

letnik 61
številka 06-2009
UDK 630
ISSN 0024-1067
Cena 4,50 EUR



revija o lesu in pohištvu

leswood



Strukturni gradniki celične stene ■ LIGNA 2009 ■ Razstave na srednjih lesarskih šolah ■ Pohlep in malomarnost




STILLES

www.stilles.com

salon de prezentare:

Savelska cesta 13, 8290 Sevnica, tel. 07 81 61 000

magazin prezentatelor:

Savelska cesta 13, 8290 Sevnica, tel. 07 81 61 016

Dvornjska cesta 22, 1000 Ljubljana, tel. 01 43 40 175



revija o lesu in pohištvu

les

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 urednik: prof. dr. Franc Pohleven
Odgovorni urednik: doc. dr. Miha Humar
Direktor: Bojan Pogorevc, univ. dipl. inž.
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: Bruno Gričar

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, 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 Nešić (Beograd), prof. dr. Radovan Despot (Zagreb) prof. dr. Vito Hazler, doc. dr. Miha Humar, prof. dr. Marko Hočevar, doc. dr. Manja Kitek Kuzman, Alojz Kobe, univ. dipl. inž., dr. Nike Krajnc, strok. svet. Borut Kričej, prof. dr. Jože Kušar, doc. Nada Matičič, prof. dr. Primož Oven, prof. dr. Marko Petrič, prof. dr. Franc Pohleven, mag. Marija Slovnik, doc. dr. Milan Šernek, prof. dr. dr. h. c. Niko Torelli, Stojan Ulčar, mag. Miran Zager, doc. Maruša Zorec, 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 objave 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.

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

ODDELEK ZA LESARSTVO – TRDEN ČLEN V MOZAIKU BIOTEHNIŠKE FAKULTETE

Biotehniška fakulteta je pestra naravoslovno-tehniška akademska skupnost profesorjev, raziskovalcev, študentov in drugih sodelavcev, ki deluje na področju narave in naravnih virov, jih vzdržuje, sooblikuje in hrani za prihodnje generacije. Tako pomembno prispevamo k racionalnemu nacionalnemu gospodarskemu razvoju ter varujemo naše naravne vire in dediščino, ki nam je zapana. Raznolikost naravoslovno-tehniških znanj nam omogoča kakovostno interdisciplinarno delovanje, ki je osnovni pogoj za kompleksno reševanje problemov na tem področju.



Lesarsko izobraževanje ima v slovenskem prostoru že dolgo tradicijo. Leta 1888 je pri nas delovala Strokovna šola s področja lesarstva, leta 1911 je bila ustanovljena Mojstrska šola lesarstva, leta 1920 Tehniška srednja šola z delovodsko šolo in leta 1947 Lesno industrijski odsek na Tehnični srednji šoli. Leta 1949 smo dobili univerzitetni izobraževalni program Lesarstva v okviru gozdarskega oddelka tedanje Agronomske fakultete. Leta 1973 je bil ustanovljen Oddelek za lesarstvo, ki je do danes prehodil pestro in plodno razvojno pot ter postal pomemben člen v ponudbi številnih izobraževalnih programov v novem Bolonjskem procesu.

Oddelek za lesarstvo danes nudi dva triletna Bsc programa: univerzitetni program Lesarstvo in visoki strokovni program Tehnologije lesa in vlaknatih kompozitov. Prav tako študentje v nadaljevanju študijske poti lahko vpišejo dvoletni Msc program Lesarstvo. Univerzitetni Bsc program vključuje približno 10 % študentov Biotehniške fakultete, strokovni program pa 25 %. Na univerzitetnem programu v zadnjih letih opažamo nekoliko manjši interes študentov, tudi na račun tega, ker so v Sloveniji propadli številni veliki sistemi, ki so se ukvarjali z lesarstvom. Na tem področju je zadnje čase na žalost manj možnosti za zaposlitev. Obratno pa je na strokovnem Bsc študiju, saj je interes izjemno velik in se kandidati, ki uspešno zaključijo ta študij, zlahka zaposlijo v privatnih podjetjih ali v večjih sistemih. Lahko se tudi pohvalimo, da ima večina kandidatov službo zagotovljeno že veliko pred diplomo. 44 zaposlenih na oddelku za lesarstvo predstavlja velik raziskovalni, pedagoški in razvojni potencial za razvoj panoge, ki ima v našem prostoru dolgo tradicijo in izjemno veliko surovinsko bazo ter lahko pomeni številna nova kakovostna delovna mesta tudi v prihodnje.

Svetovna gospodarska kriza, ki je pošteno oplazila tudi Slovenijo po mojem mnenju ni kriza poštenega in prizadevnega dela ampak predvsem kriza moralnih vrednot. Ponujalo in prodajalo se je tisto, česar pravzaprav ni bilo. V panogi kot je lesarstvo seveda ne gre tako, saj je potrebnega veliko znanja, dobrih idej in pridnih rok. Tem sledijo lepi, novi in za trg zanimivi izdelki, ki so funkcionalni in vrhunske kakovosti.

Sodelavci Oddelka za lesarstvo skupaj s študenti predstavljajo pomemben kapital za nov preboj v tej panogi. Prizadevajo si za smotrno izrabo tistih virov, ki nam jih v Sloveniji tako velikodušno ponuja narava, da bi zadovoljili potrebe domačih in tujih uporabnikov. Prepričan sem, da bomo znali izrabiti te možnosti in v prihodnje prispevali še več v svoje dobro, dobro Biotehniške fakultete in dobro vseh ljudi, ki znajo ceniti vrhunske domače proizvode iz lesa!

Dekan prof. dr. Franci ŠTAMPAR

Primož OVEN*, Gregor REP**, Viljem VEK***

630*813.1

STRUKTURNI GRADNIKI CELIČNE STENE IN VARIABILNOST KEMIJSKE SESTAVE LESA

Structural components of cell wall and variability of chemical composition of wood

Izvleček: V pričujočem prispevku so klasificirane kemijske snovi v lesu in definirane strukturne komponente celične stene. Opisana je variabilnost kemijske sestave celične stene lesa iglavcev in listavcev ter pojasnjen prispevek posameznega stenskega polimera k izbranim lastnostim lesa.

Ključne besede: lignin, celuloza, hemiceluloze, polioze, les, lastnosti, variabilnost

Abstract: Chemical compounds of wood are classified and structural components of cell wall defined in this paper. Variability in chemical composition of cell wall in softwoods and hardwoods and contribution of individual wall component to selected wood properties is described.

Keywords: lignin, cellulose, hemicelluloses, polyoses, wood properties, variability

UVOD

Lastnosti lesa so posledica vzajemnega učinka makroskopskih morfoloških posebnosti materiala (prisotnost in porazdelitev različnih tipov lesnega tkiva, na primer: reakcijski, juvenilni, adultni les, jedrovina, diskoloracije, grče, itd.), anatomije (različne vrste celic in njihova biometrija, razporeditev in delež v tkivu, itd.), ultrastrukture (plastovitost celične stene) in kemijske sestave (sestavine celičnih sten, njihova medsebojna povezanost, itd.) (Dinwoodie, 2000; de Zeeuw, 1965).

Les je biokemičen proizvod dreves. Je naraven tkivni polimerni kompozit in se po izvoru in kombinaciji lastnosti bistveno razlikuje od drugih trdnih snovi, ki jih po Callisterju (1997) lahko razvrstimo v naslednje skupine materialov: kovine, keramika, polimeri, kompoziti, polprevodniki,

biomateriali in napredni materiali. Različne kombinacije razporeditve celic in kemijskih snovi v lesu, ki so posledica genetskih dejavnikov ali/in učinkov okolja, imajo odločilen vpliv na razlike med lesnimi vrstami, na variabilnost lastnosti znotraj iste vrste in v okviru posameznega drevesa (Dinwoodie, 2000; Zobel in van Buijtenen, 1989; Panshin in de Zeeuw, 1980). V tradicionalni lesarski znanosti se je uveljavilo prepričanje, da je vir variabilnosti lastnosti lesa mikro in mezo-mikroskopski nivo, vendar je z razvojem sodobnih raziskovalnih metod postalo jasno, da temu ni vedno tako (Savidge in sod., 2000).

Tako je na primer z manipulacijo biokemičnih mehanizmov nastajanja celičnih polimerov mogoče spremeniti kemijsko sestavo celičnih sten in s tem lastnosti lesa določene drevesne vrste (Boerjan in sod., 2003).

V pričujočem prispevku želimo predstaviti klasifikacijo kemijskih snovi, ki sestavljajo les, jih definirati v kemijskem smislu, opisati polimerno sestavo celične stene, na izbranih primerih ilustrirati variabilnost zastopanosti strukturnih komponent celične stene in izvor variabilnosti ter pojasniti vpliv teh snovi na nekatere lastnosti lesa.

* prof. dr., Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina, C. VIII/34, 1000 Ljubljana, e-pošta: primož.oven@bf.uni-lj.si

** univ. dipl. kemik, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina, C. VIII/34, 1000 Ljubljana

*** mladi raziskovalec, univ. dipl. inž. lesarstva, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina, C. VIII/34, 1000 Ljubljana

Kemijska sestava namreč določa lastnosti lesa zaradi (a) kemijskih lastnosti molekul, ki se nahajajo v celični steni in medceličnih prostorih, (b) porazdelitve kemijskih snovi v visoko organizirani celični steni ter (c) različnih relativnih razmerij kemijskih snovi v posamezni celici in ksilemskih tkivih (Fengel in Wegener, 1989; Pereira in sod., 2003). Kemijska sestava torej določa lastnosti lesa na nivoju osnovnih enot, molekulskih struktur in medmolekulske organizacije. Specifične lastnosti lesa, raba lesa in kakovost končnih proizvodov so neposredno povezani s kemijsko sestavo lesa. Zaradi prepletenosti kemijske sestave lesa z mikroskopsko in makroskopsko organizacijo materiala ni mogoče vedno izpostaviti prevladujočega vplivnega dejavnika, zagotovo pa drži, da so merljive lastnosti lesa posledica vzajemnega učinka kemije, anatomije in morfologije lesa.

KLASIFIKACIJA KEMIJSKIH SNOVI V LESU

Kemijske snovi, ki sestavljajo les, lahko klasificiramo na osnovi molekulske mase ali topografsko (Fengel in Wegener, 1989; Sjöström, 1993; Browning, 1963). Tako lahko razlikujemo snovi z veliko molekulsko maso in snovi z majhno molekulsko maso (slika 1), topografsko pa jih lahko razdelimo na strukturne in nestrukturne komponente. Strukturne snovi gradijo celično steno in tako določajo obliko celic ter večino fizikalnih in mehanskih lastnosti lesa. Strukturne komponente olesenele celične stene so netopne makromolekule celuloze, hemiceluloz in lignina.

Nestrukturne snovi se nahajajo v celičnih lumnih, v praznih prostorih v celični steni ter v medceličnih prostorih in jih običajno označujemo tudi z izrazi ekstraktivi, zunajcelične snovi, ekstracelularne snovi (Fengel in Wegener, 1989; Sjöström, 1993; Hillis, 1962). Ekstraktivi vključujejo veliko skupino kemijskih spojin, običajno z majhno molekulsko maso, samo nekateri izmed njih pa so makromolekule. Organske zunajcelične snovi so večinoma topne in jih je iz lesa mogoče odstraniti z uporabo topil ustrezne polarnosti, ne da bi se pri tem spremenila njihova kemijska

zgradba ali zgradba preostalih strukturnih komponent. Anorganske snovi so prisotne v majhnih količinah in jih običajno označujemo z izrazom pepel.

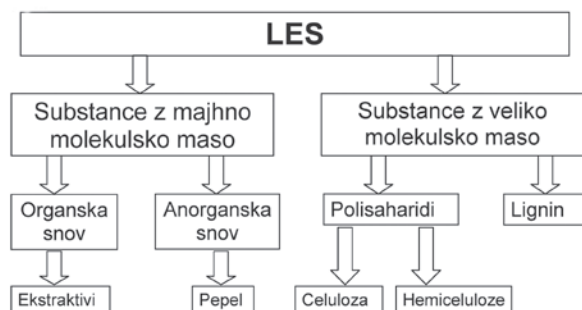
Z vidika elementne sestave je les zgrajen pretežno iz ogljika (ki v masi absolutno suhega lesa predstavlja od 49 % do 50 %), vodika (6 %), kisika (od 44 % do 45 %) in dušika (od 0,1 % do 1,0 %). Ogljik, vodik in kisik sestavljajo nizkomolekularne ekstraktive ter organske komponente celične stene lesa. V manjših količinah (med 0,2 % in 1,0 %) se v lesu nahajajo tudi mineralne snovi, kot so npr. kalcijeve, kalijeve, magnezijeve soli (Tsoumis, 1991).

STRUKTURNE KOMPONENTE CELIČNE STENE

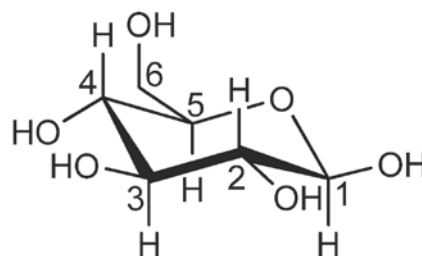
CELULOZA

Celuloza je osnovna enota rastlinske celice in najpomembnejši naravni produkt živih organizmov. Okrog 40 % rastlinskega ogljika je vezanega v celulozi, kar pomeni, da se v kopenskih rastlinah planeta nahaja okrog $26,5 \times 10^{10}$ ton celuloze (Fengel in Wegener, 1989). Celuloza je tudi osnovna sestavina lesa in skeletni polisaharid celične stene. Sestavljena je iz medsebojno povezanih molekul β -D glukoze ($C_6H_{12}O_6$) v piranozni obliki (slika 2). Pri vezavi dveh sosednjih molekul β -D glukoze poteče reakcija med hidroksilno skupino na C1 atomu prve molekule in hidroksilno skupino na C4 druge molekule, pri čemer se izloči molekula vode. β -položaj hidroksilne skupine na C1 atomu povzroči zasuk naslednje molekule glukoze okrog osi vezi C1 - C4 (slika 3). Tako nastala celobiozna enota je ponavljajoča se strukturna enota celuloze. Celuloza je torej sestavljena iz anhidroglukopiranoznih enot, ki so med seboj povezane z β -(1-4) glikozidnimi vezmi (Fengel in Wegener, 1989; Sjöström, 1993; Zugenmaier, 2008).

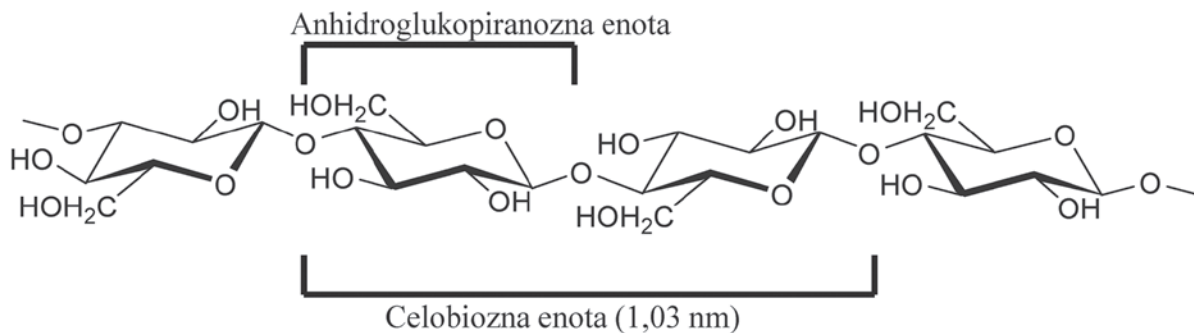
Celulozna veriga je ravna, glukozne molekule pa so razporejene v eni ravnini. To omogočajo β -glikozidne vezi, glukopiranozna enota v energetsko stabilnejši konformaciji stola in ekvatorialna usmerjenost hidroksilnih skupin (sliki 2, 3) (Fengel in Wegener, 1989; Okamura, 1991; Pereira in sod., 2003).



□ Slika 1. Kriterij molekulske mase kot osnova za klasifikacijo snovi, ki sestavljajo les (Fengel in Wegener, 1989)



□ Slika 2. β -D glukopiranoza v konformaciji stola (4C_1). Položaj substituentov OH-2, OH-3, OH-4 in CH_2OH je ekvatorialen. Oštevilčni so C atomi.



□ Slika 3. Stereokemijski prikaz dela molekule celuloze z označeno monomerno in celobiozno enoto.

Empirična formula celuloze je $(C_6H_{10}O_5)_n$, pri čemer je n število enot glukoze v molekuli celuloze oziroma stopnja polimerizacije. Stopnja polimerizacije za nativno celulozo v sekundarni (celični) steni znaša okrog 10.000, kar ustreza dolžini 5 μm , v primarni steni pa znaša stopnja polimerizacije od 2.000 do 4.000 (Pereira in sod., 2003). Dimenzija molekule glukopiranoze upošteva van der Waalsov radij atomov pa je v ravnini piranoznega obroča 1 nm in pravokotno na ravnino obroča 0,5 nm (Fengel in Wegener, 1989).

Od večine rastlinskih polisaharidov se celuloza razlikuje po znatno daljši, ravni, nerazvejani molekularni verigi, zgrajena je iz enega enostavnega sladkorja in se tudi v naravi pojavlja v kristalinični obliki (Preston, 1986). Celulozne molekule izkazujejo težnjo po tvorbi intramolekularnih in intermolekularnih vodikovih vezi. Tako nastanejo mikrofibrile, v katerih se izmenjujejo visoko urejena kristalinična območja z neurejenimi, amorfniimi področji (Sjöström, 1993). Tematika kristalinične zgradbe celuloze presega domet tega prispevka, zato želimo bralca usmeriti na aktualen pregled problematike polimorfni oblik kristalinične celuloze, ki je dosegljiv v Zugenmaier (2008).

HEMICELULOZE

Hemiceluloze, imenovane tudi polioze, so necelulozni polisaharidi, ki predstavljajo snovi z različno kemijsko sestavo in molekularno strukturo. Za poimenovanje teh polisaharidov se je uveljavil izraz hemiceluloze, ki je bil osnovan na predpostavki, da so ti polisaharidi biokemični prekurzorji pri sintezi celuloze (Schulze, 1891 iz Fengel in Wegener, 1989), kar ne drži. Nekateri avtorji (Fengel in Wegener, 1989) dajejo izrazu polioze prednost v izogib možnih nesporazumov, ki naj bi izvirali iz terminologije, ki se uporablja v kemijski tehnologiji. V tem prispevku bomo uporabljali izraz hemiceluloze in z njim poimenovali heteropolimere, ki jih običajno klasificiramo na osnovi glavnih tipov sladkornih enot, ki jih sestavljajo.

Med monosaharidi hemiceluloz prevladujejo (slika 4)

pentoze (β -D-ksiloza, α -L-arabinoza), heksoze (β -D-manoza, β -D-glukoza, α -D-galaktoza), uronske kisline (β -D-glukuronska kislina, α -D-4-O-metilglukuronska kislina in α -D-galakturonska kislina). Pri iglavcih so te enote predvsem manozo in nekaj ksiloze, pri listavcih pa prevladuje ksiloza, manj je manoze (Shimizu, 1991; Schuerch, 1963).

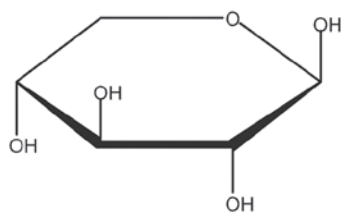
V primerjavi s celulozo je značilnost hemiceluloz med drugim to, da so heteropolimeri, ki jih sestavljajo od 2 do 3 različni monomeri; molekula je običajno sestavljena iz linearne ogrodne verige, na katero so vezane monomerne enote ali kratke stranske verige; -OH skupine sladkornih enot lahko nadomestijo acetilne skupine ($-\text{COCH}_3$); stopnja polimerizacije je v povprečju okrog 150 do 200; v celični steni so amorfne. Hemiceluloze torej nimajo enovite molekulske in tudi ne monomerne sestave. Stopnja polimerizacije in razvejanost molekule je odvisna od lesne vrste in tipa lesa.

V tem prispevku navajamo samo najpomembnejše predstavnike hemiceluloz (Timell, 1967; Tišler in Pavlič, 2000). Prevladujoče hemiceluloze pri listavcih so ksilani, manj je glukomananov (Timell, 1964). Pri iglavcih prevladujejo galaktoglukomanani, manj je ksilanov (Timell, 1965).

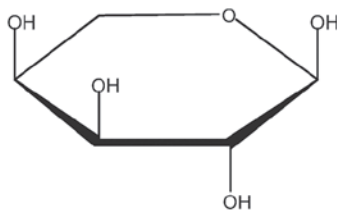
Ksilani listavcev so v kemijskem smislu O-acetil-4-O-metilglukoronoksilani (slika 5). Glavna veriga je linearna, sestavljena iz enot β -D-ksilopiranoze, ki so povezane z β -(1-4) glikozidnimi vezmi. V povprečju so na vsako deseto molekulo ksiloze z vezmi α -(1-2) vezane enote α -D-4-O-metilglukuronske kisline. Približno pol enot ksiloze je acetiliranih na drugem ali tretjem ogljikovem atomu. Povprečna polimerizacijska stopnja je 100 do 200. Molekula je razvejana, vendar vsebuje samo eno kratko stransko verigo.

Ksilani iglavcev so arabino-4-O-metilglukuronoksilani (slika 5). Od ksilanov listavcev se nekoliko razlikujejo po sestavi in strukturi molekule. Linearna ogrodna veriga je prav tako sestavljena iz enot β -D-ksilopiranoze, ki so povezane z β -(1-4) glikozidnimi vezmi, na vsako peto ali

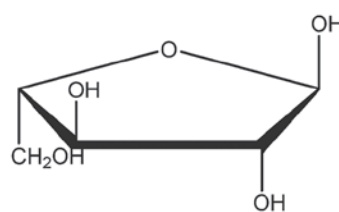
Pentoze



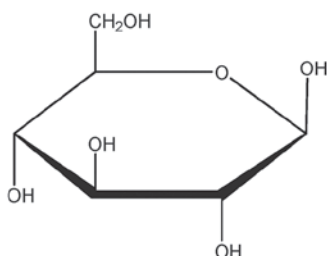
β -D-ksilozna
(β -D-Xylp)



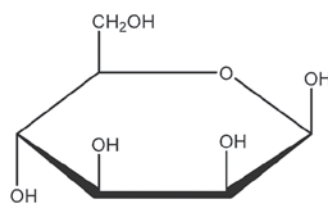
α -L-arabinopiranoza
(α -L-Arap)



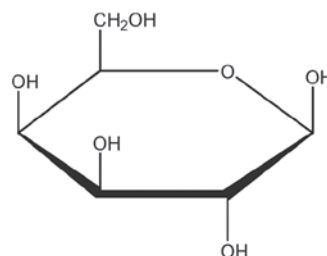
α -L-arabinofuranoza
(α -L-Araf)



β -D-glukoza
(β -D-Glup)

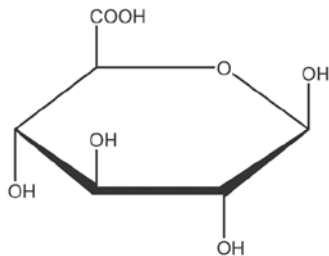


β -D-manoza
(β -D-Manp)

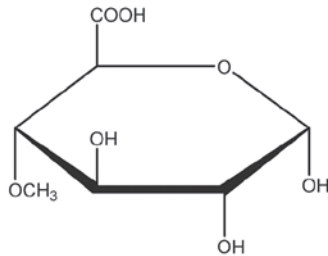


α -D-galaktoza
(α -D-Galp)

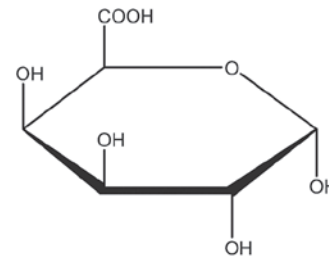
Heksuronske kisline



β -D-glukuronska kislina
(β -D-GlupA)

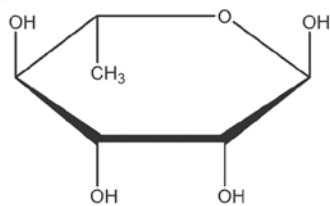


α -D-4-O-metilglukuronska kislina
(α -D-Me-GlupA)

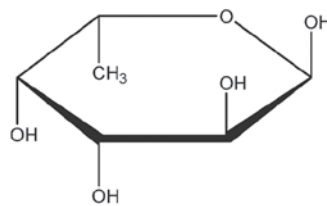


α -D-galakturonska kislina
(α -D-GalpA)

Deoksi heksoze

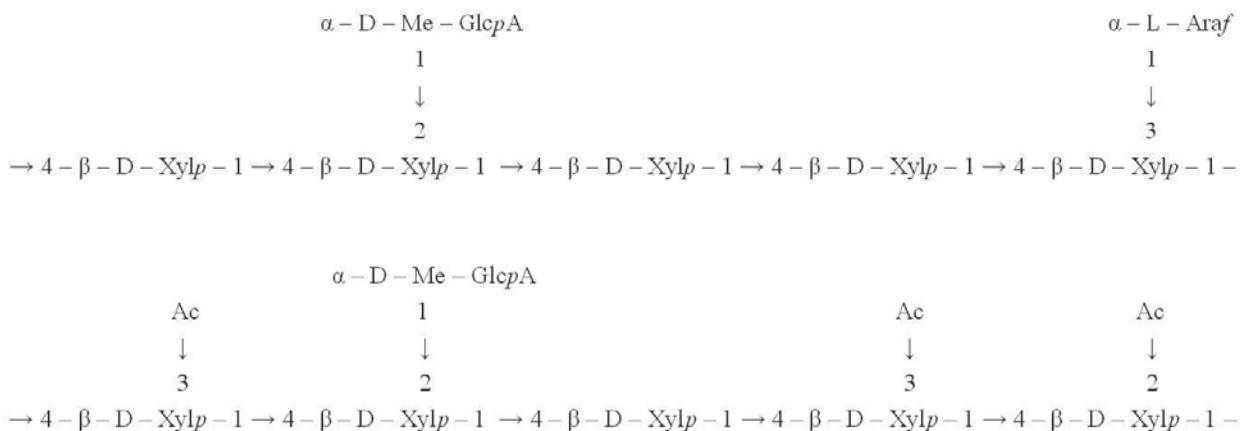


α -L-ramnoza
(α -L-Rhap)



α -L-fukoza
(α -L-Fukp)

- Slika 4. Strukturne formule glavnih monosaharidnih enot lesnih hemiceluloz. Navedene se tudi okrajšave sladkornih enot, ki sestojijo iz treh črk imena in četrte črke, ki označuje piranozno (p) ali furanozno (f) obliko sladkorja. Uronske kisline so označene še s peto črko (A = acid)



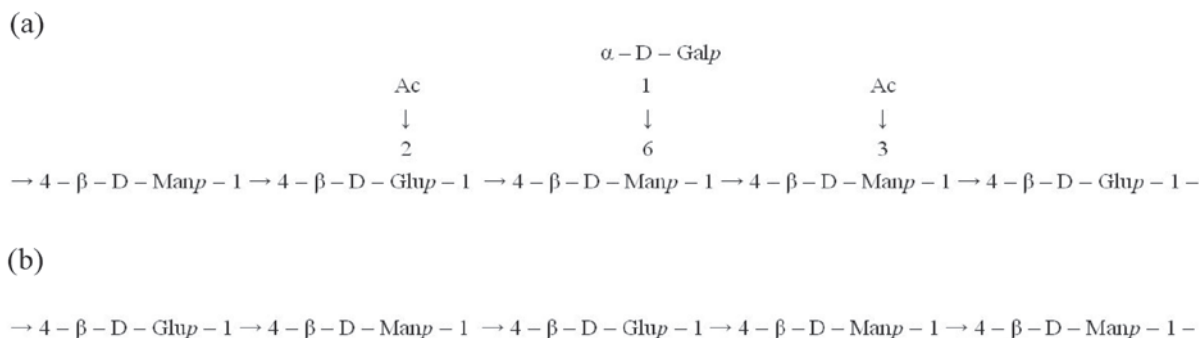
□ Slika 5. Molekulska sestava tipičnega O-acetil-4-O-metilglukuronoksilana listavcev (a) in arabino-4-O-metilglukuronoksilana iglavcev (b). (Prirejeno po Fengel in Wegener, 1989).

šesto enoto ksiloze pa je z vezmi α -(1-2) vezana α -D-4-O-metilglukuronska kislina. V nasprotju s ksilani listavcev je pri iglavcih na vsako šesto ali deseto enoto ksiloze z α -(1-2) vezmi vezana še enota α -L-arabinofuranoze. Stopnja polimerizacije je manjša kot pri listavcih in znaša 50–185. Molekula ksilana iglavcev je razvejena, z eno ali dvema stranskima verigama na molekulo.

Manani, natančneje O-acetilgalaktoglukomanani (slika 6), so prevladujoče hemiceluloze v lesu iglavcev. Linearno ogrodno verigo sestavljajo enote β -D-manopiranoze (β -D-Manp) in β -D-glukopiranoze (β -D-Glup), ki so med seboj povezane z β -(1-4) glikozidnimi vezmi. Razmerje med β -D-Manp in β -D-Glup je približno 3 : 1, enote pa so v verigi razporejene naključno. Stranske verige α -D-galaktopiranoze so na enote manoze in glukoze vezane z α -(1-2) glikozidnimi vezmi. Približno polovica enot manoze je acetiliranih na drugem ali tretjem ogljikovem atomu. Povprečna stopnja polimerizacije je med 40 in 100.

V lesu listavcev imajo manani linearno ogrodno verigo, ki jo v razmerju 1-2 : 1 sestavljajo enote β -D-manopiranoze in β -D-glukopiranoze, ki so povezane z β -(1-4) glikozidnimi vezmi (slika 6), in so torej glukomanani. Enote so razporejene naključno, veriga pa se verjetno razveji. Povprečna stopnja polimerizacije je od 4 do 70.

Za razliko od celuloze, ksilani ne morejo ustvarjati močnih intermolekularnih povezav z vodikovimi vezmi zaradi nepravilne razporeditve stranskih skupin in razvejanosti vzdolž ogrodne verige. Povezovanje molekul ksilana v supramolekularno rešetko torej ni mogoče, vsaj ne na večjih dolžinah. Ksilan je v primerjavi z verigo heksozana bolj fleksibilen, zato ker manjkata primarna hidroksilna skupina in primarni ogljikov atom, ki zaradi stereokemičnih razlogov in intramolekularnih vodikovih vezi sicer podelita molekuli togost (Pereira in sod., 2003). Na podoben način O-acetilne skupine preprečujejo orientacijo verig v galaktoglukomananih, prisotnost stranskih skupin galaktoze in razvejanost pa preprečujeta združevanje v kristalno rešetko.



□ Slika 6. Molekulska sestava (a) O-acetilgalaktoglukomanana iglavcev, prevladujoče hemiceluloze v lesu iglavcev (b) in glukomanana listavcev. (Prirejeno po Fengel in Wegener, 1989).

Hemiceluloze lahko v celični steni ustvarijo ohlapen fibrilarni pletež, z nakazano usmerjenostjo ogrodne verige vzporedno s celuloznimi molekulami. Zaradi številnih hidroksilnih skupin se hemiceluloze preko vodikovih vezi povezujejo s celulozo in z ligninom. Kemijska in encimska reaktivnost hemiceluloz je prav tako posledica razpoložljivosti številnih hidroksilnih skupin, glikozidnih vezi in tudi estrskih vezi acetilnih skupin ksilanov. Hemiceluloze so zaradi številnih razpoložljivih hidroksilnih skupin najbolj higoskopna snov olesenele celične stene.

DRUGI STRUKTURNI POLISAHARIDI

Les vsebuje tudi manjše količine raznovrstnih polisaharidov, kot so pektinske snovi, škrob in strukturni proteini (Sjöström in Westermarck, 1999). Pektinske snovi predstavljajo heterogeno skupino polisaharidnih polimerov, ki vključuje galakturonan, ramnogalakturonan, arabinan in galaktane (Taiz in Zeiger, 2006). Mnenja o pojavu pektinov so deljena. Sjöström in Westermarck (1999) ugotavljata, da se pojavljajo samo v primarni steni, Rowell in sod. (2005) pa navajajo, da so prisotni tudi v membrani obokanih pikenj in v srednji lameli celic. Škrob je prvenstveno rezervni polisaharid, vendar se manjše količine škroba lahko nahajajo tudi v celični steni (Rowell s sod. 2005).

LIGNIN

Lignin je aromatski polimer, ki predstavlja okrog 20 % do 30 % stenskega materiala lesa. Je komponenta celične stene, zaradi katere se les razlikuje od drugih celuloznih materialov, ki jih je proizvedla narava. Lignin je izredno heterogena molekula, zato njegova kemijska zgradba, kot se pojavlja in situ, še ni docela raziskana (Pearl, 1967; Fengel in Wegener, 1989). Pri tem je potrebno dodati, da se med izolacijo lignina od drugih stenskih komponent vedno vsaj delno spremeni tudi njegova zgradba.

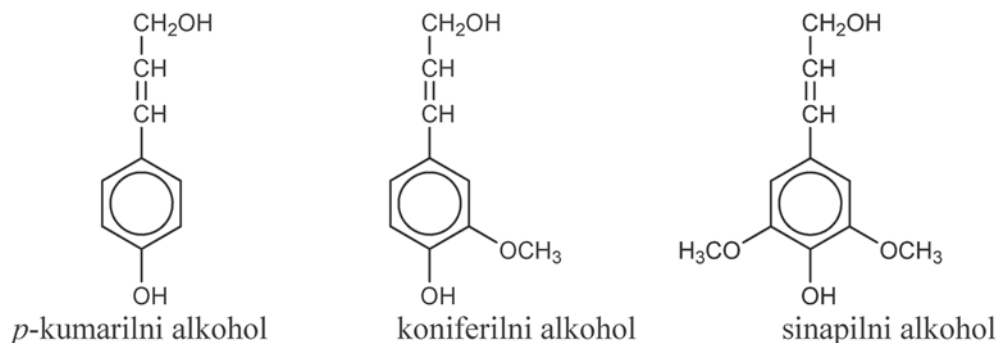
Glede na sestavo in strukturo makromolekule, ki se razlikuje glede na drevesno vrsto, tip lesa in položaj v celični steni, bi bilo umestneje uporabljati izraz lignini, vendar se je v strokovni javnosti uveljavila edninska oblika samostalnika za označevanje te družine molekul.

Lignin je makromolekula, ki nastane s polimerizacijo treh fenilpropanskih monomerov (enote z 9 C atomi), *p*-kumarilnega alkohola, koniferilnega alkohola in sinapilnega alkohola. Poimenovanje različnih tipov ligninov temelji na poimenovanju aromatskih obročev treh alkoholov; gvajacil (oznaka G), *p*-hidroksifenil označujemo s H in siringil s S. Za listavce je značilen gvajacilno-siringilni lignin (GS-lignin), ki je kopolimer koniferilnega in sinapilnega alkohola. Pri iglavcih je prevladujoč monomer koniferilni alkohol, lignin pa je gvajacilni lignin (G lignin).

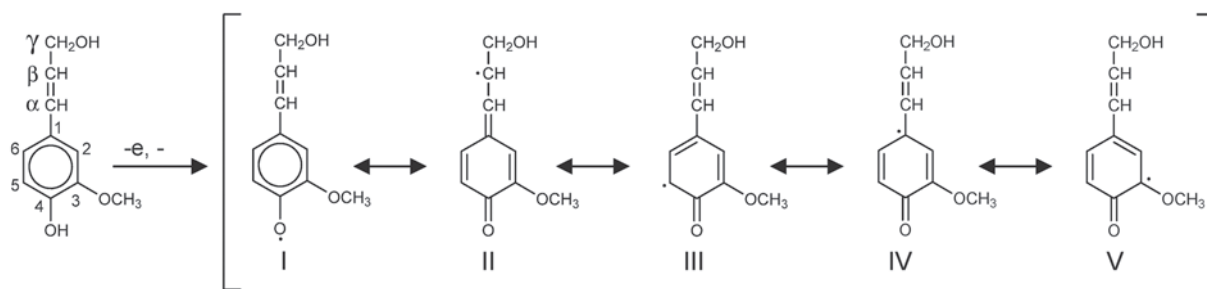
Na primeru koniferilnega alkohola je Freudenberg (1968) pojasnil nastanek ligninske molekule. Polimerizacija se začne z encimatskim dehidrogeniranjem hidroksilne skupine, pri čemer nastanejo fenoksi radikali. To so resonančno stabilizirane strukture z radikalskim karakterjem, ne samo na fenolnem kisikovem atomu, pač pa tudi na obročnih ogljikih 1, 3 in 5 ter na β ogljiku alifatske verige. Reakcije teh radikalov potekajo z naključnim povezovanjem, pri čemer nastanejo dimerne strukture imenovane dilignoli. Združevanje se lahko odvija na različnih mestih molekule. Pri tem nastanejo etrske in C-C vezi različnih tipov, kot so npr. β -O-4, α -O-4, β - β , β -5, 5-5, 4-O-5, β -1 (Sakakibara, 1991; Sjöström, 1993).

Verjetnost povezav je odvisna od reaktivnosti posameznih mest, pri čemer je β -O-4 najpogostejša vez v ligninski molekuli, na drugi strani pa kemijski razlogi preprečujejo reakcije med metoksilno skupino (-OCH₃) na C3 in obročnim ogljikom na C5 in C1.

Povezave potekajo prek intermedijata kinon metida, kar omogoča nastanek fenolnih dimernih struktur z vključe-



□ Slika 7. Osnovne monomerne enote ligninov.



□ Slika 8. Resonančne strukture radikalov, ki nastanejo pri encimatskem dehidrogeniranju koniferilnega alkohola (Freudenberg, 1968; Fengel in Wegener, 1989)

vanjem vode pri β -O-4 povezanih dilignolih, intramolekularno ureditvijo pri 5-5, β - β , β -5 povezanih dilignolih ali izločitvijo alifatske verige pri β -1 povezanih dilignolih (Freudenberg, 1968).

Polimerizacija se nadaljuje z nastankom radikala dilignola, ki lahko reagira z monomernim ali dilignolskim radikalom, pri čemer nastanejo tri- ali tetralignoli. Konstrukcija makromolekule se odvija z naključnim povezovanjem monolignolov in oligolignolov (Gričar in sod., 2005). Končna molekula ima 3D strukturo z različno vezanimi monomernimi enotami. V makromolekuli so prisotne različne funkcionalne skupine, aromatske in alifatske hidroksilne skupine, benzilni alkohol in etrske skupine, metoksilne in karboksilne skupine. Metoksilne skupine so značilnost lignina, pri čemer je v ligninu listavcev v povprečju več metoksilnih skupin (od 15 % do 22 %), kot v ligninu iglavcev (od 12 % do 18 %). Na osnovi elementne analize in določitve funkcionalnih skupin so določili enostavno molekulska formulo lignina smreke ($C_9H_{7,92}O_{2,88}(OCH_3)_{3,0,96}$) in lignina bukve ($C_9H_{7,93}O_{2,95}(OCH_3)_{3,1,46}$) (Fengel in Wegener, 1989).

Velikost makromolekule je predmet razprav. Tako naj bi bila povprečna molekulska masa od nekaj tisoč do 80.000, kar v prvem primeru ustreza molekuli s samo 20 enotami, v drugem pa naj bi bilo 400 enot. (Pereira in sod., 2003). Zaradi nenehnega napredka pri razumevanju strukture lignina se modeli ligninske makromolekule ves čas spreminjajo in dopolnjujejo (Tišler in Humar, 1999; Pearl, 1967; Fengel in Wegener, 1989; Sakakibara, 1991; Adler, 1977; Nimz, 1974). Lignin je amorfen in ne izkazuje organizirane supramolekularne strukture. Mikroskopske preiskave so razkrile, da se lignin nahaja v obliki sferičnih delcev velikosti 10 nm do 100 nm (Fengel in Wegener, 1989). V celični steni je lignin vezan na hemiceluloze z benzil estrskimi in etrskimi vezmi.

Aromatski obroči sestavljajo togo ogrodje makromolekule, alifatski deli pa so fleksibilni in dopuščajo različne nači-

ne vezave makromolekule s hemicelulozami in urejanja v razpoložljivih prostorih celične stene.

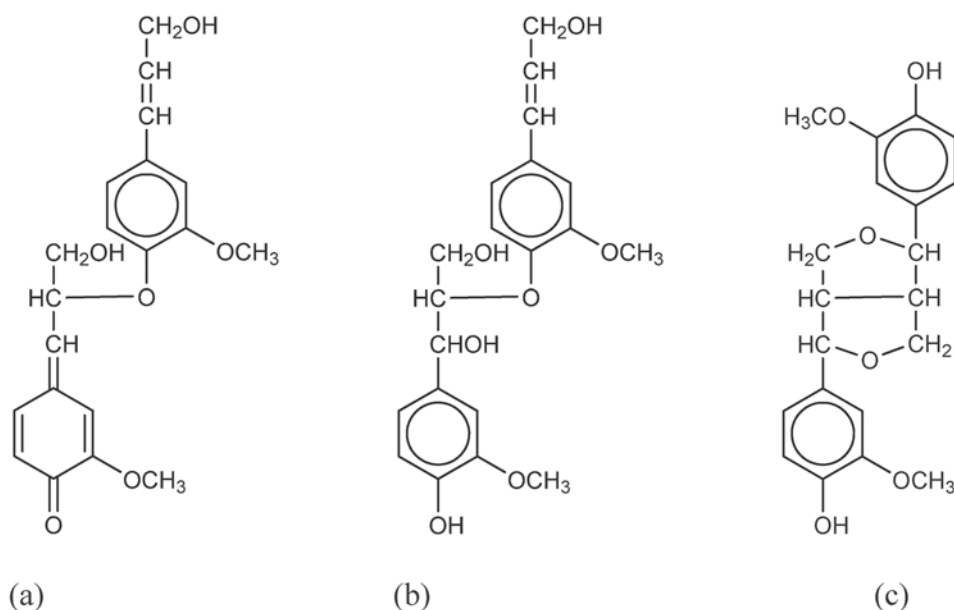
Lignin je zadnja strukturna komponenta, ki se vgradi v celično steno, zato je omejen prostor med polisaharidnimi verigami lahko najpomembnejši vzrok, da so fenilpropan-ske enote usmerjene vzporedno z mikrofibrilami. Zaradi kemijske strukture je lignin hidrofoben, trd in tog polimer, v katerem kovalentne vezi ustvarjajo tridimenzionalno mrežo, ki podela celični steni togost in tlačno trdnost.

VARIABILNOST ZASTOPANOSTI STRUKTURNIH SNOVI CELIČNE STENE V LESU

Zastopanost posameznih strukturnih komponent v lesu je v splošnem odvisna od geografskega in botaničnega porekla lesa, tropizmov, sekundarnih in degradacijskih procesov, tipa tkiv in celic in po definiciji vedno odraža sestavo plastovite celične stene.

Med različnimi tipi celic obstajajo znatne razlike v kemijski sestavi celične stene, intracelularno variabilnost sestave pa na tem mestu ilustriramo na primeru traheide smreke (Preglednica 1) (Fengel, 1969 iz Fengel in Wegener, 1989). Združena srednja lamela (ZSL) je močno lignificirana, celuloze pa je relativno malo. Lignin prevladuje v vogalnih stikih celic, več ga je v radialnih ZSL kot v tangencialno usmerjenih ZSL. V združeni srednji lameli se nahaja visok odstotek pektinov. V tej plasti celične stene je relativno velik odstotek hemiceluloz. V sekundarni celični steni prevladuje celuloza, odstotek lignina pa je relativno majhen.

Variabilnost pojava strukturnih komponent v različnih tkivih ilustrirajo razlike v kemijski sestavi juvenilnega in adultnega ter reakcijskega lesa. V primerjavi z adultnim lesom vsebuje juvenilni les manj celuloze ter več hemiceluloz in lignina (Rowell s sod. 2005). Na prehodu iz juvenilnega v adultni les se vsebnost celuloze postopno povečuje, vsebnost hemiceluloz pa postopno zmanjšuje, nasprotno pa se vsebnost lignina zmanjša relativno hitro.



□ Slika 9. Primeri dilignolov, ki nastanejo s povezovanjem dveh radikalov koniferil alkohola: (a) kinon metid, reakcija med radikaloma I + II, β -O-4 vez; (b) gvajacilglicerol- β -koniferil eter, reakcija radikalov I + II + H₂O, β -O-4 vez; (c) D, L-pinorezinol, reakcija med radikaloma II + II, β - β vez (Fengel in Wegener, 1989)

Kemijska sestava kompresijskega lesa iglavcev se bistveno razlikuje od sestave normalnega lesa (preglednica 2) (Panshin in de Zeeuw 1980, Timell 1982). Kompresijski les ima relativno visok delež lignina, v katerem prevladujejo H enote in bolj kondenzirane molekule, zaradi česar lignin kompresijskega lesa klasificiramo kot GH lignin. Delež celuloze je manjši, okrog 10 %, z manjšo stopnjo kristaliničnosti, mikrofibrilarni kot v S₂ sloju pa je bolj položen (do 45 %) kot v nor-

malnem lesu. Hemiceluloze kompresijskega lesa vsebujejo več D-galaktoznih enot. Nekatere hemiceluloze kompresijskega lesa vsebujejo galaktan, ki nastane z 1-4 povezanimi β -D-galaktopiranoznimi enotami z manjšim deležem 1-6 vezi in z 1-6 vezanimi β -D galakturonsko kislino (Pereira s sod., 2003). Vsebujejo tudi kisli glukan, ki nastane z 1-4 in 1-3 vezanimi β -D-glukopiranoznimi enotami, ki je razvejan z D-glukuronsko kislino in D-galakturonsko kislino (Saka, 1991).

□ Preglednica 1. Deleži celuloze, hemiceluloz in lignina v posameznih plasteh celične stene trahide ranega in kasnega lesa smreke (Prirejeno po Fengel in Wegener, 1989). ZSL = združena srednja lamela, S₁ in S₂ plasti sekundarne stene, terc. stena = terciarna stena.

	Celuloza		Hemiceluloze		Lignin	
	% celične plasti	% celične stene	% celične plasti	% celične stene	% celične plasti	% celične stene
Rani les						
ZSL	13,9	4,1	27,1	20,6	59,0	26,8
S ₁	36,4	8,9	36,4	23,2	27,2	10,4
S ₂ + terc. stena	58,5	87,0	14,4	56,1	27,1	62,8
Kasni les						
ZSL	13,7	2,5	27,4	15,0	58,9	18,4
S ₁	34,6	5,2	34,6	15,6	30,8	7,9
S ₂ + terc. stena	58,4	92,3	14,5	69,4	27,1	73,7

Tudi tenzijski les se bistveno razlikuje od sestave normalnega lesa (Rowell s sod. 2005). Tenzijski les vsebuje manj lignina in ksilana ter večji delež celuloze kot normalen les. G sloj vsebuje 98 % celuloze z visoko stopnjo kriticalničnosti. Mikrofibrilarni kot je majhen. Hemiceluloz in lignina je znatno manj kot v normalnem lesu.

Iglavci in listavci se ne razlikujejo samo po anatomiji, temveč tudi po kemijski sestavi lesa, nekatere ključne razlike med njimi pa so navedene v nadaljevanju. Razmerja med celulozo, hemicelulozami in ligninom so pri iglavcih in listavcih, izraženo v odstotkih mase absolutno suhega lesa, v povprečju naslednja: celuloza od 40 % do 50 % (približno enako pri iglavcih in listavcih); lignin od 25 % do 35 % pri iglavcih in od 18 % do 30 % pri listavcih; hemiceluloz je 20 % pri iglavcih in od 15 % do 35 % pri listavcih (Tsoumis, 1991). Hemiceluloze iglavcev sestavljajo pretežno *O*-acetilgalaktoglukomanani (od 15 % do 30 %) in arabino-4-*O*-glukuronoksilan (od 5 % do 10 %), hemiceluloze listavcev pa *O*-acetil-4-*O*-metilglukuronoksilani (od 15 % do 30 %) in v skromnem deležu glukomanani (od 2 % do 5 %) (Fengel in Wegener, 1989).

Ne samo po deležih, tudi po sestavi se lignini iglavcev in listavcev bistveno razlikujejo. Najpomembnejša razlika je vsebnost metoksilnih skupin (Sjöström in Westermarck, 1999). Lignin iglavcev je zgrajen iz gvajacilnih enot, ki vsebujejo samo eno metoksilno skupino na fenilpropansko enoto, lignin listavcev pa je kopolimer koniferilnega in sinapilnega alkohola, z dvema metoksilnima skupinama na fenilpropansko enoto. Lignini listavcev vsebujejo manj prostih fenolnih hidroksilnih skupin, imajo pa več prostih benzilnih alkoholnih skupin kot lignini iglavcev (Sjöström in Westermarck, 1999). V ligninu iglavcev prevladuje G tip lignina, manj je H in S tipa, variabilnost v sestavi lignina pa je manjša kot pri listavcih. V bolj pestri strukturi lignina listavcev prevladujejo S in G enote v različnih razmerjih, manjši pa je delež H enot.

□ **Preglednica 2. Povprečna kemijska sestava normalnega in kompresijskega lesa iglavcev. Vrednosti so izražene v odstotkih lesa brez ekstraktivov (Timell, 1982).**

	Normalni les (%)	Kompresijski les (%)
Lignin	30	39
Celuloza	42	30
Galaktoglukomanan	18	9
1,3 -glukan	sledi	2
Galaktan	sledi	10
Glukuronoarabinoksilan	8	8
Drugi polisaharidi	2	2

□ **Preglednica 3. Kemijska sestava lesa iglavcev in listavcev (Tsoumis, 1991). Vrednost za ekstraktive temelji na masi absolutno suhega lesa, vrednosti ostalih komponent pa na masi absolutno suhega lesa brez ekstraktivov. Holoceluloza označuje strukturne ogljikove hidrate (celuloza, hemiceluloze in pektinske snovi). Pentozani vključujejo anhidrosilozo in vse ostanke arabinoze v lesu.**

Snov	Iglavci (%)	Listavci (%)
Holoceluloza	59,8–80,9	71,0–89,1
Celuloza	30,1–60,7	31,1–64,4
Polioze	12,5–29,1	18,0–41,2
Pentozani	4,5–17,5	12,6–32,3
Lignin	21,7–37,0	14,0–34,6
Ekstraktivi (vroča H ₂ O)	0,2–14,4	0,3–11,0
Ekstraktivi (hladna H ₂ O)	0,5–10,6	0,2–8,9
Ekstraktivi (eter)	0,2–8,5	0,1–7,7
Pepel	0,02–1,1	0,1–5,4

Pri predstavnikih istega rodu so lahko zaznavne znatne razlike v razmerju S/G tipov lignina, zato podatkov za posamezno vrsto ne gre posploševati na celoten rod. O variabilnosti v sestavi lignina pri posameznih drevesih iste drevesne vrste je manj podatkov. Pri nekaterih evkaliptih (*Eucalyptus globulus*) razmerje S/G variira od 1,5 do 2,6, pri drugih vrstah (*E. tereticornis*) pa bolj, od 0,68 do 2,22 (Pereira in sod., 2003).

Razlike v sestavi lignina so lahko v različnih delih drevesa zelo velike. Razmerje S/G je bilo pri enem izmed evkaliptov (*E. botryoides*) naslednje: 0,7 v listnem peclju, 2,0 v lesu korenin, 1,5 v jedrovini in 1,6 v beljavi (Sarkanen in Hergert, 1971 iz Pereira in sod., 2003).

Heterogenost lignina se pojavlja tudi med tkivi v odvisnosti od funkcij, ki jih opravljajo posamezne celice v živem drevesu in časa nastanka posamezne plasti celične stene. Pri papirjevki (*Betula papyrifera*) je lignin v srednji lameli in sekundarni steni traheje večinoma G tip, v sekundarni steni vlaken in trakovnem parenhimu pa pretežno S tip (Fergus in Goring, 1970).

Kemijske snovi in njihova razporeditev v celični steni neposredno določajo lastnosti lesa, pri čemer pa je od končne rabe lesa odvisno, ali je vpliv pozitiven ali negativen. Higroskopnost lesa je npr. posledica razpoložljivosti –OH skupin v celulozi, hemicelulozah in v pektinu, krcitveno anizotropijo pojasnjuje mikrofibrilarni kot pa tudi različna stopnja lignifikacije posameznih delov celične stene. Lignin določa tlačno trdnost lesa, celuloza pa natezno in

upogibno trdnost, zato lahko drugačna vsebnost ali razporeditev obeh polimerov v celični steni vpliva na mehanske lastnosti lesa.

ZAHVALA

Prispevek je nastal v okviru Programske skupine lesarstvo (P4-0015), ki jo financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije.

LITERATURA

- Adler J.C. (1977)** Lignin chemistry-past, present and future. *Wood science and technology*, 11: 169-218
- Boerjan W., Ralph J., Baucher M. (2003)** Lignin biosynthesis. *Annual review of plant biology*, 54: 519-46
- Browning B.L. (1963)** The chemistry of wood. John Wiley & Sons, Inc., New York, 689
- Callister W.D. (1997)** Materials science and engineering. John Wiley & Sons, Inc., New York, 852
- Dinwoodie J.M. (2000)** Timber: Its nature and behaviour. E & FN Spon, London-New York, 257
- Fengel D., Wegener G. (1989)** Wood: Chemistry, ultrastructure, reactions, Walter de Gruyter, Berlin-New York, 613
- Fergus B.J., Goring D.A. (1970)** The distribution of lignin in birch wood as determined by ultraviolet microscopy. *Holzforschung*, 24: 118-124
- Freudenberg K., Neish A.C. (1968)** Constitution and biosynthesis of lignin. Springer-Verlag, Berlin, 129
- Gričar J., Oven P., Čufar K. (2005)** Model nastanka ligninskega polimera. *Les*, 57: 228-233
- Hillis W.E. (1962)** Wood extractives and their significance to the pulp and paper industry. Academic press, New York, 513
- Nimz H. (1974)** Beech lignin-proposal of constitutional scheme. *Angewandte Chemie International Edition*, 13: 313-321
- Okamura K. (1991)** Structure of cellulose. Chemistry of Hemicelluloses. V: Wood and cellulosic chemistry. Hon DNS (Ur.), Shiraishi N (Ur.), Marcel Dekker, New York, 89-112
- Panshin A.J., Zeeuw de C. (1980)** Textbook of wood technology. Structure, identification, properties and uses of the commercial woods of the United States and Canada. McGraw-Hill Book Company, New York, 722
- Pearl I.A. (1967)** The chemistry of lignin. Marcel Dekker, Inc., New York, 339
- Pereira H., Graca J., Ridrigues J.C. (2003)** Wood chemistry in relation to quality. V: Wood quality and its biological basis. Barnett JR (Ur.), Jeronimidis G (Ur.), Blackwell publishing, 53-86
- Preston R.D. (1986)** Natural celluloses. V: Cellulose-Structure, modification and hydrolysis. Young RA (Ur.), Rowell RM (Ur.), John Wiley & Sons, Inc., New York, 3-27
- Rowell R.M., Pettersen R., Han J.S., Rowell J.S., Tshabalala M.A. (2005)** Cell wall chemistry. V: Handbook of wood chemistry and wood composites. Rowell R.M. Taylor & Francis New York, 35-74
- Saka S. (1991)** Chemical composition and distribution. V: Wood and cellulosic chemistry. Hon DNS (Ur.), Shiraishi N (Ur.), Marcel Dekker, New York, 59-88
- Sakakibara A. (1991)** Chemistry of lignin. V: Wood and cellulosic chemistry. Hon DNS (Ur.), Shiraishi N (Ur.), Marcel Dekker, New York, 113-175
- Savidge R.A., Barnett J.R., Napier R. (2000)** Cell and molecular biology and wood formation. BIOS scientific publishers limited, Oxford, U.K., 530
- Schuerch C. (1963)** The hemicelluloses. V: The chemistry of wood. Browning BL (Ur.), John Wiley & Sons, Inc., New York, 19-243
- Shimizu K. (1991)** Chemistry of Hemicelluloses. V: Wood and cellulosic chemistry. Hon DNS (Ur.), Shiraishi N (Ur.), Marcel Dekker, New York, 177-214
- Sjöström E. (1993)** Wood chemistry. Fundamentals and applications. Academic press, Inc., New York, 293
- Sjöström E., Westermark U. (1999)** Chemical composition of wood and pulps:basic constituents and their distribution. V: Sjöström E., Alen R. Analytical methods in wood chemistry, pulping and papermaking. Springer, Berlin, 2-19
- Taiz L., Zeiger E. (2006)** Plant physiology. Sinauer Associates, Inc., Publishers. Sunderland, Massachusetts. 764 s
- Timell T.E. (1964)** Wood hemicelluloses. Part I. Advances in carbohydrate chemistry, 19: 247-302
- Timell T.E. (1967)** Recent progress in the chemistry of wood hemicelluloses. *Wood science and technology*, 1: 45-70
- Timell T.E. (1982)** Recent progress in the chemistry and topochemistry of compression wood. *Wood science and technology*. 16: 83-122
- Timell, T.E. (1965)** Wood hemicelluloses. Part II. Advances in Carbohydrate Chemistry, 20: 409-483
- Tišler V., Humar M. (1999)** Lignin smrekovega lesa = Lignin of spruce wood. *Les*, 51 (4): 85-90
- Tišler V., Pavlič M. (2000)** Lesne polioze listavcev = Hardwood polyoses. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 61: 121-142
- Tsoumis G.T. (1991)** Science and technology of wood. Structure, properties, utilization. Van Nostrand Reinhold, New York, 494
- Zeeuw de C. (1965)** Variability in wood. Cellular ultrastructure of wood plants. Syracuse universty press, 457-471
- Zobel J.B., Buijtenen J.P. (1989)** Wood variation. Its causes and control. Springer-Verlag, Berlin, 363
- Zugenmaier P. (2008)** Crystalline cellulose and derivatives. Characterization and structures. Springer-Verlag, Berlin, 285

Stojan ULČAR*

LIGNA HANNOVER 2009

JE PRESEGLA NEGOTOVE NAPOVEDI



□ Expo Dach- J. Natterer, Hannover

'LIGNA 09 je očitno preseгла pričakovanja razstavljalcev iz 50 držav' je precej zgovorna ocena S. P. Kuehne, predstavnika za gozdarsko in lesarsko tehnologijo v predsedstvu združenja nemških sejmov DEUTSCHE - MESSE na zadnji dan prireditve. In če povzamemo še 22. številko strokovnega tednika HOLZ – ZENTRALBLATT je bil na LIGNA 09 največkrat izgovorjen stavek 'Bolje kot smo se bali'. Mnogi razstavljalci so ga dopolnili še z ugotovitvijo, da je bil sejem res dober, da je bilo obiskovalcev sicer (pričakovano) manj, zato pa je kar 95 % 'tistih pravih'. Vse to kaže na precej negotova pričakovanja predvsem razstavljalcev, po drugi pa tudi na njihove dobre sejemske koncepte pred in med dogodkom samim.

Iz direktnih pogovorov na sejmu se da še zaključiti, da so nekateri razstavljalci svojo udeležbo tik pred prireditvijo odpovedali, na strani obiskovalcev pa je bilo čutiti izpad predvsem pričakovanih iz tujine, nekateri so posebej pou-

darili tudi tistih iz SLO in balkanske države. Skoraj vsi od sogovornikov so se zavedali, da se le z zelo malo obiskovalci lahko pogovarjajo o kakih konkretnih poslih, celokupno situacijo pa razumejo kot pripravo na čase po krizi oziroma želijo enostavno biti zraven, ko se bodo stvari premaknile.

Na tem mestu sem (si) dolžan priznanje, da je bil tudi moj letošnji obisk sejma LIGNA v znamenju varčevalnih ukrepov in zato skrčen praktično samo na en dan. To je seveda smešno malo že za kakršenkoli pošten strokoven ogled te za gozdarstvo in lesarstvo tako pomembne prireditve, kaj šele za verodostojne lastne zapise in resne analize, vendar ravno zadosti za pavšalne prve vtise s prireditve. Tako se seveda ne bomo ukvarjali s posebnostmi in s podjetji, ki so tako ali drugače krojila letošnje sejmsko dogajanje, kar so ali bodo, upajmo, storili nekateri za to poklicani PR kolegi. Pri nadgradnji svojih kar močnih, precej spolariziranih vtisov sem si seveda pomagal z internetom ter z nekaterimi tujimi strokovnimi članki, ne nazadnje pa mi je prišlo prav tudi domače slabo vreme ob junijski polni luni.

Letošnji 18. mednarodni sejem LIGNA, gotovo največja svetovna tehnološka platforma na področju gozdarske in lesnopredelovalne industrije, je potekal torej močno v znamenju recesije, kar potrjujejo tudi statistični podatki za zadnji dve prireditvi (za 2009 zaenkrat še neuradni) in sicer s številom tujih in nemških / skupno število razstavljalcev // neto kvadratura – število obiskovalcev:

2007: 1.028 + 804 / 1.823 podjetij // 148.800m² – 107.279 obiskovalcev,

2009: 917 + 841 / 1.758 podjetij // 130.152 m² – 83.000 obiskovalcev.

Primerjavo letošnje prireditve z v marsičem rekordno v letu 2007, po številu razstavljalcev seveda lahko površno komentiramo z mednarodnimi posledicami aktualne finančne krize in gospodarske recesije, pri obiskovalcih pa dodajmo morda za današnji čas še malce neugoden termin sejma, saj je z državnim praznikom v četrtek, 21. maja podaljšan konec tedna (in lepo vreme) marsikateri potencialni individualni obiskovalec raje izkoristil za kaj drugega kot za obisk sejma. Zgovorni so tudi podatki o kvadraturi razstavnih prostorov, ki kažejo na varčevanje pri sicer velikih stroških razstavljanja. Pri tem zapišimo še, da

* LIP Bled d.o.o., Rečiška 61a, 4220 Bled, e-pošta: stojan.ulcar@lip-bleed.si

se je kar nekaj razstavljalcev odreklo uslugam hostes, na katerih (manjših) razstavnih prostorih pa so bile poleg eksponatov na voljo samo vizitke. Varčevanje torej skoraj pri vsem in povsod, kjer še gre.

Pri tem ne pozabimo, da je bilo med predzadnjo in zadnjo prireditvijo še poslovno dokaj uspešno leto 2008, predvsem za tiste proizvajalce opreme in dobavitelje tehnologije, ki so izkoristili gospodarski in investicijski boom predvsem v vzhodni Evropi in Rusiji ter v nekaterih sosednjih državah. U. Baumhus, ki je v KUPER – Rietberg odgovoren za predelavo rabljenih strojev in opreme ter za njihovo prodajo, je povedal, da imajo iz tega naslova letos samo še nekaj čez desetino lanskoletnih naročil. Zanimive so še hkratne ugotovitve nekaterih sogovornikov, da so minili časi velikih linij in naprav ter da so prišli časi učinkovitih strojnih rešitev (kar za proizvajalce pomeni žal tudi poceni dodelave obstoječe opreme), ki ob samo delni zasedenosti omogočajo še gospodarno proizvodnjo.

Podobno so letošnje leto komentirali skoraj vsi izvozniki opreme za proizvodnjo notranjih vrat, ki so zadnje čase dokaj dobro preživeli na vzhodnih trgih. Še najbolj se je pohvalil H. Leiwesmeier, KRAFT – Rietberg-Mastholte, saj je pred kratkim prodal dve liniji in sicer eno manjšo za vratna krila na Švedsko ter eno večjo za vratna krila in podboje na Češko, H. Michels, SMM – Medebach pa je povedal, da za vrtarje že 2 leti niso naredili nobenega stroja.

Večina ostalih je bila nekje v območju med februarso napovedjo D. Wolfschütza, referenta za lesnopredelovalne stroje pri zvezi nemških proizvajalcev strojev in opreme VDMA, ter maja objavljenih rezultatov te institucije. Po prvi gre pričakovati zmanjšanje naročil na letni ravni za 20 %, po objavljenih podatkih za prvi kvartal 2009 v primerjavi z 2008 pa so bili proizvajalci lesnih strojev s 63 % manj naročil še precej na slabšem, kot je povprečje vse nemške strojogradnje z 58 %. Posledice so seveda opazne tudi pri najboljših, kar lahko ilustriramo s podatkom, da je grupacija HOMAG – Schopfloch prvi kvartal 2009 zaključila s skoraj enako negativno številko, kot ga je s pozitivno zaključila v letu 2008 (nekaj čez 11 mio EUR). Ob občutno zmanjšanem obsegu naročil bodo na koncu leta številke vsaj sive, če že ne črne, nadaljevalo pa se bo zmanjševanje števila zaposlenih (iz 5.404 v septembru 2008 na 5.152 v aprilu 2009, do konca leta pa verjetno še nekaj sto).

Ob vsaki krizi pa se seveda povečajo tudi vsakovrstna oživitvena prizadevanja vseh direktno odgovornih igralcev in indirektno zainteresiranih gledalcev in prav to krasi tudi LIGNO 09. Več o teh dogajanjih lahko najdemo v zaključnem poročilu na <http://www.ligna.de> in sicer po poglavjih, ki že s svojimi naslovi kažejo na vsebine in s tem na bistvo letošnje prireditve:

- ▶ LIGNA dokazuje moč v panogi.
- ▶ Bolje izkoristiti les.
- ▶ Izkoriščenost virov.
- ▶ Novi trendi pri energiji.
- ▶ Obrtništvo, les in več.
- ▶ Kupci želijo stroje doživeti in razumeti.
- ▶ Moderna proizvodnja pohištva fascinira obiskovalce.
- ▶ Posebne prireditve, forumi, kongresi in tekmovanja.

Posebno mesto naj ima tudi v tem prispevku 17. prireditvev Neuheiten-Symposium, ki so jo 20. maja tradicionalno organizirali visoka šola HOCHSCHULE ROSENHEIM (komentar tu ni potreben), SCHULER BUSINESS SOLUTIONS (član skupine HOMAG) in DRW-VERLAG (založba, ki izdaja HOLZ – ZENTRALBLATT). Gre za predstavitev novosti v branži (ki niso na trgu več kot 2 leti in na sejmu LIGNA še niso bili predstavljeni) ter z njimi povezanih trendov (aktualno predvsem v smeri racionalne posamične proizvodnje). Iz ožjega izbora 50 eksponatov so bili nagrajeni:

1. HOMAG – Schopfloch za Lasertec sistem za aktiviranje lepila na robnih materialih z laserskim žarkom,
2. BÜRKLE – Freudenstadt za UV-LED sistem sušenja pri nižjih temperaturah z novimi žarilniki ter
3. LEUCO – Horb am Neckar za Vollhartmetall-Dübelbohrer z novo geometrijo konice svedra.

Vsi trije nagrajenci in en organizator so z območja Schwarzwalda na razdalji približno 25 km, kar bo povzročilo različne, predvsem nemške komentarje.

Vsekakor pa bodo morali vsi tisti, ki v zvezi z LIGNA 09 iz takih ali drugačnih razlogov želijo izvedeti še kaj več, počakati na uradne podatke ter na analize v specializiranih izdajah strokovnih medijev. Kogar zanimajo na sejmu poudarjeni vsebinski trendi, jih bo našel v posebnih prispevkih v tedniku HOLZ – ZENTRALBLATT in sicer v številkah 26.06.2009 za področje gozdarske in žagarske tehnike, 03.07.2009 za področje obrtništva in energije iz lesa ter 10.07.2009 za pohištvo in lesna tvoriva.

P.S.: Letošnja LIGNA je potekala od ponedeljka, 18. do petka, 22. maja 2009, naslednja bo spet od ponedeljka, 30. maja do petka, 03. junija 2011. Povedati je treba, da je LIGNA že od začetka leta 1975 vezana na praznik Vnebohod (organizirana je bila vedno od srede do torika ob tem prazniku, ki so ga obrtniki porabili za ogled sejma). Poleg tega je bila vsebinsko povezana tudi s sejmom INTERZUM – Köln teden prej, s čimer sta se oba sejma križala en dan in kar je privabilo predvsem tuje obiskovalce. V devetdesetih letih je bila iz terminov LIGNA črtana nedelja (in za začetek sejma določen ponedeljek), po letu 2000 pa še sobota (in za zaključek določen petek). S tem se je glavnina sejmskih dogajanj tudi zaradi spremenjenih dojemanj praznikov in drugih prostih dni omejila na dneve od ponedeljka do srede s tem, da sta ostala dneva vsebinsko precej manj pomembna, izpolnijo pa ju enodnevni individualni ali skupinski obiski.

Alojz KOBE*

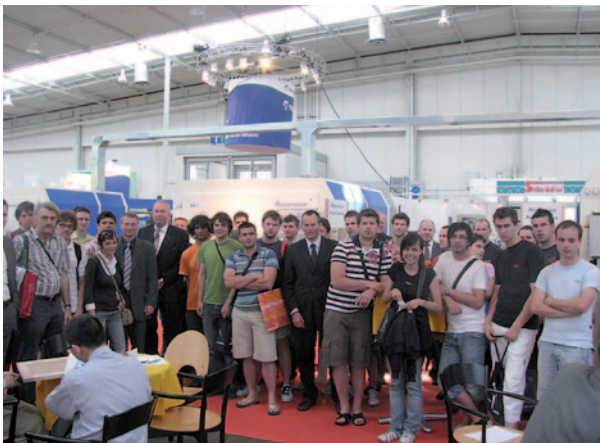
LIGNA 2009 V ZNAMENJU INOVACIJ

Pozitiven potek, povečanje naročil in visoka mednarodna priznanost sejma LIGNA Hannover 2009 v mednarodni lesni branži je prebudila upanje na novo rast. Ligna je krepko prekosila pričakovanja razstavljalcev iz 50 držav je poročal Stephan Ph Kühne član predsedstva nemškega sejemskega združenja. Ravno v času gospodarske krize je Ligna kot svetovni sejem nakazal svetlobo na koncu tunela in podal novo orientacijo.

V Hannoveru se je pokazalo, da razstavljalci in obiskovalci razmišljajo, fleksibilno, prilagodljivo in inovativno.

Dr. Bernard Dirr predsednik VDMA (nemškega združenja proizvajalcev strojev in naprav) je opisal Ligno kot čer v razburkanem morju. Poseben položaj Ligne med svetovnimi sejemskimi cikli za našo panogo je bil utemeljen s številnimi pohvalami razstavljalcev in obiskovalcev.

Na sejmu se je na 130.152 m² predstavilo 1758 razstavljalcev iz 50 držav kar je samo malenkost manj kot rekordnega leta 2007. Tako ima Ligna po številu razstavljalcev daleč najboljšo udeležbo v Lesni in gozdarski panogi. 83.000 obiskovalcev je dober dosežek, sploh ob dejstvu, da je bila več kot tretjina obiskovalcev iz tujine nosilcev odločitev.



□ Študenti 4. letnika Oddelka za lesarstvo in člani DITL LJ na Ligni

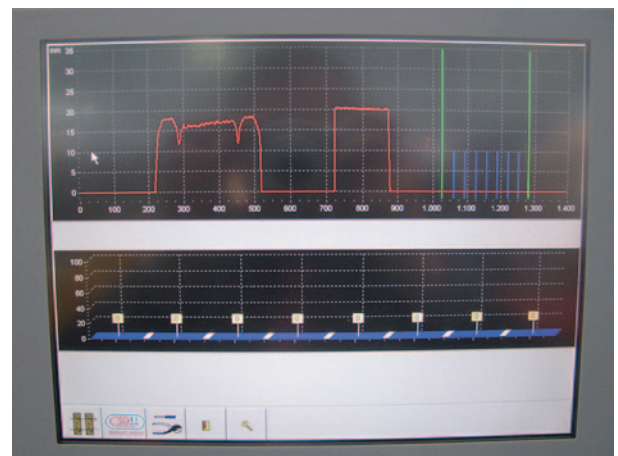
* univ. dipl. inž., Lesnina inženiring d. d., Parmova 53, 1000 Ljubljana

Tudi tokrat so razstavljalci predstavili številne patente in novosti. Fotografiranje na sejmu je prepovedano. Kljub temu sem ob soglasju proizvajalcev uspel pridobiti nekaj gradiva o novitetah katere na kratko predstavljam v nadaljevanju, podrobnejše informacije pa lahko posredujemo bralcem naknadno.

Laserska tehnika se vse bolj uveljavlja tudi v strojogradnji.

HEESEMANN

najbolj priznani proizvajalec brusilnih strojev je predstavil lasersko odčitavanje obdelovancev na vhodu v stroj namesto klasičnega odčitavanja s tiralnimi rolicami. Ta sistem omogoča bistveno bolj natančno odčitavanje in spremljanje obdelovanca. Tako se s patentiranim CSD-sistemom (računalniško krmiljeno selektivno nastavljanje tlaka na posameznih pritisnih segmentih) lahko tlak do potankosti zvezno uravnava v odvisnosti od pokritosti posameznega segmenta. S tem odpade pogosto prebrusenje, ki se pojavlja pri pnevmatskih pritisnih čevljih pri katerih ni možno zvezno nastavljanje tlaka v odvisnosti od trenutne pokritosti posameznega segmenta. V primeru, da je pri pnevmatskem segmentu le-ta pokrit samo s 5 % svoje površine, je tlak na obdelovanec sorazmerno kar



□ HEESEMANN - prikaz laserskega odčitavanja na monitorju

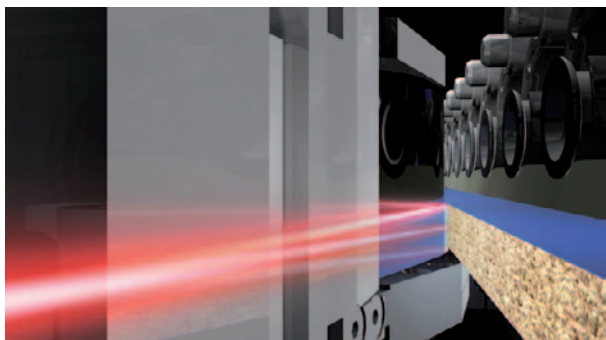


□ **HEESEMANN** - Skenirani elementi na vhodu v stroj

20-krat prevelik, kar se odrazi v prebrušenju obdelovanca, medtem, ko je pri CSD sistemu v tem primeru tudi tlak samo 5 % nazivnega tlaka.

IMA IN HOMAG

sta v povezavi z laserjem predstavila popolnoma nov koncept »lepljenja« robnih trakov in sicer »lasersko varjenje«. Glavna prednost tega postopka je, da je lepilna reža nevidna, poleg tega pa tudi ni več prodiranja vlage v pore plošče in lepila. Za lasersko varjenje nalepkov se namesto poznane lepila uporablja specialni polimer. Ta je obarvan z enako barvo kot robni material in s postopkom koelekstruzije nanesen na robni material. Ta polimerna plast poskrbi za trdno povezavo dekorativnega traku s ploščo, pri čemer ima zelo dobre adhezivne lastnosti in temperaturo mehčanja pri 135 °C. Z laserjem se potem ta polimerna plast stali in s pritrisno cono »zavari«. Druga obdelava dekorativnega traku je enaka kot pred tem.



□ **HOMAG** - Lasertec

BALESTRINI

je predstavil absolutno novost na področju izdelave stolov - patentirani CNC stroj model OMNIA, patentirani stroj model CUBE. To je večstopenjski 5-osni CNC obdelovalni stroj, z dvema ločenima obdelovalnima enotama, ki se



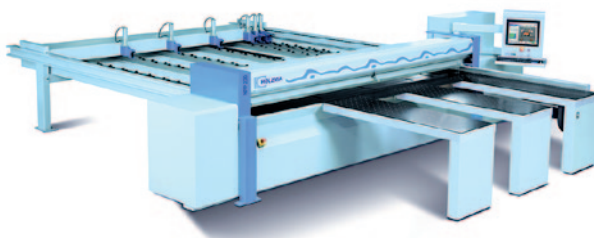
□ **BALESTRINI** - 5-osni CNC stroj Power

lahko prosto gibata in istočasno obdelujeta element na različnih pozicijah. Stroj ima nameščeno avtomatsko nalaganje in razlaganje ter popolnoma avtomatsko nastavljanje vpenjalnih konzol. Namenjen je za obdelavo elementov iz masivnega lesa in drugih polproizvodov, kot tudi novi 5-osni CNC stroj POWER za obdelavo elementov dimenzij do 5000 mm x 2500 mm x 1200 mm in druge stroje za stolarsko industrijo.

HOLZMA



□ **HOLZMA** - CADmatic ecoLine

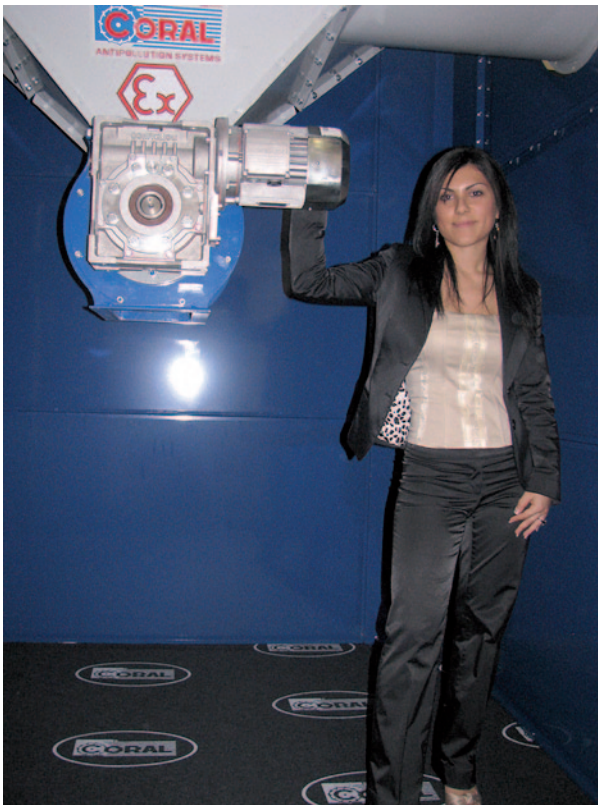


□ **HOLZMA** - HPP 230

Vodilni proizvajalec CNC strojev za krojenje plošč je poleg najhitrejšega stroja za krojenje plošč predstavil še številne nove patente. Veliko navdušenja so požele številne inovacije, ki vodijo k prihranku energije in dvigu učinkovitosti in so jih poimenovali »EcoLine«. S temi inovacijami naj bi bil letni prihranek energije pri povprečnem delu 40 ur / teden kar 1012 EUR. Holzma z novim modelom HPP 230 nudi največ tehnike za svoj denar in je zelo dostopna že tudi za začetnike.

CORAL

Je predstavljal odsesovalne sisteme in lakirnice v skladu s tudi v Sloveniji zahtevanimi ATEX- direktivami.



□ CORAL - odsesovanje po ATEX direktivah

DETEL

Naš uveljavljeni proizvajalec strojev za mozničenje in visokofrekvenčnih stiskalnic se je s svojimi kvalitetnimi proizvodi zelo dobro uveljavil na svetovnem trgu strojev za obdelavo lesa.

WEMHÖNER

Nas je poleg poznanih 3-D membranskih stiskalnic navdušil z novo Master Digital UV tiskalno tehnologijo.



□ Razstveni prostor podjetja DETEL na Ligni



□ WEMHÖNER - digital print



□ WEMHÖNER Master digital

Katerokoli digitalno fotografijo lahko že v nekaj trenutkih uporabite za poslikavo in UV zaščito različnih plošč, laminatov, oblog ali drugih ravnih površin.

WEIMA

Največji svetovni proizvajalec strojev za drobljenje in briketiranje je predstavil številne izboljšave. Stroj za drobljenje WLK se lahko sestavi za drobljenje najrazličnejših materialov (lesnih ostankov, plastičnih in tekstilnih materialov ...). Predstavili so tudi kombinacijo stroja za drobljenja in novega stroja za briketiranje K 1500, za izdelavo kvadratnih briketov 60 x 150 mm.



□ WEIMA - povezava stroja za drobljenje in stroja za briketiranje

VENJAKOB

Specialist na področju površinske obdelave je tokrat vse lesarje razveselil s predstavitvijo CNC strojev za brizganje v kombinaciji z UV linijo za lakiranje profiliranih površin s pigmentiranimi UV laki na vodni osnovi. S tem je Venjakob postavil še en mejnik v naprednem in ekološko sprejemljivem lakiranju.



□ VENJAKOB linija za lakiranje z obarvanimi laki



□ WEIMA stroj za drobljenje



□ VENJAKOB CNC brizgalni avtomat

WINTERSTEIGER

Z novim tankoreznim žagalnim strojem »DSB Singlehead« je Wintersteiger razvil idealno rešitev za žaganje visoko kvalitetnih lamel za parket, večslojnih plošč, vrat, oken, glasbene inštrumente, smuči, kot tudi žaganje kompozitov, plastike in lahkih kovin. Na ogled je bil tudi 6-lamelni koncept, ki prihrani 20 % lesa. Pri tem se na »DSG Sonic« z novimi žaginimi listi debeline 0,7 mm iz klasičnega surovca debeline 25 mm lahko žaga namesto 5 lamel 6 lamel.



□ WINTERSTEIGER na Ligni



□ Člani DIT lesarstva Ljubljana in Lesnine pri podelitvi Wintersteigerjeve nagrade

KUPER

□ KUPER - novi FL Inovation II

Specialist na področju strojev za spajanje furnirja je med novostmi predstavil izpopolnjen stroj za topo spajanje furnirja FL Inovation II.

HÖFER

Avstrijski proizvajalec je poleg izpopolnjenih furnirskih žagalnih strojev in cenjenih korpurnih stiskalnic predstavil tudi stiskalnico za stiskanje lesnih vložkov za armature avtomobilov.



□ HÖFER stiskalnica za lesene vložke na armaturah

MZ

□ MZ - CNC tračni žagalni stroj Hopper

Proizvaja številne CNC tračne žagalne stroje za izrez različnih elementov za stole, mize, dele pohištva, skulpture. Predstavljen je bil program »Nestinga« s katerim se doseže maksimalen izkoristek materiala. V primeru uveljavljene tehnike »Nestinga« na CNC strojih za rezkanje, je pri tračnih žagalnih strojih še izrazita prednost debelina žaga pribl. 1 mm v primerjavi z rezkarjem, kjer je lahko ta tudi več kot 10 mm. Pri žaganju nog za stole lahko to predstavlja tudi več kot 20 % prihranek materiala.

LEDINEK

Se je tokrat na Ligni predstavil v vsej svoji veličini. Poleg enkratnega Rotolesa je bil na ogled tudi velik del visoko produktivne linije za dolžinsko spajanje Koticink 18, ki jo je kupil švedski kupec Moelwen iz Töreboda.



□ LEDINEK na Ligni



□ LEDINEK - Rotoles

TRIMWEX

Že tradicionalno nastopa na vseh večjih sejmih po Evropi. Pri Trimwexu smo si ogledali široko paleto stiskalnic za širinsko in debelinsko lepljenje ter spremljajočo opremo.



□ TRIMWEX na letošnji Ligni

SCHIELE



□ SCHIELE - Vakuumat za lakiranje I nosilcev

Schiele je uvedel na področju lakiranja povsem nove postopke in standarde obdelav. Po tem je kot prvi predstavil Vakuumat, nato predstavil in patentiral prve stroje Impregmate, s katerimi dosežemo tudi do 20-kratne prihranke časa lakiranja in impregniranja, ter do 3-kratne prihranke materiala v primerjavi s klasičnim načinom brizganja. Tokrat je bila sejemska zanimivost linija za impregniranje in lakiranje I nosilcev.

V tem kratkem članku sem zaradi omejenega prostora navedel le nekaj novosti. Za več informacij o novostih sem vam z veseljem na razpolago. Vsekakor je bil sejem vreden ogleda, zato že sedaj velja vabilo na naslednjo Ligno 2011!

Marko KREK*

USPEŠEN NAJPOMEMBNEJŠI SEJEM ZA PODROČJE LESARSTVA IN GOZDARSTVA ZA PODJETJE HOMAG GROUP AG

Upanje zbuja dejstvo, da so naročila na sejmu preseгла pričakovanja.

Sejem v Hannoveru poteka vsake dve leti. Kot svetovno vodilna skupina na področju strojev in naprav za lesno obdelovalno področje je bila skupina HOMAG tudi letos na dveh razstavnih mestih s skupno 5.750 m² razstavnih prostorov največji razstavljaev na sejmu.

Kljub trenutno zelo napeti situaciji in do sedaj zelo zadržanih investicijah v letu 2009 je bilo na sejmu zaznati precejšen interes za stroje, naprave in tudi razširjeno ponudbo storitev HOMAG Group AG. Tako so dosežena naročila sicer nekoliko zaostala za dobrim rezultatom zadnjega sejma, na vsak način pa so preseгла vsa pričakovanja. Dr. Joachim Brenk (uprava Homag AG) je rezultat pripisal predstavljenim novostim: „*Za prave inovacije so kupci tudi v težkih časih odprti in pripravljeni investirati*“. Opozoril je na skupaj razvit revolucionarni postopek, po katerem se robni trak z laserskim žarkom spoji s ploščo. Za ta postopek je podjetje dobilo tudi nagrado na Simpoziju inovacij na Ligni.

Predstavljene so bile tudi številne druge novosti, inteligentne rešitve detajlov in razvoj na temo večstopenjskih obdelovalnih strojev, kot tudi robnih lepilnih strojev. HOMAG je prikazal lastne inovacije, ki povečujejo produktivnost in hkrati varčujejo z energijo.

Poleg novih strojev in naprav, ki so bile predstavljene v inovacijskem centru, je HOMAG predstavil tudi razširjeno ponudbo storitev servisiranja strojev in naprav na visokem nivoju, kakršen je tudi njihov odnos do strank med in po nakupu. K temu veliko prispeva HOMAG Inženiring, ki je na LIGNI predstavil rešitve za izdelavo pohištva in sestavnih delov, kjer pa v ospredju ne stoji le realizacija naprav, ampak tudi načrtovanje novih in racionalnejših rešitev za uporabnike.

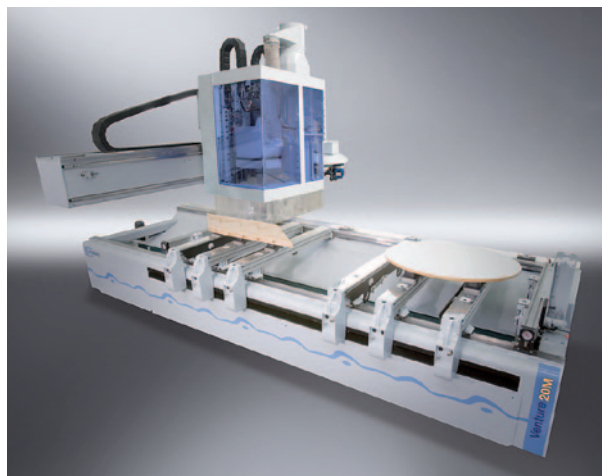
STACIONARNA TEHNIKA

SVETOVNA PREMIERA NOVEGA TIPA MOSTNEGA STROJA BMG

Z novim patentiranim in inovativnim materialom, ki nudi kvalitetnejše blaženje tresljajev, posledično najkvalitetnejšo obdelavo, daljšo življenjsko dobo orodja in nižjo porabo energije, je nova serija strojev BMG 500 na sejmu slavila svetovno premiero. Postavila je nove standarde za večstopenjske obdelovalne stroje glede togosti in robustnosti. 5-osno vreteno s patentirano prirobnico pa nadomesti veliko agregatov in hkrati ponuja visoko fleksibilnost za ugodno ceno. Večstopenjske obdelovalne stroje lahko konfiguriramo individualno, upoštevajoč različne zahteve pri izdelavi pohištva, vrat, oken in stavbenega pohištva.

VEČSTOPENJSKI OBDELOVALNI STROJI ZA GOSPODARNEJŠO PROIZVODNJO OKEN

Na Ligni je HOMAG predstavil večstopenjski obdelovalni stroj BOF 311 z avtomatsko podajalno mizo, ki z inovativno rešitvijo omogoča zelo natančno proizvodnjo posameznih delov in proizvajalcem oken omogoča



□ Slika 1. Venture 20: Najmanjša delavnica na svetu

* univ. dipl. inž., KTP d.o.o., Kolodvorska cesta 28a, 6230 POSTOJNA, e-pošta: marko.krek@ktp.si



□ Slika 2. HOMAG večstopenjski obdelovalni stroj BAZ 722

ekonomično proizvodnjo. V povezavi s hitrim izmenjevalnim sistemom, s kapaciteto med 30 do 144 orodji, je omogočena izdelava zelo različnih prilagodljivih »profilsistemov« in večjih profilnih globin. Večstopenjski obdelovalni stroji so na voljo v različnih zmogljivostnih razredih, od Venture 12 s približno 20 okenskimi enotami na izmeno pa do powerProfiler s približno 50 okenskimi enotami na izmeno.

Že pri "najmanjšem" HOMAG Venture (slika 1) omogoča novi easyEdge enostavno in ekonomično oblepljanje robov. FLEX5+ 5-osni agregat omogoča avtomatsko in natančno nastavitve kotov npr. za rezanje pod kotom in vrtnanje pod poljubnim kotom. Dodatni izmenjevalec orodij ponuja celotno kapaciteto za 17 orodij in visoko produktivnost ob kratkem času za pripravo. Tako se lahko tudi z majhno investicijo poseže po inovativni, v industrijskem večizmenskem delu že preverjeni, tehniki.

IZDELAVA POHIŠTVA S PROIZVODNO CELICO BAZ 722

Večstopenjski obdelovalni stroj BAZ 722 (slika 2) razpolaga z edinstveno kombinacijo različnih tehnologij. PowerEd-

ge omogoča v povezavi s 5-osnim vretenom rezkarja celotno obdelavo pohištva "vseh oblik" vključno z rezkanjem, žaganjem, vrtnanjem in lepljenjem robov. Integrirani podajalni sistem TBP in avtomatska pripravljalna miza AP naredijo BAZ 722 v popolno avtomatizirano proizvodno celico.

ENOSTAVNO PROGRAMIRANJE Z WOODWOP-OM 6.0

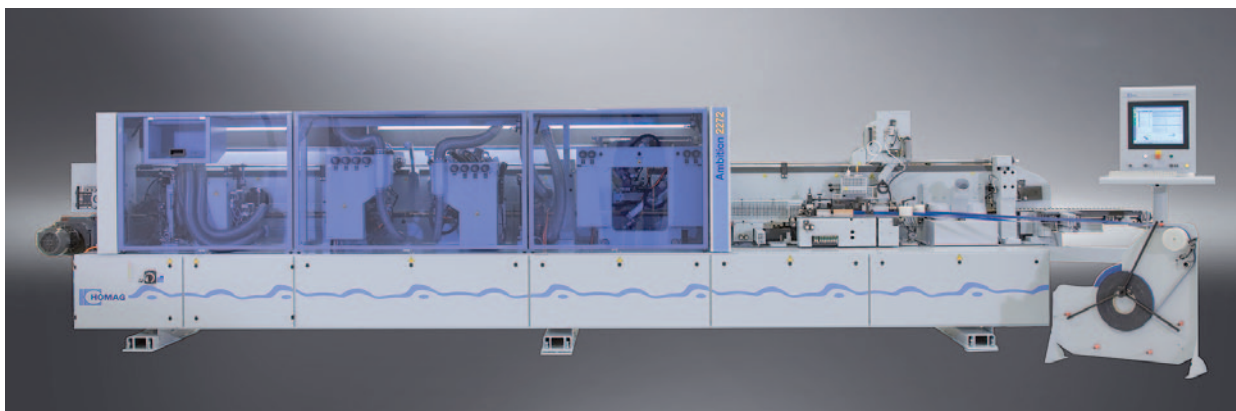
woodWOP - že 20.000 krat nameščena programska oprema za programiranje CNC strojev. Nova generacija woodWOP 6.0 bistveno poenostavlja CNC programiranje, o čemer so se lahko obiskovalci prepričali na stojnici.

Novi tridimenzionalni pogled obdelovanca omogoča več varnosti in preglednosti v predpripravi dela, kajti vse obdelave so grafično prikazane. Integrirana pomoč se prikaže ob vsakem parametru s pregledno grafiko in podpira programerja pri njegovem vsakdanjem delu. Velikost okna se poljubno večja ali manjša, okna se lahko vklopi ali izklopi in tako se jih lahko prilagaja individualnim potrebam programerja. Nadgradnja programske opreme je mogoča za registrirane stranke in olajša vsakdanje programiranje.

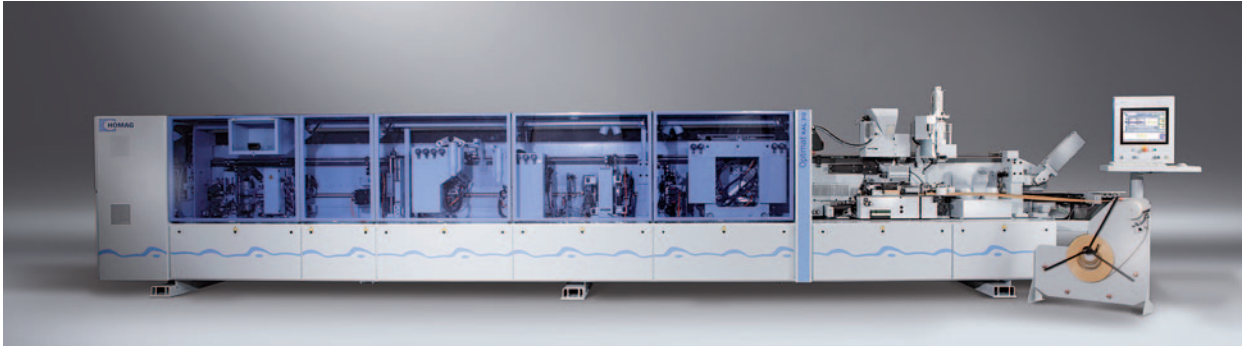
PRETOČNA TEHNIKA

AMBITION – STROJ ZA LEPLJENJE NALIMKOV ZA VSE ROBOVE

Robni lepilni stroj AMBITION je na LIGNI 2009 praznoval svetovno premiero. AMBITION povezuje obrt in industrijo s pretočno serijo BRANDT in HOMAG od najmanjše pa do tehnično visoko fleksibilnega robnega lepilnega stroja. Za vsako uporabo oz. namen nudi AMBITION individualno



□ Slika 3. Robni lepilni stroj AMBITION



□ Slika 4. Robni lepilni stroj HOMAG KAL 310 s sistemom flexTrim

rešitev za ugodno ceno. Pri lepljenju masivnih nalimkov je predhodno segrevanje roba plošče samoumevno, kakor tudi možnost uporabe PU lepil (slika 3).

ROBNI LEPILNI STROJ KAL 300 S FLEXTRIM ZA VEČJO PRODUKTIVNOST

Kot sejmsko novost je HOMAG prikazal robni lepilni stroj KAL 300 (slika 4) s sistemom flexTrim. Z avtomatizirano izmenjavo orodja je zagotovljena hitra menjava orodja za različne robne profile, kar bistveno poveča produktivnost pri izdelavi pohištva. Zanesljivi KAL 300 se predstavlja opremljen z razširjenim obsegom funkcij. Sestavni del je 19" ekran na dotik (touch-screen) in obdelovalna višina do 100 mm za vse obdelovalne korake na stroju od začetka pa do dodelave.

ROBNI LEPILNI STROJ KFL 320: CENOVNO UGODNA INDUSTRIJSKA PROIZVODNJA

Kombiniran formatni in robni lepilni stroj KFL 320 ponuja ugoden vstop v dvostransko formatno in robno lepljenje. KFL 320 proizvaja posamezne elemente zelo ekonomično. Kupcu je na voljo cenovno ugodna izdelovalna linija, ki je dopolnjena z novim BARGSTEDT-ovim podajalnim sistemom in z WEEKE-jevim pretočnim vrtnim avtomatom. Za poenostavljanje ročne izmenjave orodja se železne vrednosti avtomatsko prikažejo na elementu, ki ga je potrebno prestaviti. S to cenovno ugodno polavtomatsko pomočjo pri prestavljanju se bodo zmanjšale napake in skrajšal čas za nastavljanje strojev.

LEPLJENJE ROBOV Z LASERSKO TEHNIKO

HOMAG je predstavil na sejmu LIGNA robni lepilni stroj s patentiranim laserEdge načinom lepljenja. Spojitev nalimka in plošče se opravi z laserjem, ki segreje robni trak, tako da fuga skoraj ni vidna. V sodelovanju med izdelovalci robnih nalimkov in specialistov za laserje je nastal stroj, ki je nudi visoko kvaliteto obdelovanja, stroški so v primerjavi z obdelavo s PU lepili bistveno nižji.

POSTFORMING NA NAJVIŠJEM NIVOJU PONUJA VFL 610

S patentiranim direktnim postopkom postforminga se lahko obdeluje različne materiale. Pred kratkim je bila predstavljena izdelava radijev z manj kot 3 mm - s HOMA-Govim postopkom, na Ligni je bilo moč videti obdelavo lesene plošče s kamnito površino.

DNEVI ODPRTIH VRAT KTP



□ Obiskovalci na dnevih odprtih vrat

Glede na precej okrnjen obisk kupcev iz Slovenije na sejmu v Hannoveru in glede na nekaj predstavljenih inovacij, ki bodo temeljno vplivale na bodoče tehnologije, smo se v firmi KTP kot zastopniki v Sloveniji odločili, da te informacije približamo vsem zainteresiranim. V ta namen smo od 11.6. do 13.6. organizirali dneve odprtih vrat. V teh dneh sta sledili dve strokovni predavanji o novostih, predstavljenih na Ligni iz našega prodajnega programa, kot tudi ogledi in demonstracije strojev v našem razstavnem prostoru. Šele z dnevi odprtih vrat smo dopolnili enega od osnovnih ciljev sejma Ligna 2009 in poskrbeli, da so informacije o novostih dosegle večino slovenske pohištvene industrije.

Milan ŠERNEK*

MATEJ JOŠT, NOV DOKTOR LESARSKIH ZNANOSTI



Na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete je 15.6.2009 mladi raziskovalec Matej Jošt uspešno zagovarjal doktorsko disertacijo z naslovom: »Vpliv temperature stiskanja na kinetiko utrjevanja in dinamiko graditve fenol-formaldehidnega lepilnega spoja«. Doktorsko disertacijo je izdelal pod mentorstvom izr. prof. dr. Milana Šerneka. V komisijo za zagovor sta

bila imenovana še prof. dr. Jože Resnik (predsednik) in izr. prof. dr. Matjaž Krajnc (član).

Matej Jošt je v doktorski disertaciji proučeval vpliv temperature stiskanja na utrjevanje fenol-formaldehidnega (FF) lepilnega spoja. Uporabil je FF lepilo za lepljenje vezanega lesa in bukov furnir (*Fagus sylvatica* L.). Najprej je raziskal kinetiko utrjevanja FF lepila s tremi metodami: diferencialno dinamično kalorimetrijo (DSC), dinamično mehansko analizo (DMA) in dielektrično analizo (DEA). DSC analizo je opravil s suhim FF lepilom na temperaturnem območju med 25 °C in 300 °C s tremi različnimi hitrostmi segrevanja (5 °C/min, 10 °C/min in 20 °C/min). Z DMA metodo je spremljal utrjevanje lepljenca zaradi spremembe temperature na območju od 40 °C do 200 °C. Z DEA je proučeval vpliv temperature, časa stiskanja in deleža suhe snovi FF lepila na stopnjo utrjenosti pri različnih temperaturah stiskanja (140 °C, 160 °C, 180 °C in 200 °C). Nato je pri istih temperaturah proučeval dinamiko graditve strižne trdnosti (DGST) FF lepilnega spoja. Pri tem je uporabil dvoslojni preskušane z majhno dolžino preklopa (5 mm), ki ga je vstavil v čeljusti testirnega stroja in prečno stisnil z grelnima ploščama za določen čas stiskanja, ki je znašal od 5 s do 120 s. Takoj po zaključku stiskanja pri izbranem času je ugotovil strižno trdnost ter ocenil delež loma po lesu. Z naštetimi metodami je skušal podrobneje pojasniti proces utrjevanja FF lepila v lepilnem spoju s fizikalnega, kemijskega in mehanskega vidika ter nato ugotoviti soodvisnosti med rezultati različnih metod.

Na osnovi rezultatov DEA je ugotovil, da je začelo FF lepilo želirati pri temperaturi okrog 90 °C. Z DSC je ugotovil, da je glavna reakcija FF lepila, pri katerih se je sproščala energija, potekala pri temperaturah med 135 °C in 160 °C. Stopnjo utrjenosti lepila je izračunal iz prevodnosti in ugotovil, da je bila stopnja utrjenosti FF lepila odvisna od temperature in časa stiskanja, pa tudi od frekvence elektromagnetnega polja, pri kateri je bila izvedena meritev. S statistično analizo rezultatov kinetike utrjevanja je ugotovil, da Gompertzova funkcija najbolje empirično opiše stopnjo utrjenosti FF lepila v odvisnosti od časa stiskanja.

Rezultati meritev DGST so pokazali, da se je strižna trdnost lepilnega spoja pri višjih temperaturah stiskanja formirala hitreje. Strižna trdnost se je začela graditi potem, ko je temperatura v lepilnem spoju dosegla 90 °C. Trdnost je nato skoraj linearno naraščala in se na koncu stiskanja ustalila pri vrednosti med 8 N/mm² in 9 N/mm². Doktorand je graditev strižne trdnosti v odvisnosti od časa stiskanja opisal s tri-parametrsko logistično funkcijo. Ugotovil je, da med časom ob najintenzivnejši graditvi trdnosti in temperaturo stiskanja obstaja padajoča eksponentna zveza. Z analizo povezave med rezultati DGST in DEA je ugotovil, da med njima obstaja eksponentna zveza, vendar je to relevantno samo za proučevano FF lepilo in pogoje stiskanja.

Doktorand je raziskavo opravil z uveljavljenimi in tudi z novo razvitimi eksperimentalnimi metodami. Proučevanje utrjevanja FF lepila v lepilnem spoju z DEA je izvedel s posebnim senzorjem, ki ga je bilo mogoče vstaviti v lepilni spoj ter tako pridobiti pomembne podatke o stopnji konverzije lepila med procesom stiskanja v vroči stiskalnici. Z inovativno zasnovano metodo DGST, za katero je tudi sam izdelal oziroma priskrbel vse potrebne merilne naprave in pripomočke, je ugotavljal rast trdnosti FF lepilnega spoja med procesom stiskanja. Takšnih poskusov v domačem raziskovalnem prostoru do sedaj ni bilo in razvoj te metode predstavlja izjemen originalni prispevek pri raziskavah trdnosti lepilnega spoja.

Raziskavo je doktorand opravil temeljito in kvalitetno. Pravilno je domneval, da na kinetiko utrjevanja predvsem

* prof. dr., Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina c. VIII/34, 1001 Ljubljana, milan.sernek@bf.uni-lj.si

vplivata temperatura in sestava lepilne mešanice. Potrdil je hipotezo, da obstaja korelacija med rezultati DEA in DGST. S to ugotovitvijo je nakazana možnost aplikacije DEA v industrijo lepljenega lesa, saj lahko na osnovi izmerjene stopnje utrjenosti z metodo DEA predvidimo trdnost lepilnega spoja, ki je sicer ne moremo neposredno izmeriti, saj je lepljenec stisnjen med plošči stiskalnice. Rezultate

raziskave je doktorand objavil v tuji znanstveni reviji ter jih predstavil na mednarodnih konferencah.

Novemu doktorju znanosti ob uspešnem zaključku usposabljanja iskreno čestitam in mu želim obilo uspehov pri nadaljnji poklicni karieri na področju organizacije in ekonomike lesarstva, kjer je mladi doktorand zaposlen kot asistent.

Miha HUMAR*

JAVNA PREDSTAVITEV REZULTATOV PROGRAMSKE SKUPINE LES IN LIGNOCELULOZNI KOMPOZITI

V veliki predavalnici Oddelka za lesarstvo je v petek, 12. junija 2009, potekala prva javna predstavitev rezultatov programske skupine Les in lignocelulozni kompoziti (PS). Raziskovalni programi predstavljajo javno službo na področju raziskovalne dejavnosti, in sicer kot zaokroženo področje raziskovanja, za katerega je pričakovati, da bo aktualno in uporabno v daljšem časovnem obdobju, in je takega pomena za Slovenijo, da obstaja državni interes, opredeljen v nacionalnem raziskovalnem in razvojnem programu, za dolgoročno raziskovanje programske skupine na tem področju. Raziskovalne programe izvajajo programske skupine v javnih raziskovalnih zavodih, na univerzah in samostojnih visokošolskih zavodih ter na podlagi koncesije programske skupine, organizirane pri pravnih osebah zasebnega ali javnega prava. Programska skupina Les in lignocelulozni kompoziti je edina programska skupina s področja lesarstva in kot taka opravlja ključno raziskovalno delo na tem področju.

Programska skupina Les in lignocelulozni kompoziti je naslednica dveh predhodnih programskih skupin, ki sta ju vodila prof. dr. Franc Pohleven (1999-2003) in prof. dr. Marko Petrič (2004-2008) z letošnjim letom pa sem vodenje PS prevzel doc. dr. Miha Humar. V lanskoletnem oče-

njevanju programskih skupin smo bili zaradi uspešnega dela v preteklih letih in kvalitetnega programa raziskovalnega dela zelo dobro cenjeni. Tako smo pridobili najdaljše šestletno financirane raziskovalnega programa. Ta dosežek je odlična popotnica prihodnje znanstveno raziskovalne aktivnosti. Od te ocene je namreč odvisno število mladih raziskovalcev v PS, delež sofinanciranja raziskovalne opreme ... Na podlagi pozitivno ocenjene PS in prijavnih vloge, nam je Agencija za raziskovalno dejavnost RS že odobrila 90.000 EUR za nakup nove raziskovalne opreme v okviru paketa 14.

Eden od pomembnih kriterijev ocenjevanja PS je tudi promocija znanstvenih rezultatov. Od raziskovalcev se pričakuje, da s svojimi znanstvenimi rezultati ne seznanjajo le strokovnjakov s področja, temveč na poljuden način z njimi seznanijo tudi širšo laično javnost. Promocija v medijih postaja enako pomembna, kot objave v vrhunskih znanstvenih revijah. Z namenom promocije naših rezultatov je bila organizirana tudi prva predstavitev raziskovalnih dosežkov naše PS. Bralci revije Les ste prispevke s predstavitve dobili kot prilogo k peti številki revije Les. Pri organizaciji prireditve smo se povezali s stanovskima organizacijama: Društvom inženirjev in tehnikov lesarstva, Ljubljana in Zvezo lesarjev Slovenije.

Po uvodnem pozdravu Prodekana za področje lesarstva prof. dr. Marka Petriča in vodje programske skupine doc.

* doc. dr., Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina c. VIII/34, 1001 Ljubljana, e-pošta: miha.humar@bf.uni-lj.si

dr. Mihe Humarja je sledilo 11 predstavitev raziskovalcev. Mladi raziskovalec Peter Prislan je predstavil različne mikroskopske tehnike, dr. Maks Merela pa je s pomočjo številnih eksperimentalnih tehnik opisal poranitvene procese v živih drevesih. V nadaljevanju je doc. dr. Dominika Gornik Bučar opisala možnosti nedestruktivnega določanja mehanskih lastnosti žaganic. Le to bo že letos jeseni postalo obvezno za konstrukcijski les, zato je raziskava zelo pomembna za slovenske žagarske obrate. Zatem je kolega mag. Aleš Straže predstavil izzive pri sušenju enega najpomembnejših slovenskih lesov, bukovine. Opozoril je na težave, ki jih povzročajo rdeče srce. Mladi raziskovalec Boštjan Lesar pa je osvetlil uporabo vodnih emulzij voskov za zaščito lesa. Vodne emulzije voskov nudijo okolju prijaznejšo alternativo biocidnim rešitvam, kar povečuje možnosti njihove uporabe. Zatem je doc. dr. Sergej Medved pojasnil vpliv različnih ravnovesnih vlažnosti na sorpcijske in nabrekovalne značilnosti OSB in ivernih plošč. Izkazalo se je, da imajo iverne plošče bistveno boljše sorpcijske lastnosti kot OSB plošče. Temu predavanju je sledil prikaz rezultatov o graditvi trdnosti urea-formaldehidnega lepilnega spoja, ki ga je podal Mirko Kariž. Tudi ta raziskava ima velik praktični pomen, saj lahko z ustreznimi časi stiskanja izboljšamo produktivnost oziroma se izognemo nepotrebnim reklamacijam. Mladi raziskovalec Franci Budija je opisal utekočinjen les in na praktičnem primeru prikazal uporabo te surovine za površinske premaze. Dr. Manja Kitek Kuzman je bila v zadnjem letu zelo prodorna pri promociji lesene gradnje. Na nekaj praktičnih primerih je prikazala njene prednosti. Anton Zupančič je zelo slikovito opisal izobrazbeno strukturo v slovenski lesni industriji in jo primerjal s stanjem pred desetimi leti. Na koncu je sledilo še predavanje o nakupnem obnašanju slovenskih kupcev pohištva, ki ga je podala doc. dr. Jasna Hrovatin. Iz opisanega je razviden širok spekter raziskovanja naše PS. Zavedamo se, da določen segment lesarstva ni pokrit, vendar se moramo zavedati, da v tujini tako široka področje pokriva bistveno večje število raziskovalcev kot v Sloveniji. Želimo si tesnejšega sodelovanja z industrijo, zato nas je presenetilo, da se prireditve ni udeležilo več predstavnikov slovenskih podjetij. Zato smo si zadali, da bomo naslednje leto prireditve skušali še bolj približati tudi strokovnjakom iz podjetij.

Predavanja je odlično povezoval prof. dr. Franc Pohleven. Kljub zelo natrpanemu programu smo s predstavitvami končali točno po programu, tako da smo se na koncu lahko ob kozarčku in prigrizku nadaljevali s bolj ali manj strokovno razpravo. Vsi udeleženci smo se strinjali, da je smiselno s podobnimi predstavitvami nadaljevati tudi v naslednje leto.



□ Znanstveni del predavitve programske skupine je organiziral doc. dr. Miha Humar, povezoval pa jo je prof. dr. Franc Pohleven



□ Udeleženci predavitve rezultatov programske skupine v veliki predavalnici Oddelka za lesarstvo



□ Neformalni del srečanja

Učitelji ŠCL Srednje lesarske šole*

RAZSTAVA UNIKATNIH IZDELKOV DIJAKOV SREDNJE LESARSKE ŠOLE LJUBLJANA

*Toplota tvojega ognjišča sem v zimski noči,
osvežujoči hlad v poletnem soncu.
Sleme sem tvoji hiši, deska tvoje mize, postelja za počitek in
shramba v tvojemu vinu.
Držaj sem tvoje motike, vrata tvoje staje,
les tvoje zibke in rakve.
Potrkaj name za srečo.*

(neznan avtor)

Les je lep, prijeten, topel material. Malo domišljije in veliko znanja pa lahko iz materiala, ki nas obdaja vsepovsod, izdelamo čudovite predmete. Z znanjem, ki so si ga dijaki ŠCL Srednje lesarske šole pridobivali skozi leta izobaraževanja, so lepoto lesa in radoživost duha združili v eno. Nastali so unikatni izdelki.

Letos je minilo že polnih 20 let, odkar na Srednji lesarski šoli Ljubljana postavimo na ogled izdelke naših dijakov in ob tej priložnosti razstavo tudi svečano odpremo. Prav to se je zgodilo 10. junija 2009, ko smo se poleg razstave lahko povabljenim pohvalili še z eno pridobitvijo Šolskega centra - novo knjižnico.

Razstavljeni izdelki so plod šolskih strokovnih predmetov projektiranja, konstrukcij, organizacije in tehnologije, dijaki pa so jih izdelali pri praktičnem pouku med šolskim letom.

Tokrat je poleg res primerne in lepega ambienta, zanimivih izdelkov, veliko gostov (povabljeni so bili gostje tako iz gospodarstva kot iz šolstva), za resnično profesionalen kulturni dogodek poskrbel profesor Peter Premože, zadnja leta nepogrešljiv s svojim zborom na vseh pomembnih prireditvah naše šole.

Kulturni del programa je odprl trio z inštrumenti, ki so jih letos izdelali v namen projektne dela. Naši dijaki so dokazali, da niso »samo« lesarji, ampak tudi odlični pevci, glasbeniki in deklamatorji. Na glasbila (bas kitara, kontra-



▣ Pevski zbor Srednje lesarske šole Ljubljana, ki ga vodi prof. Peter Premože

bas, harmonika), ki so jih izdelali sami, so na razstavi tudi zaigrali, sledil pa je solo nastop nepozabne Doris Natalije Križman.

Zbor pa je dokazal, da poleg ubranega petja izvrstno obvlada tudi recitiranje. Priložnostno dobro izbrana pesem Ervina Fritza "Stoli" je bila tista svežina, ki je dala dogodku čisto nov - obogaten okvir.



▣ Obiskovalci so si z zanimanjem ogledovali razstavljen izdelke

* Šolski center Ljubljana, Srednja lesarska šola, Aškerčeva 1, 1000 LJUBLJANA



□ Letošnja razstava je bila že dvajseta po vrsti.



□ Poleg razstave izdelkov so se v ŠC Ljubljana lahko pohvalili tudi z novo pridobitvijo - šolsko knjižnico

Marina JURJEVIČ*

RAZSTAVA IZDELKOV ZAKLJUČNIH LETNIKOV SREDNJE ŠOLE ZA LESARSTVO V OKVIRU TEDNA OBRTI IN PODJETNIŠTVA NA LOŠKEM

Letos smo se kot šola petič zapored predstavili izven šolskih sten, da bi bili bolj vabljeni in dostopni čim širšemu krogu obiskovalcev. Začeli smo v grajskem stolpu, potem pa smo štirikrat gostovali v častitljivi predstavnici srednjeveške Škofje Loke, v Kašči.

Razstava je bila ena od dejavnosti v okviru Tedna obrti in podjetništva na Loškem, ki sta ga letos tretjič organizirali Razvojna agencija Sora d. o. o. in Območna obrtno-podjetniška zbornica Škofja Loka ob podpori občin Gorenja vas-Poljane, Škofja Loka, Železniki in Žiri. Poleg razstave se je bilo mogoče v tem tednu (od 23.5. do 30.5.2009) poučiti še o skrivnostih učinkovitega javnega nastopanja, izvedeti, kako se ustanavlja podjetje in vodi enostavno knjigovodstvo, zadnji dan pa je bilo mogoče obiskati podjetniško tržnico, na kateri sta naša šola in Območna obrtno-podjetniška zbornica skupaj v živo predstavljali lesarsko dejavnost.

Našo razstavo smo odprli 26. 5., na ogled pa je bila do sobote, 30. 5. Na otvoritvi so dijaki pozdravili obiskovalce s pesmijo in besedo in povedali nekaj o zgodovini šole. Spomnili so na začetke njenega delovanja leta 1957, ko se je vanjo vpisalo 21 učencev, ki so se izobraževali za poklice mizar, strojni mizar, modelni in vzorčni mizar, brusilec orodij, izdelovalec vezanih plošč, furnirja in ivernih plošč ter žagar. Seveda niso mogli mimo let 1995/96, 96/97, ko je bilo na šoli kar skoraj 900 dijakov, in prihajajočega šol. leta, ko jih bo v petih različnih programih – lesarski tehnik, les. tehnik PTI, mizar, obdelovalec lesa in okoljevarstveni tehnik - še okrog 260. To je tudi razlog, da smo se povezali s strojno šolo, dijaškim domom in višjo šolo za strojništvo in lesarstvo v Šolski center Škofja Loka.

Razstavljenih je bilo veliko različnih izdelkov dijakov zaključnih letnikov, med njimi pa je največ pozornosti vzbudila



□ Šahovska mizica v obliki škorpiona, ki jo je izdelal Jernej Markelj (foto: Irena Leban).

dila mizica v obliki škorpiona z intarzirano šahovnico na hrbtnišču (Jernej Markelj). Precej neobičajen izdelek je bila tudi maketa brunarice (Aleš Godnov), ki je nastala ob upoštevanju vpliva lune na sečnjo lesa, kar je dijak raziskoval v svoji projektni nalogi.

Omembe vredni sta bili tudi dve razstavljeni raziskovalni nalogi, ki sta na regijskem tekmovanju s področja tehnike in tehnologije osvojili prvo mesto, na republiškem pa sta

* ŠC Škofja Loka, Lesarska šola Škofja Loka, Kidričeva, 4220 ŠKOFJA LOKA



□ **Dijak Aleš Godnov se je predstavil z maketo brunarice (foto: Irena Leban)**

dobili bronasto priznanje. Raziskovalna naloga šestih dijakov 1. a razreda je predstavljala drevesne vrste na Loški učni poti (82 različnih drevesnih in grmovnih vrst), vključevala pa je tudi herbarij in ksiloteko (to še dopolnjujejo, ker je njihov cilj imeti najpopolnejšo zbirko vzorcev lesa v Sloveniji). V delavnici so sami izdelali tudi table za označitev dreves in grmov. Sicer pa je tudi Loška učna pot nastala v okviru raziskovalne dejavnosti na šoli leta 2006/07, pri tem pa smo sodelovali tudi z OŠ Ivana Groharja. V drugi nalogi pa sta se dva dijaka četrtega letnika ukvarjala z zamenjavo energenta za ogrevanje na šoli in dokazala njeno varčnost in ekološkost.

Na otvoritvi razstave je dijake in obiskovalce nagovoril tudi direktor Alplesa Železniki g. Zupanc, ki je pohvalil razstavljalce in njihove mentorje ter vse kljub manj obetavnosti stvarnosti dodatno spodbudil za nadaljnje delo v lesarski stroki.

Razstavo je letos obiskalo nekaj več obiskovalcev kot prejšnja leta, veseli pa smo bili tudi zahvale in priporočila za nadaljnje sodelovanje Razvojne agencije Sora d. o. o. in Območne obrtno-podjetniške zbornice Škofja Loka, saj tako vidimo, da trud vseh sodelujočih ni bil in ni zaman in da so vsi, še tako majhni in na prvi pogled nepomembni koraki, smiselni in pomenijo nadaljevanje poti.



□ **Razstava v škofjeloški Kašči je bila ena od dejavnosti v okviru Tedna obrti in podjetništva na Loškem, ki sta ga letos tretjič organizirali Razvojna agencija Sora d. o. o. in Območna obrtno-podjetniška zbornica Škofja Loka ob podpori občin Gorenja vas-Poljane, Škofja Loka, Železniki in Žiri.**

Dušan HREN, Zdenka STEBLOVNIK ŽUPAN*

»UPORABI ME ŠE ENKRAT« –

KONSTRUKCIJSKO – OBLIKOVALSKI UČNI PROJEKT VIŠJEŠOLSKIH ŠTUDENTOV LESARSTVA IN OBLIKOVANJA MATERIALOV

Na Višji strokovni šoli Lesarske šole Maribor so v okviru učnega projekta »Uporabi me še enkrat«, ki predstavlja projektni pristop dela pri konstrukcijsko-oblikovalskih predmetih, študentke in študenti prvega letnika višješolskega strokovnega študijskega programa lesarstva in programa oblikovanje materialov (les), snovali in izdelali številne zanimive izdelke. Obenem je cilj tega projekta tudi prikaz možnosti za »re-use« oziroma ohranjanje lesa in lesnih izdelkov v čim daljši rabi ob iskanju izvornih rešitev za njegovo uporabnost in dodano vrednost.

Že samo snovanje novih izdelkov je za študente, še zlasti za tiste, ki se šele prvo leto srečujejo s področjem lesarstva, zahtevna in odgovorna naloga. Vse pa postane še težje, ko moramo pri snovanju in izdelavi upoštevati številne zahteve. Osrednja je bila ta, da je bilo treba stare lesene predmete ali njihove dele, ki bi sicer ali pa so že končali na smetišču, podstrešjih in drugje, na čim bolj izviren način vključiti v nove izdelke. Druga zahteva je bila ta, da izdelki služijo kot del notranje opreme oziroma pohištvo. Veliko izdelkov je tako namensko izdelanih, zato med njimi včasih ne gre iskati skladja. Pri tako unikatnih izdelkih je poudarek na izvornosti in estetiki, uporabnost pa je razumljiva sama po sebi. Žal je bilo potrebno pri snovanju upoštevati še nekatere druge pogoje, ki so omejevali ustvarjalnost študentov na račun praktičnosti. Večinoma so izdelki manjših dimenzij ali pa razstavljivi, da jih je bilo mogoče prevažati z osebnim avtomobilom.

Že na začetku smo se zavedali, da nekateri izdelki ne bodo povsem brez napak, se pa na njih na zaključnih konzultacijah oz. na predstavitvah in zagovorih izdelkov veliko naučimo, kar je dobrodošlo, saj vendarle gre za učni proces. V fazi ustvarjalne blokade pade tudi kakšen očitek študentov, zakaj se jim v fazi snovanja in izdelave pušča toliko svobode, a bi verjetno bile reakcije ravno obratne, če bi predavatelj preveč posegal v delo študentov. Tudi takšne odzive na zagovorih in med delom izkoristimo kot sredstvo za nova spoznanja in učenje. Koristno za vse je

tudi delovno druženje študentov »lesarjev« in »oblikovalcev« naše šole, ki se tako učijo spoštovanja in soočanja različnih talentov, znanj in timskega dela za doseg višje končne vrednosti.

Razstava bo na ogled v avli šole od 01.07. do 20.08.2009 od PON. do PET. med 8.00 in 13.00. uro.

V nadaljevanju predstavljamo nekaj fotografij izdelkov, mentorja in študentov, lahko pa si jih ogledate tudi na spletni strani višje šole www.visjales-mb.org.



□ Avtor: Kristjan Mojzeš



□ Avtor: Aleš Prelog

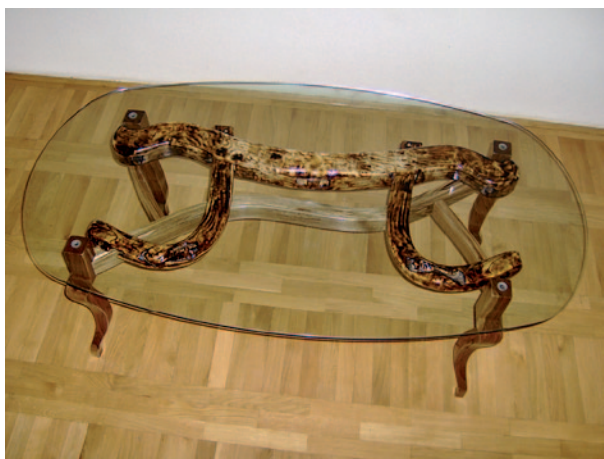
* Lesarska šola Maribor, Lesarska 1, 2000 MARIBOR



□ Avtorja: Benjamin Mikolič, Peter Božič



□ Avtorja: Uroš Bukovec, Tadej Tibaut



Vabimo Vas, da poleti obiščete našo novo GOZDNO UČNO POT v Studenškem gozdu.

Po sproščujočem sprehodu skozi gozd pa ste prisrčno vabljeni, da si ogledate razstavi:

- ▶ **izvirnih pohištvenih izdelkov** študentov programa lesarstvo in oblikovanje materialov Višje strokovne šole Lesarske šole Maribor, ki so nastali v sklopu projekta »UPORABI ME ŠE ENKRAT« ter
- ▶ **rezbarskih umetnin** študentov programa oblikovanje materialov (les) Višje strokovne šole Lesarske šole Maribor, pod naslovom »OD LESA DO SRCA«.

Andrej OTTO*

IZDELKI LESARJEV NA SGTLS SLOVENJ GRADEC

Kot bi trenil, je minilo še eno šolsko leto, kar je mnoge dijake presenetilo in v naši majhni delavnici je zadnji mesec kar mrgolelo. Mnogi so skušali nadoknaditi zamujeno. Iz dijakov je kar vrelo od optimizma, hkrati pa so mnogi flepmatično pozabili, da se čas zaradi njih pač ne bo ustavil. To so naše nove generacije dijakov, ki nam časovne okvirje postavljajo na glavo.

V delavnicah so se vsi trudili dokončati izdelke, za katere smo se dogovorili med šolskim letom. Po starem nepretrjenem programu je opravljala zaključni izpit zadnja generacija mizarjev. Za nalogo so si dijaki sami izbrali izdelek. Prevladovale so mizice in omarice.

Mentorja sta dijake le usmerjala in preverjala, da je delo potekalo varno.

Obdelovalci lesa iz drugega letnika so imeli še redni pouk. Dokončevali so svoje izdelke iz druge polovice leta. Pod mentorstvom g. Štefana Pirnata so letos zelo presenetili z izvirnimi mizicami, ki so vsebovale intarzije, rezbarije, ene so imele stilne, druge pa stružene noge.

Prvi letniki pri programu lesarski tehnik so morali dokončati po dva izdelka: za PP in CNC. Prva generacija v prenovljenem programu se je dobro izkazala, saj so pomagali sprogramirati in porezovati 180 tabel z napisi, hkrati so izdelali programe za svoje, pri nekaterih precej zahtevne izdelke. Zanimivo je, da so dijaki pri svojih izdelkih pogosto uporabili grebenasto vez, ki jo vse redkeje opažamo pri izdelkih obrtnikov. Dijaki so na CNC-stroju izdelali osnovo za greben, grebenasto letev pa so izdelali s pomočjo ročnega rezkalnega stroja. Takšna vez na širokih lepljenih ploščah zanesljivo najbolj drži in preprečuje zvijanje ter razpoke.

V drugem letniku so lesarski tehnik najprej izdelali izdelek za projektno nalogo, nato pa so v sodelovanju z ravnateljem, g. Ivanom Škodnikom pri izbiri in načrtovanju izdelka za 4. izpitno enoto še posebej poudarili vključevanje dela ali detajla kozolca topolarja, ki je značilen za Mislinjsko dolino. Pri tem so pogosto uporabili nosilne roke. Izstopal je tudi masiven stol dijaka Marka Pesjaka, z naslonom, oblikovanim kot kozolec. Vse okrogline so dijaki obdelali na CNC-stroju.

V delavnici smo pripravili razstavo izdelkov, ki so si jo lahko ogledali dijaki in njihovi starši, osnovnošolci, drugi učitelji, obrtniki in gospodarstveniki, skratka, veseli smo bili vsakega obiskovalca.

Vsako leto si razstavo ogleda tudi g. Silvo Pitržnik, direktor podjetja Gozdnega gospodarstva Slovenj Gradec, s katerim sodelujemo pri izgradnji lesenih hiš. Znova je bil zelo navdušen nad izdelki.



□ Slika 1. Obdelovalci lesa iz drugega letnika so letos zelo presenetili z izvirnimi mizicami, ki so vsebovale intarzije, rezbarije...

* učitelj PP, Šolski center Slovenj Gradec, Srednja gostinsko turistična in lesarska šola, Gosposvetska 4, 2380 SLOVENJ GRADEC

Obiskal nas je tudi župan Mestne občine Slovenj Gradec, g. Matjaž Zanoškar, ki je navdušeno ponovil, da imamo na Koroškem les in ga moramo znati prav uporabiti. Takšnega sodelovanja si želimo še naprej. Zavedamo se, da je treba mlade že zelo zgodaj usmerjati v lesarski poklic, da bodo v njem skupaj z nami začutili veselje in videli prihodnost. Tudi zato moramo mladim ponuditi dobre razmere za izobraževanje. Trudili se bomo, da jim bomo tudi v novem šolskem letu te lahko omogočili. Le tako bomo lahko zapolnili pomanjkanje dobrih lesarskih poklicev v industriji in obrti.



□ Slika 2. V delavnici smo pripravili razstavo izdelkov, ki so si jo lahko ogledali dijaki in njihovi starši, osnovnošolci, drugi učitelji, obrtniki in gospodarstveniki.



□ Slika 3. V drugem letniku so lesarski tehniki v sodelovanju z ravnateljem za 4. izpitno enoto pri oblikovanju pohištva vključevali dele ali detajle kozolca topjarja, ki je značilen za Mislinjsko dolino.

Valentin PEČAVER*

POKLICNA MATURA IN PROJEKTNE NALOGE NA SREDNJI GRADBENI IN LESARSKI ŠOLI NOVO MESTO

Tako kot vsako leto smo tudi letos na naši šoli pripravili zagovor zaključnih projektnih nalog dijakov drugih letnikov smeri lesarski tehnik – poklicno tehniško izobraževanje. Posebnost tega programa je, da so dijaki pred tem končali že triletni program za mizarje. V praktičnem znanju v nadaljevanju poklicno tehniškega izobraževanja še izpopolnjujejo znanja iz rezbarjenja, restavriranja pohištva itd.

Letos nismo organizirali razstave lesnih izdelkov iz različnih razlogov: glavni razlog je prostorska stiska, povezana z gradnjo prizidka šole. Razstavo bomo tako pripravili drugo leto, ko bodo gradbena dela v zaključni fazi. Upamo, da se bomo v naslednjem šolskem letu lahko spet predstavili tudi na razstavi izdelkov lesarskih šol na Ljubljanskem pohištvenem sejmu. Žal so jo v letošnjem šolskem letu na Gospodarskem razstavišču odpovedali.

Letos sta me kot mentorja in člana izpitne komisije najbolj prijetno presenetila dva izdelka. Prvi je bil tamburica, drugi pa rezbarija.

Tamburico sta v celoti načrtovala in izdelala dijaka Sebastjan Barborič in Jože Šoštarčič, rezbarijo pa je izrezljal dijak David Povše.

Avtorja sta tamburico - bisernico, ki jima je bila velik izziv, izdelala sama, pri tem sta bila zelo prizadevna, iskala sta nasvete pri glasbenikih, izdelovalcih glasbil in prebrala kar precej strokovne literature. Dijaka sta tudi glasbenika, igrata v tamburaškem orkestru in drugih ansamblih.

Tamburica je tradicionalna in neavtohtona kulturna dobrina južnih Slovanov. Razvila se je že v stari kulturi Mezopotamije. Danes je razširjena tudi severneje, na Slovaškem in še drugje. Godec na tamburici se imenuje tamburaš. Bisernica je najmanjša tamburica v tamburaškem zboru in ima najvišji zvok, zato je še posebej izpostavljena v orkestru.

Kot mentor sem jima svetoval, da izdelata unikatno »slovensko« verzijo. Iz lesa javorja sta izdelala obod in vrat tamburice, za zgornjo resonančno ploščo sta uporabila smrekovino, češnjevino pa za ubiralko, na katero sta pritrčila prečke. Na zgornji resonančni plošči je unikatna intarzija z motivom gorenjskih nageljnov. Površinsko je tamburica obdelana z rdečim in brezbarvnim poliuretanskim lakom. Na zagovoru je Sebastjan Barborič zaigral nanjo, posnetek bo objavljen na spletni strani šole.

Slovinci smo lahko ponosni na to, da imamo veliko dobrih izdelovalcev akustičnih glasbil, pri katerih je izbira in obdelava lesa še kako pomembna. To dejstvo verjetno ni naključje, ker sta glasba in obdelava lesa očitno že v naši naravi. Kot lesarji pedagogi smo veseli in ponosni, da se dijaki in študentje velikokrat lotijo izdelave tovrstnih zaključnih izdelkov. Ni pa jih veliko, ki bi začeli iz nič v domači garažni delavnici, zato si omenjena ustvarjalca tamburice zaslužita še posebno pohvalo.

Za rezbarjenje je Davida Povšeta navdušil njegov oče in predstavljena rezbarija je ena izmed mnogih njegovih



□ Slika 1. Druga stopnja izdelave tamburice - obdelava trupa.

* univ dipl. inž. lesarstva, Šolski center Novo mesto, Srednja gradbena in lesarska šola, Šegova ulica, 8000 NOVO MESTO, e-pošta: valentin.pecaver@guest.arnes.si

del. Zrezbarjen relief je po mojem mnenju in mnenju kolegic in kolegov pedagogov iz umetnosti in prakse lep in kvaliteten izdelek (slika 5), ki ga je vredno videti.



□ Slika 2. Brušenje, glajenje tamburice



□ Slika 4. Dijaka Sebastjan Barborič in Jože Šoštarč med zagovorom naloge



□ Slika 3. Končni izdelek - tamburica



□ Slika 5. Dijak David Povše z rezbarijo

Bojan KOVAČIČ*

PROJEKTNI DNEVI NA LESARSKI ŠOLI NOVA GORICA

Projektno delo v prenovljenih izobraževalnih programih je namenjeno doseganju integriranih ključnih kompetenc v povezavi s poklicnimi cilji.

Na Tehniškem šolskem centru Nova Gorica – Strojni, prometni in lesarski šoli smo se v lesarskih programih (3. letnik programa mizar in 1. ter 2. letnik lesarski tehnik - pti) odločili za izvedbo projektnega dela na temo KULTURNA DEDIŠČINA. Kot vodilni moto, ki je izražal naše cilje, smo zapisali: »SPOZNATI – DOKUMENTIRATI – OHRANITI«.

Projektna dejavnost je potekala načrtovano in v več korakih:

1. načrtovanje aktivnosti in temeljito seznanjanje dijakov s cilji in raznovrstnimi oblikami dediščine (materialna, nematerialna, kulturna, tehnična, ljudsko izročilo ...);
2. priprava za delo na terenu (dogovori za strokovno vodstvo etnologa, priprava na intervju, določitev nalog za dijake – npr. snemanje, fotografiranje, priprava referatov ...);
3. delo na terenu (intervju z bratom Cirila Kosmača, bivalna dediščina 20. st., kulturna dediščina Šentviške planote);
4. domače delo dijakov (popis družinske dediščine, opis izbranega eksponata, priprava na razstavo in predstavitev);
5. javna predstavitev rezultatov s priložnostno razstavo eksponatov družinske dediščine dijakov.

Na lep pomladni dan, 8. 4. 2009, smo se odpravili na Šentviško planoto. Hodili smo po čudoviti naravi ob Idrijci in po Šentviški planoti ter spoznavali različne oblike dedišči-



□ Črna kuhinja v Kosmačevi rojstni hiši (foto: Bojan Kovačič)

ne, jo dokumentirali ter dijake spodbujali k razmišljanju, kako bi jo ohranili.

Na poseben delovni list, ki smo ga skupaj oblikovali, so nato dijaki navedli vse oblike materialne in nematerialne dediščine, s katerimi se srečujejo doma in v širši družinski skupnosti. Nato so izbrali vsaj en predmet, podrobno opisali njegovo zgodovino, stanje, nujne ukrepe za njegovo ohranitev ter podpisali simbolično izjavo, s katero se zavezujejo k skrbi za svojo dediščino.

Sledila je razstava izbranih predmetov in javna predstavitev rezultatov projektne dni, ki je potekala 12. 5. 2009.

Projektno delo je v strnjeni obliki potekalo dan in pol, ko je tudi odpadel redni pouk, dijaki pa so ob pomoči mentorjev veliko naredili tudi doma.

V okviru projektne dela smo uspešno povezali vsebine pouka maternega jezika, matematike, umetnosti, družboslovja, naravoslovja in lesarske stroke, skozi celotno delo

* univ. dipl. inž. Tehniški šolski center Nova Gorica, Strojna, prometna in lesarska šola, Cankarjeva 5, 5000 NOVA GORICA, e-pošta: bojan.kovacic@guest.arnes.si

pa smo poudarjali oblikovanje odnosa do narave in kulturne dediščine.

Glede na odziv in sodelovanje dijakov v projektnem delu ter na rezultate opravljene evalvacije smo ugotovili, da predstavlja naši mladini dediščina pomembno vrednoto ter da se jim zdi tak način dela zanimiv. Dijaki so tudi predlagali, da temo nadaljujemo v smeri dokumentarne predstavitve tradicionalnih lesarskih poklicev kot so kolar, tesar, rezbar ... in sicer tako, da bi bil dokument avtentičen vir izročila in njegove ohranitve.

Konkretni cilji, ki smo jih dosegli:

1. motivirali smo dijake za aktivno delo pri spoznavanju, dokumentiranju in ohranjanju kulturne dediščine;
2. posneli smo polurni voden intervju z Vladimirjem Kosmačem (bratom Cirila Kosmača);

3. posneli smo veliko slikovnega in filmskega materiala ter gradivo zmontirali v enourni film;
4. seznanili smo se z osnovnimi ukrepi zaščite lesarske tehnične in bivalne dediščine ter osnovnimi zakonitostmi strokovnega restavriranja;
5. dijaki so popisali in dokumentirali družinsko dediščino, tudi njeno stanje in predvideli nujne ukrepe za zaščito in primerno obliko hranjenja. Prevzeli so skrb za svojo dediščino;
6. dijaki so javno predstavili svoje delo in pri tem uporabljali različne oblike predstavitev;
7. dijaki so začutili potrebo in predlagali poglobljeno obravnavo teme na področju lesarske dediščine.

Bralce vabimo, da si naše filmske dokumente ogledate na spletni strani centra: www.tsc.si

Miha HUMAR*

JELOV KORENIČNIK - RDEČA TROHNOBA

Kot eden prvih je jelov koreničnik (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) opisal znani idrijski naravoslovec Scopoli. Leta 1772 jo je poimenoval *Poria perspicillum*. Jelov koreničnik ima večletna plodišča, nepravilne oblike, z zelo zgubano površino. Običajno so velika okoli 10 cm, v posameznih primerih pa lahko zrastejo celo do 40 cm. Trosnjaki se prilegajo podlagi na kateri rastejo ter pogosto obraščajo travo, iglice, borovničevje ... Dokler klobuk raste ima značilen razgiban, svetel rob, ki preko oranžnega pasu prehaja v rjavo barvo. Površina trosnjaka sčasoma potemni. Belo ali rumenkasto belo trosišče je sestavljeno iz drobnih, do 1 cm globokih cevč. Včasih so plodišča skorjasto priraščena na podlago in jih sploh opazimo saj so povsem prekrita z opadom. Klobuk je neužiten, plutasto meso je blede rumeno. Jelov koreničnik ima za višje glive neobičajno lastnost, oblikuje tudi nesporna trosišča-konidije.

Gliva *H. annosum* je ena izmed najpomembnejših patogenov v iglastih gozdovih severne poloble. Samo v ZDA letno povzroči za milijardo dolarjev škode. Primerljivo škodo povzroča tudi v evropskih gozdovih. Glivo najdemo na štorih in spodnjem delu debel iglavcev (najpogostejše smrekovih in jelovih), redkeje tudi listavcev. Okužena drevesa navadno ne odmrejo, tako da okužbo velikokrat opazimo šele ob poseku. *H. annosum* navadno razrednoti spodnji, gospodarsko najvrednejši del debla, stara drevesa pa imajo pogosto razkroje tudi zgornji del koreninskega sistema. Razkrojen les je rdečerrjavo obarvan (od tod ime rdeča trohnoba), vendar jelov koreničnik ne povzroča rjave, temveč belo trohnobo. Rdeče obarvanje ni posledica razgradnje temveč je vzrok temu oksidacija jedrovinskih snovi. Zato barva trohnečega lesa ni odvisna le od starosti okužbe, temveč tudi od vrste iglavca. Pri macesnu je okužen les najprej temno siv, nato pa temno rdeče rjav. Pri jelki je obarvanost okuženega lesa najprej sivo rjava, kasneje pa pridobi rožnat odtенок. Trhla smrekovina je navadno rdeče rjave barve. Jelov koreničnik je ena izmed

* doc. dr., Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina c. VIII/34, 1000 Ljubljana, e-pošta: miha.humar@bf.uni-lj.si



□ Plodišče - trhel les (foto: Miha Humar)

najpomembnejših povzročiteljic rdeče trohnobe, poleg nje jo povzročata še: *Heterobasidion parviporum* in *Heterobasidion abietinum*. Omenjenih gliv na podlagi morfoloških lastnosti pogosto ne moremo razlikovati. Jelov korenčnik ne razširja le s sporami, temveč gliva prek rizomorfov okužuje tudi zdrava drevesa. Le ti se z okuženih dreves na zdrava drevesa širijo s hitrostjo do 2 m / letno, zato je še posebej nevarna v gostih sestojih iglavcev. Pogosto so vzrok poškodbam tudi poškodbe na spodnjem delu debel nastale pri spravilu lesa, gradnji gozdne infrastrukture, vožnji z motornimi vozili v gozdu ... Priznani nemški strokovnjak prof. dr. Olaf Schmidt poroča, da to glivo v posameznih primerih lahko najdemo celo v hišah. Pri tem meni, da je vzrok za okužbo verjetno vgradnja okuženega lesa.

Razširjanje glive lahko najučinkoviteje preprečimo u ustrezno higieno v gozdu. Z jelovim korenčnikom okužene šture moramo po poseku odstraniti iz gozda. Poleg tega se moramo pri načrtovanju gozdov izogibati monokulturnim nasadom iglavcev. V preteklosti so za zatiranje uporabljali tudi kemikalije, predvsem boraks in ureo. Kakorkoli, uporaba kemikalij v gozdu ni zaželena, zato predvsem v Kanadi vedno bolj pridobiva na pomenu tudi biotehnoška

zaščita. Sveže posekane šture namerno okužijo z izbranimi kulturami saprofitnih gliv. Najpogosteje se uporablja kulture gliv *Phlebiopsis gigantea*, *Bjerkandera adusta*, *Fomitopsis pinicola* in *Chondrostereum purpureum*. Komerzialna biocidna priprava na osnovi teh gliv sta na voljo pod imenoma "Myco-Tech-paste" in "Chontrol paste".

Kakorkoli, pričakovati je, da se bodo težave povezane z jelovim korenčnikom zaradi globalnega segrevanja še povečevale. Zaradi vedno močnejših viharjev bo poškodovanega vse več drev-

ja, ostrejša suša pa bodo poskrbele za slabše fiziološko stanje dreves in s tem večjo dovzetnost na okužbo. Po drugi strani pa je tudi okužen sestoj bolj občutljivi na vetrolome, snegolome in podobne ujme.



□ Luknjičasto trosišče (foto: Miha Humar)

Niko TORELLI*

POHLEP IN MALOMARNOST ALI KJE SI RIO

Naj nam na začetku zapoje slavni argentinski duo *Pimpinela* svojo čudovito pesem *Palabras* ali pa kar Elda Viler in Boris Cavazza v odlični domači priredbi »Besede, besede, besede« in še enkrat »besede, besede, besede«. Tako neka mednarodna skupnost rešuje problem podnebnih sprememb. Slovenija mora v skladu s Kjotskim protokolom, ki ga je ratificirala julija 2002, do l. 2012 zmanjšati emisije ogljikovega dioksida za 8 odstotkov glede na l. 1986, ko so izpusti presegali 20 mio. ton. Začeli smo trgovati z emisijami CO₂. Ministrstvo za okolje danes ugotavlja, da Slovenija izpuste CO₂ žal celo povečuje, predvsem na rovaš naraščajočega tranzitnega prometa, ki prispeva četrtno vseh izpustov. K temu Slovenci kupujemo avtomobile s preveč emisijami CO₂ in se raje kot z železnico vozimo z letalom. Uporabljali naj bi več obnovljivih virov: poleg vodne, vetrne in sončne energije tudi vse več »lesne biomase«. Politiki in ekologi kujejo nove všečne izraze kot so »nizkoogljično gospodarstvo« (*low carbon economy*) »ogljčni odtis« ali »CO₂ odtis« (*carbon footprint*) pa brezpapirno poslovanje (*paperless office*) in še kaj spodbudnega, zgodi pa se bore malo. Elda in Boris imata slej ko prej prav ...



Gozdovi pomagajo kolikor morejo, vsega fosilnega CO₂ pa le ne morejo »požreti«, pa tudi hraniti ga ne morejo v nedogled. Še več, rastoči gozd je ogljikov ponor, dokler v procesu fotosinteze »fiksira« več ogljika, kot ga odda z dihanjem lastnih tkiv in razkrojnih organizmov. Mlad, hitro rastoč gozd sekvstrira veliko ogljika, vendar »drži« manj ogljika in obratno: starejši gozd morda ne sekvstrira več ogljika, ga pa veliko hrani. Pri tem je pomembna predelava (kvalitetnega) lesa v izdelke z dolgo življenjsko dobo, ki še naprej skladiščijo ogljik. Poleg ohranjanja in povečevanje gozdnih ogljikovih poolov v smislu ogljičnega gospodarjenja z gozdovi (*carbon forestry*) je v tem kontekstu zelo pomembno nadomeščanje »umazanih« materialov z veliko vsebnostjo »sive« energije z neugodnim »življenjskim

ciklom« in fosilnih energentov s CO₂-nevtralnimi in obnovljivim lesom (substitucijsko gospodarjenje). Nikoli ne pozabimo, da so gozdovi visoko produktivne »energijske tovarne«, lesni izdelki pa »nizkoenergijski produkti«.

Obširni, ohranjeni in ekosistemsko, zdržno in multifunkcijsko gospodarjeni slovenski gozdovi omogočajo maksimalni ponor ogljika v Evropi, pri čemer je specifična bilanca gozdnega C izražena na enoto celotne površine države pribl. 150 g m⁻² a⁻¹. Na izjemen pomen gozda za blaženje klimatskih sprememb v Evropi kaže tudi razmerje med se-

* prof. dr. dr. h. c., Skaručna 26A, 1217 Vodice, e-pošta: niko.torelli@hotmail.com

kvestriranim ogljikom v drevesnih tkivih in v tleh ter letno emisijo, ki znaša za Evropo pribl. 22 : 1 in za močno industrializirano Nemčijo 10 : 1. Po izračunih GIS je razmerje za Slovenijo 35 : 1, pri čemer naši gozdovi v nadzemni in podzemni »dendromasi« skladiščijo 20 krat več ekvivalentov CO₂ kot znašajo letne emisije. Letna akumulacija CO₂ v slovenskem gozdu predstavlja vsaj 30 % letne emisije CO₂. COP7 v Marakešu nam je na račun čl. 3 (3.3. Zaraščanje in 3.4 Gospodarjenje z gozdovi) podelil odpustek v obliki uporabe gozdnih ponorov do višine 0,36 Mt C oz. 1,3 Mt CO₂) na leto v prvem ciljnem obdobju 2008-2012.

Evropa želi zmanjšati energetske odvisnosti in hkrati povečati delež svojih obnovljivih virov energije, tudi lesne biomase. Prihaja do križanja interesov med energetiki, predelovalci lesa in gozdarji, ki naj bi z gozdovi gospodarili ekosistemsko in zdržno. Vsakič, ko se pojavi nova »bela knjiga« ali »sveženj«, ki poziva k večji rabi obnovljivih virov, nas gozdarje in lesarje nekoliko zaskrbi.

Bela knjiga o obnovljivi energiji (1997) je do 2010 predvidevala podvojitev obnovljivih goriv s takratnih 6 % na 12 %. Tako bi utegnil nastati primanjkljaj lesa v višini pribl. 163 mio m³. To bi se lahko odrazilo v povečanemu pritisku na gozdove, opuščanju ekosistemskega zdržnega gospodarjenja, uvajanju »umazanih« nelesnih materialov in resnih posledicah za trg lesa in lesnih ostankov. Pod vprašajem bi bila konkurenčnost lesne industrije v Evropi. Nekatere države so to razumele kot »pokuri več lesa in stimuliraj njegovo rabo s subvencioniranjem zelene energije«. Posledice so se kaj kmalu pokazale v obliki podražitev žagovine, sekancev in manj kakovostnega lesa in slednjič zapiranja tovarn lesnih tvoriv.

Biomasi akcijski plan EU (2005) je spet vznemiril gozdarje in lesarje, saj bi realizacija tega plana povzročila letni primanjkljaj lesa pribl. 140 mio m³ lesa. Na zelo odmevni novinarski konferenci »Veliko gozda, malo lesa« so evropski lesarji in gradbeniki izrazili svojo bojazn z »Uporabi les, preden ga pokuriš«. Pri tem ne smemo pozabiti ključnega sporočila Izjave o gozdnih načelih iz Ria (1992), da moramo obravnavati gozd na holističen in uravnotežen način znotraj celovitega konteksta zdržnega razvoja, upoštevaje »multifunkcijski« pristop.

In še nekaj lepo rimajočih se števil!

Energetsko-podnebni sveženj EU (2008), imenovan popularno 3 × 20, zahteva do 2020 poleg zmanjšanja izpustov toplogrednih virov za 20 % in povečanja energetske učinkovitosti za 20 %, tudi povečanje obnovljivih virov energije za 20 %. Slovenija bi morala tako do l. 2020 povečati rabo obnovljivih virov iz sedanjih 16 % končne energije na 25 %, kar pomeni najmanj podvojitev uporabe lesne biomase.

Gozdarski paket (okt. 2008) predvideva prenehanje krčenja površin gozdov do 2030 in 50 % zmanjšanje uničevanja tropskih gozdov do 2020. Lepo in prav ... Toda, le komu koristi to leporečje?! Prav te dni smo zvedeli, kako Indijanci s sulicami zapirajo dostop v mestece Yurimagua na odmaknjem amazonskem območju severnega Perua in tako protestirajo proti vladnim nameram, da bi v deževni gozd pripeljala tuja energetska in rudarska podjetja.

V takšnih okoliščinah postaja usklajevanje ekonomskih, ekoloških in socialnih funkcij v kontekstu sodobnega večnamenskega ekosistemskega zdržnega gospodarjenja z gozdnimi viri vse zahtevnejše in pomembnejše. Na našo vest trkajo pomanjkljivo izvajani sklepi *Konference ZN o okolju in razvoju (UNCED) 1992* v Riu de Janeiru z *Agendo 21, Deklaracijo o okolju in razvoju*, (resda zakonsko neobvezujočo) *Izjavo o Gozdnih načelih, Okvirno konvencijo ZN o podnebnih spremembah* in *Okvirno konvencijo ZN o biološki raznovrstnosti*, prav tako smernice *Medvladnega odbora za gozdove (IPF) 1995-1999, Medvladnega foruma za gozdove (IFF) 1997-2000*, kot tudi številne deklaracije in resolucije Strasbourške (1990), Helsinške (1993), Lizbonske (1998), Dunajske (2003) in Varšavske (2007) *Ministrske konference o varovanju gozdov v Evropi (MCPFE)*, opominja pa nas tudi neizpolnjen *Kjotski protokol* kot amandma k *Okvirni konvenciji ZN o podnebnih spremembah*.

Prav na koncu bi toplo priporočal manjšo porabo papirja, manj interkontinentalnih potovanj na razne »podnebne« in druge množične konference, večjo porabo dolgotrajnih lesenih izdelkov iz domačega »kratkoprogaškega« lesa, še posebej hiš in predvsem vsakršno varčevanje kot protutež pohlepu. Časopisi bi bili lahko precej tanjši. Končali bi se lahko z drugo stranjo ... Kako ganljivo izvajamo premike ure dvakrat letno, zakaj ne bi enako disciplinirano, npr. 1. novembra navlekli puloverje in 1. decembra še drugega ter tople nogavice! Okolje, gozdovi in naše zdravje bi nam bili za to hvaležni. In nehajmo se tolažiti z mislijo Ch.M. Schulza v *Peanuts*: »Naj te ne skrbi, da bo danes konec sveta; v Avstraliji je že jutri«.

Če bomo korenito spremenili svoj odnos do narave, se bomo smeli tolažiti s spodbudno mislijo velikega Seneka: *Ne sis miser ante tempus, cum illa, quae velut imminetia expavisti; fortasse nunquam ventura sint, certe non venerint.* »Ne smeš prezgodaj postati nesrečen, kajti grozeča nadloga, ki se je bojiš, se morda ne bo nikoli zgodila, vsekakor pa se še ni pripetila.«

Srečno!

Strukturno skobljanje – novost, ki je privabila številne radovedne poglede

Med številne novosti skupine WEINIG GRO-UP na letošnji Ligni je spadal tudi majhen nevpadljiv pano z razstavljenimi vzorci strukturiranega lesa. Kljub sramežljivi predstavitvi so vzorci ves čas sejma privabljali številne radovedneže, ki so se spraševali za kaj sploh gre. Predstavniki Weiniga so jim zadevo z veseljem podrobneje razložili.



V podjetju Weinig so namreč razvili nov postopek strukturiranja površine lesa, kar je bilo doslej omejeno večinoma na krtačenje na krtačnih ali brusilnih strojih. Gre za t.i. postopek strukturnega skobljanja, strukturiranje pa se izvaja na zgornjem ali spodnjem vretenu (lahko tudi na večih vretenih) štiri-



stranskega skobeljnega stroja. Poudarjena naravna struktura lesa se lahko razlikuje po globini strukturiranja, poudarjenosti, poteku itd. Seveda so se takoj pojavili dvomi, da bi ponovljivost vzorca lahko izničila naravni izgled in strukturo lesa. Toda pri strukturnem skobljanju se profilirna glava na Weinigovem skobeljnem stroju pomika levo-desno po naključnem vzorcu, ki ga generira krmilnik štiristranke. To nam zagotavlja unikatnost vsakega obdelovanca in posledično ohranja naravni 'look and feel' končnega izdelka.

Strukturno skobljanje se uporablja predvsem za proizvodnjo pohištva in stenskih ter talnih oblog in bo zagotovo popestrila ponudbo lesnih proizvodov. Kot revolucionarna novost pa predstavlja tudi priložnost za lesnopredelovalna podjetja, ki iščejo tržne niše v zasičenem trgu.

Anže Ulčar, Intercet d.o.o.

Delovanje Zveze lesarjev Slovenije

Na junijski seji se je Upravni odbor ZLS odločil za posodobitev računalniške in programske opreme ZLS ter potrdil nadaljnje poslovanje s sedanjo tiskarno. Poleg tega je bil obravnavan obdobjni rezultat ZLS, v zvezi z njim pa so bile sprejete zadolžitve za posamezne nosilce aktivnosti na ZLS.

Zveza lesarjev Slovenije je junija sodelovala pri predstavitvi in promociji projekta Les in lignocelulozni kompoziti, ki ga je pripravila programska skupina na BF Ljubljana pod vodstvom dr. Mihe Humarja.

Razveseljiva je tudi informacija, da je učbenikom, ki jih je izdala Lesarska založba, CPI podaljšal veljavnost in jih uvrstil med še vedno aktualne učbenike za lesarsko stroko.

mag. Nada Marija Slovnik
glavna tajnica Zveze lesarjev Slovenije

Srečanje po pol stoletja

»So dnevi, ki so vredni spomina in to je prav gotovo tudi 50 – letnica našega začetka šolanja na Srednji lesarski šoli v Ljubljani, ko nas je v prepolno učilnico 1. letnika sprejel razrednik gospod Štefan Cvetko ...« je pisalo na vabilu diplomantom L 4 A (šolsko leto 1961/62).



Zbrali so se skoraj iz vseh slovenskih pokrajin: 2 sošolca s Štajerske (nekoč zaposlena tudi v GLIN-u in MARLESU), 2 z Gorenjske (oba LIP Bled), 1 s Primorske (KURIVO N. Gorica) ter 7 iz osrednje Slovenije (zaposleni med drugim tudi v podjetjih LIKO, HOJA, TAPO, MELODIJA, KURIVOPRODAJA, IMP ...)

Prijetne spomine so obujali v gostišču Repanšek na Homcu pod vršaci Kamniških planin.

S. M.

Hišni sejem INTERCET 3.-5.9.2009, Šenčur, Slovenija

V prostorih podjetja Intercet, poznanega zastopnika nekaterih najpomembnejših proizvajalcev strojne tehnologije za obdelavo lesa, bo od 3. do 5. septembra potekal prvi Hišni sejem Intercet. Dogajanje bo po zagotovilih organizatorjev pestro in na vsak način zanimivo za vse predstavnike lesnopredelovalne branže – tako industrijskih kot manjših obrtniških obratov. Njihov osnovni cilj je namreč predstaviti paleto strojne opreme podjetij, ki jih zastopa. In ta je res široka. Skupina WEINIG GROUP s svojimi hčerinskimi podjetji Weinig, Dimter, Raimann, Grecon, Waco, Luxscan je vsekakor najbolj prepoznavno in najpomembnejše podjetje, ki ga zastopa Intercet, ponuja pa stroje za praktično vsa področja obdelave masivnega lesa. Veliko pozornosti bo deležna tudi dvorana, kjer bo predstavljena površinska obdelava lesa – Bürkle je pojem za kvaliteto predvsem pri valjčnem lakiranju z UV laki in oplasčanju 1D in 3D obdelovancev s folijami. Poleg tega pa imajo v svojem programu tudi stiskalnice za furniranje, linije za proizvodnjo vrat, linije za proizvodnjo večslojnega parketa ... Na hišnem sejmu bodo razstavljeni tudi stroji Stegherr (znani predvsem po strojih za izdelavo izvrtin pri oknih in strojih za izdelavo križnih vezi) in koncept delovanja nemških komor za sušenje lesa Hildebrand-Brunner. Vsi razstavljeni stroji bodo priključeni, tako da se boste lahko v živo prepričali o kvaliteti obdelave, ki jo ponujajo.

Organizatorji pa poleg ogleda delovanja strojev obljublajo tudi bogat program predavanj in predstavitev. Tako vam bodo strokovnjaki s posameznih področij predstavili možnosti in postopke pridobivanja nepovratnih sredstev, pravilno izbiro in brušenje lesnoobdelovalnih orodij, lake in lužila za površinsko obdelavo lesa, zelo zanimiva pa bo tudi prezentacija posebnih področij skobljanja, npr. strukturnega skobljanja, izdelave koničnih profilov, uporabe vskočnega vretena, itd.. Ti programi bodo potekali ob



določenih urah, tako da bodo zainteresirani obiskovalci svoj obisk lahko načrtovali v skladu s temami, ki jih najbolj zanimajo.

1. Hišni sejem Intercet torej res obeta obilo zanimivega dogajanja in organizatorji želijo, da bi prav to privabilo čim več obiskovalcev. Za organizacijo so se namreč odločili, ker verjamejo, da lahko strankam najkvalitetneje pomagajo v svojih poslovnih prostorih v Poslovni coni Šenčur. Številni razstavljeni delujoči stroji, sodobno opremljena sejna soba in expo center ter navzočnost strokovnjakov zagotavljajo odlično podporo in, kar je najpomembnejše, možnost poglobljenega svetovanja stranki. Zagotavljajo nam, da bo Hišni sejem Intercet postal tradicionalna prireditev in vas vljudno vabijo, da jih v začetku septembra obiščete.

Anže Ulčar, Intercet d.o.o.



□ Nekaj posnetkov iz novih Intercetovih poslovnih prostorov v Šenčurju, kjer bo od 3. do 5. septembra potekal prvi Hišni sejem Intercet.

NAVODILA AVTORJEM ZA PRIPRAVO PRISPEVKOV

1. PRISPEVKI

Revija Les objavlja izvirne in pregledne znanstvene ter strokovne prispevke s področja lesarstva, pohištvene industrije in z lesarstvom povezanih področij (arhitekture, oblikovanja, okolja, gradbeništva, etnologije ...). Vsi objavljeni prispevki so recenzirani. Za vsebino prispevka so odgovorni avtorji. O obliki in datumu objave članka odloča uredništvo.

2. OBSEG PRISPEVKOV

Prispevki morajo biti pripravljene v skladu s temi navodili. Znanstveni članki naj ne presegajo 18.000 znakov s presledki, po dogovoru z urednikom lahko le pregledni znanstveni članki obsegajo 27.000 znakov s presledki. Priporočena dolžina strokovnih člankov je 9.000 znakov s presledki. Za angleške prevode povzetkov so odgovorni avtorji. Uredništvo revije Les zagotovi lektoriranje slovenskih tekstov. Tekstov prispevkov, zgoščenin in disket avtorjem ne vračamo. Na zahtevo avtorja vračamo slikovno gradivo.

3. JEZIK

V reviji Les objavljamo znanstvene prispevke v slovenskem ali angleškem jeziku, strokovne pa le v slovenskem jeziku.

4. POVZETEK

Za izvirne in pregledne znanstvene članke, morajo avtorji pripraviti povzetek v angleščini in slovenščini. Pri tujejezičnih avtorjih, bo za slovenski povzetek poskrbelo uredništvo. Povzetek mora dati jedrnat informacijo o vsebini prispevka. Okvirno naj zajema 1.000 znakov s presledki.

5. KLJUČNE BESEDE

Ključnih besed je lahko največ 8. Predstaviti morajo področje raziskave, podane v članku. Napisane morajo biti v slovenskem in angleškem jeziku. Razvrščene naj bodo v abecednem redu slovenskih besed.

6. NASLOV ČLANKA

Naslov članka naj bo kratek in razumljiv. Pri izvornih in preglednih znanstvenih člankih, naj bo zapisan v slovenskem in angleškem jeziku. Za naslovom sledijo ime/imena avtorja/avtorjev (ime in priimek).

7. NASLOV AVTORJA/AVTORJEV

Pod imeni avtorjev naj bodo zapisane oštevilčene inštitucije od koder prihajajo avtorji prispevkov. Za vodilnega avtorja navedimo še naslov, telefonsko, faks številko in elektronski naslov.

8. PREGLEDNICE, GRAFIKONI IN SLIKE

Preglednice in slike naj bodo jasne; njihovo mesto mora biti nedvoumno označeno, njihovo število naj racionalno ustreza vsebini. Slike in preglednice morajo podpirati tekst. Vsi naslovi slik oziroma preglednic morajo biti navedeni v slovenskem in angleškem jeziku. Za angleške naslove preglednic in slik so odgovorni avtorji. Naslove preglednic pišemo nad preglednico, naslove slik pa pod slike.

Preglednica 1. Vpliv širine branik na gostoto smrekovega lesa

Slika 1. Poškodba hišnega kozlička (foto: Janez Puhar)

9. LITERATURA IN VIRI

Pri znanstvenih prispevkih uporabljamo literaturo citiramo med besedilom, pri strokovnih pa ne. Več avtorjev istega dela citiramo po naslednjih načelih: delo do dveh avtorjev (Priimek in Priimek, leto)« npr. (Cankar in Prešeren, 1984); delo več kot dveh avtorjev (Priimek prvega avtorja in sod., leto), na primer (Kovač in sod., 2002). V kolikor ime avtorja kake trditve navedemo v tekstu, je dovolj če poleg zapišemo le letnico objave. V primeru da eno trditev podkrepimo z dvema ali več viri, jih razvrstimo po letnici objave in ločimo s podpičji (Cankar, 1992; Žgajner in sod., 1998). Standarde navajamo le s kratiko standarda in letnico izdaje, na primer (SIST EN 113, 1996).

Zakonodajo navajamo s kratiko, ki nastopa v uradnem listu (BPD 98/8/EC, 1998) (ZKem, 2006).

Kot vire navajamo le javno dostopno literaturo. Citiranje internih poročil, ekspertiz, neobjavljenih podatkov ni zaželeno. Literaturo uredimo po abecednem redu. Imena avtorjev pišemo odebeljeno:

- Članek: **Kovačič J., Prešeren M.** (2000) Relevantne lastnosti hrastovine. *Les*, 52: 369-373
- Knjiga: **Richardson H.W.** (1997) Handbook of copper compounds and applications. M. Dekker, New York, 325
- Poglavlje v knjigi: **Kai Y.** (1991) Chemistry of Extractives. V: Wood and Cellulosic Chemistry. Hon DNS (Ur.), Shiraiishi N (Ur.), Marcel Dekker, New York, 215-255
- Zakonodaja: Biocidal Products Directive 98/8/EC (1998) Official Journal of the European Communities L 123:1-63
- Standard: EN 113 (1996) Wood preservatives; Determination of the toxic values against wood destroying basidiomycetes cultured an agar medium.
- Internetni vir: Pri dokumentih dostopnih le prek interneta, so elementi navedbe: avtor (če je znan), naslov dokumenta, leto, organizacija (če je znana), datum zadnje spremembe (če je znan), URL naslov, datum (dan ko smo dokument prebrali). Predstavitev Društva inženirjev in tehnikov lesarstva Ljubljana. (2004) DIT Ljubljana. <http://www.ditles.si/index1.htm> (3.12.2007)

12. LATINSKA IMENA TAKSONOV

Latinska imena rodov, vrst in intraspecifičnih taksonov pišemo v kurzivi – italic (*Picea abies* (L.) Karst.)

13. FORMAT IN OBLIKA PRISPEVKA

Članek naj bo pisan v formatu WinWord (.DOC ali .RTF), na A4 formatu, font Arial, velikost 11. Naslovi poglavij naj bodo odebeljeni. Prosim, da tekst pišete enostolpcično in ga ne delite na okvire. Zaradi pozicioniranja naj bodo risbe in fotografije vključene v tekst ter še dodatno (!) priložene kot slikovne datoteke (glej točko 15). Prispevke pošljite v elektronski obliki (disketa, CD, DVD) na naslov uredništva (Karlovska 3, 1000 Ljubljana) ali po e-pošti na naslov revija.les@siol.net.

14. OBLIKOVANJE GRAFIKONOV

Če se le da, ne uporabljajte MS Excela, ker ne moremo nadzorovati parametrov grafikona (debelina črt, šrafure, velikost grafa itd.); priporočamo profesionalne programe za risanje grafikona: Origin, SIGMA plot ... Zaradi pravilnega položaja naj bodo vsi grafični elementi vstavljeni tudi v tekst. Ozadje grafikona mora biti belo! V kolikor gre za stolpičen diagram s samo eno vrsto stolpcev, naj bodo le-ti beli s črno obrobo; šrafure v tem primeru niso potrebne! 3D grafikoni niso zaželeni; če je možno, uporabljajte 2D grafikone.

15. OBLIKOVANJE SLIKOVNEGA GRADIVA

- Slikovno gradivo lahko digitaliziramo v uredništvu, medtem ko morajo za digitalizacijo diapozitivov poskrbeti avtorji sami. Slika, narejena z digitalnim fotoaparatom mora imeti ločljivost vsaj 2,1 milijona pikslov (širina naj bo vsaj 8,4 cm - 1 stolpec - pri 300 DPI).
- Slike naj bodo skenirane pri ločljivosti 300 dpi.
- Vse slike morajo biti priložene (!) v originalnem TIFF, JPEG ali ustreznem grafičnem zapisu. Zaradi pravilnega položaja naj bodo vstavljene tudi v tekst.
- Risbe naj bodo izdelane v enem izmed računalniških risarskih programov (Corel DRAW, FreeHand itd.). Upoštevati je potrebno minimalno debelino črte, ki znaša 0,25 točke oziroma 0,15 mm. Šlahih fotokopij in risb, narejenih s svinčnikom, ne sprejemamo. Če je mogoče, se izogibajte risanju v Wordu (zlasti raznih FLOW diagramov s funkcijo Draw), ker se pri različnih fontih oblika sesuje in je ni mogoče restavrirati niti izpisati. Največkrat nastopijo tudi težave pri izvozu v PDF datoteko. Za morebitne nasvete se obrnite na uredništvo.



les napovednik



Vsebnost anorganskih onesnažil v lesnih ostankih slovenske pohištvene industrije

Miha Humar

Indikator rabe lesa na prebivalca

Mitja Piškur

Toplotni izračuni lesenih pasivnih oken

Barbara Šubic

In memoriam drevesom

Manca Košir

Revijo lahko naročite pisno po pošti na naslov Uredništvo revije Les, Karlovška 3, 1000 LJUBLJANA, po faksu na številko 01/421-46-64 ali po e-pošti: revija.les@siol.net

AVTOR/NASLOV	MPC V EUR
LESARSKI TERMINOLOŠKI SLOVAR	32,55
GERŠAK, M.; PROŠEK, M.: LESARSTVO - ZBIRKA NALOG	13,44
KONSTRUKCIJE	
ROZMAN, V.; GABER, T.: TEHNIČNO RISANJE IN KONSTRUKCIJSKA DOKUMENTACIJA	15,16
ROZMAN, V.: KONSTRUKCIJSKI ELEMENTI - KONSTRUKCIJE 2	10,95
ROZMAN, V.: KONSTRUKCIJE IZDELKOV - KONSTRUKCIJE 3	8,84
ROZMAN, V.: SNOVANJE POHIŠTVA	18,25
TEHNOLOGIJA	
POLANC, J.; LEBAN, I.: LES - ZGRADBA IN LASTNOSTI	10,85
PIPA, R.: ANATOMIJA IN TEHNOLOGIJA LESA	4,14
ČERMAK, M.: FURNIRJI IN PLOŠČE	15,74
GERŠAK, M.; VELUŠČEK, V.: SUŠENJE LESA	8,69
GROŠELJ, A., ET AL.: TEHNOLOGIJA LESA 2	12,43
KOVAČIČ, B.; ČERMAK, M.: TEHNOLOGIJA LESA 3.	10,32
GROŠELJ, A.: TEHNOLOGIJA	17,16
ARNIČ, A.: VAJE IZ TEHNOLOGIJE	6,71
SEDEJ, F.; VELUŠČEK, V.: TEHNOLOGIJA ŽAGARSTVA	15,95
GORIŠEK, Ž., ET AL.: SUŠENJE LESA	10,64
DIMITROV T.: KLIMA I PRIRODNO SUŠENJE DRVA	18,78
MIHEVC, S.; IOLAR, A.: OBNOVIMO POHIŠTVO	4,17
VERK, E.: PROIZVAJALEC POHIŠTVA IN ZADOVOLJEN KUPEC	32,97
STROJI IN NAPRAVE	
GERŠAK, M.: LESNOOBDELOVALNI STROJI	3,75
GERŠAK, M.: TRANSPORTNE NAPRAVE	3,62
GERŠAK, M.: STROJI ZA PRIMARNO OBDELAVO	3,23
GERŠAK, M.: PNEVMATIČNE IN HIDRAVLIČNE NAPRAVE	2,83
GERŠAK, M., ET AL.: STROJI IN NAPRAVE V LESARSTVU	8,25
PROŠEK, M., ET AL.: STROJI ZA OBDELAVO LESA	24,36
ORGANIZACIJA	
STEBLOVNIK, Z.: ORGANIZACIJA PROIZVODNJE 3	7,87
MEDJUGORAC, N.: ORGANIZACIJA PROIZVODNJE 4	7,47
STEBLOVNIK, Z.; ET AL.: PODJETNIŠTVO	14,02
BIZJAK, J.: GOSPODARJENJE IN STROKOVNO RAČUNSTVO (PAMI)	6,95
JELOVČAN, I.; LEBAN, I.: GOSPODARJENJE	13,28

KNJIGE LESARSKÉ ZALOŽBE LAHKO NAROČITE (KUPITE) NA NASLOVU:

LESARSKA ZALOŽBA
 ZVEZA LESARJEV SLOVENIJE
 KARLOVŠKA C. 3, 1000 LJUBLJANA
 TEL.: 01/421-46-60, FAX: 01/421-46-64, E-POŠTA: REV.IJA.LES@SIOL.NET

INFORMACIJE O STROKOVNIH KNJIGAH LESARSKÉ ZALOŽBE LAHKO DOBITE TUDI NA INTERNETU: [HTTP://WWW.ZLS-ZVEZA.SI](http://www.zls-zveza.si)



uvodnik	301	Oddelek za lesarstvo - trden člen v mozaiku Biotehniške fakultete Franci Štampar
raziskave in razvoj	302	Strukturni gradniki celične stene in variabilnost kemijske sestave lesa Primož Oven, Gregor Rep, Viljem Vek
strokovne vesti	312	LIGNA Hannover 2009 je preseгла negotove napovedi Stojan Ulčar
	314	LIGNA 2009 v znamenju inovacij Alojz Kobe
	320	Uspešen najpomembnejši sejem za področje lesarstva in gozdarstva za podjetje HOMAG GROUP AG Marko Krek
	323	Matej Jošt, nov doktor znanosti Milan Šernek
	324	Javna predstavitev rezultatov programske skupine Les in lignocelulozni kompoziti Miha Humar
vzgoja in izobraževanje	326	Razstava unikatnih izdelkov dijakov Srednje lesarske šole Ljubljana Učitelji ŠCL Srednje lesarske šole
	328	Razstava izdelkov zaključnih letnikov srednje šole za lesarstvo v okviru tedna obrti in podjetništva na Loškem Marina Jurjevič
	330	“Uporabi me še enkrat” Dušan Hren, Zdenka Steblovnik Župan
	332	Izdelki lesarjev na SGLTŠ Slovenj Gradec Andrej Otto
	334	Poklicna matura in projektne naloge na naši šoli v šolskem letu 2008/2009 Valentin Pečaver
	336	Projektne dnevi na Lesarski šoli Nova Gorica Bojan Kovačič
	337	Jelov koreničnik - rdeča trohnoba Miha Humar
odprta kolumna	339	Pohlep in malomarnost ali kje si Rio Niko Torelli
novice	341	Strukturno skobljanje - novost, ki je privabila številne radovedne poglede
	341	Delovanje Zveze lesarjev Slovenije
	342	Hišni sejem Intercet 2. - 5. 9. 2009, Šenčur, Slovenija
	343	Navodila avtorjem za pripravo prispevkov
napovednik	344	Napovednik