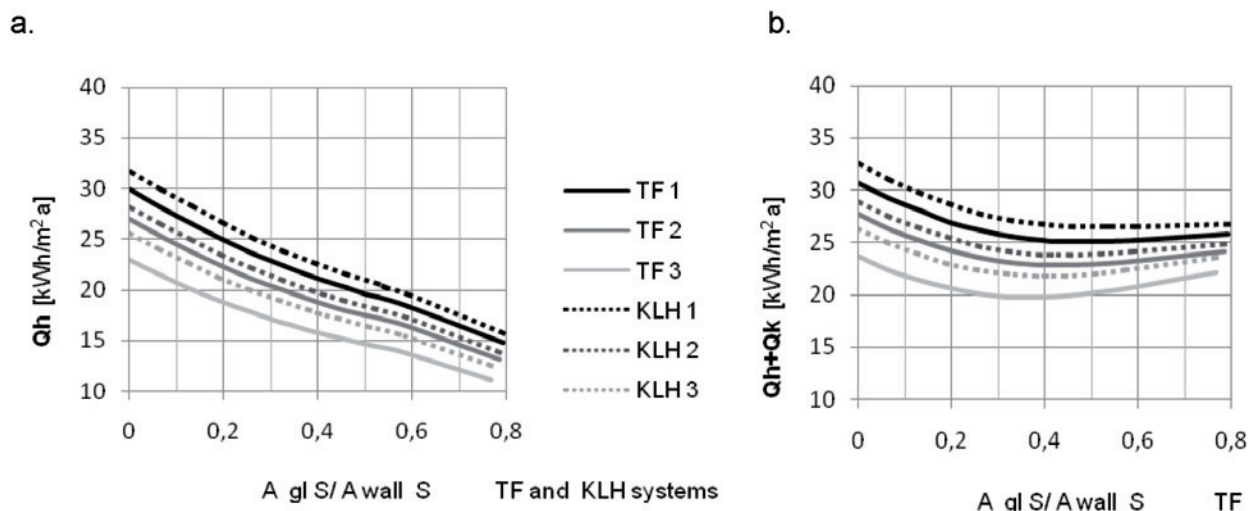
(TF 2 and TF 3) to linear dependence in construction systems with lower insulation features (TFkl 4 - TFkl 6). It is evident that the inclination of a function line presenting TFkl systems depends on the U-value, which is similar to the analysis of the  $Q_h$  demand. Energy savings caused by total glazing area increase (from  $AGAW=0$  to  $AGAW \approx 0,79$ ) are in the range from approximately 31 kWh/m<sup>2</sup>a or 33 % of the starting point value for the TFkl 4 system to only 12 kWh/m<sup>2</sup>a or 27 % for the TFkl 6 system. In comparison to the TF 3 system which has the highest insulation features the difference is even greater.

#### 4.2.2. Massive panel structural systems (KLH)

Comparison of energy demand for heating ( $Q_h$ ) and for heating and cooling ( $Q_h+Q_k$ ) for different construction systems (TF1 – TF 3 and KLH 1 – KLH 3) is presented in Figure 7.

According to the results presented in Figure 7a the behaviour of energy demand for  $Q_h$  and  $Q_h+Q_k$  is similar for TF and KLH construction systems. As already seen in the previously analysed comparison of selected TF construction systems, the increase of the south oriented glazing area in wall elements with a higher thermal transmittance as well as in wall elements with a lower thermal transmittance is similar. On the basis of this research, we anticipate that U-value of the external wall has no distinctive impact to the behaviour of the energy demand for cooling, it depends more on the size of a glazing area as well as on orientation and of course on other parameters which are not analysed in this research.

According to the results presented in Figure 7b the energy savings in the KLH 1 construction system reach about 6 kWh/m<sup>2</sup>a or 19 % of the starting point value, while in the



**Figure 7: Comparison of energy demand a.) for heating and b.) sum total of energy demand for heating and cooling as a function of AGAW in TF and KLH construction systems.**

TF 3 construction system, which possesses the best thermal properties among analysed systems, the savings of only about 4 kWh/m<sup>2</sup>a or slightly over 16 % are evident. The further observation of the results shows for compared construction systems shows that the optimal point appears at different values for AGAW in each individual system. In KLH 3 the optimum appears at AGAW ≈ 0,38 - 0,40, in KLH 2 at AGAW ≈ 0,41 - 0,46, in KLH 1 at AGAW ≈ 0,52 - 0,54, in TF 3 at AGAW ≈ 0,34 - 0,38, in TF 2 at AGAW ≈ 0,41 and finally in TF 1 at AGAW ≈ 0,42 - 0,50. The analyses of formerly presented results shows that the optimal glazing share is larger for the exterior wall elements with a higher U-value reaching the maximal optimal share of 54 % of the total south oriented external wall surface in KLH 1, while it is somewhat lower for exterior wall elements with a lower U-value, reaching the minimal share of 34 % in the TF 3 construction system. Next, the form of the  $Q_h+Q_k$  function curve in different systems was analysed as well, the optimal point is clearly evident in systems with a lower  $U_{wall}$ -value, where the sum of total energy demand increases noticeably after reaching the optimum, while the optimum is less expressive in systems with a higher  $U_{wall}$ -value, where the function curve converges after reaching the optimum. If applied to praxis this means that for exterior wall elements with excellent thermal properties ( $U_{wall} \approx 0,1 - 0,124$  W/m<sup>2</sup>K) the optimal share of glazing is strictly defined, while for wall elements of higher U-values ( $U_{wall} \approx 0,164 - 0,181$  W/m<sup>2</sup>K), the glazing share can exceed the optimal value without any noticeable consequences regarding increase of the sum total of energy demand for heating and cooling. The optimal AGAW values for all analyzed systems as a function of  $U_{wall}$ -value are numerical presented in Table 4.

**Table 4: Optimal values of AGAW in south oriented external wall element for selected timber construction systems.**

Construction system	$U_{wall}$ [W/m <sup>2</sup> K]	AGAW <sub>optimal</sub>	AGAW <sub>optimal adjusted</sub>
TF 3	0,102	0,34 - 0,38*	0,37
KLH 3	0,124	0,38 - 0,40	0,39
TF 2	0,137	0,41	0,41
KLH 2	0,148	0,41 - 0,46	0,43
TF 1	0,164	0,42 - 0,50	0,47
KLH 1	0,181	0,52 - 0,54	0,53
SYSTEMS**	≥0,20	≈0,80	0,80

\*at AGAW = 0,38 overheating is lower than at AGAW = 0,34

\*\*for the construction systems with a  $U_{wall} \geq 0,20$  W/m<sup>2</sup>K the optimum is at AGAW ≈ 0,80 (Figure 6b)

## 5. CONCLUSIONS

It is evident from the results presented for the total annual energy demand ( $Q_h+Q_k$ ) of classical old single-panel construction systems (TFkl) that an increase in the south-oriented glazing areas in exterior walls with a higher thermal transmittance adds up to the sum total of energy savings. This is especially important for the refurbishment of existing timber-frame housing stock, since the use of large glazing areas in south-oriented external walls improves the energy efficiency of the building.

The influence of glazing in new low-energy prefabricated timber-frame (TF) as well as in massive panel systems (KLH) is less evident. The behaviour of energy demand for heating ( $Q_h$ ) and also for heating and cooling ( $Q_h+Q_k$ ) is similar for TF and KLH construction systems. Additionally, the comparison of function curves shows an interesting appearing of the optimal point with the lowest  $Q_h+Q_k$  demand. The optimal point of  $Q_h+Q_k$  in the TF3 construction system with the lowest  $U_{wall}$ -value is clearly evident and appears in the range of AGAW = 0,34 to 0,38. The optimal point is slightly less evident in the TF 1 and KLH 1 structural systems, which demonstrates that the optimal share of glazing surfaces in south-oriented exterior walls depends on the thermal transmittance of the exterior wall.

Therefore, according to the given states, we can conclude, that the optimal proportion of glazing surface in wall elements with a lower U-value is somewhat lower than that of the wall elements with a higher U-value. If we pay attention to the behaviour of the ( $Q_h+Q_k$ ) function curve after reaching the optimal point, we notice that the sum of total energy demand for heating and cooling increases in highly insulated construction systems, while in wall elements with a higher U-value the function converges, which means that even if the glazing share exceeds the optimum, almost no increase in ( $Q_h+Q_k$ ) is noticeable.

## REFERENCES

1. ARSO. (2006) Podnebne razmere v Sloveniji, [http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/podnebne\\_razmere\\_v\\_sloveniji\\_71\\_00.pdf](http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/podnebne_razmere_v_sloveniji_71_00.pdf), (20.08.2010)
2. Bouden C. (2007) Influence of glass curtain walls on the building thermal energy consumption under Tunisian climatic conditions: The case of administrative buildings. Renewable Energy, vol. 32, p. 141-156
3. Bülow-Hübe H. (2001) The Effect of Glazing Type and Size on Annual Heating and Cooling Demand for Swedish Offices, Report No TABK-01/1022. Department of Construction and Architecture, Lund University, Division of Energy and Building Design, Lund, Sweden
4. Dujič B., Žarnič R. (2009) Assessment of earthquake resistance of timber structures, Timber construction, Challenge and opportunity for Slovenia. University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Ljubljana, p. 176-180

5. **Feist V. (2007)** Passive House Planning Package 2007 Guide book, Passivhaus Institut Dr. Wolfgang Feist Darmstadt
6. **Ford B., Schiano-Phan R., Zhongchend D. (2007)** The Passivhaus Standard in European Warm Climates: Design guidelines for comfortable low energy homes – Part 3: Climate and passive strategies, Passive-on Project report
7. **Hassouneh K., Alshboul A., Al-Salaymeh A. (2010)** Influence of windows on the energy balance of apartment buildings in Amman. Energy Conversion and Management, Vol. 51, 1583-1591
8. **Inanici N. M., Demirbilek F. N. (2000)** Thermal performance optimization of building aspect ratio and south window size in five cities having different climatic characteristic of Turkey. Building and Environment, vol. 35, no. 1, p. 41–52.
9. **Johnson R., Sullivan R., Selkowitz S., Nozaki S., Conner C, Ara-steh D. (1984)** Glazing Energy Performance and Design Optimization with Daylighting. Energy and Buildings 6: 305–317
10. **Kozem Šilih E., Premrov M. (2010)** Analysis of timber-framed wall elements with openings. Construction and Building Materials 24: 1656–1663
11. **Persson M.L., Roos A., Wall M. (2006)** Influence of window size on the energy balance of low energy houses. Energy and Buildings 38: 181–188
12. **Persson M.L. (2006)** Windows of Opportunities, The Glazed Area and its Impact on the Energy Balance of Buildings. PhD Thesis, Uppsala Universitet
13. **Premrov M. (2008)** Timber frame houses, V: Handbook 1, TEMTIS project, Educational materials of designing and testing of timber structures, Ostrava: VŠB-tu, Fakulteta stavbení, 15 s
14. **Praznik M., Kovič S. (2010)** With active systems and thermal protection to passive and plus energy residential buildings. Proceedings of the International Seminar on Energy Efficiency in Architecture and Civil Engineering, Maribor, 21.10.2010
15. **Rules on the methodology of construction and issuance of building energy certificates (2009)**, Official Gazette of the Republic of Slovenia, 77/2009, Ministry of the Environment and spatial planing, Republic of Slovenia.
16. **Žegarac Leskovar V., Premrov M. (2010)** Impact of the proportion of glazing surface on energy efficiency of prefabricated timber-frame houses. Sustainable Buildings, Design – Operation - Evaluation, Campus Pinkafeld, 11.-12.11.2010
17. **UNIGLAS College. (2010)** Technical Compendium, 1. Edition 2010, Uniglas GmbH & Co. KG, Montabaur, mkt gmbh Alsdorf, [http://www.uniglas.net/fields\\_of\\_application\\_1107.html](http://www.uniglas.net/fields_of_application_1107.html), (15.08.2010)

## O AVTORICI PRISPEVKA DR. VESNA ŽEGARAC LESKOVAR

Vesna Žegarac Leskovar (rojena 1974) je predavateljica na Fakulteti za gradbeništvo Univerze v Mariboru (UM FG). Leta 2000 je zaključila dodiplomski študij arhitekture na Fakulteti za arhitekturo Univerze v Ljubljani. Po zaključnem študiju je bila zaposlena v podjetju Reichenberg Arhitektura d.o.o v Mariboru, v katerem je delovala predvsem na področju arhitekturnega in urbanističnega načrtovanja. Od leta 2005 je zaposlena na UM FG, sprva kot asistentka, leta 2008 je bila izvoljena v predavateljico za predmetni področji Arhitektura in Prostorsko načrtovanje. V januarju 2011 je na Fakulteti za arhitekturo Tehniške univerze v Gradcu v Avstriji uspešno zagovarjala doktorsko disertacijo z naslovom »Pristop k oblikovanju optimalnega modela energijsko učinkovite lesene hiše«. V okviru Fakultete za gradbeništvo je njeno delo povezano z raziskavami na področju energijsko učinkovite lesene gradnje, prav tako omenjeno tematiko vključuje v pedagoški proces, predvsem na področju študijskih delavnic, ki jih na fakulteti izvaja v sodelovanju s priznanimi slovenskimi podjetji. Je članica skupine Structural Glass – Novel Design Methods and Next Generation Products, v okviru katere sodeluje pri pripravi izobraževalnega gradiva za področje energijske učinkovitosti steklenih površin. Svoje delo predstavlja na domačih in mednarodnih konferencah, prav tako pa je sodelovala pri organizaciji prvega mednarodnega posveta Energijska učinkovitost v arhitekturi in gradbeništvu, ki je potekal pod okriljem UM FG in Društva inženirjev in tehnikov Maribor leta 2010 v Mariboru.

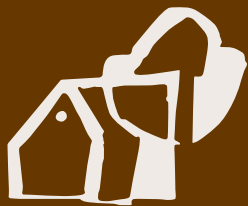


## NAVODILA AVTORJEM ZA PRIPRAVO PRISPEVKOV

Najdete jih na spletni strani:  
<http://www.zls-zveza.si/Revija/Navodila%20avtorjem.htm>



letnik 63  
številka 3/2011  
UDK 630  
ISSN 0024-1067  
Cena 4,50 EUR



revija o lesu in pohištvu

# les wood



OKNA KLI LOGATEC®



OKNA KLI LOGATEC®

*S čutom do narave*

■ Korak naprej ■ Licitacija lesa 2011 ■ Tovarna PPS Galeković ■ Ljubljanski kozolec ■

# kazalo

uvodnik .....

novice .....

strokovni prispevek .....

strokovne vesti .....

napovednik .....

- 65** Korak naprej  
Miha Humar
- 66** Nove kuhinje iz Alplesa
- 66** Čas je za JAZZ - Nove predsobe iz Gorenja Notranje opreme
- 66** Alples in Jelovica med 50 najboljšimi blagovnimi znamkami
- 67** Jelovica Hiše po novem razširja ponudbo tudi z lastnim projektivnim birojem
- 67** Izdelki za gradnjo in opremljanje vsakega doma
- 67** Forma viva, galerija na prostem v šolskem parku Srednje šole Sevnica
- 68** Marles hiše d.o.o.
- 68** Nov učbenik za izobraževalni program Lesarski tehnik
- 68** Informativni dan na ŠC Novo mesto, na Srednji gradbeni in lesarski šoli
- 72** Nov, energetsko varčen vrtec Jelovica v Šentrupertu
- 74** 1. veleslalom lesarjev (Soriška planina, 26. 2. 2011)
- 77** Glasilo LESAR na Lesarski šoli Maribor
- 87** Požarna varnost objektov 21. stoletja
- 69** Slovenija – surovinski bazen za lesnopredelovalno industrijo v tujini!?  
Mitja Piškur
- 71** Licitacija lesa 2011  
Bojan Pogorevc
- 73** Tovarna PPS Galeković – primer dobre prakse rabe lesa  
Miha Humar, Franc Pohleven
- 75** Ljubljanski Kozolec - Vzorčni modernistični stanovanjsko poslovni blok  
Jasna Kralj Pavlovec
- 78** Najstarejše lesene stavbe na Slovenskem  
Vito Hazler
- 80** Naravna barva izdelkov iz lesa je siva  
Franc Pohleven
- 81** Lesena gradnja v Sloveniji - Sončna vila Bovec  
Manja Kitek Kuzman
- 82** Univerzalni namizni testirni stroj Zwick Z005  
Milan Šernek
- 83** Luskasta nazobčanka - gliva z vonjem po janežu  
Miha Humar
- 84** Pručka  
Vito Hazler
- 84** Čar lesa 2011 - povabilo obiskovalcem in razstavljalcem  
Franc Pohleven
- 88** Napovednik  
Sejem DOM





# les

revija o lesu in pohištvu

## Ustanovitelj in izdajatelj

Zveza lesarjev Slovenije.

## Uredništvo in uprava

1000 Ljubljana, Karlovška cesta 3, Slovenija  
tel. 01/421-46-60, faks: 01/421-46-64  
e-pošta: revija.les@siol.net

## Uredništvo in sodelavci uredništva

Glavni in odgovorni urednik: prof. dr. Miha Humar  
Tehnični urednik: Stane Kožar, univ. dipl. inž.  
Lektoriranje: Darja Vranjek, prof. slov. in soc.

## Oblikovalska zasnova revije

Boštjan Lešnjak

## Tisk

Littera Picta d.o.o.

## Uredniški svet

Predsednik: strok. svet. Borut Kričej

Člani: Peter Tomšič, univ. dipl. oec., Mitja Strohsack, univ. dipl. iur., mag. Miroslav Štrajhar, univ. dipl. inž., Bruno Komac, univ. dipl. inž., mag. Andrej Mate, dipl. oec., Stanislav Škalič, univ. dipl. inž., Janez Pucelj, univ. dipl. inž., Igor Milavec, univ. dipl. inž., Florijan Cifrek, Edi Iskra, prof. dr. Marko Petrič, doc. dr. Milan Šernek, Zdenka Steblovnik Župan, univ. dipl. inž., mag. Darinka Kozinc, univ. dipl. inž., mag. Majda Kanop, univ. dipl. inž., prof. dr. Franc Pohleven, Bojan Pogorevc, univ. dipl. inž.

## Uredniški odbor

prof. em. dr. dr. h. c. mult. Walter Liese (Hamburg), prof. dr. Helmuth Resch (Dunaj), dr. Milan Nešič (Beograd), prof. dr. Radovan Despot (Zagreb) prof. dr. Vito Hazler, prof. dr. Miha Humar, mag. Jasna Kralj Pavlovec, doc. dr. Manja Kitek Kuzman, Alojz Kobe, univ. dipl. inž. les., dr. Nike Krajnc, strok. svet. Borut Kričej, prof. dr. Jože Kušar, Igor Milavec, univ. dipl. inž. les., Jožica Mir, univ. dipl. inž. les., prof. dr. Primož Oven, prof. dr. Marko Petrič, mag. Mitja Piškur, prof. dr. Franc Pohleven, mag. Marija Slovník, prof. dr. Milan Šernek, prof. dr. dr. h. c. Niko Torelli, dr. Srečko Vratuša, mag. Miran Zager, prof. dr. Roko Žarnič

## Letna naročnina

Posamezna številka 4,50 EUR

Dijaki in študenti 16 EUR.

Posamezniki 35 EUR.

Podjetja in ustanove 160 EUR.

Obrtniki in šole 80 EUR.

Tujina 160 EUR + poštnina.

Naročnina velja do preklica. Pisne odjave upoštevamo ob koncu obračunskega obdobja.

## Transakcijski račun

Zveza lesarjev Slovenije-LES, Ljubljana, Karlovška cesta 3,  
IBAN (TR): SI56 0310-0100-0031-882 pri SKB d.d., Ljubljana  
SWIFT: SKBAS12X

Revija izhaja v dveh dvojnih in osmih enojnih številkah letno.

Za izdajanje prispeva Ministrstvo za znanost, šolstvo in šport Republike Slovenije.

Na podlagi Zakona o davku na dodano vrednost spada revija Les po 43. členu pravilnika med nosilce besede, za katere se plačuje DDV po stopnji 8,5 %.

Vsi znanstveni članki so dvojno recenzirani.

Izvirki iz revije LES so objavljeni v AGRIS, Cab International - CD-Tree ter v drugih informacijskih sistemih.

# KORAK NAPREJ

Ena od značilnosti revije Leswood je objavljanje tako znanstvenih kot tudi strokovnih prispevkov s področja lesarstva. V zadnjih letih je, pod urednikovanjem dr. Franca Pohlevna, revija z vsebinami posegla tudi na druga, z lesarstvom povezana področja. Tu velja izpostaviti predvsem etnologijo in arhitekturo.



Do letos je bila revija oblikovana tako, da so strokovni prispevki sledili znanstvenim. Kljub temu, da se zdijo znanstveni članki na prvi pogled dolgočasni, namenjeni le nekaj bralcem in nabiranju točk, to ni povsem res. Znanstveni članki so poleg objav znanstvenih izsledkov izjemno pomembni za razvoj slovenskega jezika in za razvoj strokovne terminologije. Terminologija pa je osnova za razvoj domače stroke, visokega šolstva ... Še posebej za mlajše bralce pa je pomembno tudi, da se seznanijo z osnovami znanstvenoraziskovalnega dela in s tem tudi z relevantno terminologijo s tega področja. Znanstveni članki so temelj širjenja znanj na področju znanosti. Po drugi strani pa zelo pomembno vlogo igrajo tudi strokovni in poljudni članki. Ti so v prvi vrsti namenjeni popularizaciji znanosti in stroke ter širjenju obzorij bralcev. Marsikaterega bralca so znanstveni prispevki odvrnili od branja in niti niso prišli do drugega dela revije. Zato smo se letos v Uredniškem odboru revije Leswood odločili, da poudarimo dvojni značaj revije Leswood in pripravimo dvostrano izdajo. Z ene strani se bodo bralci seznanili z znanstvenimi, z druge strani pa s strokovnimi vsebinami. Tako bomo obema poloma dali enako težo. Prvi odzivi na novo oblikovanje so izjemno pozitivni. Velika večina odzivov, ki smo jih prejeli, pozdravlja novo podobo. Vse bralce revije vabimo, da aktivno sooblikujejo revijo Leswood, s tem, da pišejo prispevke za revijo in sodelujejo pri razpravah glede oblikovanja, postavitve in vsebinske ter oblikovne usmeritve revije.

Ta številka pa je pomembna še z enega vidika. Revija Leswood bo, predvsem po zaslugi dr. Franca Pohlevna, v sodelovanju s podjetjem DELO Prodaja, d.d., prvič zašla na prodajne police kioskov, kjer jo bo odslej moč kupiti v prosti prodaji. S tem bomo les, lesarstvo in interdisciplinarnost področja še bolj približali širši publiki. Verjamem, da nam bo uspelo.

Prof. dr. Miha Humar  
Glavni in odgovorni urednik revije Leswood

## Nove kuhinje iz Alplesa

Kuhinje Alples smo na lanskem pohištvenem sejmu v Ljubljani prvič predstavili in s strani kupcev prejeli precej pohval in navdušenja. Kuhinje zdaj intenzivno postavljamo v pohištvene salone po celi Sloveniji, prvi zadovoljni kupci pa tudi že kuhajo v naših kuhinjah. Seznam prodajnih mest, kjer so kuhinje na ogled, in vse ostale informacije najdete na naši spletni strani [www.alples.si](http://www.alples.si).



### Dve novi kuhinji iz Alplesa (foto: arhiv Alples d.d.)

Pri razvoju in načrtovanju kuhinj smo se držali načel ergonomije in funkcionalnosti s poudarkom na čistih linijah. Želeli smo ustvariti kuhinje, ki bodo uporabnikom v veselje in zadovoljstvo, predvsem pa pojem dobrega počutja doma. Dolgoletne izkušnje in znanje, ki jih imamo v podjetju pri izdelavi pohištva, ter vrhunski dizajn je le še dodatna garancija za kakovost tudi na področju kuhinj. Zato smo ustvarili kuhinje s čistimi linijami in z občutkom brezčasnosti. Kuhinje z imenom kakovosti: Alples.

**Kuhinje Alples in vgradne omare Alplux bomo ponovno predstavili na sejmu Dom v hali O, od 8. do 13. marca 2011, zato prijazno povabljeni na naš razstavni prostor.**

Alples d.d.

## ČAS JE ZA JAZZ - Nove predsobe iz Gorenja Notranje opreme



### Nova predsoba Jazz (foto: arhiv podjetja)

Nekoč, v šestdesetih letih, so oblikovalci močno zaoblili robove pohištva. Nov čas se rad spominja lepe preteklosti in temu so prisluhnili tudi oblikovalci iz Gorenja. Predsoba Jazz temelji na funkcionalnosti, zaobljenih, mehkih oblikah in čistih linijah, ki poudarjajo sodobne trende oblikovanja. Viseči elementi programa Jazz prostor spremenijo v svež in moden ambient. Program je na voljo v sijajni beli barvi ter naravnih odtenkih javorja in oreha. Kot dodatek so v ponudbi še pokrivna stekla v modnih odtenkih zelene, magente in bele barve, ki še dodatno popestrijo predsobo.

Januša Verdev, Gorenje Notranja oprema

## Alples in Jelovica med 50 najboljšimi znamkami po raziskavi si.Brand

Podjetji Alples in Jelovica sta se po raziskavi Društva potrošnikov za rangiranje in definiranje blagovnih in storitvenih znamk si.Brand v letu 2010 uvrstili med 50 najbolj prepoznavnih znamk v Sloveniji po izboru potrošnikov. Alples se je uvrstil na 36., Jelovica pa na 44. mesto med najboljšimi in najprepoznavnejšimi znamkami v Sloveniji po izboru potrošnikov. Po vzoru razvrščanja blagovnih znamk kot sta Superbrands in Trusted Brands so bile najboljše slovenske blagovne in storitvene znamke uvrščene na lestvici si.Brand TOP50 2010, ki jo je društvo javno objavilo. V raziskavi so sodelovale slovenske korporativne in posamične blagovne in storitvene znamke, ki so registrirane pri Uradu Republike Slovenije za intelektualno lastnino ali pri drugih formalnih mednarodnih organizacijah. Pri izboru najboljših za leto 2010 so sodelovali potrošniki v starostni skupini med 15 in 65 let. Anketiranci so odgovarjali na vprašanja o zavedanju, priljubljenosti, prepoznavnosti, všečnosti in uporabnosti blagovnih in storitvenih znamk. Več informacij najdete na [www.sibrand.org](http://www.sibrand.org).

Miha Humar

## Jelovica Hiše po novem razširja ponudbo tudi z lastnim projektivnim birojem



**Sodobno opremljen projektivni biro podjetja Jelovica bo omogočal povsem nove pristope (foto: arhiv podjetja Jelovica)**

Jelovica Hiše, ki je članica Skupine Jelovica d.d., je v letu 2011 razširila svojo ponudbo produktov in storitev, saj kupec hiše Jelovica po novem lahko naroči vse na enem mestu. Prednost novega pristopa je, da kupec do svoje hiše pride v minimalnem času, brez dodatnih usklajevanj načrtov in dokumentov, s čimer privarčuje tako na času kot tudi denarju. Za ta korak so se v Jelovici Hiše odločili, ker želijo svojim kupcem poenostaviti pot do njihovega novega doma. Na podlagi urbanističnega dela projekta in pogojev, ki jih določajo posamezne upravne enote, bodo arhitekti projektanti pripravili projektno dokumentacijo - projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja PGD, v nadaljevanju pa tudi projekt za izvedbo PZI.

Alenka Popp Vogelник, Jelovica d.d.

## Izdelki za gradnjo in opremljanje vsakega doma



**Nova LSB plošča (foto: arhiv Lesna TIP)**

Lesna TIP Otiški Vrh bo na sejmu Dom predstavila notranja vrata, konstrukcijske plošče LSB, oplemenitene plošče in žagan les. Program notranjih vrat so nadgradili s povsem novimi modeli in jih premierno predstavili ravno na sejmu Dom. Novosti vključujejo nove CPL površine, nove površinske obdelave furniranih vrat in steklena vrata. Na njihovem razstavnem prostoru velja posebno pozornost nameniti tudi konstrukcijskim ploščam LSB P5 CE, ki predstavljajo alternativo OSB/3 ploščam. V primerjavi z njimi imajo konstrukcijske plošče LSB izboljšane mehansko-fizikalne lastnosti, ki se kažejo v višji upogibni trdnosti, manjšem debelinskem nabreku in višji razslojni trdnosti. Plošče odlikuje stabilnost v vseh smereh, primerne pa so za uporabo tudi v vlažnih pogojih. Uporabljajo se kot talne obloge, pri sanacijah starih podov, kot predelne stene, za oblaganje ostrešij, za vse vrste stenskih in stropnih oblog, za individualne betonske opaže ... Spregledati pa ne gre žaganega lesa gradbene in mizarske kakovosti, konstrukcijskega lesa za ostrejša ter ostalih lesnih izdelkov.

Predstavili se bodo v dvorani A2, na razstavnem prostoru št. 23.

Alenka Gosak, Lesna TIP Otiški Vrh

## Forma viva, galerija na prostem v šolskem parku Srednje šole Sevnica



**Forma viva 2010 (foto: arhiv SŠ Sevnica)**

ki smo jo dali Sevničanom pred dvema letoma – da bo njihov drevored spet živ. Tudi vas vabimo, da se nam pridružite.

Na Srednji šoli Sevnica smo z rahlo negotovostjo pričakovali februarski informativni dan, odziv devetošolcev v bližnjem in malo bolj oddaljenem okolju pa nas je prijetno presenetil. Tako zdaj še z večjim veseljem pričakujemo dokončno ureditev šolske okolice po zaključku gradnje hidroelektrarne Boštanj in Blanca ter pripravljamo vse potrebno za postavitve forme vive, galerije na prostem v okolici šole in na bližnjem savskem nabrežju. V neposredni bližini šole se je pred gradnjo omenjenih objektov vil kostanjev drevored, ki je postal prva žrtev pridobivanja energije v našem okolju. Dijaki naše šole pod mentorstvom strokovnjakov iz »padlih« in drugih dreves že več let ustvarjajo čudovite skulpture. Les jim šepeta skozi različne oblike, ki drevesom dajejo novo življenje. Otvoritev šolskega parka »živih oblik« načrtujemo za 14. april 2011. S tem bomo izpolnili obljubo,

Alenka Žuraj Balog



Podjetje Marles hiše Maribor d.o.o. je zagotovo vodilni proizvajalec nizkoenergijskih in visoko-učinkovityh objektov na slovenskem tržišču. Svojo blagovno znamko uspešno širijo tudi na tuja tržišča. Njihovi proizvodi so izjemne kakovosti, vrhunske tehnologije in najsodobnejših materialov. Odsev največjega uspeha so zagotovo njihove zadovoljne stranke. To dosegajo z edinstvenim individualnim pristopom in vrhunskimi rešitvami.

Za lastnike Marles hiše varčevanje z energijo ne pomeni nižanje življenjskega standarda in manjšega ugodja ter dodatnih nepotrebnih stroškov. Nasprotno! Živeti v hiši Marles pomeni življenje sodobnega ozaveščenega človeka, ki se zaveda pomena energije in njenega vpliva na okolje.

Marlesovi strokovnjaki zato veliko časa namenijo prav razvoju in inovacijam. V njihovi razvojni usmeritvi sledijo normam energetske varčnosti, protipotresne gradnje, požarne zaščite, vgrajevanju okolju prijaznih materialov, sodobnim prostorskim ureditvam ter evropskim normam. Z več desetletnimi izkušnjami in z več kot 30.000 zadovoljnimi strankami, se je podjetje izkazalo kot zanesljiv partner. Že več kot 50 let zagotavljajo visoko kakovost bivanja.

Ker je upoštevanje želja in potreb bodočih ponosnih lastnikov Marles hiš na prvem mestu, je njihov pristop individualen. Skupaj ustvarjajo domove po lastni ideji strank in tako je nastalo že ogromno individualnih hiš, na katere so še posebej ponosni in ki temeljijo na vrhunski Marles tehnologiji. Tudi kadar govorijo o tipskih zasnovah hiš, se prilagajajo glede na potrebe, stil terokoljein tako so razvili novo linijo hiš Spektra ter hišo Larisa. Hiša Spektra je tako možna v kar treh izvedbah in sicer »tradition«, »modern« in »mediteran«.

Marlesovi strokovnjaki bodo novo linijo hiš ter individualne ideje predstavili na sejmu DOM 2011 v dvorani A (Kupola). V novembru 2010 so v Ljubljani odprli nov SALON IDEJ MARLES na Dunajski c. 151, kjer so vam od ponedeljka do sobote na razpolago prodajni svetovalci in arhitekti. Prav tako je celotna predstavitev in svetovanje v njihovih vzorčnih hišah v Mariboru, na Limbuški c. 2.

Več na [www/marles-hise.si](http://www.marles-hise.si)

## Nov učbenik za izobraževalni program Lesarski tehnik

Strokovni svet RS za poklicno in strokovno izobraževanje je julija 2010 potrdil nov učbenik **PODJETJE IN PRIPRAVA DELA** avtorjev Irene Leban in Igorja Jelovčana. Učbenik uporabljamo pri učenju v strokovnem modulu Podjetje in priprava dela, ki se izvaja v srednjem strokovnem in poklicno tehničnem izobraževanju za poklic Lesarski tehnik. Vsebina učbenika je razdeljena na štiri poglavja. V prvem delu so predstavljeni osnovni pojmi tržnega gospodarstva, oblike gospodarskih družb in razlike med njimi. V drugem poglavju so predstavljeni osnovni poslovni elementi v vsakem podjetju in njihov pomen oziroma vpliv na uspešno poslovanje. V tretjem poglavju je predstavljena priprava izdelka, v četrtem pa razvoj dela skozi zgodovino in sodobni trendi. Skozi celoten učbenik so nanizani praktični primeri, naslovi za iskanje dodatnih informacij, vprašanja za spodbujanje radovednosti in naloge z rešitvami na koncu vsakega poglavja.

Učbenik je zaenkrat moč dobiti le v elektronski obliki na naslovu: [http://www.zelenaslovenija.si/images/stories/pdf\\_dokumenti/Ucbenik\\_Podjetje\\_in\\_priprava\\_dela.pdf](http://www.zelenaslovenija.si/images/stories/pdf_dokumenti/Ucbenik_Podjetje_in_priprava_dela.pdf)

Irena Leban, Šolski center Škofja Loka

## Informativni dan na Šolskem centru Novo mesto, na Srednji gradbeni in lesarski šoli

11. in 12. februarja je na Šolskem centru Novo mesto potekal informativni dan. Srednja gradbena in lesarska šola je prikazala delček utripa in dejavnosti dijakov, ki potekajo skozi celo leto. »Zanimanje za programe na šoli je letos glede na pretekla leta za spoznanje slabše, kar je posledica tudi stanja gospodarstva v teh panogah,« je dejala ravnateljica šole Damjana Gruden. Predvsem znanje in praktično usposabljanje je bistvenega pomena za dober kader, ki ga gospodarstvo nedvomno potrebuje. Na ta del izobraževanja se šola že pripravlja z novimi, sodobnimi prostori šolskih delavnic, v katere bo jeseni stopila prva generacija lesarjev. Šola je na stežaj odprla vrata številnim mladim, ki se vidijo v panogi lesarstva in gradbeništva. Starše in bodoče dijake so z učnim načrtom in pogoji dela na šoli seznanili učitelji šole, z razmerami na trgu in možnostjo zaposlitve tradicionalnih obrtniških poklicev pa so jih podrobneje seznanili tudi Branko Kovač iz Mizarstva Kovač, Roman Florjančič, vodja sekcije lesne stroke in Franci Bukovec, oba iz Območne obrtno-podjetniške zbornice Novo mesto. Predstavil pa se je tudi evropski podprvak na tekmovanju Evroskills 2010 Boštjan Pajk.

Slavko Mirtič, Šolski center Novo mesto, Srednja gradbena in lesarska šola

Mitja PIŠKUR\*

# SLOVENIJA – SUROVINSKI BAZEN ZA LESNOPREDELOVALNO INDUSTRIJO V TUJINI!?

Podjetja v gozdno-lesni proizvodni verigi se soočajo s posledicami ekonomske krize, upadom obsega gradbenih del, zmanjševanjem števila zaposlenih v lesni industriji in konkurenci tujih podjetij. Ob trendu zmanjševanja obsega predelave okroglega lesa v Sloveniji se na drugi strani povečuje izvoz lesa, kar potiska Slovenijo na nivo surovinskega bazena za lesnopredelovalne obrate v tujini. Ocenjujemo, da je optimalno razmerje med proizvodnjo in predelavo slovenskega okroglega lesa eden ključnih, če ne najpomembnejših povezav med člani v gozdno-lesni predelovalni verigi, še posebej z vidika dodajanja vrednosti domačemu lesu. V prispevku želimo prikazati trende na področju predelave in izvoza okroglega industrijskega lesa (IND-OKL).

## IZVOZ OKROGLEGA LESA

Po začasnih podatkih Statističnega Urada RS (SURS) o zunanji trgovini za enajst mesecev preteklega leta smo s pomočjo modelnega izračuna ocenili izvoz okroglega lesa po združenih kategorijah sortimentov za leto 2010. Ocenjujemo, da je izvoz dosegel rekordne količine, in sicer 850.000 m<sup>3</sup>. Podatki so podrobnejše predstavljeni v preglednici 1.

Ocenjeni izvoz okroglega industrijskega lesa, ki je po naši oceni znašal 570.000 m<sup>3</sup>, je tako v letu 2010 predstavljal že okrog 30 % proizvedenih količin iz slovenskih gozdov. Zaradi sistema zbiranja podatkov o zunanji trgovini ocenjujemo, da je dejanski izvoz še višji, na kar smo opozorili že na primeru izvoza hlodovine v Avstrijo (Piškur, 2010).

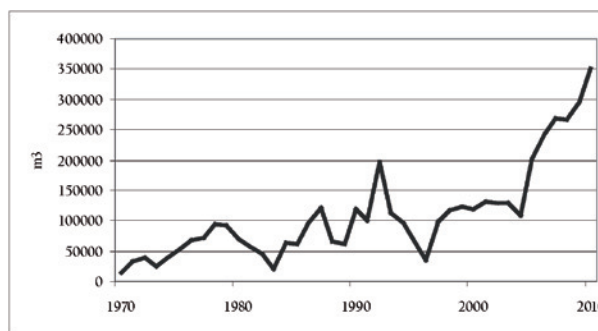
Največji odstotek povečanja glede na leto 2009 je prisoten v kategoriji hlodovine, ki zajema hlodovino za proizvodnjo žaganega lesa in hlodovino za proizvodnjo rezanega in luščenega furnirja. Zaradi primerljivosti in prikaza "zgodovine" izvoza hlodovine je kot zanimivost na sliki 1 prikazana še časovna linija izvoza hlodovine v zadnjih štiridesetih letih.

\* mag., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, e-pošta: mitja.piskur@gozdis.si

**Preglednica 1: Ocena izvoza okroglega lesa v letu 2010 in primerjava z izvozom v letu 2009**

Izvoz (m <sup>3</sup> )	2009	2010*	Verižni indeks 2010/2009
Okrogli les - skupaj	767.000	850.000	111
Hlodi za žagan lesa in furnirj	295.000	350.000	119
Les za celulozo in plošče ter drug okrogli industrijski les	212.000	220.000	103
Les za kurjavo	260.000	280.000	108

Opomba\*: Ocena GIS za leto 2010 na podlagi začasnih podatkov SURS za zunanjo trgovino v 11-ih mesecih leta 2010

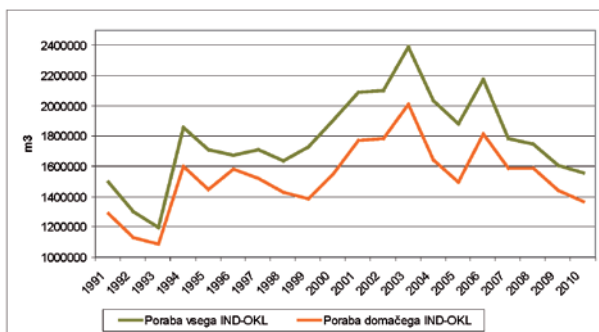


Opomba: Vir osnovnih podatkov: arhivski podatki SURS; obdelave, interpolacije in interpretacija: GIS; do leta 1991 ni zajeta prodaja v druge republike nekdanje države Jugoslavije.

**Slika 1: Izvoz hlodovine iz Slovenije v zadnjih 60-ih letih**

## PREDELAVA OKROGLEGA INDUSTRIJSKEGA LESA

Poleg izvoza je ključno tudi vedenje o trendu obsega porabe industrijskega okroglega lesa, ki neposredno kaže



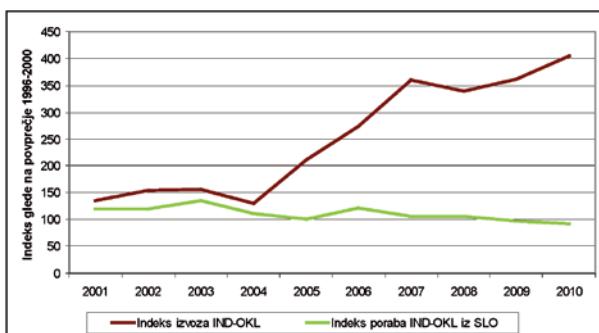
Opomba\*: IND-OKL – okrogli industrijski les

Opomba\*\*: Vir osnovnih podatkov: arhivski podatki SURS; obdelave, interpolacije in interpretacija: GIS.

**Slika 2: Poraba okroglega industrijskega lesa v Sloveniji v obdobju 1991-2010 v m³**

na dinamiko obsega primarne predelave lesa. Na sliki 2 je prikazana predelava okroglega industrijskega lesa v slovenskih podjetjih v obdobju 1991-2010. Trend padanja predelave okroglega industrijskega lesa v Sloveniji je v zadnjem obdobju izrazit.

Trendi predelave lesa so neugodni, kar skupaj s povečanim izvozom kliče po ukrepanju. Trenda izvoza in predelave okroglega industrijskega lesa sta zaradi medsebojne primerjave s pomočjo indeksov prikazana na sliki 3. Ob upoštevanju podatkov o poseku lesa, ki se po prvih ocenah Zavoda za gozdove Slovenije v letu 2010 ni razlikoval od poseka v letu 2009, in gibanja indeksov izvoza in predelave, ki sta izrazito divergentna, je gledano v celoti situacija še bolj alarmantna.



Opomba\*: IND-OKL – okrogli industrijski les

Opomba\*\*: Vir osnovnih podatkov: arhivski podatki SURS; obdelave, interpolacije in interpretacija: GIS.

**Slika 3: Indeksi izvoza in predelave okroglega industrijskega lesa glede na povprečje v obdobju 1996–2000 (indeks =100)**



**Slika 4: Skladišče hlodovine v St. Vidu na Avstrijskem Koroškem (foto M. Humar)**

## SKLEP

Trendi predelave in izvoza okroglega industrijskega lesa ter njuno medsebojno razmerje so dobri in neposredni kazalci stanja na področju pridobivanja, predelave in izvoza okroglega industrijskega lesa. Analiza nacionalnih podatkov potrjuje težave v nekaterih segmentih lesnopredelovalne industrije, ki pa se v zadnjih letih dramatično odražajo tudi na obsegu predelave domačega okroglega industrijskega lesa, ki je ena izmed redkih obnovljivih surovin, s katerimi razpolaga Slovenija.

Mogoče preveč pozabljamo na zgodovino, vendar so že pred več kot štiridesetimi leti dobro vedeli, "za kaj gre": "Najmočnejše jamstvo za prosperiteto gozdnega gospodarstva je dobro razvita industrija za predelavo lesa. Industrija, ki je po svoji tehnološki strukturi in po kvantitativnih kapacitetah usklajena s surovinsko bazo in ki ob enaki količini surovine izdelava večjo količino ali pa večjo vrednost produktov, obeta tudi gozdnemu gospodarstvu najugodnejše razvojne perspektive." (Žumer, 1968)

## VIRI

1. Piškur M. (2010) Izvoz okroglega lesa v Avstrijo. Les, 62: 457–458
2. Statistični Urad RS (2010) Podatkovni portal SI-STAT ([www.surs.si](http://www.surs.si))
3. Žumer L. (1968) Lesno gospodarstvo. Zveza inženirjev in tehnikov gozdarstva in industrije za predelavo lesa SRS, Ljubljana, 365

OBIŠČITE SPLETNO STRAN  
DIT LESARSTVA LJUBLJANA:  
[HTTP://WWW.DITLES.SI/](http://www.ditles.si/)

Bojan POGOREVC\*

# LICITACIJA LESA 2011

Peto leto zapored poteka v mesecu februarju licitacija lesa, ki jo soorganizira in koordinira Zveza lastnikov gozdov Slovenije (ZLGS). Tokrat je ponovno potekala na Koroškem, na letališču v Tomaški vasi pri Slovenj Gradcu.

ZLGS opravi pomembno vlogo z obveščanjem lokalnih društev in drugih lastnikov gozdov po Sloveniji in tudi kupcev. Organizira posvet o licitaciji lesa za strokovnjake, ki na terenu svetuje lastnikom gozdov, ki imajo les, primeren za licitacijo, ter jim nudi tudi drugo pomoč pri izmeri in transportu lesa. Strokovnjaki prihajajo predvsem iz vrst Zavoda za gozdove Slovenije, ki svetujejo, »kaj je ta čas v modi« oz. za kateri les bo na licitaciji možno iztržiti najvišje cene.

Letošnji odziv prodajalcev in kupcev je bil do sedaj največji (preglednica 1).

Hlodovino je kupcem ponudilo 268 lastnikov gozdov iz vse Slovenije. Prvič je sodelovalo manjše število lastnikov iz avstrijske Koroške. Od 27 oddanih ponudb je bilo: 12 Slovencev, 9 Avstrijcev, 5 Nemcev, 1 iz Hrvaške in 1 prvič tudi iz Švice. Ob rekordni količini lesa (1445 kubičnih metrov), je bila prodana velika večina hlodov, kar kaže na povpraševanje po visoko kakovostnem lesu. Pri tem so prevladovali kupci iz tujine (preglednica 2).

Dosežene cene so pokazale, da je kakovost ponujenega lesa zelo dobra, kar gre pripisati večji selekciji pri lastnikih, kjer so les prevzemali večinoma za to usposobljeni gozdarji. Najvišja cena za 1 m<sup>3</sup> je bila ponovno dosežena pri

## Preglednica 1. Primerjava ponudbe in povpraševanja na dosedanjih licitacijah

	1. licitacija	2. licitacija	3. licitacija	4. licitacija	5. licitacija
Število hlodov	890	1273	824	785	1768
Volumen (m <sup>3</sup> )	618,30	964,12	699,73	755,23	1442,73
Število lastnikov	83	150	107	133	268
Število kupcev	16	20	20	28	27
Število ponudb	1369	2120	1641	2963	4680
Število kosov brez ponudbe	119	91	230	47	256

Vir: Društvo lastnikov gozdov Mislinjske doline

\* univ. dipl. inž. les, Mislinjska Dobrava 11a, 2383 Šmartno pri Slovenj Gradcu, e-pošta: bojanpogorevc@siol.net

## Preglednica 2. Povzetek najvišjih cen sortimentov po drevesnih vrstah - primerjava z letom 2010

Drevesna vrsta	Ponujena cena (EUR/m <sup>3</sup> ) 2010	Ponujena cena (EUR/m <sup>3</sup> ) 2011	% povišanja
Gorski javor	7643,00	7760,00	+1,5
Črni oreh	639,00	4740,00	+742
Oreh	3383,00	3500,00	+3,5
Češnja	335,00	2100,00	+627
Sliva	1425,00	2022,00	+42
Brek	489,00	1000,00	+104
Gorski brest	635,00	828,00	+30
Kostanj	618,00	828,00	+34
Smreka	1000,00	728,00	-27
Macesen	250,00	528,00	+111
Jablana	/	521	/
Hrast	453,00	506	+12

Vir: Društvo lastnikov gozdov Mislinjske doline

gorskem javorju in sicer 7760 EUR/m<sup>3</sup>, druga najvišja cena pa je bila dosežena za črni oreh (4740 EUR/m<sup>3</sup>). Višje cene od dosedanjih so bile dosežene tudi za hlodovino oreha, češnje, slive, macesna in jabolane.

Rezultati licitacije so pokazali, da se v gozdovih še vedno skriva veliko, neizkoriščeno bogastvo, ki lahko prispeva k izboljšanju življenja na podeželju. Gozdove, ki dajejo tako kakovosten les, pa je potrebno negovati že v rani mladosti. Prav tako je pomembno, da lastniki gozdov pri sečnji in spravi

lesa uporabljajo sodobna znanja in tehnologijo. Vložek se tako lastnikom kot tudi državi prav gotovo povrne.

## Nov, energetsko varčen vrtec Jelovica v Šentrupertu

Potem, ko je bil konec maja lani položen temeljni kamen in so se najmlajši na pikniku pri novem vrtcu zbrali konec avgusta ter se vanj po pridobitvi uporabnega dovoljenja preselili prejšnji mesec, so 17. februarja 2011 popoldne s prerezom traku župan Občine Šentrupert Rupert Gole, ravnateljica OŠ dr. Pavla Lunačka Miroslava Brezovar, predsednik upravnega odbora Jelovice d.d. Gregor Benčina in prva dama Slovenije Barbara Miklič Türk vrtec tudi uradno odprli. Na slovesnosti je zaigral Občinski pihalni orkester sv. Rupert, največ navdušenja pa so poželi najmlajši, ki so s pesmijo in plesom zaželeli dobrodošlico povabljenim in radovednežem, ki so prišli pogledat novi, pisani in prijazni vrtec Čebelica. Zbrane je pozdravila tudi prva dama Slovenije Barbara Miklič Türk, ki je otrokom zaželela prijetno bivanje v sodobnem vrtcu.



**Nov moderen vrtec v Šentrupertu (foto: arhiv Jelovica hiše d.o.o.)**

Po odprtju je župan Občine Šentrupert Rupert Gole povedal: „Odločitev, da bo vrtec lesen, je bila zavezna. Mi smo že ob objavi razpisa iskali investitorja, ki bo znal prisluhniti našim željam in zgradil nizkoogljivi, energetsko varčni objekt, ki bo primeren tako za sedanjí čas kot za prihodnost.“ Dodal je še, da se bodo v takšnem objektu, ki ima minimalne vplive na okolje, otroci gotovo dobro počutili, prepričan pa je tudi, da je les kot gradbeni material primeren, da se ga uporabi tudi v javnih objektih. Končna vrednost naložbe je zaradi zahtev po kakovostnejših in bolj estetskih materialih, ki so še izboljšali nivo kakovosti bivanja, 1,7 milijona evrov oziroma 1,350 €/m<sup>2</sup> z opremo in zunanjo ureditvijo. Občina je na razpisu stavbno pravico za 16 let podelila podjetju Jelovica hiše d.o.o. Po tem obdobju bo v celoti opremljen vrtec prešel v občinsko last.

Jelovica d.d.



**Slika 1: Najvišje ocenjeni hlood gorskega javorja lastnika iz Doliča (foto: Društvo lastnikov gozdov Mislinjske doline in Zveza lastnikov gozdov Slovenije)**



**Slika 2: Kvalitetni smrekovi hloodi so tudi za sedemkrat presegle tržno ceno (foto: Društvo lastnikov gozdov Mislinjske doline in Zveza lastnikov gozdov Slovenije)**

Prav tako bo potrebno urediti certifikacijo lesa. Kupci namreč vse bolj povprašujejo po certificiranem lesu. Večina zasebnih gozdov v Sloveniji še vedno nima certifikata, ki pove, da je les iz naših gozdov pridelan na trajnosten, okolju prijazen način. Nosilka tega projekta Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije tega problema namreč še ni rešila.

Licitacija vrednega lesa v Sloveniji je postala primerljiva z ostalimi licitacijami v srednji Evropi – (Avstrija, Nemčija, Švica). Kupci so jo enakovredno uvrstili na zemljevid licitacij, ki jih vsako leto obiskujejo in si na ta način pridobijo zalogo visokokakovostnega lesa za nadaljnjo predelavo.



Miha HUMAR\*, Franc POHLEVEN\*\*

# TOVARNA PPS GALEKOVIĆ – PRIMER DOBRE PRAKSE RABE LESA

Velikokrat se Slovenci radi spogledujemo le s primeri dobrih praks v zahodnoevropskih državah, z zadržanostjo pa gledamo na odlične primere v južnih in vzhodnih deželah. V naslednjem prispevku želiva predstaviti eno izmed podjetij, za katerega meniva, da lahko predstavlja dober zgled tudi slovenski lesnopredelovalni industriji: podjetje PPS Galekovič. Podjetje sva obiskala skupaj s projektnimi partnerji z Univerze v Zagrebu, v okviru Slovensko-hrvaškega bilateralnega projekta. Ogledali smo si dva obrata podjetja PPS Galekovič v Veliki Gorici in hčerinski obrat PPS-Majur blizu Kostajnice.

Podjetje PPS Galekovič ima dolgo tradicijo. Razvilo se je iz manjše mizarske delavnice, ustanovljene leta 1956. V dobrih 50 letih so se izključno s svojim znanjem razvili v največjega proizvajalca lesenih talnih oblog na Hrvaškem. Največji vzpon so dosegli po vrnitvi dela nacionaliziranih objektov prvotnim lastnikom. Danes zaposlujejo v dveh obratih več kot 200 ljudi. Letno izdelajo 750.000 m<sup>2</sup> različnih podov in parketa. V ta namen predelajo okoli 40.000 m<sup>3</sup> hlodovine, večinoma slavonske hrastovine, jesenovine, bukovine in gabrovine. Več kot 65 %, svoje proizvodnje izvozijo na zahodna tržišča.

V Veliki Gorici se nahaja sedež uprave, prodajni salon in del proizvodnje, blizu Kostajnice pa se nahaja obrat, ki izdeluje le parket iz termično modificiranega lesa. Ta izpostava je bila glavni cilj naše ekskurzije. Obrat PPS Majur je podjetje PPS Galekovič kupilo leta 2004 in ga v nekaj letih posodobilo. Tako v glavnem podjetju kot tudi hčerinskem podjetju v Kostajnici sledijo novostim in eden izrazitejših trendov zadnjih let so temneje obarvane talne obloge. Ker je temnih lesnih vrst relativno malo in so zato relativno drage, so v podjetju PPS Galekovič (podobno kot v podjetju Admonter v Avstriji) izkoristili novo razvito tehnologijo termične modifikacije lesa. S postopkom termične modifikacije spremenimo barvo lesa, poleg tega

les postane dimenzijsko bolj obstojen, kar je še posebej zaželeno pri notranjih talnih oblogah. Najpomembnejša prednost modifikacije je, da za izdelavo parketa z visoko dodano vrednostjo, lahko uporabimo manjvredne vrste lesa, med katerimi je gabrovina ena najcenejših, saj so jo doslej uporabljali večinoma le za kurjavo. Gaber s termič-



**Slika 1: Zložaji, pripravljeni za termično modifikacijo (foto: M. Humar)**



**Slika 2: Odprta komora za termično modifikacijo lesa (foto: M. Humar)**

\* prof. dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška Fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 LJUBLJANA, e-pošta: miha.humar@bf.uni-lj.si

\*\* prof. dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška Fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 LJUBLJANA, e-pošta: franc.pohleven@bf.uni-lj.si

## 1. VELESLALOM LESARJEV (Soriška planina, 26. 2. 2011)

V odličnih snežnih in vremenskih razmerah ter z veliko dobre volje smo 26. 2. 2011 na Soriški planini uspešno izpeljali 1. VELESLALOM LESARJEV, ki sta ga organizirala VENGE, d.o.o. in DIT lesarstva Ljubljana. Izmed 44 udeležencev se jih je 32 spopadlo z veleslalomsko progo, ki jo je postavil Pavel Grašič, nekdanji trener ženske smučarske reprezentance. Po dveh popolnoma enakovrednih vožnjah je v ženski kategoriji 1. mesto zasedla Andreja ŽAGAR (UL BF Oddelek za lesarstvo), 2. mesto Jolanda BENEDIČIČ (ALPLES, d.d.) in 3. mesto Bernarda LUKANČIČ (ALPLES, d.d.). V moški kategoriji je 1. mesto zasedel Robert GOMIŠČEK (LINEA R, d.o.o.), 2. mesto Zvone FRELIH (ALPLES, d.d.) in 3. mesto Borut ERCEK (LESTRA Straža, d.o.o.). Več o 1. veleslalomu lesarjev boste lahko prebrali v naslednji številki in na [www.ditles.si](http://www.ditles.si).



Slika 1: "Kdo me bo še prehitel?" (foto: B. Kričej)



Slika 2: Najhitrejšje so čakali pokali in darila  
(foto: N. Kregar)

B. Kričej



Slika 3: Termično modificirane deščice  
(foto: M. Humar)



Slika 4: Zanimiv parket - kombinacija termično modificiranega in nemedificiranega lesa  
(foto: M. Humar)

no modifikacijo »umirimo« in barvo spremenimo v bolj atraktivno in tržno zanimivo, pri tem njegova trdota ostane praktično nespremenjena.

Opreme za termično modifikacijo na Hrvaškem niso razvili sami, temveč so licenco kupili od finskega konzorcija Thermowood. Kljub temu poudarjajo, da uvedba v prakso ni bila enostavna. Kar nekaj kubičnih metrov prvovrstnega slavonskega hrasta so spremenili v »oglje«. Direktor obrata je nazorno pojasnil, da se po treh letih še vedno učijo. Drugo pomembno dejstvo je, da večino primarne energije pridobijo sami iz lesnih ostankov. Višek ostankov pa predelajo v brikete in jih prodajo na trg. Verjameva, da bo podjetje uspešno tudi v prihodnje, saj so nas svojo visoko strokovnostjo in urejenostjo prepričali med obiskom. Gostiteljem se zahvaljujema za gostoljubnost in prijaznost.

Jasna KRALJ PAVLOVEC\*

# LJUBLJANSKI KOZOLEC

## VZORČNI MODERNISTIČNI STANOVANJSKO POSLOVNI BLOK

*Vsi Ljubljanci ga poznamo, le malokdo pa ve, kako je nastal in kaj vse se skriva za njegovo ravno kar prenovljeno opno. Geneza Kozolca je zanimiva tudi zato, ker je objekt edinstven primer interpretacije Le Corbusierjevega bloka Unité d'Habitationa pri nas. Gradnja poslovno stanovanjskega bloka se je začela leta 1952 in s krajšo prekinitvijo bila končana leta 1956. Kozolec je prvi stanovanjski objekt s skeletno gradnjo, kar nakazuje na vizionarstvo načrtovanje in arhitekturno prilagajanje tlorisnih zasnov. Arhitekt je bil Edo Mihevc (1911 – 1985).*



**Slika 1. Ulična fasada Kozolca, 1956.**

**Vir: Pokrajinski arhiv Koper**

Ljubljanski Kozolec je ena najznačilnejših izvedb funkcionalistične doktrine 20. stoletja in humanistične filozofije arhitekta Eda Mihevca. Model Corbusierjevega bloka iz Marseilla, ki je sicer obšel svet in postal vir posnemanj v večjih evropskih mestih, je v Ljubljani vendar uporabljen na discipliniran način z upoštevanjem obstoječega mestnega tkiva, gradbene črte in smeri ter ne podlega principu vertikalnega mesta. V merilu, programsko in v materialih je Kozolec mestotvorni objekt, ki je s pritličjem vraščen v funkcijo glavne ulice. Stanovanjske etaže so odmaknjene v višja nadstropja, zavarovane s pasovi balkonskih horizontal. Skeletna konstrukcija je bila v tistem času in je še danes le izjema v stanovanjski gradnji pri nas – omogoča svobodno zasnovu tlorisa ter prilagajanje objekta skozi čas.

Ime Kozolec je objekt dobil že med gradnjo, in sicer zaradi svoje takrat nedokončane oblike – polni stranici in skeletno ogrodje s poudarjenimi horizontalnimi ploščami so sredi nezazidanih parcel izoblikovali podobo slovenskega kozolca. Še danes je njegovo ime v uporabi tako v strokovnih kot tudi laičnih krogih.

Družbene razmere v takratni povojni Jugoslaviji so narekivale v prvi vrsti čim več stanovanj na kvadratni meter mestnega prostora. Prenova države v smislu graditve novih objektov je bila prek politične enopartijske usmeritve usmerjena v utilitarnost, racionalizem in minimalizem. Tako so prvi povojni stanovanjski bloki razmeroma majhne zgradbe z dvema nadstropjema in po dve do štiri stopnišnimi lamelami, postavljene v prostor po vzoru predvojnih evropskih sosesk. Blok je bil sinonim za množično stanovanjsko gradnjo, ki je kot tip zgradbe postal prepoznaven po 2. vojni. Pred tem je v Ljubljani mogoče zaslediti dva zanimiva primera blokovega tipa stanovanj: Fondove bloke kot socialna in Dukičeve kot elitno gradnjo. Arhitekti, ki so prišli iz Ljubljanske šole za arhitekturo in so bili vzgojeni pri obeh takratnih učiteljih, Vurniku in Plečniku, so se bili pripravljene spopasti z izzivom množične stanovanjske gradnje, in sicer tako, da so se naslonili na sodobna spoznanja v arhitekturi in dva tuja vzorčna modela, ki sta vplivala na razvoj moderne arhitekture in gradnjo stanovanjskih blokov – Mies van der Rohejev blok v naselju Weissenhof v Stuttgartu iz leta 1927 in že omenjeni Le Corbusierjev Unité d'Habitation iz leta 1947.

Narediti stanovanjski objekt na meji stare mestne zazidave, za tisti čas s prostorsko razkošnimi stanovanji, z vizijo prihodnjega razvoja prometa, širjenja urbane strukture, z vzpostavitev pravilnega odnosa do obstoječega ..., je bil vsekakor izziv za vsakega arhitekta.

Kozolec je na prvi pogled interpretacija zunanega plašča Marseillskega bloka, medtem ko je po notranji strukturi bližje Mies van der Rohejevemu bloku s skeletno konstrukcijo velikih razpetin in lahkih predelnih sten.

Le Corbusier je leta 1946 v publikaciji Propos d'Urbanisme utemeljil svojo urbanistično idejo Unité d'Habitation a grandeur conforme – stanovanjske enote z velikim udobjem ali Cité-Jardin Verticale - vertikalnega mesta z racionalnejšo združitvijo 350-ih stanovanjskih vil v en sam

\* mag., univ. dipl. inž. arh., Visoka šola za dizajn Ljubljana, predstojnica Katedre za notranjo opremo, Vojkova 63, 1000 Ljubljana, e-pošta: jasna.kralj@vsd.si

aglomerat z enakovredno osvetlitvijo, kot so ga imele klasično grajene hiše. Unité d'Habitation naj bi človeku v svojem mikro ambientu zagotavljal dovolj sonca, prostora in zelenja. V širšem merilu pa naj bi blok zagotavljal bivanje, delo, skrb za telo ter duha in promet.

Na tem mestu se torej postavlja vprašanje: "Ali je Mihevčev Kozolec direkten, brezkompromisen prenos Le Corbusierjeve ideje prvič realizirane v Unité d'Habitation; ali je morda interpretacija osnovnega modela; ali pa je Kozolec odgovor na vzorčni model, postavljen v specifični prostor?"

Poleg Slovenskega kulturnega doma v Trstu (1964) je Kozolec eden najlepših primerov upoštevanja načel moderne pri nas, je kubus s poudarjenimi horizontalnimi linijami. Hkrati je v njem izražena slovenska identiteta v kontekstu Plečnikove šole in upoštevana danost urbane lokacije. To je vidno s slepima čelnima fasadama, ki omogočata stik s sosednjimi objekti v smislu nadaljevanja ulice; oblaganje s kamnom, ki omogoča obstojnost (?)<sup>1</sup> fasade in avtorsko razpoznavnost ter z mešanim mestnim programom znotraj objekta, ki omogoča prepletanje ulične in stavbne dejavnosti ter z različnim oblikovanjem ulične in dvoriščne fasade.

Osnovna Mihevčeva ideja je bila umestiti stanovanjsko poslovni objekt v mestni prostor, ga povezati s parterjem, mu dodati mestne dejavnosti kot so kino, restavracija, kegljišče ter ga nadgraditi z luksuznimi stanovanji.

Vsebina objekta je večplastna. Ima trgovski, poslovni in stanovanjski značaj. Funkcionalno je objekt razdeljen v zaključene posamezne sklope tako, da je njihovo prepletanje vedno preko ulice in dvorišča.

Vsebinska interdisciplinarnost Kozolca pomeni po eni strani omogočanje določenemu sloju prebivalcev kot so poslovneži, pari brez otrok, starejši ljudje, ljudje s posebnimi poklici in zahtevami po drugačnem tipu stanovanj - fleksibilnost, odprtost, zračnost, drugačnost, ... - živeti v mestu, v bližini borznega, kulturnega in poslovnega dogajanja. Prepletanje različnih vsebin v samem objektu pomeni v mestnem merilu kvaliteto.

<sup>1</sup> O fasadi Kozolca bi bilo potrebno razjasniti tudi to, da je bila prvotna pritrditev masivnih kamnitih plošč iz istrskega kirmenjaka narejena po principu direktnega lepljenja z betonom na osnovno konstrukcijo. Kamnita fasada bi bila lahko še danes prvotna, če ne bi nosilne konstrukcije reklamnih panojev na severni fasadi izvajalci postavili direktno na cinkano pločevino ravne strehe. Med železom in cinkom je prišlo do reakcije in na stiku so se pojavile razjede. Meteorna voda je tako prosto pronicala skozi strešno konstrukcijo do lepilnega betona, ki je sčasoma popustil, fasadne plošče so odstopile in v nekem trenutku zgrmele na tla.

Izvirnost je lastnost, ki loči obravnavani objekt od vseh ostalih zgradb in ni odvisen od kakega vzora. Kozolec je v nekem smislu interpretacija Le Corbusierjevega Unité d'Habitation, torej je Unité njegov izvor oziroma osnovni nosilec arhitekturne ideje. Mihevc s Kozolcem preseže osnovno Le Corbusierjevo misel o vertikalnem mestu v zelenju dvignjenim od tal, s tradicionalnim oblikovanjem bloka v mestnem prostoru, z diferenciacijo ulične in dvoriščne fasade, s fleksibilnimi tlorisi, s skeletno konstrukcijo, z uporabo kamna, ometa, mozaika in drugih oblog, ki so prisotne v mestnem prostoru in nadomeščajo originalni vidni beton.

Orientacija objekta je severozahod - jugovzhod. Stopnja osončenja stanovanjskih etaž je sorazmerno ugodna čez ves dan, saj je večina stanovanj obojestransko orientiranih. Dnevni del pri večjih stanovanjih je orientiran severozahodno s popoldanskim soncem, nočni del na jugovzhod. Posebej primerna glede osončenja so manjša stanovanja na terasah - orientacija na vse strani neba. Osončenje prvih dveh etaž je slabše zaradi goste okoliške pozidave, kar za poslovne in trgovske prostore ni bistvenega pomena.

Slovenska cesta je glavna severna mestna vpadnica, kar pomeni dnevno izredno velik pretok prometa. Hrup in onesnaženje sta prisotna v sorazmerno velikih količinah, kar pomeni zmanjšanje kvalitete bivanja. Obremenjena je predvsem ulična fasada. Odmik od ceste, drevesa pred objektom in postavitve balkonskih ograj čez celo dolžino objekta omilijo hrup in onesnaženost. Posamezni lastniki so si, sicer neprimernimi oblikovnimi rešitvami, zastekli balkone in si s tem izboljšali pogoje bivanja v nočnih delih stanovanj.

Kljub prometu, hrupu in onesnaženosti zraka so mikroklimatski pogoji v tem delu mesta dobri. V primeru vetra v ljubljanski kotlini nastane v smeri Slovenske ceste tako imenovani lijak, ki izčisti ozračje.

Problemi ohranjenosti so se pojavili na fasadi in ravni strehi. Fasada je bila oblečena v štiri različne naravne kamne: jurski apnenec - kirmenj, črni apnenec iz Drenovega griča, zgornje kredne apnenčeva breča iz Rubije in pohorski čizlakit. Zaradi neprimernega pritrdjevanja plošč na podlago z vlivanjem betona v vmesni prostor med nosilno konstrukcijo in fasado so fasadne plošče kljub kvalitetnim naravnim kamnom deloma odpadle. Moramo pa vedeti, da drugačnih pritrditev v tistem času ni bilo možno izvesti. Plošče iz belega kirmenjaka so zamenjale nove plošče.

Organizacija stanovanja je zaradi skeletne konstrukcije lahko z izjemo fiksnih sanitarij popolnoma poljubna od premikanja sten, spreminjanja števila sob do enovitega prostora. Nočni in dnevni del sta ločena. Kuhinja je ena prvih laboratorijskih kuhinj pri nas z naravno prezračeva-

**OSNOVNI PODATKI O OBJEKTU:**

KOZOLEC

Ljubljana, Slovenska 51-53

Leto načrtovanja-leto dokončanja: 1952- 1956

Avtor: arhitekt Edo Mihevc

Statik: prof. ing. S. Lapajne, ing. Treppo

Izvajalec: Gradis I.M.M.

Investitor: Gradis I.M.M. direkcija Ljubljana

Stavbni tip: poslovno stanovanjski blok

no shrambo. Kuhinja je povezana z jedilnico in dnevnim prostorom ter ima dnevni balkon. Prednost balkona pred ostalimi v preteklosti in ne redko tudi v današnji stanovanjski gradnji je širina, ki omogoča posedanje, pripravo in uživanje hrane. Vse stanovanjske enote imajo še ulični balkon. Sanitarije so v prehodu med nočnim in dnevnim delom stanovanja.

Stanovanjska etaža je načrtovana tako, da je možnost povezovanja različnih stanovanjskih enot v eno samo in obratno, glede na potrebe družine skozi čas.

Pri Kozolcu so dosledno upoštevani arhitekturni elementi humanega stanovanjskega okolja s predpostavko, da se nekatere vrednote bivanja skozi zgodovino ohranjajo. Z vgraditvijo le-teh v funkcionalno shemo se doseže najvišji nivo uporabne vrednosti stanovanja. Te vrednosti pa so: prilagodljiv tloris glede na različne potrebe posameznika ali družine, možnost ločevanja generacij v okviru stanovanja - razdelitev na dve enoti, upoštevanje možnosti bivanja starejših in invalidnih oseb. Pomembna vrednost stanovanj je v združevanju in razdruževanju dveh enot glede na časovni razvoj. Vse to omogoča funkcionalna shema stanovanj. Prijetno bivalno okolje ustvarja bližina trgovin in centra mesta s tržnico, avtobusno in železniško postajo, s kulturnimi ustanovami, kavarnami ...

Za konec lahko rečemo, da je Mihevc Kozolec svojski odgovor na Le Corbusierjev Unité d'Habitation preinterpretiran v naš prostor, z močno osebno izrazno noto avtorja. Podobnosti med objektoma so družbene razmere v času nastanka, vključitev poslovnih dejavnosti v objekt, orientacija objekta in stanovanj, fasadna opna, ki odraža tlorisno in funkcionalno zasnovo objekta in oblikovanje po načelih moderne.

Naj omenim, da si bo lahko tako laična kot strokovna javnost ogledala izbor projektov na prvi pregledni razstavi

Mihevcovih del. Razstava bo v glavnem preddverju Cankarjevega doma od 4. julija do 31. avgusta 2011 v organizaciji Iniciativnega odbora Mihevc 100.

Vabljeni!

**VIRI:**

1. **Črepinšek M. (1991)** Arhitekturno – varstvena izhodišča za ugotavljanje smotnosti prenove stavbne dediščine. (magistrska naloga). Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo, Ljubljana.
2. **Koselj N. (1995)** Arhitektura 60-ih let v Sloveniji. Arhitektov bilten. Posebna izdaja.
3. **Kralj Pavlovec J. (1999)** Edo Mihevc – urbanist, arhitekt in oblikovalec. (magistrska naloga). Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo, Ljubljana.
4. **Šumi N. (1987)** Prenova Ljubljane, Spomeniško varstveni postopki pri izdelavi sanacijskih načrtov. Partizanska knjiga, Ljubljana.
5. **Slovenska likovna umetnost 1945-78**, Ljubljana

**Glasilo LESAR na Lesarski šoli Maribor**

Na Lesarski šoli Maribor se profesorji in dijaki trudimo, da vsako leto izide šolsko glasilo Lesar, ki ga razdelimo novincem oz. bodočim dijakom, ki se na informativnem dnevu odločijo obiskati in spoznati našo šolo.

V glasilu predstavimo aktivnosti, ki potekajo na šoli; nekatere so vsako leto drugačne (različne ekskurzije), imamo pa tudi že tradicionalne aktivnosti, kot so: fazaniranje, kostanjev piknik, projektni dnevi »Štrk« (pouk malo drugače) in mogoče se jim bo pridružil tudi novoletni ples, ki je potekal na naši šoli in smo ga letos organizirali prvič s Srednjo šolo za oblikovanje Maribor. Glasilo je tudi prostor, kjer lahko dijaki predstavijo svoje »konjičke«, tako lahko preberemo in vidimo, da so naši »lesarji« tudi odlični glasbeniki, športniki, risarji in sestavljalci Rubikove kocke – s sestavljanjem le-te je naše dijake »okužil« Matic Omulec, 2. l, smer lesarski tehnik, ki je leta 2010 dosegel 8. mesto na evropskem prvenstvu v sestavljanju Rubikove kocke.

Dijaki se trudijo, da je glasilo zabavno, a tudi resno, predvsem pa želijo bralcem sporočiti, da niso spretne samo na področju oblikovanja lesa, ampak da so uspešni tudi na drugih področjih.

Elizabeta Potočnik, prof.  
Lesarska šola Maribor

Vito HAZLER\*

# NAJSTAREJŠE LESENE STAVBE NA SLOVENSKEM

Les je že stoletja pomembno gradivo človekovih bivališč. Les je tudi energent, ki je »udomačil« ogenj, kar je človeštvu omogočilo dvig gospodarske, kulturne in socialne razvitosti. V številnih družbah so si ljudje iz naravnih gradiv postavljali stalna in občasna bivališča in les je imel vedno in povsod zelo pomembno vlogo. Tako je bilo tudi pri nas že pred več kot petimi tisočletji, ko so v času davne bakrene in pozneje bronaste dobe gradili lesene kolibe s stojkami in iz vej pletenimi opleti, ki so jih skrbno ometavali z ilovico ter prekrivali s trstičjem, slamo ali drevesnimi skorjami. Tudi poznejše različne oblike skeletnih konstrukcij z lesenimi opaži, ali pa stene bivališč in gospodarskih stavb s kladnimi konstrukcijami vodoravno povezanih brun izpričujejo prvobitno navezanost ljudi na gozd in tam težko pridobljeni les. Ta stoletna popkovina pa se je z družbenim razslojevanjem vse bolj trgala na račun številnih drugih, za večino prebivalstva težje pridobljenih gradiv, ki so vse bolj postajala privilegij družbene elite. Les je zato sčasoma začel izgubljati svoj družbeni primat in ob koncu 19. stoletja so tudi v naše okolje vse bolj vstopale zidane stanovanjske in gospodarske stavbe, medtem ko so se lesene poslavljale tudi na račun požarov in ne vedno najbolj preudarnih zakonskih uredb in predpisov.

Danes se lesena gradnja ponovno prebujata, čeprav še zdaleč ne izkoriščamo vseh njenih oblikovnih in vsebinskih priložnosti in možnosti. »Ljudstvo« vse bolj posega po skoraj povsem lesenih stavbah tako domačega kot tujega načrtovalskega izvora, medtem ko se družbeno-ekonomska elita kiti z likovno atraktivnejšimi projektantskimi dosežki, kjer je les izdatno zastopan zgoj v podobi paličastih »drvarnic«, kot izrazito dekorativne dopolnitve osnovne betonsko-plastične substance ambiciozno zasnovane novogradnje. Je mar projektiranje z masivnim lesom v podobi kladnih sten ali skeletne konstrukcije s polnili našim vodilnim arhitektom še vedno prej v sramoto kot v čast!?

Tudi zato smo izbrskali nekaj primerov iz tezavra gradnje lesenih stavb, da vsaj spomnimo na možnosti vsestransko

učinkovite gradnje z lesom in drugimi naravnimi gradivi. Pri tem smo, kot že stoletja ustvarjalna evropska državotvorna skupnost, v vseh pogledih konkurenčni našim sosedom, pa naj to velja za tiste pritlične in nadstropne lesene stavbe, ki so jih gradili v Posavini, Podravini in v Pokuplju na Hrvaškem, kot tiste, ki so še danes ponos ustvarjalnosti v lesu na južnih obrobjih avstrijskega Štajerskega ali v bolj oddaljenih krajih Tirolskega in Predárlske.

Pregled najstarejših ohranjenih lesenih stavb na Slovenskem, ki ga nameravamo predstaviti v naslednjih številkah revije Les, zagotovo ni popoln. Gre zgolj za osnovno sporočilo o nekaterih pomembnih lesenih stavbah, ki so še vedno del našega kulturnega okolja – brez njih bi bili zelo siromašni! Zato želimo s to rubriko spodbuditi prizadevanja za njihovo trajno ohranitev in širjenje zavesti o izjemni dediščini znanj in veščin, ki so povezane prav s stoletnim stavbarstvom in njegovim aktivnim varstvom v sodobnosti.

## 1. OGRINOVO LESENO GOSPODARSKO POSLOPJE V MALI LIGOJNI (1628)

Le dobrih dvajset kilometrov jugozahodno od središča Ljubljane, kjer v Kresiji pri Tromostovju tujim in domačim turistom delijo zloženko in drugo promocijsko gradivo o



Slika 1: Mala Ligojna, Ogrinova hiša in drvarnica (foto V. Hazler, 11.2.2011).

\* izr. prof. dr., Filozofska fakulteta, Oddelek za etnologijo in kulturno antropologijo, AŠkerčeva 3, 1000 Ljubljana, e-pošta: vito.hazler@gmail.com

mestu in njegovi bližnji okolici, leži v vrhniški občini vas Mala Ligojna. Gručasta vas ima vrh griča cerkev sv. Lenarta, to pa je tudi kraj, kjer vsako leto vaščani na bližnjem kraškem pobočju uprizarjajo žive jaslice. A z vsem navedenim se po prostorskem, časovnem, socialnem, gradbeno-razvojnem, funkcionalnem, lesarskem in splošnem kulturnem pomenu lahko ponaša tudi povsem »anonimen« vaški posebnost – Ogrinovo gospodarsko poslopje, ki ima na prekladi kvadratastega vhoda na osrednji pod poleg skromnega katoliškega križca vrezano še letnico 1628!

Gospodarsko poslopje ni v nič kaj veličastnem gradbenem stanju – mlajša zidana polovica iz leta 1866 se že podira, starejši večinoma leseni del pa še vedno trdovratno kljubuje času, kar zagotovo dokazuje, kako imenitno so znali naši predniki odbirati in vgrajevati les v stavbe že v davnem 17. stoletju. Tudi konstrukcijsko poslopje ni noben poseben biser; njegova neprecenljiva vrednost je predvsem prvobitna in prvovrstna obdelava lesa s preprosto kladno konstrukcijo brun in vezavo na križ. Tudi skrajno premišljena vgraditev glavnega vhoda na pod pred širokim napuščem je imeniten konstrukcijski dosežek in v bistvu »multi-funkcionalni« prostor, kjer je družina opravljala različna kmečka dela in oskrbovala živino ne glede na vremenske razmere.

Čeprav je Ogrinovo gospodarsko poslopje tako blizu Ljubljane in primorske avtoceste, ga poznajo le redki. Zabeleženo ni v nobeni zloženki ali priročniku po turističnih poteh. Evidentirano je verjetno le v težko dostopnem »zbirnem registru kulturne dediščine« Zavoda za varstvo kulturne dediščine Slovenije. Zato njegov obstoj in klavno stanje nikogar pretirano ne gane, pa čeprav ga je najti že v promocijski knjigi Ivana Sedeja Sto najlepših hiš na Slovenskem (Prešernova družba, 1989) in v mesečniku Naša žena (Dediščina, priloga revije Naša žena, 7/11: 9-109, kjer je avtor tega zapisa skorajda deset let promoviral stavbno in drugo dediščino slovenskega etničnega ozemlja.

Marsikje so dopustili, da je dediščina na skrajnem robu obstoja, zato je resnično zadnji čas, da se izboljša naš odnos do dediščine. Ogrinova domačija s hišo, imenitno kaščo, kozolcem in omenjenim gospodarskim poslopjem, je že ena izmed tistih, ki se bliža dokončnemu propadu. Le vprašanje časa je, koliko mesecev bo še zdržala streha nad starim delom gospodarskega poslopja in koliko let bodo še kljubovale vremenu strehe na drugih domačijskih poslopih. Zato se mora končati neučinkovitost ravnanj (če so sploh bila?) Občine Vrhnika, spomeniškega varstva, lokalnih turističnih, zgodovinskih in vseh drugih društev ter tudi socialnega skrbstva, da vsi složno preprečijo propad ene najstarejših domačij in domnevno najstarejšega datiranega gospodarskega poslopja na Slovenskem. Leto 1628 je vendarle dovolj velik izziv!



**Slika 2: Mala Ligojna, Ogrinovo gospodarsko poslopje s podom iz leta 1628 (foto V. Hazler, 11.2.2011).**



**Slika 3: Mala Ligojna, Ogrinova domačija, pod 1628, s hlevom (foto V. Hazler, 11.2.2011).**



**Slika 4: Mala Ligojna, Ogrinova domačija, kašča (foto V. Hazler, 11.2.2011).**

Franc POHLEVEN\*

# NARAVNA BARVA IZDELKOV IZ LESA JE SIVA

Les je organski material, ki ga ustvarja narava. Kot naravni polimer je podvržen številnim dejavnikom, ki vplivajo na les in ga, glede na izpostavljenost, lahko bolj ali manj spreminjajo oz. razkrajajo. Po poseku na les delujejo dejavniki nežive (abiotični) in žive (biotični) narave. Razkroj je normalen proces v gozdu, za lesne izdelke ter objekte pa nezaželen, zato ga človek s svojimi ukrepi želi zaustaviti. Morda so ljudem bolj znane spremembe, ki jih na lesnih izdelkih povzročajo insekti ali pa glive (rovi in luknje, plesnivost, modrenje, trohnoba). Pred temi škodljivci (biotskimi dejavniki) lahko izdelke zavarujemo z impregnacijo z zaščitnimi sredstvi. Poleg škodljivcev pa pogosto ljudi najbolj moti dejstvo, da les po nekaj mesecih ali letih potemni oz. posivi. Vendar je to naraven proces staranja in taka barva daje lesnemu izdelku patino, čar in vrednost. Ali ste že videli 100 let star kozolec ali brunarico rjave barve (slika 1)?

In zakaj les s staranjem spremeni barvo?

Barvne spremembe na površini lesa povzročijo dejavniki kot so kisik, sonce, dež in sneg. V nekaj mesecih ali letih ti na površini lesa povzročijo temnejše obarvanje, kosmatost in reliefnost površine ter razpoke. Spremembe na površini lesnih izdelkov so v prvih letih sorazmerno hitre, ko pa les pridobi svojo naravno sivkasto barvo in vlaknatost, pa se proces razgradnje upočasni. Takšna površina lesa se ohranja stoletja in predstavlja naravni videz in dozorelost lesa ter njegovo patino (slika 2).

Če ne želimo, da bi les posivel ali če so barvne spremembe na površini lesnih izdelkov že nastale, jih preprečimo oziroma zakrijemo s površinskimi premazi. Tako lahko lesnim izdelkom, ki so pod streho, zavarujemo njihovo površino pred abiotičnimi dejavniki, obenem pa obarvamo in tako estetsko spremenimo videz izdelkov. Vendar vam to odsvetujem, saj je najlepša barva lesa siva, kar kaže na njegovo trajnost in pristnost. V tujini so izdelki in objekti naravne sive barve zopet priljubljeni, zato vam priporočam, da izdelke, ki so pod streho, pustite, da s staranjem dobijo svojo naravno barvo, ki jih plemeniti in jim daje pristnost ter naravno lepoto. Da je

naravna barva lesa siva, bi morali začeti seznanjati otroke že v vrtcih in jih o tem poučiti v šoli.



**Slika 1: Značilna siva brava pastirskega stanu na bohinjski planini Laz (foto: M. Humar)**



**Slika 2: Siva, reliefna površina 200 let starih vrat v Franciji (foto: M. Humar)**

\* prof. dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška Fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 LJUBLJANA, e-pošta: franc.pohleven@bf.uni-lj.si



Manja KITEK KUZMAN\*

# LESENA GRADNJA V SLOVENIJI

## SONČNA VILA BOVEC

Tip objekta   Večstanovanjski objekt
Lokacija   Bovec
Naročnik   Jelovica Invest d.o.o.
Izvedba   2010
Čas izgradnje   od januarja do septembra 2010
Arhitektura   Franc Nadižar u.d.i.a., Ivan Zajc u.d.i.a., Jože Benčič u.d.i.a., Marko Habjanič u.d.i.a.
Projektivno podjetje   AB NADIŽAR d.o.o.
Statika   Gradbeni biro Zajc
Energetska učinkovitost   nizkoenergijska
Potrebna toplota za ogrevanje   55 kW/m <sup>2</sup> a
Velikost parcele   1289,35 m <sup>2</sup>

Površina   746,60 m <sup>2</sup>
Sistem gradnje   lesena okvirna konstrukcija
Stavbno pohištvo   Jelovica okna, LIP Bled vrata
Izgradnja na ključ
Izvajalec   Jelovica hiše d.o.o.

Sončna vila Bovec se nahaja v osrčju Bovca, v bližini smučišča Kanin/Sella Nevea. Sončna vila Bovec je grajena po sistemu nizkoenergijske lesene gradnje Jelovica, ki s svojo tradicijo zagotavlja izdelavo najvišje kakovosti, optimalno mikroklimo bivalnih prostorov in kar 30-letno garancijo. Za izdelavo elementov so uporabljeni skrbno izbrani naravni materiali. Vila ima tri med seboj povezane enote, kjer se nahaja šest manjših pritličnih stanovanj in tri večja, panoramska, mansardna stanovanja z velikimi terasami. ■

[www.lesena-gradnja.si](http://www.lesena-gradnja.si)



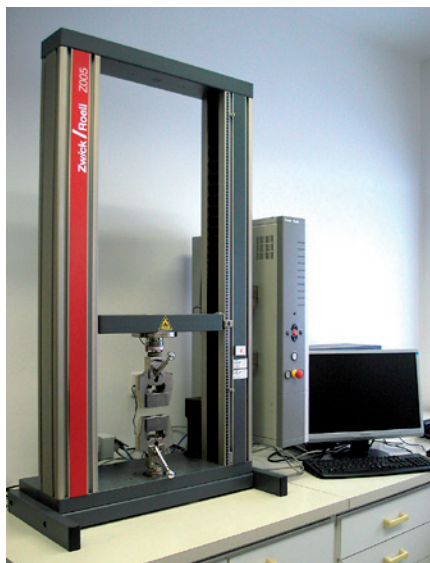
Foto: arhiv podjetja Jelovica

\* doc. dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: manja.kuzman@bf.uni-lj.si

Milan ŠERNEK\*

# UNIVERZALNI NAMIZNI TESTIRNI STROJ ZWICK Z005

## NOVA RAZISKOVALNA OPREMA NA ODDELKU ZA LESARSTVO



**Slika 1: Univerzalni namizni testirni stroj Zwick Z005 v laboratoriju za lepljenje (foto: M. Šernek)**

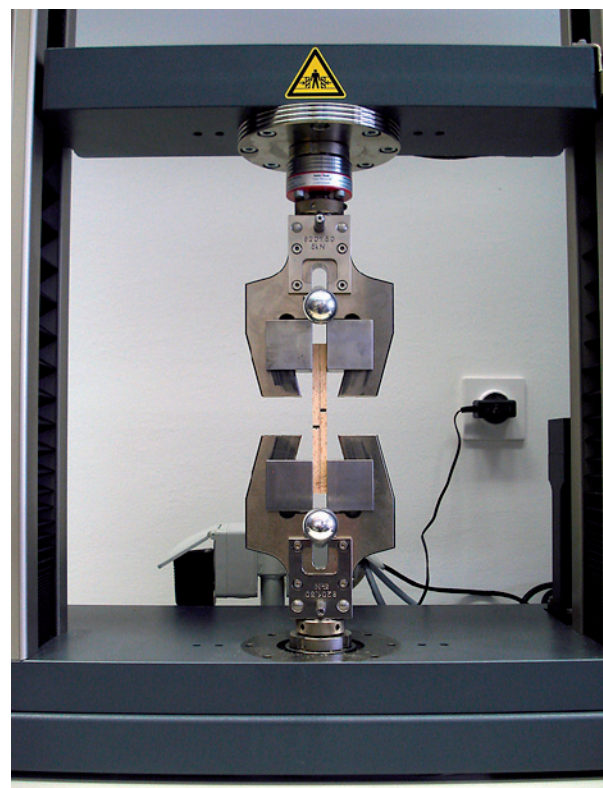
Na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete smo v lanskem letu okrepili raziskovalno in strokovno delo z nabavo nove raziskovalne opreme – univerzalnega namiznega testirnega stroja Zwick Z005 (slika 1). Nakup opreme je delno sofinancirala Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije v okviru razpisa P14.

S pridobitvijo nove opreme je Katedra za lepljenje, lesne kompozite in obdelavo površin na Oddelku za lesarstvo začela z intenzivnim proučevanjem lepilnih spojev in premazov v obliki filmov. Naprava je namizne izvedbe in je primerna predvsem za mehanska testiranja manjših preskušancev iz lesa ali polimerov, saj omogoča večjo natančnost meritev pri nižjih obremenitvah. Naprava omogoča preskušanje materialov pri obremenitvi na upogib, nateg, tlak in strig. Obremenitev preskušanca je lahko statična ali dinamična. Primerna je tudi za ugotavljanje trdote ali za proučevanje lomne mehanike materialov.

Osnovne tehnične značilnosti univerzalnega testirnega stroja Zwick Z005 in pripadajoče silomerne celice so:

- ▶ nominalna sila: 5 kN,
- ▶ področje testiranja: 440 mm × 1045 mm (širina × višina),
- ▶ hitrost pomika/obremenjevanja: 0,0005...3000 mm/min.

Oprema nam odpira nove možnosti raziskovanja tako na temeljni znanstveni ravni kot na aplikativnem in strokovnem področju. Zaenkrat proučujemo predvsem trdnostne lastnosti lepilnih spojev (slika 2), polimernih smol, lepil in premazov. V nadaljevanju želimo raziskovalno in strokovno dejavnost širiti tudi na druga področja.



**Slika 2: Izvedba strižnega preskusa lepilnega spoja z opremo Zwick Z005 (foto: M. Šernek)**

\* prof. dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, e-pošta: milan.sernek@bf.uni-lj.si

Miha HUMAR\*

# LUSKASTA NAZOBČANKA

## GLIVA Z VONJEM PO JANEŽU

Luskasta nazobčanka (*Lentinus lepideus* (Fr.) Fr. ali *Neolentinus lepideus* (Fr.) Redhead & Ginns) uspeva v zmernem podnebnem pasu na severni in južni polobli v Evropi, Aziji in Ameriki. Pri nas glivo v naravi najdemo med majem in septembrom, najpogosteje na skladiščih hlodovine, predvsem na starih borovih ali smrekovih hlodih. Pogosta je tudi na panjih. Poleg tega razkraja tudi slabo impregnirane ali stare železniške pragove, telekomunikacijske drogove, lesene mostove, rudniški les, vrtno pohištvo ter močno vlažen stavbni les. Zato ji nekateri pravijo tudi gliva, povzročiteljica mokre oziroma vlažne trohnobe (slika).

Plodišče nazobčanke je sestavljeno iz beta ter klobuka in je navadno slonokoščene barve. Goba doseže velikost do 8 cm, premer klobuka je med 4 cm in 12 cm, z robovi obrnjenimi navzdol. Mlado plodišče je mesnato, kasneje pa oleseni. Površina klobuka je pokrita s številnimi luskami, po čemer je rod dobil tudi ime. Trosovnica ima obliko lamel, ki prehajajo na bet in so na robovih resasto nazobčane. Po tej značilnosti pa je ta vrsta glive dobila ime. Razvita plodišča so po navadi sterilna in v temi spominjajo na roge, z belimi konicami. Hife so brezbarvne, neenakomerno razvejane, s številnimi zaponkami. Površinski micelij se redko pojavi, največkrat le na izjemno vlažnem lesu. Navadno je belkaste barve in prerašča les v obliki ledenih rož, podobno kot pri beli hišni gobi. Rizomorfi so rjavkasti, debeli do 3 mm.

*L. lepideus* je tipična razkrojevalka, ki na lesu iglavcev, še posebej na borovini povzroča prizmatično rjavo trohnobo. Razkraja predvsem jedrovino bora in macesna, tako da je okužen izdelek na videz povsem zdrav. Razkrojen les razpoka v prečni in vzdolžni smeri in prijetno diši po janežu ali vaniliji. Luskasti nazobčanki za rast micelija ustrezajo višje temperature. Pri optimalni temperaturi (27 °C do 33 °C), in vlažnosti lesa (30 % do 60 %), lahko micelij zraste tudi 10 mm na dan. Maksimalna temperatura, pri kateri nazobčanka še raste, je 40 °C.

Luskasta nazobčanka je zelo nevarna lesna goba, saj poleg visokih temperatur dobro prenaša tudi sušna obdobja. Zato jo lahko najdemo tudi na lesu, izpostavljenem

direktni sončni svetlobi. Poleg tega je ena redkih gob, ki lahko razkraja tudi jedrovino bora, ki jo z običajnimi kotel-skimi postopki težko impregniramo, in tudi s kreozotnim oljem zaščiten les. Prav zato je uvrščena med standardne vrste gliv za preizkušanje učinkovitosti zaščitnih pripravkov. Po drugi strani pa jo pripravki na osnovi bora in fluora uspešno zaterejo. Les, ki vsebuje več kot 0,3 kg F/m<sup>3</sup> ali 0,1 kg B/m<sup>3</sup>, je zaščiten pred delovanjem te glive. V stavbah, še posebej v kopalnicah in vlažnih prostorih, luskasta nazobčanka razkraja tudi vezane in iverne plošče.

Kljub temu, da luskasta nazobčanka ni strupena, nekateri strokovnjaki odsvetujejo njeno uživanje, saj se pogosto pojavlja na onesnaženih substratih, iz katerih lahko akumulira strupene organske biocide ali njihove razgradne produkte. Podobno kot številne druge lesne glive pa ima tudi luskasta nazobčanka zdravilne lastnosti. Polisaharidi te glive izboljšajo delovanje imunskega sistema pri bolnikih z AIDS-om.



**Značilna plodišča luskaste nazobčanke, ki izraščajo iz telekomunikacijskega droga, impregniranega s kreozotnim oljem (foto: dr. D. Dickinson)**

\* prof. dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo. Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana. e-pošta: miha.humar@bf.uni-lj.si

Vito HAZLER\*

# PRUČKA

Verjetno ni Slovenca, ki se vsaj v otroštvu ne bi srečal in igral s pručko. Po obliki je majhna nizka klopa, ki se uporablja kot pomožni del pohištva in je splošno razširjena med vsemi sloji prebivalstva. Ime pručka izvira iz manjšalnice besede pruka in pomeni »cerkvena klopa«, ki se v virih prvič pojavlja v 16. stoletju. Prevzeta je iz bavarskega starovisokonemškega izraza *prucke*, severnonemškega *brucke*, *brücke* in pomeni privzdignjen oder za sedenje, ležišče iz desk pri peči in tudi »most«, kar je sorodno nekaterim slovanskim izrazom kot so *burno*, *brv* idr. Iz nemške besede *Der Schemel* (podnožnik, pručica, pručka) izvira tudi najbolj pogost slovenski (predvsem na Štajerskem) narečni izraz *šamrl*, pa tudi *šamerl*, *šamrln*.

V cerkvenem okolju je pručka služila za sedenje, kot oporo nogam pri sedenju v klopih, klečanju (ponekod je pručka vgrajena v klečalnik, na katerem verniki ali duhovščina molijo) med cerkvenim obredom in tudi sedenju, zlasti otrok. Pručke so v cerkvah ponekod v rabi še danes in služijo tudi kot podstavek cerkovnikom pri različnih opravilih (čiščenje, zalivanje in urejanje cvetja, prižiganje in ugašanje sveč idr.).

V 19., predvsem pa v 20. stoletju, so se pručke splošno razširile med vsemi družbenimi sloji prebivalstva. V vsakdanjem, predvsem družabnem življenju jih je uporabljalo plemstvo in zlasti meščanstvo. Sedeče na stolih ali klopih so vezile na pručke polagale utrujene noge, med dolgotrajnim sedečim delom, ko so vezle, pletle, šivale in izdelovale različna druga ročna dela. So pa bile nekatere pručke premožnejših družin tudi oblazinjene in kot izvrstni mizarski izdelki okrašene z dragocenim blagom ter svetlimi zakovicami.

Med večinsko prebivalstvo so se razširile predvsem pručke preprostih oblik, sestavljene iz vodoravnega sedala in dveh, nekoliko pod kotom vgrajenih stranskih deščic – »nog«, ki sta pod sedalom povezani z razpiralom. Temeljna značilnost takšnih pručk je še ta, da ima sedalo praviloma na sredi odprtino za prijem z roko, stranski deščici pa pri tleh izrezan lok, da pručka v bistvu stoji na »štirih nogah«.

\* izr. prof. dr., Filozofska fakulteta, Oddelek za etnologijo in kulturno antropologijo, AŠkerčeva 3, 1000 Ljubljana, e-pošta: vito.hazler@gmail.com



**Slika: Mala in velika pručka, avtorjeva last (foto: V. Hazler, 24. 2. 2011).**

Sedalne ali oporne pručke so še danes splošno razširjene, saj so, navkljub vsemogočim novotarijam, zaradi njihove funkcionalnosti in uporabnosti, še vedno zelo priljubljene. Dejansko so večnamenske, kar jih v vsakdanjem družinskem življenju ohranja že več stoletij in se bodo ohranile tudi v prihodnje. Poudariti je potrebno še socialno-vzgojni vidik pručk, saj so pomemben del otroških igril in igrač, pa tudi otroškega pohištva.

Pručko lahko štejemo za eno od najbolj značilnih identitet srednjeevropskega kulturnega okolja, ki mu je slovenski prostor s svojimi številnimi oblikami pručk, šamrlav, šamerlov in šamrlnov dodal vrsto izvirnih oblik in vsebin, kar samo dokazuje, da smo že več stoletij del Evrope. Danes pri nas pručke še izdelujejo predvsem suhorobarji iz Ribniške doline, ki jih prodajajo na različnih kramarskih in obrtnih sejmih ter proščanjih (cerkvenih žegnanjih) po Sloveniji.

Na letošnji prireditvi Čar lesa bomo predstavili najdaljšo pručko na svetu, ki jo bomo prijavi v Guinnessovo knjigo rekordov. Izdelal jo bo izvorni snovalec lesnih izdelkov gospod Jože Koželj iz Voklega, ki v okviru podjetja Objemi drevo že desetletja snuje samosvoje ter domiselne stvaritve in izdelke iz lesa. Torej bomo tudi Slovenci s svojim lesnim izdelkom (čeprav nizkim), postali znani po najdaljši pručki. Zato vabljeni na razstavo, ki bo v Cankarjevem domu v Ljubljani odprta od 12. do 19. maja 2011.

# ČAR LESA 2011

## VABILO OBISKOVALCEM IN RAZTAVLJAVCEM

Z namenom promocije lesa in lesnih izdelkov bomo v **Veliki sprejemni dvorani Cankarjevega doma** in v **zgodovinskem atriju Mestne hiše v Ljubljani** pripravili razstavo izdelkov iz masivnega in/ali vezanega naravnega in modificiranega lesa. Razstava bo na ogled **od 12. do vključno 19. maja 2011 od 9. do 18. ure**.

Častni pokrovitelj prireditve je predsednik Republike Slovenije dr. Danilo Türk, ki bo predvidoma 12. maja 2011 svečano odprl razstavo.

Ogled in razstavni prostor bosta brezplačna. Kot zanimivost naj poudarimo, da bodo izdelki označeni z imenom izdelovalca, vrsto lesa, količino CO<sub>2</sub>, ki jo izdelek prispeva k znižanju le-tega v ozračju ter drugimi tehničnimi podatki. Prav tako bo na ogled najdaljša pručka, ki jo bomo prijavi v Guinnessovo knjigo rekordov.

Podrobnejše informacije o razstavi in vzporednih prireditvah najdete na spletni strani [www.carlesa.si](http://www.carlesa.si).

Organizacijski odbor prireditve Čar lesa 2011  
prof. dr. Franc Pohleven



Deformacija modificiranih in nemodificiranih front kuhinjskih omaric po 6 tedenskem namakanju (foto: F. Pohleven)



# MONICOLOR

Vaša hiša barv

**5% dodatni popust v času sejma DOM\***

Podjetje je s svojo več kot 20 letno tradicijo navzoče na trgu prodaje barv in lakov za področje kovinske industrije, materiala za slikopleskarje, v začetku lanskega leta pa smo se aktivno vključili tudi v prodajo materiala za mizarje. **Prevezeli smo prodajni program podjetja Brelih iz Škofje Loke** in tržimo blagovni znamki ILVA in TIKKURILA. S tem nadaljujemo dobro zastavljeno pot, ki je podprta s strokovnim znanjem naših sodelavcev, dolgoletnimi izkušnjami in kupcu prijaznim pristopom. V naši mešalnici vam pripravimo lužila in druge premazne sisteme v najrazličnejših barvnih odtenkih in sijajih ali po vzorcu.



Italijanski proizvajalec ILVA, katerega produkti so cenovno ugodni, osnovani na bazi topil, primerne za površinsko obdelavo površin pohištva iz masivnega lesa, furnirja in surovega ploskovnega materiala pa tudi ploskovnega, oplemenitenega z melaminsko folijo. Podjetje je del IVM, tretjega največjega proizvajalca barv in lakov za lesne premaze v Evropi.



prihaja iz Helsinkov na Finskem in je vodilni proizvajalec barv in lakov na vodni osnovi. Pospeseno tržimo produkte za stavbno pohištvo ter systemske premaze za interior, kot so transparentni laki na vodni osnovi in lužila v različnih odtenkih. Drugi sklop so UV sistemi na vodni osnovi, ki jih odlikuje visoka vsebnost suhe snovi in kakovostna površina končnega suhega filma.

## AKVIDUR – POLIURETANSKI AKRILNI LAK NA VODNI OSNOVI

Je revolucionarna novost, ki je zaradi svoje kemijske sestave enostaven za uporabo. Odlikuje ga visoka vsebnost suhe snovi - 32 % in se pri zagotavljeni nizki zračni vlažnosti in povišani temperaturi izredno hitro suši.

Na razpolago sta dve različici v sijaju 20 in 70. Možni so različni barvni odtenki.

Končna površina ima izgled, kot ga imajo površine, obdelane z dvokomponentnimi poliuretanskimi laki na osnovi topil. Sistem se že uporablja za površinsko obdelavo notranje opreme pri plovilih našega največjega proizvajalca.

### NAŠI KONTAKTI:

Dražgoška ulica 2  
4000 Kranj  
Slovenija  
Tel.: 04 23 60 040  
Faks: 04 23 60 041  
Mobilna št.: 051 646 399  
GSM: 031 692 290 – POTNIK NA TERENU  
www.monicolor.si  
e-pošta: info@monicolor.si  
Delovni čas: od 7h do 19h,  
ob sobotah pa od 8h do 12h.

**PE Murska Sobota**  
Lendavska ulica 29  
9000 Murska Sobota  
Slovenija  
Tel.: 02 521 44 64  
Faks: 02 521 44 65  
GSM.: 031 685 552  
e-pošta: ms@monicolor.si  
Delovni čas: od 7h do 15h

\* Popust se obračuna na podlagi predložitve tega kupona in se prišteje komercialnim pogojem

## POŽARNA VARNOST OBJEKTOV 21. STOLETJA

Težave, s katerimi se srečujemo pri projektiranju novih objektov, pri rekonstrukcijah obstoječih objektov in pri spremembi njihove namembnosti, so zelo pereče, saj zahteva določitev razvoja požara v požarnem sektorju poznavanje velikega števila parametrov, ki so določeni s karakteristikami objekta. Z odgovornim projektiranjem, upoštevanjem zahtev požarnega varstva in medsebojnim sodelovanjem posameznih udeležencev pri gradnji ter uporabi objekta lahko zmanjšamo verjetnost za nastanek požara in njegove razširitve na minimum.

Družba Bureau Veritas je v več kot 20 letih delovanja na slovenskem trgu postala pomemben partner tudi na področju požarne varnosti. Bogate izkušnje strokovnjakov družbe Bureau Veritas in drugih priznanih slovenskih in nemških strokovnjakov s področja požarne varnosti bomo predstavili v okviru II. strokovnega posveta Požarna varnost objektov 21. stoletja, ki ga organiziramo v sodelovanju z Inženirsko zbornico Slovenije **17. marca 2011 v Hotelu Kompas na Bledu**.

Rdeča nit posveta bo povezovala predavanja na temo projektiranja in obnove visokih stavb, stavb, kjer je dovoljena lesena nosilna konstrukcija, ter lesenih objektov na podlagi ZGO, MBO in 7. ali 8. člena Pravilnika o požarni varnosti v stavbah:

- ▶ MHHR nemška smernica za projektiranje visokih stavb,
- ▶ M-HFHolzR nemška smernica o požarno varnostnih zahtevah za lesene požarno odporne gradbene elemente,
- ▶ tehnična smernica TSG-1-001:2010.

Da bi 21. stoletje zaznamovali z napredkom na tem zahtevnem področju, želimo svoje znanje deliti z arhitekti, nadzorniki gradenj, izvajalci, proizvajalci in projektanti vseh tehničnih strok (G, E, S, TP, TV) ter jih opozoriti na pasti, ki se pojavljajo pri načrtovanju visokih stavb, lesenih zgradb in lesenih konstrukcij.



## Požarna varnost objektov 21. stoletja

povezuje investitorje, arhitekte, nadzornike gradnje, projektante tehničnih strok (G, E, S, TP, TV) ter izvajalce in proizvajalce, ki se skozi projektiranje in gradnjo srečujejo z namenom zgraditi lep in požarno varen objekt.



**BUREAU  
VERITAS**

organizira v sodelovanju z



**Rezervirajte četrtek, 17. 3. 2011.  
Dobimo se v hotelu Kompas  
na Bledu.**

Prijave: [milena.uzar@si.bureauveritas.com](mailto:milena.uzar@si.bureauveritas.com)  
tel. 01 47 57 625 ali 01 47 57 683

Več informacij in prijave na:

[www.bureauveritas.si](http://www.bureauveritas.si)

**Udeležba vam prinese 5 točk!\***

\*Pravilnik o stalnem strokovnem usposabljanju in izpopolnjevanju strokovnih delavcev, ki opravljajo naloge varnosti pri delu, Ur. l. RS, 112/2006. / Pravilnik o dodatnem prostovoljnem strokovnem izpopolnjevanju članov Inženirske zbornice Slovenije (133. redna seja dne 20. 3. 2008).

## SEJEM DOM 2011

### Obsejemske dejavnosti

VABILO na konferenco

**Slovensko lesarstvo – kam gremo?**

**Strategija prestrukturiranja slovenske lesne industrije**

sreda, 9. marec 2011 ob 10. uri

v dvorani URŠKA na Gospodarskem razstavišču v Ljubljani, Dunajska 18

Lesnopredelovalna panoga je ena izmed najpomembnejših dejavnosti v Sloveniji, saj predeluje daleč najpomembnejši naravno-obnovljiv material, ki ga imamo v Sloveniji v izobilju - LES. Lesna gradnja vedno bolj pridobiva na pomenu tudi v gradbeništvu, predvsem zaradi izrednih prednosti lesa v nizkoogljični družbi. V prihodnjih letih bodo tako številne nove možnosti uporabe lesa v zasebnih in javnih zgradbah postale ustaljena praksa.

V zadnjem obdobju pa se nekoč cvetoča panoga sooča tudi s številnimi drugimi izzivi, zato ključni panožni akterji pripravljamo strategijo za izhod iz krize. Strategijo pripravljamo v okviru Ciljnega raziskovalnega projekta – Možnosti za prestrukturiranje slovenske lesne industrije. Glavni namen konference je predstavitev stanja v panogi in izhodišč za pripravo panožne strategije.

#### PROGRAM

**Stanje lesno predelovalne panoge v Sloveniji in pogoji za izhod iz krize**

Igor Milavec, direktor Združenja lesne in pohištvene industrije, pri GZS

**Tokovi okroglega lesa v Sloveniji**

mag. Mitja Piškur, Gozdarski inštitut Slovenije

**Predstavitve koncepta »od zibelke do zibelke«**

dr. Andreja Kutnar, Inštitut za lesarstvo in trajnostni razvoj

**Pogled Ministrstva za gospodarstvo na prestrukturiranje lesnopredelovalne panoge**

mag. Edita Granatir Lapuh, direktorica Direktorata za podjetništvo in konkurenčnost, na Ministrstvu za gospodarstvo

**Predstavitve koncepta panožne strategije »Možnosti za prestrukturiranje slovenske lesne industrije«**

izr. prof. dr. Miha Humar, BF Oddelek za lesarstvo, Vodja priprave panožne strategije

**Okrogla miza na temo možnosti prestrukturiranja slovenske lesnopredelovalne industrije**

Okroglo mizo bo vodil izr. prof. dr. Miha Humar

Udeleženci okrogle mize:

mag. Janko Burgar, predstavnik Direktorata za podjetništvo in konkurenčnost, Ministrstvo za gospodarstvo RS;

mag. Robert Režonja, Vodja sektorja za gozdarstvo, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS;

Jože Sterle, direktor Združenja gozdarstva, Gospodarska zbornica Slovenije;

Jernej Stritih, direktor Službe vlade RS za podnebne spremembe;

Franc Zupanc, direktor, Alples d.d., član Predsedstva in Upravnega odbora Združenja lesne in pohištvene industrije;

Mitja Bolčič, direktor, Mizarstva Bolčič s.p., predsednik Sekcije lesnih strok pri Obrtno podjetniški zbornici Slovenije;

Milan Lukič, prokurist, Lumar IG d.o.o., v.d. predsednika Združenja delodajalcev Slovenije.

Veselim se srečanja z vami.

Igor Milavec, direktor GZS Združenje lesne in pohištvene industrije

<b>Organizatorja:</b>		<b>Soorganizatorji:</b>	
	<b>Oddelek za lesarstvo</b> Biotehniška fakulteta - Univerza v Ljubljani		Gospodarsko razstavišče Ljubljana Exhibition and Convention Centre
	Gospodarska zbornica Slovenije Združenje lesne in pohištvene industrije		Lesarski grozd Wood Industry Cluster
	ZVEZA LESARJEV SLOVENIJE		Društvo inženirjev in tehnikov lesarstva Ljubljana
			ULTRA





**SCENet FB Clusters**

SouthEast and Central European Network of Forest-Based Clusters

Zavod  
**Lesarski grozd**  
Wood Industry Cluster



## B2B MATCHMAKING LESARJEV JV Evrope

### “Strateška partnerstva in kooperacija za skupni nastop na tretjih trgih”

Četrtek, 10. marec 2011 ob 10:00

Sejem DOM 2011, Gospodarsko razstavišče,  
Dvorana Urška, Dunajska 18, Ljubljana, Slovenija.

## PROGRAM

9:30-10:00 Registracija

10:00-10:15 Uvodni nagovor

10:15 -11:45 Plenarno zasedanje

Teme:

- Slovenska lesnopredelovalna industrija, možnosti za razvoj in internacionalizacijo
- Srbska lesnopredelovalna industrija, stanje in ukrepi za izhod iz krize
- Spodbude R Srbije neposrednim investicijam
- Podpora slovenskim podjetjem pri internaacionalizaciji in izhodnih investicijah
- Sporazum Republike Srbije in Rusije o svobodni trgovini
- Izkušnje iz prakse – Primer uspešnega delovanja na Ruskem trgu
- Projekt razvojnega sodelovanja SLO-SRB ter načrti skupnega nastopa na tretjih trgih

11:45 -12:00 Odmor ob kavi in prigrizku

12:00 -15:00 Organizirana B2B srečanja, po zaključku možen individualni ogled sejma, vstopnica gratis.

15:00-16:30 Sestanek podjetij vključenih v posebni program “Razvoj kooperacij in strateških partnerstev”

Prijave za slovenska lesarska podjetja so možna preko on-line prijavnice na <http://www.gzs.si/slo/53278>.

Opozorilo: Organizatorji dogodka si pridružujejo pravico, da program spreminjajo. Aktualni program bo objavljen na tej spletni strani <http://www.gzs.si/slo/>.

“Support to Serbian Wood Processing Industry at accession to international market”  
Project is co-financed by Programme of Bilateral Official Development Assistance of Republic of Slovenia.



## PRIREDITVE GRADBENEGA INŠTITUTA ZRMK NA SEJMU DOM

**Gospodarsko razstavišče, dvorana G / GAZELA - 1. nadstropje,  
v Ljubljani, od 8. do 13. marca 2011**

Na Gospodarskem razstavišču v Ljubljani bo v okviru sejma DOM vsak dan od 10. do 18. ure brezplačno energetska svetovanja za občane. V dodatnih terminih bodo vzporedno potekala tudi brezplačna svetovanja občanom v zvezi z novogradnjo in prenovo stavb ter postopki, vezani na odpravo posledic naravnih nesreč.

Svetovanje bo potekalo na razstavno svetovalnem prostoru Gradbenega inštituta ZRMK, dvorana G (GAZELA), neposredno nad vhodom, v 1. nadstropju. Svetovanje bodo za obiskovalce sejma izvajali energetski svetovalci projekta ENSVET ([www.ensvet.si](http://www.ensvet.si)), naročnik je Ministrstvo za gospodarstvo, izvajalec Gradbeni inštitut ZRMK ter strokovnjaki Gradbenega inštituta ZRMK.



Hkrati bodo na razstavnem prostoru potekala tematska strokovna predavanja za občane. Predavatelji bodo energetski svetovalci mreže ENSVET in strokovnjaki Gradbenega inštituta ZRMK, ki delujejo na področju bivalnega okolja, gradbene fizike in energije v zgradbah, na področju odpravljanja posledic naravnih nesreč in v okviru projekta »Znak kakovosti v graditeljstvu«.

Podrobnejši seznam predavanj je objavljen na spletnih straneh [www.gizrmk.si](http://www.gizrmk.si) ter na spletnih straneh in v gradivih sejma DOM.

Predstavljene bodo tudi aktivnosti EKO SKLADA, Slovenskega okoljskega javnega sklada, namenjene kreditiranju in subvencioniranju okolju prijaznih naložb fizičnih in pravnih oseb.

Poleg tematskih predavanj bodo med sredo in petkom, izvedene še tri krajše strokovne delavnice s področij: energetska učinkovite gradnje in prenove stavb, mreženja in usposabljanja strokovnjakov za izdelavo energetskih izkaznic in energetskih pregledov ter okoljskega in trajnostnega vrednotenja stavb, s poudarkom na zelenem javnem naročanju, upoštevanje LCA in LCC.

Predstavljeni bodo tudi mednarodni projekti programa EIE ENFORCE, Come2CoM, Clean Drive, ESOLi, BUY SMART, TABULA in raziskovalni projekt programa FP7 OPEN HOUSE na področju razvoja kazalnikov trajnostne gradnje.

Celodnevna strokovna delavnica projekta Come2CoM na temo razvoja programov in ukrepov trajnostne energetske politike v lokalnih skupnostih v okviru Konvencije županov pa bo potekala v četrtek, v dvorani 3 - Urška.



V torek, 8. marca, bodo v okviru slavnostne otvoritve sejma DOM, najboljšim storitvam s področja stavbnega pohištva podeljena priznanja Znak kakovosti v graditeljstvu, tokratna podelitev je že petnajsta po vrsti. Znak kakovosti v graditeljstvu je neobvezen certifikacijski znak in blagovno storitvena znamka, ki označuje najboljše izdelke in storitve s področja graditeljstva na območju RS. Glavni cilji projekta ZKG so promocija najkakovostnejših izdelkov in storitev, dvig kakovosti graditeljstva v RS ter informiranje in varovanje naročnikov/uporabnikov.

Projekt Znak kakovosti v graditeljstvu bomo predstavili tudi na predavanjih, ki jih Gradbeni inštitut ZRMK pripravlja v okviru projekta ENSVET.


## Strokovna svetovanja o leseni montažni gradnji

Sekcija slovenskih proizvajalcev montažnih hiš združuje devet proizvajalcev: JELOVICA HIŠE d.o.o., KAGER HIŠA d.o.o., LESIMPEX d.o.o., LUMAR IG d.o.o., MARLES HIŠE d.o.o., RIHTER d.o.o., RIKO HIŠE d.o.o., RIMA d.o.o. in SMREKA d.o.o. ter deluje v okviru Združenja lesne in pohištvene industrije pri GZS že od leta 1999.

Pomembni nalogi sekcije sta organiziranje promocijskih dejavnosti za popularizacijo in uveljavitev lesene montažne gradnje in sodelovanje z raziskovalnimi institucijami in poslovnimi partnerji na vseh tistih razvojnih področjih, ki so usmerjeni v spodbujanje in razvoj lesene gradnje.

V sekciji SPMH sodelujejo samo proizvajalci montažnih hiš, ki nudijo nadstandardno kakovost, preverjeno s strani neodvisnih institucij in s tem bodoče investitorje ščitijo pred slabo kakovostjo.

Naš cilj je tudi, da investitorjem, ki se odločajo za gradnjo nudimo ustrezna strokovna znanja in informacije, da bo določitev lažja, pravilna in bodo lahko uresničili svoje želje. Zato je sekcija SSPMH k sodelovanju povabila eminentne strokovnjake s področja inovativne lesene gradnje, ki bodo na voljo za **individualna strokovna svetovanja, v Dvorani A Kupola na razstavnem prostoru 6**.

Program SSPMH (Začasni)			
Štand št.: 6 v dvorani A (kupola)			
	TEMA	IZVAJALEC/ Dopoldne 11h -13h	IZVAJALEC / Popoldne 16h -18h
Torek / 8. marec	Predstavitve/svetovanje o nagradi  <i>(prvenstveno namenjeno podjetjem razstavljalcem)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>STROKOVNA KOMISIJA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>STROKOVNA KOMISIJA</li> </ul>
Sreda / 9. marec	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pravilno načrtovanje naravne osvetlitve preko steklenih površin v enodružinski hiši je zelo pomembno z različnih vidikov</li> <li>Finančno svetovanje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Banka Sparkasse d.d.</li> </ul>	VELUX Slovenija d.o.o. <ul style="list-style-type: none"> <li>Neža Močnik, udia</li> </ul>
Četrtek / 10. marec	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lesni škodljivci in konstrukcijska zaščita lesa</li> <li>Finančno svetovanje</li> </ul>	BTF Ljubljana, Oddelek za lesarstvo <ul style="list-style-type: none"> <li>dr. Franc Pohleven</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Banka Sparkasse d.d.</li> </ul>
Petek / 11. marec	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dodeljevanje nepovratnih sredstev za učinkovito rabo in obnovljive vire energije</li> <li>Kreditiranje občanov, pravnih oseb in samostojnih podjetnikov</li> <li>Finančno svetovanje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eko sklad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Banka Sparkasse d.d.</li> </ul>
Sobota / 12. marec	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pravilna racionalna zasnova dobre nizkoenergijske lesene montažne hiše (značilnosti lesene montažne hiše z vidika prenove in energetska varčnosti, požar, potres, zvok)</li> </ul>	Fakulteta za gradbeništvo Maribor <ul style="list-style-type: none"> <li>dr. Mirko Premrov, univ.dipl.inž.gradb</li> <li>dr Vesna Žegarac Leskovar, udia</li> </ul>	Fakulteta za gradbeništvo Maribor <ul style="list-style-type: none"> <li>Dr Mirko Premrov, univ.dipl.inž.gradb</li> <li>dr Vesna Žegarac Leskovar, udia</li> </ul>
Nedelja / 13. marec	<ul style="list-style-type: none"> <li>Finančno svetovanje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Banka Sparkasse d.d.</li> </ul>	

SPONZOR PROGRAMA:  Drugačna banka

Podrobnejši program svetovanj je objavljen na spletni strani; [www.gzs.si/slo/53333](http://www.gzs.si/slo/53333)

Več informacij: Mirijana Bračič, e-pošta: [lesarstvo@gzs.si](mailto:lesarstvo@gzs.si)

Člani Sekcije slovenskih proizvajalcev montažnih hiš, ki razstavljajo na DOM11:



## Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo in Silvaprodukt d.o.o.

organizirata v *četrtek, 31. marca 2011 ob 10.00 v dvorani 2*  
v okviru sejma MEGRA na Pomurskem sejmu v Gornji Radgoni

### posvet: »LES - GRADBENI MATERIAL PRIHODNOSTI«

#### Program:

- 9.30 - 10.00** Registracija in prihod udeležencev
- 10.00 - 10.10** Uvodni pozdrav
- 10.10 - 11.50** **1. del posveta: Pomen rabe lesa – nekoč in danes**
- 10.10 - 10.30** **Lesena hiša skozi čas**  
dr. Vito Hazler, UL, Filozofska fakulteta, Oddelek za etnologijo in kulturno antropologijo
- 10.30 - 10.50** **Uporaba lesa v gradbeništvu v boju proti podnebnim spremembam**  
dr. Franc Pohleven, UL, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
- 10.50 - 11.10** **Energetsko učinkovita lesena gradnja**  
dr. Miroslav Premrov in dr. Vesna Žegarac Leskovar, UM, Fakulteta za gradbeništvo
- 11.10 - 11.30** **Energija in stavbe - uporaba lesa v gradbeništvu - korak v smeri nizkoogljične družbe**  
dr. Vincenc Butala, UL, Fakulteta za strojništvo
- 11.30 - 11.50** **Sodobne lesene gradnje v Sloveniji**  
dr. Manja Kitek Kuzman, UL, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
- 11.50 - 12.10 Odmor za prigrizek in kavo
- 12.10 - 13.10** **2. del posveta: Zaščita vgrajenega lesa**
- 12.10 - 12.30** **Predstavitve zaščite lesa v Sloveniji in podjetja Silvaprodukt d.o.o.**  
Dušan Radoš, Silvaprodukt d.o.o.
- 12.30 - 12.50** **Lesni škodljivci in konstrukcijska zaščita lesa**  
dr. Franc Pohleven, UL, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
- 12.50 - 13.10** **Kemična zaščita lesenih objektov**  
dr. Miha Humar, UL, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
- 13.10-13.30** **Uporaba modificiranega lesa v gradbeništvu**  
Aleš Železnikar, Silvaprodukt d.o.o.
- 13.30 - 14.00** **Odperta diskusija**

Posvet sponzorira podjetje SILVAPRODUKT d.o.o.

## Gozdarski inštitut Slovenje

organizira v *četrtek, 31. 3. 2011 od 15.00 do 17.00 v dvorani 2*  
v okviru sejma MEGRA na Pomurskem sejmu v Gornji Radgoni

### posvet: LES KOT ENERGEN

#### Predavanja:

- 1. Količinski prikaz rabe lesa v Sloveniji** (mag. Mitja Piškur, Gozdarski inštitut Slovenije)
- 2. Lesna goriva in določanje njihove kakovosti** (dr. Nike Krajnc, Gozdarski inštitut Slovenije)
- 3. Biomasni logistični centri in energetsko pogodbeništvu** (Christian Metschina, Kmetijsko gozdarska zbornica avstrijske Štajerske)
- 4. Primeri dobre prakse pridobivanja, predelave in rabe lesa kot energenta** (Biomasa d.o.o.)

Dogodek bo organiziran v okviru mednarodnega projekta: Wood heat solution