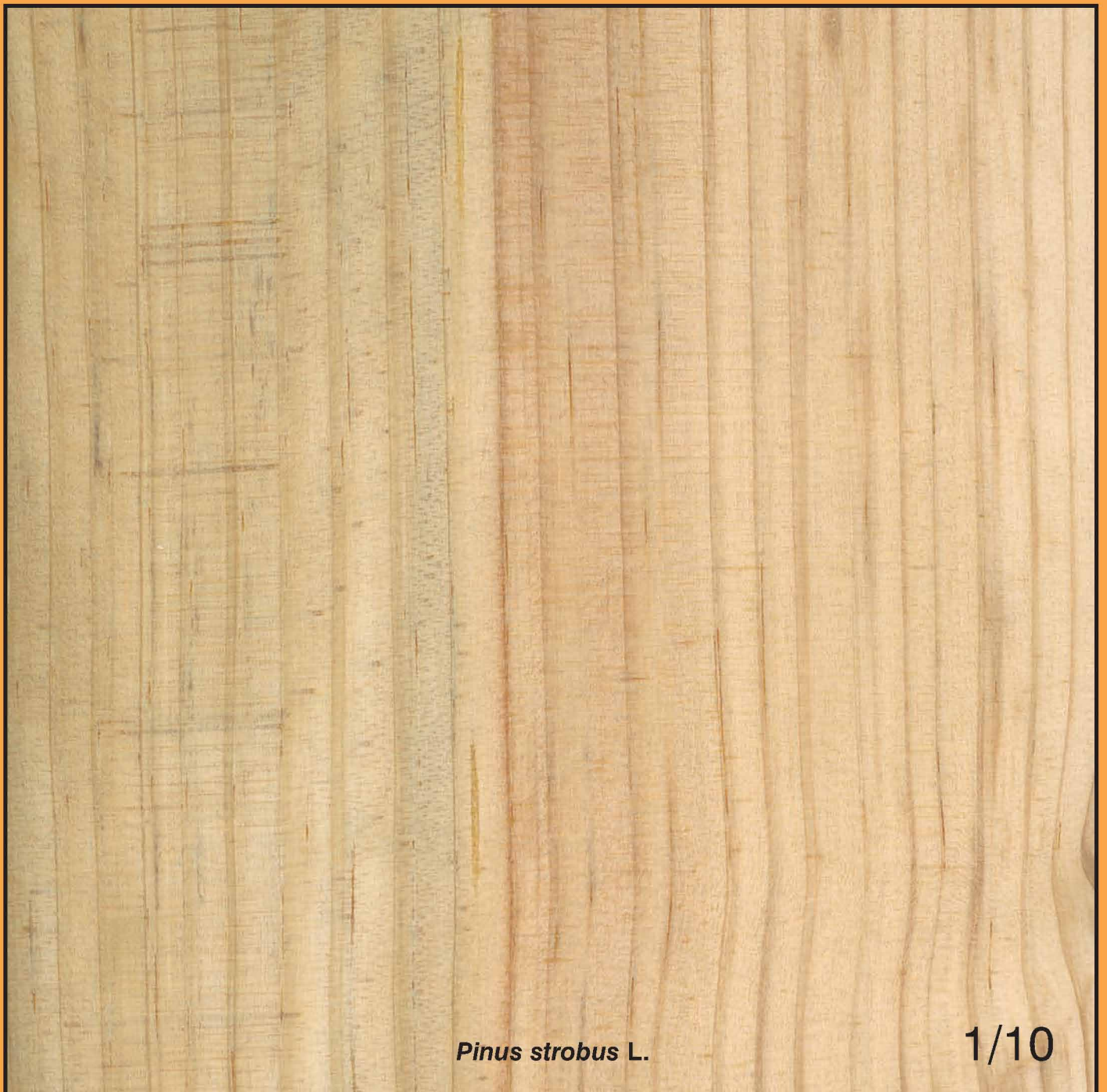


DRVNA INDUSTRIJA

ZNANSTVENO STRUČNI ČASOPIS ZA PITANJA DRVNE TEHNOLOGIJE • ZAGREB • VOLUMEN 61 • BROJ 1
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL JOURNAL OF WOOD TECHNOLOGY • ZAGREB • VOLUME 61 • NUMBER 1



Pinus strobus L.

1/10

DRVNA INDUSTRIJA

ZNANSTVENO STRUČNI ČASOPIS ZA PITANJA DRVNE TEHNOLOGIJE
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL JOURNAL OF WOOD TECHNOLOGY

IZDAVAČ I UREDNIŠTVO
Publisher and Editor's Office

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Faculty of Forestry, Zagreb University
10000 Zagreb, Svetošimunska 25
Hrvatska - Croatia
Tel. (*385 1) 235 24 30

SUIZDAVAČI
Co-Publishers

Exportdrvo d.d., Zagreb
Hrvatsko šumarsko društvo, Zagreb
Hrvatske šume d.o.o., Zagreb

OSNIVAČ
Founder

Institut za drvnoindustrijska istraživanja, Zagreb

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK
Editor-in-Chief

Ružica Beljo Lučić

UREDNIČKI ODBOR
Editorial Board

Mladen Brezović, Zagreb, Hrvatska
Denis Jelačić, Zagreb, Hrvatska
Vlatka Jirouš-Rajković, Zagreb, Hrvatska
Darko Motik, Zagreb, Hrvatska
Stjepan Pervan, Zagreb, Hrvatska
Silvana Prekrat, Zagreb, Hrvatska
Stjepan Risović, Zagreb, Hrvatska
Tomislav Sinković, Zagreb, Hrvatska
Ksenija Šegotić, Zagreb, Hrvatska
Jelena Trajković, Zagreb, Hrvatska
Karl - Friedrich Tröger, München, Njemačka
Štefan Barcik, Prag, Češka
Jože Resnik, Ljubljana, Slovenija
Marko Petrič, Ljubljana, Slovenija
Mike D. Hale, Bangor, Velika Britanija
Peter Bonfield, Watford, Velika Britanija
Klaus Richter, Dübendorf, Švicarska
Jerzy Smardzewski, Poznań, Poljska
Marián Babiak, Zvolen, Slovačka
Željko Gorišek, Ljubljana, Slovenija
Katarina Čufar, Ljubljana, Slovenija

IZDAVAČKI SAVJET
Publishing Council

prof. dr. sc. Ivica Grbac (predsjednik),
izv. prof. dr. sc. Radovan Despot,
doc. dr. sc. Vladimir Jambreković,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu;
Ivan Slamić, dipl. ing., Tvin d.d.;
Zdravko Jelčić, dipl. oec., Spin Valis d.d.;
Vlado Jerbić, dipl. ing., Belišće d.d.;
Petar Jurjević, dipl. ing., Hrvatsko šumarsko društvo;
Darko Vuletić, dipl. ing., Hrvatske šume d.o.o.;
Marin Filipović, dipl. ing., Finvest corp. d.d.;
Mato Ravlić, Hrast Strizivojna d.o.o.;
Mladen Galeković, PPS-Galeković Tvornica parketa

TEHNIČKI UREDNIK
Production Editor

Stjepan Pervan

POMOĆNIK TEHNIČKOG UREDNIKA
Assistant to Production Editor

Zlatko Bihar

LEKTORICE
Linguistic Advisers

Zlata Babić, prof. (hrvatski - Croatian)
Maja Zajšek-Vrhovac, prof. (engleski - English)
Vitarnja Janković, prof. (njemački - German)

DRVNA INDUSTRIJA je časopis koji objavljuje znanstvene i stručne radove te ostale priloge iz cjelokupnog područja iskorištavanja šuma, istraživanja svojstava i primjene drva, mehaničke i kemijske prerade drva, svih proizvodnih grana te trgovine drvom i drvnim proizvodima.

Časopis izlazi četiri puta u godini.

DRVNA INDUSTRIJA contains research contributions and reviews covering the entire field of forest exploitation, wood properties and application, mechanical and chemical conversion and modification of wood, and all aspects of manufacturing and trade of wood and wood products.

The journal is published quarterly.

OVAJ BROJ ČASOPISA POTPOMAŽE:



Sadržaj

Contents

NAKLADA (Circulation): 700 komada · **ČASOPIS JE REFERIRAN U (Indexed in):** CA search, CAB Abstracts, Compendex, DOAJ, EBSCO, Forestry abstracts, Forest products abstracts, Geobase, Paperchem, SCI-Expanded, SCOPUS · **PRIOLOGE** treba slati na adresu Uredništva. Znanstveni i stručni članci se recenziraju. Rukopisi se ne vraćaju. · **MANUSCRIPTS** are to be submitted to the editor's office. Scientific and professional papers are reviewed. Manuscripts will not be returned. · **KONTAKTI s uredništvom (Contacts with the Editor)** e-mail: editor-di@sumfak.hr · **PRETPLATA (Subscription):** godišnja pretplata (annual subscription) za sve pretplatnike 55 EUR. Pretplata u Hrvatskoj za sve pretplatnike iznosi 300 kn, a za dake, studente i umirovljenike 100 kn, plativo na žiro račun 2360000 - 1101340148 s naznakom "Drvena industrija" · **ČASOPIS SUFINANCIRA** Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske. · **TISAK (Printed by)** - DENONA d.o.o., Getaldićeva 1, Zagreb, tel. 01/2361777, fax. 01/2332753, E-mail: denona@denona.hr; URL: www.denona.hr · **DESIGN** Aljoša Brajdić · **ČASOPIS JE DOSTUPAN NA INTERNETU:** <http://drvnaindustrija.sumfak.hr>

DRVNA INDUSTRIJA · Vol. 61, 1 · str. 1 - 80 · proljeće 2010. · Zagreb
REDAKCIJA DOVRŠENA 1.3.2010.

UVODNIK <i>Editorial</i>	3-4
IZVORNI ZNANSTVENI RADOVI <i>Original scientific papers</i>	5-31
INFLUENCE OF UREA-FORMALDEHYDE RESIN MODIFICATION WITH LIQUEFIED WOOD ON PARTICLEBOARD PROPERTIES Utjecaj modifikacije karbamid-formaldehidne smole s utekućenim drvom na svojstva ploča iverica <i>Alan Antonović, Vladimir Jambrečević, Jaroslav Kljak, Nikola Španić, Sergej Medved</i>	5-14
ANALYSIS OF SELECTED MECHANICAL PROPERTIES OF CONSTRUCTION WOOD KVH AND PARALLAM 2.0 E Analiza određenih mehaničkih svojstava konstrukcijskog drva KVH i uslojenog drva PSL <i>Jaroslav Hrázský, Pavel Král</i>	15-26
ENERGY CHARACTERISTICS OF WOOD-CHIPS PRODUCED FROM SALIX VIMINALIS - CLONE ULV Energijska obilježja iverja proizvedenoga od drva <i>Salix viminalis</i> - klona ULV <i>Ladislav Dzurenda, Jarmila Geffertova, Vladimir Hecl</i>	27-31
PREGLEDNI RAD <i>Review paper</i>	33-37
ECONOMIC ASPECTS OF RAW MATERIAL INPUTS FOR SAQ PULP PRODUCTION AT THE TIME OF CRISIS Ekonomski aspekti ulaznih parametara sirovine za proizvodnju SAK celuloznih vlakana u vrijeme krize <i>Zoltán Nagy, Josef Drábek</i>	33-37
STRUČNI RAD <i>Professional paper</i>	39-45
SIMULATION IN WOOD INDUSTRY. Part II Simulacija u drvojoj industriji. Dio II. <i>Mihály Varga, Etele Csanády, Zsolt Koppány Kovács, Zoltán Kocsis</i>	39-45
SAJMOVI I IZLOŽE <i>Fairs and exhibitions</i>	47-60
KONFERENCIJE I SKUPOVI <i>Conferences and meetings</i>	61-62
ZNANSTVENICI I NJIHOVE KARIJERE <i>Scientists and their careers</i>	63-67
NOVE KNJIGE <i>New books</i>	69-70
BIBLIOGRAFIJA <i>Bibliography</i>	71-76
UZ SLIKU S NASLOVNICE <i>Species on the cover</i>	77-78

Novo desetljeće časopisa Drvena industrija

Za 60. obljetnicu časopisa *Drvena industrija* od Uredničkog odbora za razvoj Thomson Reutersa stiglo nam je prestižno priznanje za dosadašnji rad i napredovanje u znanstvenoj, stručnoj, ali i tehničkoj izvrsnosti. Časopis je uključen u priznate bibliografske baze *Science Citation Index Expanded* i *Materials Science Citation Index*, koje su dio svjetski poznate baze *Web of Science*. U bazi su već indeksirani svi radovi objavljeni u 60. godištu časopisa (2009. godina).

Priznanje je stiglo u pravi trenutak i bit će nam jak vjetar u leđa za sve planirane ciljeve u novom desetljeću. Kao i do sada, zalagat ćemo se da naši ciljevi budu vrlo ambiciozni, ali ostvarivi. Pritom se moramo suočiti sa svim našim slabostima i realnim okolnostima, ali i ujediniti naše snage i mudro iskoristiti sve naše mogućnosti. A mogućnosti je mnogo!

Istraživanje i inovacije te kvalitetno obrazovanje strateški su ciljevi današnje Europe u nastojanju da izađe iz opće recesije i postane snažnija gospodarska sila i prostor ugodnog življenja svih svojih stanovnika.

Europsko gospodarstvo izlaz iz krize i sigurnu budućnost vidi u ostvarivanju inteligentnoga, održivoga i uključivoga gospodarskog razvoja koji će se temeljiti na znanju i inovacijama, promociji učinkovitog iskorištenja dostupnih resursa, okolišno prihvatljivih tehnologija i kompetitivnih proizvodnji te koji će se graditi na gospodarskome, društvenome i teritorijalnom jedinstvu.

Naš časopis, od sada još dostupniji svjetskoj znanstvenoj javnosti, mora prezentirati rezultate inovativnih i kreativnih istraživanja, mora biti zrcalo naše ozbiljnosti i spremnosti da marljivim radom i zalaganjem, suradnjom sa znanstvenicima s područja cijele Europe i svijeta, svoj znanstveni i stručni rad ugradimo u novi gospodarski rast naše zemlje, ali i našega okruženja.

Časopis *Drvena industrija* održao je svoj kontinuitet tijekom šest desetljeća, unatoč mnogim teškim prilikama, i to ponajprije zahvaljujući entuzijazmu svih onih koji su ga kroz njegovu povijest uređivali i o njemu se brinuli. Njihov rad, znanje, marljivost, a iznad svega ljubav prema drvu i drvarskoj struci, ugrađeni su u današnji prestižni položaj časopisa u regiji i u Europi. Svoje novo pozicioniranje u svjetskim razmjerima časopis je započeo uvrštenjem u bazu *Web of Science*, ali i objavljivanjem radova znanstvenika koji djeluju izvan europskih prostora, pa i daleko od njih.

Kao što sam u uvodniku prvog broja 60. godišta naglasila, prof. dr. sc. Hrvoje Turkulin, glavni urednik časopisa od 1997. do 2003. godine, postavio je temelje današnjega međunarodnog profila časopisa i otvorio mogućnosti za njegovo uvrštenje u mnoge bibliografske baze. Prof. dr. sc. Ivica Grbac, dugogodišnji pred-

sjednik Izdavačkog savjeta časopisa, svojim je zalaganjem u pronalaženju izvora financiranja časopisa osigurao neometan rad Uredništva i Uredničkog odbora te ostvarenje zacrtanih ciljeva. Nadamo se da mu energije i entuzijazma ni ubuduće neće nedostajati, posebice u ovim teškim recesijskim vremenima, kada se šteti na svemu, pa i na potporama znanstvenim časopisima. Ujedno se nadam da suizdavačima časopisa neće uzmanjkati vjere u naš časopis niti da će izgubiti osjećaj kako podupiru vrijednu stvar.

Jednako kao i do sada, možda čak i više truda i zalaganja u idućem razdoblju očekujem od članova Uredničkog odbora, za koje više i ne mogu reći da su „mladi znanstvenici“ kao na početku svojega uredničkog mandata. Sada su to već profesori, priznati znanstvenici i stručnjaci na svom području. Od njih očekujem da svoju daljnju afirmaciju u znanstvenome i stručnom radu, a prije svega svoju međunarodnu aktivnost i ugled, ugrade i u naš časopis te mu tako osiguraju vodeće mjesto među časopisima u regiji koji se bave područjem drvne tehnologije.

U ovoj prilici želim zahvaliti svim suradnicima časopisa *Drvena industrija* koji su marljivim i iznad svega pošteno odrađenim poslom pridonijeli današnjem statusu našeg časopisa!

Posebno ću izdvojiti naše recenzente, koji stručnim vrednovanjem radova i korisnim komentarima, uz vrlo kratke rokove za recenziju, pridonose postizanju zavidne kakvoće radova, kontinuitetu izlaženja časopisa i strogom poštovanju rokova izlaženja kao bitnoj pretpostavci za uvrštenje časopisa u prestižne bibliografske baze.

Dakako, moram spomenuti i lektorice hrvatskoga i engleskog jezika, koje svoje široko znanje ugrađuju u našu struku i često se, zajedno s nama, bore s vremenom postizanja zacrtanih rokova.

U ovom uvodniku želim pohvaliti dosadašnji rad tehničkog urednika časopisa izv. prof. dr. sc. Stjepana Pervana i zahvaliti mu na korektnoj suradnji, poslovnosti i pouzdanosti. Uvjerena sam da svi zajedno možemo dosegnuti sve ciljeve koji se mogu ostvariti radom i upornošću.

Veliku vjeru i nadu polažem u znanstvenike našeg fakulteta, ali i nama srodnih fakulteta u regiji, koji će, vjerujem, svojim znanstvenim radom i objavljivanjem kvalitetnih radova u *Drvnoj industriji* i dalje pridonositi uspješnosti i vrijednosti našeg časopisa, a time i uspješnosti svojega znanstvenog djelovanja.

Glavna urednica
prof. dr. sc. Ružica Beljo Lučić

New Decade of the Journal *Drvna Industrija* (Wood Industry)

On the occasion of the 60th anniversary of our journal *Drvna industrija* (Wood Industry) we have received from the Editorial Development Department of Thomson Reuters a prestigious recognition for our work and progression in the research, professional and also technical excellence. The journal has been included in widely acknowledged bases *Science Citation Index Expanded* and *Materials Science Citation Index*, which make part of a world known basis *Web of Science*. All papers published in volume 60 of our journal (2009) have already been indexed in this basis.

The recognition has arrived at the right time and it will be the wind in our back for all our goals planned in this decade. I will continue to do my best to set our ambitious but reachable goals. However, we also have to deal with our deficiencies and current circumstances and put our strength together and make the best of all our opportunities. And opportunities are many!

Research and innovations and high-quality education are the strategic goals of Europe today in its efforts to overcome the recession and become a more powerful economic force and provide opportunities for a better life of its inhabitants.

According to the European economy, the way out of the crisis and a safe future can only be achieved through an smart, sustainable and inclusive economic growth based on knowledge and innovations, promotion of efficiency in utilization of available resources, environmentally acceptable technologies and competitive production that will rely on economic, social and territorial cohesion.

Our journal, from now on even more available to the scientific world, has to present the results of innovative and creative research, to reflect our seriousness and readiness to apply our research and professional expertise in the new economic growth of our country and abroad, based on our readiness to work hard and make all our efforts in cooperation with researchers throughout Europe and the world.

The journal *Drvna industrija* (Wood Industry) has existed for six decades now, despite many difficulties, thanks to the enthusiasm of all our colleagues who have taken such good care of it through its history. Their work, knowledge, commitment and above all their love for wood and wood industry have been built into the present prestigious position of our journal in our region and in Europe. Our journal started its new positioning in a global framework by being included in the *Web of Science* but also by publishing the papers of scientists far outside Europe.

As outlined in the editorial of the first issue of volume 60, Prof. Dr. Sc. Hrvoje Turkulin, the editor-in-chief of the journal from 1997 to 2003, set the bases for the present international character of the journal and its actual presence in many reference bases. Prof. Dr.

Sc. Ivica Grbac, the longtime President of the Editorial Council of the journal, made efforts to find sources for financing the journal, thus creating an undisturbed working environment for the Editorial Board and Editorial Council and providing preconditions for achieving the set goals. We hope that he will keep his energy and enthusiasm in future, and particularly in these hard times of recession, when expenses are cut down in every way also including subsidies for publishing scientific journals. At the same time, I hope that our journal co-publishers will continue to have faith in our journal and be aware that they support something worthwhile.

Similarly as before, the Editorial Council is expected to make unyielding efforts and do its best in the period to come as its members are not "junior researchers" anymore as they used to be when they started with their editorial activities. Nowadays they are professors and prominent scientists and experts in their fields of work. They are expected to improve our journal by their further affirmation in research and professional work, as well as by their international activities and reputation, and as a result the journal should take a leading role among journals in the region dealing with wood technology.

I would also like to thank all staff members of the journal *Drvna industrija* (Wood Industry) whose eagerness and fairness have contributed to the current status of our journal!

My special thanks go to our reviewers for their time and efforts in evaluation of the papers and giving professional comments on short notice, thus ensuring the high quality of papers, continuous publication of the journal and strict compliance with the set publishing deadlines, as a significant precondition for being included in a prestigious reference basis.

I must also mention our language editors for Croatian and English, who help us with their vast knowledge, and very often make efforts, together with us, to meet short deadlines.

On this occasion I also wish to praise the work of the technical editor of our journal, Assoc. Prof. Dr. Sc. Stjepan Pervan, and to thank him for the good cooperation, operating efficiency and reliability. I believe that only together we can achieve all goals that can be reached by hard work and persistence.

I strongly believe in scientists of our Faculty, as well as in scientists of the related faculties in our region, and I hope that they will pursue their research activities and keep publishing high-quality papers in our journal *Drvna industrija* (Wood Industry) and thus contribute to the success and significance of our journal and consequently also to the success of their scientific work!

Editor-in-Chief
Prof. Dr. Sc. Ružica Beljo Lučić

Influence of Urea-Formaldehyde Resin Modification with Liquefied Wood on Particleboard Properties

Utjecaj modifikacije karbamid-formaldehidne smole s utekućenim drvom na svojstva ploča iverica

Original scientific paper · Izvorni znanstveni rad

Received – prispjelo: 3. 2. 2010.

Accepted – prihvaćeno: 24. 2. 2010.

UDK: 630*863.21; 630*861.15; 674.816.2

ABSTRACT • In the group of wood composite materials from fragmented wood, “valueless” biomass and residues are converted to valuable material. The problem of application of other necessary synthetic chemical components, particularly adhesives, which are essential non-wooden components in wood composite production (mainly oil derivatives), has been the subject of many scientific researches that gave positive results. Further to the above, many researches are focused on wood liquefaction and liquefied wood (LW) application as potential adhesives, related to gluing solid particles with liquid wood. Based on previous studies, maximum attention was given to LW applications in modification of phenol-formaldehyde (PF) resins, polyurethanes, saturated and unsaturated polyesters, isocyanates and epoxy resins, and their further application in novel material types. It is evident that because of their “inferior” properties, researches on urea-formaldehyde (UF) resins failed, as well as researches on preparations of UF base adhesives modified with LW. Therefore, the subject of this study was to research the influence of specific experimental parameters on liquefied wood compatibility with UF resins, its influence on polymer structure and adhesion-cohesion properties of modified UF adhesives, and particleboard physical mechanical properties and formaldehyde emission. The results showed that in all cases of UF resin replacement with LW, there was a significant reduction of formaldehyde emission in particleboards, which is one of the aims of this study. Furthermore, it was shown that LW does not show any polymer or adhesion properties, and in this regard laboratory synthesis was conducted of designed liquefied wood-formaldehyde (LWF) resin and LW was synthesized with formalin. With the LWF resin modification of particleboards, results showed increased mechanical properties and free formaldehyde emission as a direct influence of added formalin. To reduce the increased free formaldehyde emission, LWF resin was synthesized analogously to the production of PF resin novolak type, and prepared based on the percentage of lignin content (because of polyphenol properties) in investigated wood species (black poplar), which was applied in further researches.

Key words: liquefied wood (LW), composite materials, urea-formaldehyde (UF) resin modification, liquefied wood-formaldehyde (LWF) resin

¹ The authors are assistant professor, associate professor, assistant professor and assistant at Department of Wood Technology, Faculty of Forestry, University of Zagreb, Croatia. ² The author is assistant professor at Department of Wood Science and Technology, Biotechnical Faculty, University of Ljubljana, Slovenia.

¹ Autori su, redom, docent, izvanredni profesor, docent i asistent Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska. ² Autor je docent Biotehničkog fakulteta Sveučilišta u Ljubljani, Slovenija.

SAŽETAK • U drvnim kompozitnim materijalima od usitnjenog drva „bezvrijedna“ se biomasa i ostaci nakon upotrebe pretvaraju u vrijedan materijal. Problem primjene ostalih nužnih sintetičkih kemijskih komponenata, osobito ljepila koja su esencijalne nedrvne komponente u proizvodnji drvnih kompozita (uglavnom naftni derivati), već je odavno predmetom znanstvenih istraživanja koja daju pozitivne rezultate. Vežano za navedenu problematiku, brojna su istraživanja usmjerena na utekućenje drva i primjenu utekućenog drva kao ljepila, odnosno na lijepljenje krutih drvnih čestica tekućim drvom. Na temelju dosadašnjih istraživanja, najviše je pozornosti pridano primjeni utekućenog drva u modifikaciji fenol-formaldehidnih (FF) smola, poliuretana, zasićenih i nezasićenih poliesterata, izocijanata i epoksidnih smola te njihovoj daljnjoj primjeni u novim vrstama materijala. Evidentno je da su zbog njihovih „lošijih“ svojstava, istraživanja karbamid-formaldehidnih (KF) smola modificiranih utekućenim drvom izostala. Stoga je predmet istraživanja ovog rada utjecaj eksperimentalnih parametara na kompatibilnost utekućenog drva s KF smolama, utjecaj na polimernu strukturu i adhezijsko-kohezijska svojstva modificiranih KF ljepila te na fizikalno-mehanička svojstva i emisiju formaldehida ploča iverica. Rezultati su pokazali da je u svim primjerima zamjene KF smole UD-om znatno smanjena emisija formaldehida u pločama ivericama, što je i jedan od ciljeva ovog rada. Nadalje, pokazalo se da UD ne pokazuje polimerna ni vezivna svojstva, te je u tom smislu provedena laboratorijska sinteza projektirane utekućeno drvo-formaldehidne (UDF) smole, odnosno UD je sintetiziran formalinom. Modifikacijom ploča iverica UDF smolom, rezultati su pokazali povećana mehanička svojstva i emisiju slobodnog formaldehida kao izravan utjecaj dodanog formalina. Da bi se smanjila povećana emisija slobodnog formaldehida, UDF smola sintetizirana je analogno proizvodnji FF smola novolačnog tipa, te je pripravljena na temelju postotka sadržaja lignina (zbog polifenolnih svojstava) u istraživanoj vrsti drva (topolovini), te je upotrijebljena u daljnjim istraživanjima.

ključne riječi: utekućeno drvo (UD), kompozitni materijali, modifikacija karbamid-formaldehidne (KF) smole, utekućeno drvo-formaldehidna (UDF) smola

1 INTRODUCTION

1. UVOD

Wood is one of the most abundant and accessible renewable resources available to men. With growing emphasis on sustainable development, new methods involving alternative wood use are being explored. Particularly interesting is the application of wood as a feedstock for producing polymers that could replace a part of the conventional fossil oil based plastics.

The global use of polymers has experienced decades of consistent growth and is showing no signs of reduction, especially as developing countries are poised to increase their per capita consumption. The growth in polymer consumption is in principle limited by finite oil reserves. However, polymer waste and its incompatibility with nature is often a more visible and in some cases dangerous problem. The solution to both problems could be increasing the use of renewable resources used for polymer production. By improving properties of polymers such as biodegradation, polymers would remain in the natural carbon cycle.

Panels based on fragmented wood and wood composite materials, respectively (particleboards, fiberboards, OSB, MDF, WPC and other panels), are materials of the future. With their wide spectra of potential applications these materials occupy almost all fields of use. Their technological flexibility is not just following modern trends, but is primal impulse and pathway for acquisition of new trends. The quality of wood composite materials does not exclusively depend on wood species and their properties applied in production, and with the application of sophisticated technologies, composite quality is designed according to utilization demands (Jambreković *et al.*, 2005).

In the group of wood composite materials from fragmented wood, “valueless” biomass and residues

are converted to valuable material. Uncompetitive wood species without technical values are converted to materials competitive in construction industry (OSB boards), plus novel wood materials (WPC) enable recycling of wood and waste plastic mass. The main advantage of composites from fragmented wood is the application of forest assortments without technical values (industrial wood, fuel wood, small-sized technical wood, waste like stem residues, branches, stumps), appliance of industrial residues (wood residues from primary and secondary sawmill, wood residues from veneers and panels production), and recycling possibility of wood and wood residues after use (Jambreković *et al.*, 2006).

The problem with the application of other necessary synthetic chemical components (particularly adhesives), mainly oil derivatives, which according to oil shortage and price growth in the world market can endanger that production, has been the subject of many scientific researches that gave positive results (Dunky, 2000). Adhesives for panels based on fragmented wood are essential non-wooden components in wood composite production. Nowadays, these adhesives are formaldehyde based, like PF and UF resins, and are dominant in the market of adhesives for wood composite materials. Raw materials for these formaldehyde based adhesives are from non-renewable oil and natural gas. Although, in this moment, there are no problems with the supply of these raw materials, development of these adhesives from renewable natural sources will ensure long term success in wood composite industry. It will reduce potential negative influence of oil price and ultimately restricted oil and natural gas delivering (Jambreković *et al.*, 2006).

Further to the above, many researches are focused on wood liquefaction and liquefied wood application as

potential adhesives, related to gluing solid particles with liquid wood (Antonović *et al.*, 2006). With the application of natural adhesives, the problem with formaldehyde emission present in composites produced with the application of synthetic formaldehyde adhesives will be eliminated. This would cause higher ecological purity of wood-based panels, and further expansion of use of integral wood components.

From the chemical point of view, wood consists of 50-55 % cellulose, 15-25 % hemicellulose and 20-30 % lignin, along with minor content of ash (mineral substances) and accessory materials. All the main wood components are high-weight-molecular polymers and form an interwoven network in the wood cell wall; consequently we can say that the wood is a natural polymer with polyphenolic character (Fengel and Wegener, 1989). Wood liquefaction is novel method, and its aim is to convert wood material in biodegradable polymer materials and increase percentage of wood utilization. In previous years, scientists liquefied chemical components of wood like cellulose, hemicellulose (wood polyoses) and lignin in bioactive liquid materials (Kurimoto *et al.*, 1999).

As mentioned before, great efforts are directed to new technology development for achieving effective wood or biomass utilization, and obtaining ecologically acceptable materials on their base. Maximum attention attracted wood (biomass) liquefaction in presence of some organic reagents and their application in preparation of polymer materials. The most interesting are two wood liquefaction methods. The first one is the preparation in presence of phenol, which resulted in liquefaction products rich with phenol units, so it could be applied in the preparation of phenol adhesives (similar to conventional phenol resins), mouldings and other. The second liquefaction method was achieved in presence of alcohols, especially polyhydric alcohols, and the gained products can be used as polyols for the preparation of polyurethane and epoxy products (Shiraishi and Yoshioka, 1997; Tišler, 2002; Grbac *et al.*, 2003).

In previous researches, maximum attention was given to LW applications in modification of PF resins, polyurethanes, saturated and unsaturated polyesters, isocyanates and epoxy resins, and their further application in novel material types. It is evident that because of their "inferior" properties, researches on UF resins failed, as well as researches on preparations of adhesives on UF base modified with LW. Therefore, the subject of this paper is the influence of modification of UF resin (the most characteristic resin in wood-based panel production) with LW on particleboard properties by changing specific experimental parameters. Furthermore, the aim of this research was the analysis of liquefied wood compatibility with UF resins, its influence on polymer structure and adhesion-cohesion properties of modified UF adhesives, and particleboards physicalmechanical properties and formaldehyde emission. The main aim of this study was to determine optimal experimental parameters of particleboards, based on

their physicalmechanical properties and formaldehyde emission.

2 MATERIALS AND METHODS

2. MATERIJALI I METODE

A total of 14 series of experimental particleboards (42 panels) were manufactured in this study in order to assess the influence of specific experimental parameters on the properties of particleboards, whose particles were glued with UF resin modified with LW. The above researches could be divided based on testing the influence of:

- pressing pressure:
 - with pre pressing where pressure was gradually increased,
 - with pre pressing where pressure was currently increased,
 - without pre pressing,
- pre pressing open time of 60, 75 and 90 s,
- UF resin replacement with LW alkalinized with different NaOH concentrations:
 - 10 % LW addition – alkalinized with 1N NaOH,
 - 10 % LW addition – alkalinized with 2N NaOH,
- UF resin replacement with LW alkalinized with different NaOH concentrations and increased addition of paraffin emulsion of 25 %:
 - 10 % LW addition – alkalinized with 1N NaOH,
 - 10 % LW addition – alkalinized with 2N NaOH,
- UF resin replacement with LW in different ratio only in middle layer (ML):
 - 10 % LW addition – alkalinized with 2N NaOH,
 - 20 % LW addition – alkalinized with 2N NaOH,
- UF resin replacement with LWF alkalinized with 1N NaOH.

2.1 Liquefied wood (LW) preparation

2.1. Priprema utekućenog drva (UD)

Liquefied wood was prepared based on previous studies (Antonović *et al.*, 2006; Antonović, 2008). Wood meal of black poplar (*Populus nigra* L.) was liquefied with a mixture of glycerol and sulfuric acid (H_2SO_4) by acid catalyst method for 120 min at 150 °C. Undissolved residue percentage and wood liquefaction percentage, as well as hydroxyl number (OH-number) were determined as values that describe polymer properties of LW, for the purpose of selecting optimal liquefaction parameters.

Of all mixture types with polyhydric alcohols and glycerol used in previous studies (polyethylene glycol PEG 400, diethylene glycol DEG, dipropylene glycol DPG, ethylene glycol EG and glycerol), based on hydroxyl number (557-562 mg KOH/g), undissolved residue percentage (1.65 %) and wood liquefaction percentage (98.35 %), glycerol/ H_2SO_4 (100/3) proved to be the best mixture, and therefore it was used in wood liquefaction method. According to that, the best polymer properties of LW were defined as further raw material in synthesis of modified UF resins, with respect to UF adhesives for experimental particleboard production.

2.2 Preparation of liquefied wood-formaldehyde (LWF) resin

2.2. Priprema utekućeno drvo-formaldehidne (UDF) smole

LWF resin was prepared as PF resin novolak type, because of polyphenol properties of lignin in LW. Novolak type of PF resin is the result of polycondensation reaction in acid medium (pH-value of liquefied wood was smaller than 1), and in stehiometric phenol excess compared to formaldehyde.

The amount of 36 % formaldehyde solution was added to liquefied wood, which is usually designed for commercial PF resin novolak type. Furthermore, the addition of formaldehyde was determined based on lignin percentage as polyphenol in liquefied wood species (Sertić, 2000). Formaldehyde/phenol ratio was defined in mole ratio 0.75/1, in reactor at 90 °C, during 120 min measured from the moment the above mentioned temperature was achieved. It was empirically established that the formaldehyde/phenol ratio can not be higher than 0.75/1, because polymerization reaction could be too rapid, and concentration of free formaldehyde in LWF system could become too high. To prevent rapid resin polymerization, after specific polycondensation degree, the entire mixture was alkalized with 1N sodium hydroxide (NaOH) until the mixture reached pH-value of 7-8, which conforms to pH-value of UF resin used in modification with LWF resin.

2.3 Technical parameters for particleboard pressing

2.3. Tehnološki parametri prešanja ploča iverica

Technical parameters (Tab. 1) for particleboard pressing and ratio of UF/LWF resins in the modification of adhesives were designed based on knowledge from previous studies (Jambreković, 1996; Jambreković, 2000; Antonović, 2008).

Commercial UF resin was used in this study, and it was sampled in particleboard factory. Sampling of representative UF resin was carried out according to standard HRN EN ISO 15605:2005 Adhesives – Sampling and standard HRN EN 1067:2007 Adhesives – Examination and preparation of samples for testing (EN 1067:2005).

The hardener based on ammonium chloride (NH_4Cl), which was prepared as 20 % water solution, was used in experimental particleboard production, based on previous researches (Jambreković, 2000). Paraffin emulsion, manufactured in petrochemical industry, was used for reduction of swelling in thickness.

2.4 Experimental particleboard testing

2.4. Ispitivanje eksperimentalnih ploča iverica

For sampling, cutting and presentation of test results, the following standard was used: HRN EN 326-1:1999: Wood-based panels – Sampling, cutting and inspection – Part 1: Sampling and cutting of test pieces and expression of test results (EN 326-1:1994).

Swelling in thickness (q-2) was tested as a physical property on experimental particleboards. This testing was provided according to standard HRN EN 317:2000: Particleboards and fiberboards – Determination of swelling in thickness after immersion in water (EN 317:1993) for samples with dimensions 50x50xpanel thickness (mm) and HRN D.C8.104: Particleboards – Water immersion and swelling for samples with dimensions 25x25xpanel thickness (mm).

Bending strength was tested according to standard HRN EN 310:1999: Wood based panels – Determination of modulus of elasticity in bending and bending strength (EN 310:1993) and tensile strength perpendicular to the plane of the board (delaminating strength) according to HRN EN 319:1999: Particleboards and fiberboards – Determination of tensile strength perpendicular to the plane of the board (EN 319:1993) were tested as mechanical properties.

Free formaldehyde content in experimental samples was determined according to standard HRN EN 120:2000: Wood based panels – Determination of formaldehyde content – Extraction method also called the perforator method (EN 120:1991).

3 RESULTS AND DISCUSSION

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Maximum allowed deviation of thickness for all types of particleboards for general purpose and con-

Table 1 Technical parameters

Tablica 1. Tehnološki parametri

Resin addition / <i>Dodatak smole</i>		OL ¹ / VS: 11.0 %	ML ² / SS: 8.5 %
Ammonium chloride addition / <i>Dodatak amonijeva klorida</i>		OL / VS: 0.2 %	ML / SS: 3.0 %
Paraffin emulsion addition / <i>Dodatak parafinske emulzije</i>		OL / VS: 0.6 %	ML / SS: 0.6 %
Board dimensions (<i>h x l x t</i>) / <i>Dimenzije ploče (v x š x d)</i>		600 mm x 800 mm x 16 mm	
Board density / <i>Gustoća ploče</i>		0.750 g/cm ³	
Moisture content / <i>Sadržaj vode</i>		9 %	
Coating time and air pressure / <i>Vrijeme obljepljivanja i tlak zraka</i>	OL	8 min; 3.5 MPa	
	ML	12 min; 4.0 MPa	
Pressing temperature / <i>Temperatura prešanja</i>		180 °C	
Maximum pressing pressure / <i>Maksimalni tlak prešanja</i>		3.2 N/mm ²	
Pressing time / <i>Vrijeme prešanja</i>		300 s	

¹ OL - Outer layer / VS - vanjski sloj, ² ML - Middle layer / SS - srednji sloj

Table 2 Phases, time and pressure for single pressing regime
Tablica 2. Faze, vrijeme i tlak prešanja za pojedini režim prešanja

Pressing phases <i>Faze prešanja</i>	Regime 1 / <i>Režim 1.</i>		Regime 2 / <i>Režim 2.</i>		Regime 3 / <i>Režim 3.</i>	
	PT / <i>VP</i> ³ s	PP / <i>TP</i> ⁴ kPa	PT / <i>VP</i> s	PP / <i>TP</i> kPa	PT / <i>VP</i> s	PP / <i>TP</i> kPa
1. Press loading <i>1. punjenje preše</i>	0 - 15	-	0 - 15	-	0 - 15	-
2. Press closing <i>2. zatvaranje preše</i>	15 - 20	-	15 - 20	-	15 - 20	-
3. Light pressure <i>3. lagani tlak</i>	20 - 75	10	20 - 80	60	-	-
4. Maximum pressure – pressure fall <i>4. maksimalni tlak – pad tlaka</i>	75 - 85	20	80 - 90	180	20 - 30	180
5. Maximum pressure – pressure fall <i>5. maksimalni tlak – pad tlaka</i>	85 - 95	50	-	-	-	-
6. Maximum pressure – pressure fall <i>6. maksimalni tlak – pad tlaka</i>	95 - 105	100	-	-	-	-
7. Maximum pressure – pressure fall <i>7. maksimalni tlak – pad tlaka</i>	105 - 115	150	-	-	-	-
8. Maximum pressure – no pressure fall <i>8. maksimalni tlak – nema pada tlaka</i>	115 - 125	180	-	-	-	-
9. Press opening <i>9. otvaranje preše</i>	125 - 300	-	90 - 300	-	30 - 300	-
10. Press discharging <i>10. pražnjenje preše</i>	300 - 310	-	300 - 310	-	300 - 310	-

³PT – pressing time / *VP* – vrijeme prešanja, ⁴PP – pressing pressure / *TP* – tlak prešanja

struction is ± 0.3 mm (according to HRN EN 312-1). Maximum allowed free formaldehyde concentration according to perforator method for E1 emission class is 8 mg HCHO/100 g of absolutely dry sample (according to HRN EN 312-1).

3.1 Influence of pressing pressure on particleboard properties

3.1. Utjecaj tlaka prešanja na svojstva ploča iverica

For the optimal determination of pressing regime based on tested properties, preliminary researches of pressing influence on particleboard properties were made without UF modification with LW. Previous experiences (Jambreković, 1996; Jambreković, 2000) gained in researches with commercial UF resins (also used in this research) were used in determining the pressing time and temperature. Total pressing time was

300 s, without press discharging time, and it was identical for all particleboards. For testing the influence of pressing pressure on particleboard properties, three pressing regimes were selected (Tab. 2):

- regime 1 – with pre pressing where pressure was gradually increased,
- regime 2 – with pre pressing where pressure was currently increased,
- regime 3 – without pre pressing.

When speaking about the influence of pressing pressure, with respect to pressing regime on particleboard properties, the following can be concluded from Tab. 3:

- it is evident that regime 2 is the most favorable, minimum swelling in thickness and significantly higher bending strength were achieved compared with other two regimes, with high tensile strength,

Table 3 Arithmetic means of testing results for influence of pressing pressure on particleboard properties

Tablica 3. Aritmetičke sredine rezultata ispitivanja utjecaja tlaka prešanja na svojstva ploča iverica

Testing properties <i>Ispitivana svojstva</i>	Regime 1 <i>Režim 1.</i>	Regime 2 <i>Režim 2.</i>	Regime 3 <i>Režim 3.</i>
Thickness, mm / <i>debljina, mm</i>	15.94	15.79	15.64
Density, g/cm ³ / <i>gustoća, g/cm³</i>	0.726	0.762	0.701
Moisture content, % / <i>sadržaj vode, %</i>	5.88	5.64	6.78
Swelling in thickness q-2, % / <i>bubrenje u debljinu q-2, %</i>	19.43	10.73	15.02
Bending strength, N/mm ² / <i>savojna čvrstoća, N/mm²</i>	15.117	21.395	12.887
Tensile strength, N/mm ² / <i>čvrstoća raslojavanja, N/mm²</i>	0.625	0.772	0.883

Table 4 Arithmetic means of testing results for influence of pressing open time on particleboard properties**Tablica 4.** Aritmetičke sredine rezultata ispitivanja utjecaja otvorenog vremena prešanja na svojstva ploča iverica

Testing properties / Ispitivana svojstva	60 s	75 s	90 s
Thickness, mm / debljina, mm	15.78	15.88	16.37
Density, g/cm ³ / gustoća, g/cm ³	0.757	0.740	0.719
Moisture content, % / sadržaj vode, %	6.22	6.13	6.70
Swelling in thickness q-2, % / bubrenje u debljinu q-2, %	18.38	21.32	23.41
Bending strength, N/mm ² / savojna čvrstoća, N/mm ²	18.429	16.730	16.174
Tensile strength, N/mm ² / čvrstoća raslojavanja, N/mm ²	0.644	0.793	0.679

- tensile strength is slightly higher in regime 3, but it should be noted that values are very high in all regimes,
- the pressing pressure has the most unfavorable impact on swelling in thickness, where a high amount of 19.43 % was recorded in the first regime,
- if the obtained values are compared with standardized values, according to HRN EN 312-2:2000 and HRN EN 312-3:2000, it can be said that the values were exceptionally good for all three tested regimes, except for the increased swelling in thickness in regime 1, and extreme swelling in regime 3.

3.2 Influence of pre pressing open time on particleboard properties

3.2. Utjecaj otvorenog vremena pretprešanja na svojstva ploča iverica

The selected pressing regime had pre pressing, where pressure was currently increased (regime 2). Total pressing time was 300 s, without press discharging time, and it was identical for all particleboards. For testing the influence of pressing open time (pre pressing time) on particleboard properties, three different times were selected (60, 75, and 90 s), and the results are shown in Tab. 4.

When speaking about the influence of pressing open time, with respect to pre pressing time on particleboard properties, the following can be concluded:

- the property of swelling in thickness increases with the extension of the pressing open time, while the bending strength decreases,
- tensile strength is very high in all cases, and somewhat higher at the pressing open time of 75 s, when compared with the other two,

- comparing the obtained values with standardized ones, according to HRN EN 312-2:2000 and HRN EN 312-3:2000, it can be said that the properties of bending strength and tensile strength are exceptionally good, while the value of swelling in thickness is minimally or significantly increased.

3.3 Influence of LW concentration alkalinized with NaOH on particleboard properties

3.3. Utjecaj koncentracije UD-a zaluženoga s NaOH na svojstva ploča iverica

For experimental particleboards, made with modified UF resin (UF resin was replaced with LW in the amount of 10 % with respect to UF resin dry matter weight), due to its pronounced acidity (pH is lower than 1) LW was alkalinized to pH-value of about 8 (pH-value of commercial UF resin is also within these limits). The used alkali is sodium hydroxide, and it is applied in two concentrations - 1N NaOH and 2N NaOH.

During manufacturing of particleboards with modified UF resin replaced by LW alkalinized with 1N NaOH, because of its high viscosity during particles coating, a significant decrease of coating time was recorded, which resulted in inferior particles coating. So, the possibility of LW alkalinization with 2N NaOH was tested, in order to reduce resin viscosity before particles coating, and consequently also the effect of different concentrations on particleboard properties.

According to good results of particleboard properties with the tested regime, the pressing regime with pre pressing was applied, where pressure was currently increased (regime 2). Total pressing time was 300 s, without press discharging time, and it was identical for all particleboards. The obtained results are shown in Tab. 5.

Table 5 Arithmetic means of testing results for influence of UF resin replacement with LW alkalinized with different NaOH concentrations**Tablica 5.** Aritmetičke sredine rezultata ispitivanja utjecaja zamjene KF smole UD-om zaluženim različitim koncentracijama NaOH

Testing properties / Ispitivana svojstva	1N NaOH	2N NaOH
Thickness, mm / debljina, mm	15.97	15.87
Density, g/cm ³ / gustoća, g/cm ³	0.623	0.720
Moisture content, % / sadržaj vode, %	6.53	6.69
Swelling in thickness q-2, % / bubrenje u debljinu q-2, %	17.56	27.40
Bending strength, N/mm ² / savojna čvrstoća, N/mm ²	8.674	12.788
Tensile strength, N/mm ² / čvrstoća raslojavanja, N/mm ²	0.178	0.474
Formaldehyde emission, mg HCHO/100 g / emisija formaldehida, mg HCHO/100 g	3.56	3.72

Concerning the influence of UF resin replacement with LW alkalized with different NaOH concentrations on particleboard properties, when comparing the results presented in Tab. 5, it can be concluded that physical properties (swelling in thickness) are positive during LW alkalization with 1N NaOH (higher viscosity), and mechanical properties (bending and tensile strength) are positive during LW alkalization with 2N NaOH (lower viscosity). Regardless of that, comparing the obtained values with the values in valid standards for particleboards (HRN EN 312-2:2000 and HRN EN 312-3:2000), both particleboard series show inferior quality.

3.4 Influence of addition of paraffin emulsion on particleboard properties

3.4. Utjecaj dodatka parafinske emulzije na svojstva ploča iverica

UF resin was modified by replacement with LW in the amount of 10 % with respect to UF resin dry matter weight, and addition of paraffin emulsion of 25 % for testing the impact of increased addition of paraffin emulsion on particleboard properties. Two concentrations were applied for this test, as well as two viscosities of LW alkalized with 1N NaOH and 2N NaOH, as in previous testing.

The pressing regime with pre pressing was applied, where pressure was currently increased (regime 2). Total pressing time was 300 s, without press discharging time, and it was identical for all particleboards. The obtained results are shown in Tab. 6, for comparison with results from previous tests (also with the addition of paraffin emulsion of 25 %).

Regarding the influence of increased addition of paraffin emulsion of 25 % in adhesive recipe on particleboard properties without UF resin replacement with LW, it can be concluded that bending and tensile strength were reduced, as is well known from previous researches of impact of increased amount of addition of paraffin emulsion on particleboard quality.

Furthermore, too large addition of paraffin emulsion has the opposite effect on particleboard properties.

The increased amount of addition of paraffin emulsion makes too inert the particles surface, so during the application of adhesive, particle coatings are reduced. This thereby prevents adhesion efficiency with particles, and consequently increases swelling in thickness and reduction of mechanical values. Regardless of the decreasing of mechanical properties, their values are still optimal, but the swelling in thickness is markedly increased.

When speaking about the influence of UF resin replacement with LW alkalized with different NaOH concentrations and increased addition of paraffin emulsion on particleboard properties, Tab. 6 shows that there are no significant differences between the particleboard physical and mechanical properties. Furthermore, so designed particleboards show similar properties as those without the increased addition of paraffin emulsion, as shown in the above Table. Similarly as in the previous example, when comparing the obtained values with values in valid standards for particleboards (HRN EN 312-2:2000 and HRN EN 312-3:2000), both particleboard series show inferior quality.

3.5 Influence of UF resin replacement with LW in middle layer (ML) on particleboard properties

3.5. Utjecaj zamjene KF smole UD-om u srednjem sloju (SS) na svojstva ploča iverica

This test was made with two recipes of UF resin replaced with different LW percentages (alkalized with 2N NaOH), and the modified resin was added only in the particleboard middle layer ML. Pressing regime with pre pressing was selected, where pressure was currently increased (regime 2). Total pressing time was 300 s, without press discharging time, and it was identical for all particleboards. The obtained results are shown in Tab. 7.

When speaking about the influence of UF resin replacement with LW only in middle layer ML on particleboard properties, Tab. 7 shows that there are no significant differences between the particleboard physical and mechanical properties. In addition to favorable tensile strength, bending strength is somewhat lower

Table 6 Arithmetic means of testing results for influence of increased addition of paraffin emulsion (25 %) without or with UF resin replacement with LW alkalized with different NaOH concentrations

Tablica 6. Aritmetičke sredine rezultata ispitivanja utjecaja povećanog dodatka parafinske emulzije (za 25 %) sa zamjenom KF smole UD-om zaluzenim različitim koncentracijama NaOH i bez zamjene na svojstva ploča iverica

Testing properties <i>Ispitivana svojstva</i>	Without LW addition <i>Bez dodatka UD-a</i>	10 % LW addition 1N NaOH <i>Dodatak 10 % UD-a 1N NaOH</i>	10 % LW addition 2N NaOH <i>Dodatak 10 % UD-a 2N NaOH</i>
Thickness, mm / <i>debljina, mm</i>	15.82	15.88	16.04
Density, g/cm ³ / <i>gustoća, g/cm³</i>	0.753	0.740	0.722
Moisture content, % / <i>sadržaj vode, %</i>	5.84	5.47	6.07
Swelling in thickness q-2, % / <i>bubrenje u debljinu q-2, %</i>	17.42	26.20	27.48
Bending strength, N/mm ² / <i>savojna čvrstoća, N/mm²</i>	17.840	13.826	13.365
Tensile strength, N/mm ² / <i>čvrstoća raslojavanja, N/mm²</i>	0.659	0.365	0.434
Formaldehyde emission, mg HCHO/100 g <i>emisija formaldehida, mg HCHO/100 g</i>	-	4.08	3.96

Table 7 Arithmetic means of testing results for influence of UF resin replacement with LW in particleboard middle layer (ML)
Tablica 7. Aritmetičke sredine rezultata ispitivanja utjecaja zamjene KF smole UD-om u srednjem sloju SS ploče iverice

Testing properties <i>Ispitivana svojstva</i>	10 % LW addition <i>Dodatak 10 % UD-a</i>	20 % LW addition <i>Dodatak 20 % UD-a</i>
Thickness, mm / <i>debljina, mm</i>	15.93	16.15
Density, g/cm ³ / <i>gustoća, g/cm³</i>	0.720	0.714
Moisture content, % / <i>sadržaj vode, %</i>	6.72	6.61
Swelling in thickness q-2, % / <i>bubrenje u debljinu q-2, %</i>	29.68	33.84
Bending strength, N/mm ² / <i>savojna čvrstoća, N/mm²</i>	12.220	11.767
Tensile strength, N/mm ² / <i>čvrstoća raslojavanja, N/mm²</i>	0.483	0.422
Formaldehyde emission, mg HCHO/100 g <i>emisija formaldehida, mg HCHO/100 g</i>	4.22	3.85

than the standardized (according to HRN EN 312-2:2000 and HRN EN 312-3:2000), and swelling in thickness is extremely high in both cases.

3.6 Influence of UF resin replacement with LWF resin on particleboard properties

3.6. Utjecaj zamjene KF smole UDF smolom na svojstva ploča iverica

Based on previous tests, the results showed that the direct UF replacement with LW (in quantity of 10 or 20 %) caused considerably weaker mechanical properties of obtained particleboards, while the formaldehyde emission was significantly lower.

The following researches were based on the design of liquefied wood-formaldehyde system. Liquefied wood-formaldehyde (LWF) resin was prepared as PF resin novolak type, because of polyphenol properties of lignin in liquefied wood, explained in the above mentioned method of preparing LWF resin.

Based on the above, the originally conceived polycondensation was achieved with 100:75 ratio of liquefied wood/formaldehyde. This means that 100 g of LW was placed in the reactor and 75 g of 36 % formaldehyde (formaline) was added. Polycondensation reaction of this mixture was carried out at a temperature of 90 °C for 120 min, measured from the moment when the mentioned temperature was reached. To prevent rapid resin polymerisation, after specific polycondensation degree, the entire mixture was alkalinized with 1N NaOH until the mixture reached pH-value of 7-8, which con-

forms to pH-value of UF resin used in modification with LWF resin.

Pressing regime with pre pressing was selected, where pressure was currently increased (regime 2). Total pressing time was 300 s, without press discharging time, and it was identical for all particleboards. The obtained results are shown in Tab. 8, with listed results of particleboard tests obtained by conventional method.

It can be seen from the above results for conventional particleboards and particleboards made through UF replacement with 15 % LWF resin that both have exceptionally good physical and mechanical properties, as compared with prescribed standards (HRN EN 312-2:2000 and HRN EN 312-3:2000) for particleboards. Unlike conventional particleboards, free formaldehyde emission recorded in the test particleboards is extremely high, which can be explained by an excessive amount of added formaldehyde in LW. It is noticeable that the tensile strength is also increased as a direct result of added formaldehyde, because formaldehyde causes better adhesion networking in particleboards. After all these researches, the hypothesis was set that LWF resin should be prepared on the basis of lignin percentage content in investigated wood species (in this example, it is black poplar). The lignin content in black poplar is 21.25 % (Sertić, 2000). Dry matter of liquefied black poplar is 57.21 %, which means that the lignin content in dry matter of liquefied wood is 12.16 %. As mentioned before, the formaldehyde/phenol ratio

Table 8 Arithmetic means of testing results for influence of UF resin replacement with LWF resin
Tablica 8. Aritmetičke sredine rezultata ispitivanja utjecaja zamjene KF smole UDF smolom

Testing properties <i>Ispitivana svojstva</i>	Without LWF addition <i>Bez dodatka UDF-a</i>	15 % LWF addition <i>Dodatak 15 % UDF-a</i>
Thickness, mm / <i>debljina, mm</i>	15.79	15.78
Density, g/cm ³ / <i>gustoća, g/cm³</i>	0.762	0.704
Moisture content, % / <i>sadržaj vode, %</i>	5.64	6.41
Swelling in thickness q-2, % / <i>bubrenje u debljinu q-2, %</i>	10.73	15.17
Bending strength, N/mm ² / <i>savojna čvrstoća, N/mm²</i>	21.395	13.580
Tensile strength, N/mm ² / <i>čvrstoća raslojavanja, N/mm²</i>	0.772	0.896
Formaldehyde emission, mg HCHO/100 g <i>emisija formaldehida, mg HCHO/100 g</i>	5.63	30.34

does not exceed 0.75/1. Accordingly, the amount of added formaldehyde is 75 % of dry matter of LW (12.16 %), which corresponds to the 9.12 %. LWF resin prepared in this way was applied in further researches.

4 CONCLUSIONS

4. ZAKLJUČAK

The aim of this research was to design optimal experimental parameters (pressing pressure, pre pressing open time, and modification only in particleboard middle layer) and recipe of modified UF resin with LW (NaOH alkalization with different concentrations, addition of paraffin emulsion, and modification with new synthesized LWF) to obtain standardized particleboard properties (swelling in thickness, bending and tensile strength, formaldehyde emission).

According to natural wood component functional groups, obtained during joining glycol and organic acid, which was activated through liquefaction reaction, liquefaction products were obtained and they were a source useful for further synthesis into various polymers like adhesives on UF resin base for wood based panel production.

The conducted researches of new formaldehyde resin systems indicated that LW designed with formaldehyde synthesis (LWF resin) form favorable system for UF resin modification, cause effective polymerization reaction, and create more stable compounds. Due to polyphenol properties of lignin in LW, LWF resin was synthesized analogously to the production of PF resin novolak type, and prepared based on the percentage of lignin content in investigated wood species (black poplar), which was applied in further researches.

This paper showed the research validity for LW application in "wood with wood" adhesive systems, and implied unforeseen opportunities for scientific and developing researches focused on specialization of adhesion-cohesion potential of resins obtained from LW. Consequently, this study opened new challenges in research area of natural and ecologically perfect materials with unlimited raw material potential.

ACKNOWLEDGEMENT - ZAHVALA

The Ministry of Science, Education and Sports of Republic of Croatia (Project No. 068-0680457-0562) and the Laboratory for Wood-Based Panels at University of Zagreb Faculty of Forestry are gratefully acknowledged for their support of this research.

5 REFERENCES

5. LITERATURA

1. Antonović, A.; Kunaver, M.; Jambreković, V.; Kržan, A.; Pervan, S.; Ištvančić, J., 2006: Carbamide-formaldehyde adhesive systems modified with liquefied wood, Part I. Acid catalyst method of wood liquefaction with various polyhydric alcohols. International Conference Technologies of Wood Processing, Technical University in Zvolen, Faculty of Wood Science and Technology, Slovakia, 7-14.

2. Antonović, A., 2008: Researches of new formaldehyde adhesive systems for wood panels modified with liquefied wood. Dissertation, University of Zagreb, Faculty of Forestry.
3. Dunky, M. M., 2000: Wood adhesives: Recent development in Europe. Proc. IUFRO, Div V, XX World Congress Meeting „Wood Adhesives 2000“, South Lake Tahoe, Nevada, USA Jun 22-23.
4. Fengel, D.; Wegener, G., 1989: Wood – Chemistry, Ultrastructure, Reactions. Kessel Verlag, Remagen: 26-65.
5. Grbac, I.; Bogner, A.; Antonović, A.; Jambreković, V., 2003: Liquefied wood. Wood in Construction Industry - Current trends / 5th International Conference, Zagreb, Croatia, 11th of April 2003, Faculty of Forestry, University of Zagreb, 77-84.
6. Jambreković, V., 1996: Reflective interaction of urea-formaldehyde resin and paraffin emulsion on particleboards quality. Master thesis, University of Zagreb, Faculty of Forestry.
7. Jambreković, V., 2000: Influence of urea-formaldehyde modification with lignosulphonates on particleboard properties. Dissertation, University of Zagreb, Faculty of Forestry.
8. Jambreković, V.; Antonović, A.; Medved, S., 2005: Quality of particleboards for the production of furniture and interior decoration. Furniture and Equipping of Interiors / 16th International Scientific Conference, Zagreb, Croatia, 14th of October 2005, Faculty of Forestry, University of Zagreb, 111-116.
9. Jambreković, V.; Brezović, M.; Kljak, J.; Antonović, A., 2006: Development options of composite materials from wood particles in the Republic of Croatia. *Drvna industrija*, 57 (4): 183-191.
10. Kurimoto, Y.; Doi, S.; Tamura, Y., 1999: Species effects on wood-liquefaction in polyhydric alcohols. *Holzforchung* 53: 617-622.
11. Shiraishi, N.; Yoshioka, M., 1997: Liquefaction of wood and its application. *Sci. Technol. Polym. Adv. Mater. Proc. Int. Conf. Front. Polym. Adv. Mater.* 4th meeting date, Edited by: Prasad, Paras N. Plenum : New York 1998. 699-707.
12. Sertić, V., 2000: Wood chemistry. Internal manuscript, University of Zagreb, Faculty of Forestry, 1-108.
13. Tišler, V., 2002: Liquefied wood and its application. *Les* 54 (9): 281-284.
14. *** HRN D.C8.104 Particleboards – Water immersion and swelling (Iverice – Upijanje vode i bubrenje).
15. *** HRN EN 120:2000: Wood based panels – Determination of formaldehyde content – Extraction method called the perforator method (EN 120:1991) (Ploče na bazi drva – Određivanje sadržaja formaldehida – Ekstrakcijska metoda nazvana perforatorska metoda).
16. *** HRN EN 310:1999: Wood based panels – Determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength (EN 310:1993) (Ploče na bazi drva – Određivanje svojne čvrstoće i modula elastičnosti svojne čvrstoće).
17. *** HRN EN 312-1:2000: Particleboards – Specifications – Part1: General requirements for all board types (EN 312-1:1996) (Ploče iverice – Specifikacije – 1. dio: Opći zahtjevi za sve tipove ploča).
18. *** HRN EN 312-2:2000: Particleboards – Specifications – Part 2: Requirements for general purpose boards for use in dry conditions (EN 312-2:1996) (Ploče iverice – Specifikacije – 2. dio: Ploče za opću uporabu u normalnim uvjetima).

19. *** HRN EN 312-3:2000: Particleboards – Specifications – Part 3: Requirements for boards for interior fittings (including furniture) for use in dry conditions (EN 312-3:1996) (Ploče iverice – Specifikacije – 3. dio: Ploče za unutrašnje opremanje (uključujući namještaj) u normalnim uvjetima).
20. *** HRN EN 317:2000: Particleboards and fibreboards – Determination of swelling in thickness after immersion in water (EN 317:1993) (Ploče iverice i ploče vlaknate – Određivanje debljinskog bubrenja nakon potapanja u vodi).
21. *** HRN EN 319:1999: Particleboards and fibreboards – Determination of tensile strength perpendicular to the plane of the board (EN 319:1993) (Ploče iverice i ploče vlaknate – Određivanje vlačne čvrstoće okomito na površinu ploče).
22. *** HRN EN 326-1:1999: Wood-based panels – Sampling, cutting and inspection – Part 1: Sampling and cutting of test pieces and expression of test results (EN 326-1:1994) (Ploče na bazi drva – Uzorkovanje, krojenje i nadzor – 1. dio: Uzorkovanje i krojenje ispitnih uzoraka te prikaz ispitnih rezultata).
23. *** HRN EN 1067:2007: Adhesives – Examination and preparation of samples for testing (EN 1067:2005) (Adhezivi – Ispitivanje i priprema uzoraka za ispitivanje).
24. *** HRN EN ISO 15605:2005: Adhesives – Sampling (Adhezivi – Uzorkovanje).

Corresponding address:

Assistant professor ALAN ANTONOVIĆ, Ph.D.

University of Zagreb, Faculty of Forestry
Institute for Materials Technologies
Svetošimunska cesta 25, PP. 422,
10 002 Zagreb, Croatia
e-mail: alan.antonovic@zg.htnet.hr

Jaroslav Hrázský, Pavel Král

Analysis of Selected Mechanical Properties of Construction Wood KVH and Parallam 2.0 E

Analiza određenih mehaničkih svojstava konstrukcijskog drva KVH i uslojenog drva PSL

Original scientific paper · Izvorni znanstveni rad

Received – prispjelo: 1. 10. 2009.

Accepted – prihvaćeno: 24. 2. 2010.

UDK: 630*812.7; 630*832.284; 630*863; 674.816.2

ABSTRACT • This paper summarizes the results of the analysis of selected physical and mechanical properties of construction wood KVH and composite material Parallam 2.0 E (below Parallam). The following properties were determined: bending strength, local modulus of elasticity in bending, modulus of elasticity in pure bending, modulus of elasticity in shear by the constant span method, compression strength along the grain, compression strength across the grain, tensile strength across the grain, density and moisture content. The determined values were compared to each other and the best material was evaluated. The analyzed materials showed not only different values of monitored properties but also different behavior in particular tests. The presented tables and diagrams show that Parallam demonstrates better strength properties in many cases than construction wood KVH but with respect to the high purchase price of Parallam a manifold higher difference was expected. Comparing both analyzed materials from the aspect of purchase costs, two-fold higher values of the majority of analyzed mechanical properties of Parallam as against the construction wood KVH are irrelevant. The price of construction wood KVH is about EUR 250, and the price of Parallam is about EUR 1540 per m^3 . Such a high price is the main cause of the minimum use of Parallam as against construction wood KVH.

Keywords: construction materials, construction wood KVH, Parallam, bending strength, modulus of elasticity in bending, tensile strength, compression strength, density, moisture content

SAŽETAK • U radu se iznose rezultati istraživanja određenih fizikalnih i mehaničkih svojstava konstrukcijskoga cjelovitog drva KVH (Konstruktionsvollholz) i uslojenog drva PSL (Parallel Strand Lumber). Određivana su ova svojstva: savojna čvrstoća, lokalni modul elastičnosti pri savijanju, modul elastičnosti pri čistom savijanju, modul elastičnosti pri smicanju, određen metodom konstantnog luka, tlačna čvrstoća duž vlakana, tlačna čvrstoća okomito na vlakana, vlačna čvrstoća okomito na vlakana, gustoća drva i sadržaj vode. Dobivene su vrijednosti istraživanih materijala uspoređene i procijenjeno je koji materijal ima bolja svojstva. Ispitivani materijali nisu pokazali samo različita svojstva već su se u testovima određivanja pojedinih svojstava različito i ponašali. Rezultati prikazani u tablicama i na dijagramima pokazuju da uslojeno drvo PSL u većini slučajeva ima bolju čvrstoću od konstrukcijskog drva KVH, ali s obzirom na mnogo veću cijenu uslojenog drva PSL, očekivana je i veća razlika u svojstvima tih materijala. Analizirajući svojstva obaju materijala, zaključeno je da su dva puta veće vrijednosti gotovo svih svojstava čvrstoće uslojenog drva PSL zanemarive s obzirom na višestruko veću cijenu. Cijena konstrukcijskog drva KVH kreće se oko 250 eura/ m^3 , dok je cijena uslojenog drva PSL oko 1540 eura/ m^3 . Tako visoka cijena glavni je razlog mnogo rjeđe uporabe uslojenog drva PSL od konstrukcijskog drva KVH.

¹ The authors are assistant professors at the Faculty of Forestry and Wood Technology, Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic.

¹ Autori su docenti Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije Mendelova sveučilišta agronomije i šumarstva u Brnu, Republika Češka.

Ključne riječi: konstrukcijski materijali, konstrukcijsko drvo KVH, uslojeno drvo PSL, savojna čvrstoća, modul elastičnosti pri savijanju, vlačna čvrstoća, tlačna čvrstoća, gustoća, sadržaj vode

1 INTRODUCTION

1. UVOD

Wood belongs to the oldest materials used by man from time immemorial for various purposes particularly for the construction of shelters, houses as well as monumental buildings, bridges and other special-purpose constructions. Apart from advantageous mechanical and construction properties that are the cause of large use of wood in building construction, it should also be emphasized that wood is a natural, ecological and renewable base material.

Nevertheless, wood is a material showing different properties in different directions (depending on the direction of wood fibers). During the growth of a tree, various defects occur in the tree wood disturbing its homogeneity and affecting its properties. Thus, an endeavor to eliminate disadvantages of wood resulted in the development of new wood-based materials, which are technologically superior showing better properties. At present, wood and wood-based materials are steadily used in building industries for the manufacture of supporting structures of smaller, medium and large spans. Just for these reasons, a number of wood-based materials intended for building industries have been developed. From the aspect of sustainable management, wood is the building material of the future (Kolb, 2008; Vanirek *et al.*, 2006).

The aim of this paper was to determine selected physical and mechanical properties of two construction materials (construction wood KVH Si in fair-face quality and Parallam) on the basis of destructive tests and comparisons of these materials also from the aspect of purchase prices).

Parallam (Parallel Strand Lumber or PSL) is mostly produced of the wood of southern pines (Douglas fir, *Pinus ponderosa*). Rotary-cut or round-up veneers are used for Parallam processing. Peeled logs or veneers, used for the production of plywood or laminated wood, are processed. Veneer sheets are subsequently dried and checked to eliminate stresses causing defects. After desiccation, veneer sheets are cut to strands 3 mm thick, 133 mm wide and up to 2.4 m long. Defective strands are sorted out. Particular strands are arranged in such a way that the direction of fibers is parallel and then a water-resistant phenol-formaldehyde adhesive is spread. Using the microwave heating the oriented strands of veneers are pressed in a continuous rolling press. The whole production process is controlled by programmed logical elements to provide the required final density correlating with strength properties ($670\text{--}720\text{ kg/m}^3$) as well as thickness, moisture and appearance.

Parallam is produced as a compact prism of a maximum cross section of 285 x 400 mm, which can be subsequently cut up and shortened to standard lengths up to 20 m. This material shows higher compression and tensile strength as compared with traditional wood.

It is free of natural defects and non-homogeneities characteristic of natural wood. Parallam is stable in its dimensions. Shrinkage, warping and twisting are eliminated to minimum under conditions of its use (Hrázský and Král, 1999).

Construction solid wood KVH (Konstruktion-svollholz) is produced by the lengthwise wedge joint of building softwood sawn timber. Central-European coniferous species, such as Norway spruce, silver fir, poplar, Scotch pine and larch are used as original raw materials (Kuklík, 2006). According to the purpose, two kinds are produced differing particularly in the surface quality, viz. KVH of fair-face quality and KVH of substandard face quality. Requirements for utility properties and minimum production requirements are determined by the ČSN EN 385 Standard. Due to the cut type selection, cracks and splits as well as dry timber warping can be markedly eliminated. Thus, two types of cut are differentiated, and namely through heart and outside heart. At the fair-face quality of KVH-Si sawn timber heart-free cut is used. For the non-face quality of KVH-Nsi sawn timber and for all other cross sections heart cut is used (Timber Frame Houssing, 2006).

KVH construction wood is suitable for modern demanding constructions, whose purpose is to preserve natural aesthetic character. It is particularly used as building timber for frame and ceiling constructions. It is suitable for supporting structures of solid wooden constructions. Being manufactured in arbitrary lengths thanks to indented jointing it does not contain health-hazardous substances. KVH prisms are ideal for roof and supporting wooden elements (Král and Hrázský, 2006).

2 MATERIAL AND METHODS

2. MATERIJAL I METODE

The following physical and mechanical properties were determined of the construction wood KVH Si of fair-face quality and composite material Parallam: local modulus of elasticity in bending, modulus of elasticity in pure bending, modulus of elasticity in shear (calculated), bending strength, compression strength along the grain, compression strength across the grain (radial and tangential direction), tensile strength across the grain (radial and tangential direction).

The analyzed material Parallam was produced of *ponderosa* pine. It showed construction drawbacks in the form of numerous lengthwise cavities, generated in pressing veneer strands by imperfect compression. Thus prepared samples were not ideal.

The KVH material was produced of the construction spruce sawn timber of fair-face quality. With this material, perfect samples could be prepared thanks to the possibility of selection from a large number of stored KVH prisms in a plant producing wooden constructions.

Tests of properties were carried out in the Technical University Ostrava testing room and in the testing room of Mendel University of Agriculture and Forestry in Útichov near Brno.

Standards and equipment, drawings, dimensions and numbers of samples used were as follows:

- CSN EN 408 Standard: Wooden constructions. Construction wood and glue-laminated wood. Determination of some physical and mechanical properties. CSI Praha 2004:32.

2.1 Determination of the local modulus of elasticity in bending (four-point bending)

2.1.1. Određivanje lokalnog modula elastičnosti pri savijanju (s četiri uporišne točke)

The shortest length of a test specimen has to be 19 times higher than the cross-section height.

Dimensions of the test specimen: 950 x 40 x 50 mm (Figure 4). Equipment: EU 40 press making possible four-point bending. Number of test specimens: 30 of each of the analyzed material.

Test specimens were loaded symmetrically by means of two loads at a span equal to 18 times the specimen height; the support distance was 900 mm. The loading was carried out at a constant speed. The speed of loading can not exceed the value of 0.003 h (mm/s). The value h is the height of cross-section area at the bending test. Test specimens were simply supported. To prevent local galls in the place of supports and the impact of loads, stainless plates 2 mm thick and 20 mm long were inserted between test specimens and supports or loads.

Deformation w was measured in the centre of a measuring basis equal to 5 times the cross-section height. The highest load did not exceed 0.4 F_{max} . A mean fracture load F_{max} was determined from tests of 10 specimens of the respective material. Using values from a test of the local modulus of elasticity, the dependence was plotted of the load – deformation. Part of the diagram between 0.1 F_{max} and 0.4 F_{max} was used for a regression analysis.

A scheme of the test is given in Figure 1.

Bending strength according to the CSN EN 408 Standard is calculated as follows:

$$f_m = \frac{a \cdot F_{max}}{2 \cdot W}, \text{ N/mm}^2$$

where:

F_{max} - maximum load / *maksimalno opterećenje*, N
 a - distance between the point of load and the nearest support at the bending test / *udaljenost između točke opterećenja i najbliže točke uporišta*, mm
 W - cross-section modulus / *modul poprečnog presjeka*, mm³.

Local modulus of elasticity in bending according to the CSN EN 408 Standard is calculated as follows:

$$E_{m,1} = \frac{a \cdot l_1^2 \cdot (F_2 - F_1)}{16 \cdot I \cdot (w_2 - w_1)}, \text{ N/mm}^2$$

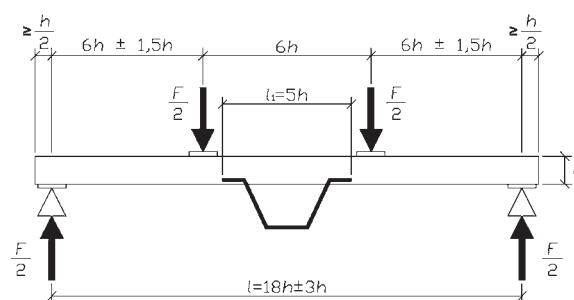


Figure 1 A scheme of the test of the four-point local MOE in bending

Slika 1. Shema određivanja lokalnog modula elastičnosti pri

where:

$F_2 - F_1$ - load increment in the straight-line part of the working diagram of load – deformation / *promjena opterećenja u pravocrtnom dijelu dijagrama opterećenje-deformacija*

$w_2 - w_1$ - deformation increment in mm corresponding to $F_2 - F_1$ / *promjena deformacije u milimetrima koja odgovara promjeni opterećenja*

l_1 - measuring basis to determine the modulus of elasticity / *mjerna osnova za određivanje modula elastičnosti*, mm

I - moment of inertia of cross-section / *moment inercije poprečnog presjeka*, mm⁴

a - distance between the point of load and the nearest support at the bending test / *udaljenost između točke opterećenja i najbliže točke uporišta*, mm.

2.2 Determination of modulus of elasticity in pure bending (three-point bending)

2.2.1. Određivanje modula elastičnosti pri čistom savijanju (model savijanja s tri uporišne točke)

To determine the modulus of elasticity in pure bending the same test specimens were used as to determine the local modulus of elasticity in bending. The test specimens were loaded only by one load, namely in the centre of the span corresponding to the measuring basis as evident in Fig. 4. In this case $l = l_1$. It concerns a “three-point bending”. The loading head speed was up to a value 0.0002 h (mm/s). The value h is the height of cross-section at the bending test.

A scheme of the test is illustrated in Figure 3. To prevent the origin of a local gall in the place of supports

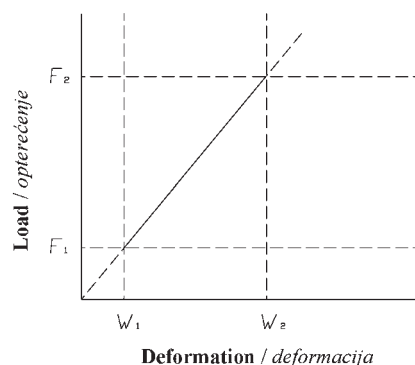


Figure 2 The diagram of load – deformation in the area of elastic deformation deformation

Slika 2. Dijagram opterećenje – deformacija u području elastične deformacije

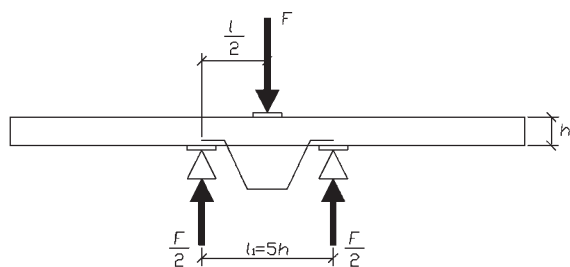


Figure 3 A scheme of the arrangement of the test of modulus of elasticity in pure bending (three-point bending)

Slika 3. Shema testa za određivanje modula elastičnosti pri čistom savijanju (savijanju s tri uporišne točke)

and the effect of loading weights, stainless plates 2 mm thick and 20 mm long were inserted between test specimens and supports or loads.

Deformation was measured in the span centre.

Modulus of elasticity in pure bending expressed in N/mm^2 is calculated according to the CSN EN 408 standard as follows:

$$E_{m,app} = \frac{l_1^3 \cdot (F_2 - F_1)}{48 \cdot I \cdot (w_2 - w_1)}$$

where:

$F_2 - F_1$ - increment of load in the linear part of the load – deformation in N (Figure 2) / *promjena opterećenja u linearnom dijelu dijagrama opterećenje – deformacija u njužnima (sl. 2)*

$w_2 - w_1$ - increment of deformation (mm) corresponding to the increment of load $F_2 - F_1$ / *promjena deformacije u milimetrima koja odgovara promjeni opterećenja*

l_1 - length of a measuring basis to determine the modulus of elasticity / *mjerna osnova za određivanje modula elastičnosti, mm*

I - moment of cross-section inertia / *moment inercije poprečnog presjeka, mm^4*

2.3 Determination of modulus of elasticity in shear by constant span method

2.3. Određivanje modula elastičnosti pri smicanju metodom konstantnog luka

Measurements of the modulus of elasticity in shear of construction wood and glued laminated wood are associated with considerable difficulties. Using a constant

span method, it is possible to obtain values suitable for designing. This method is based on determination of the local modulus of elasticity in bending $E_{m,l}$ and of the modulus of elasticity in pure bending $E_{m,app}$ at the constant length of a test specimen and deduction of the effect of loading by pure bending from loading by bending and shear. Modulus of elasticity in shear can be expressed from both moduli of elasticity as follows:

$$G = \frac{k_g \cdot h^2}{l_1^2 \cdot \left(\frac{1}{E_{m,app}} - \frac{1}{E_{m,l}} \right)}$$

where

$k_g - 1.2$ (coefficient for square or rectangular cross-section / *koeficijent za kvadratni ili pravokutni poprečni presjek*)

$E_{m,l}$ - modulus of elasticity / *modul elastičnosti, N/mm^2*

$E_{m,app}$ - modulus of elasticity in pure bending / *modul elastičnosti pri čistom savijanju, N/mm^2*

l_1 - length of a measuring basis to determine the modulus of elasticity / *mjerna osnova za određivanje modula elastičnosti, mm*

2.4 Determination of compression strength along the fiber (parallel to the grain)

2.4. Određivanje tlačne čvrstoće uzduž vlaknaca (paralelno s vlakancima)

Dimensions of a test specimen: 30 x 30 x 50 mm (Figure 4). Equipment: Zwick Z 050 testing machine. The number of test specimens: 15 pcs – Parallam, 20 pcs – KVH.

The test specimen was loaded in the sample centre using spherically seated loading heads enabling the application of a compression force free of bending. The loading was carried out at the constant speed of the loading head shift for the maximum loading to be achieved during 300 (± 120) s.

Compression strength along the fiber (parallel to the grain) is calculated according to the following relation:

$$f_{c,o} = \frac{F_{max}}{A}, \text{ N/mm}^2$$

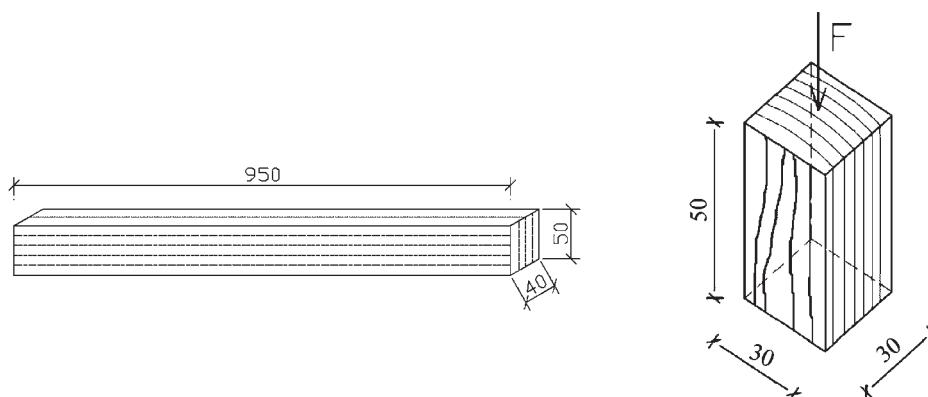


Figure 4 A test specimen to determine the 4-point MOE and compression strength along the fiber

Slika 4. Uzorak za određivanje modula elastičnosti pri savijanju s četiri uporišne točke i određivanje tlačne čvrstoće uzduž vlaknaca

where

F_{max} - maximum load / *maksimalno opterećenje*, N
 A - cross-section area / *površina poprečnog presjeka*, mm².

2.5 Determination of compression strength across the fiber (perpendicular to the grain)

2.5. Određivanje tlačne čvrstoće okomito na vlakanca

Dimensions of a test specimen: 30 x 30 x 50 mm (Figure 5). Equipment: Zwick Z 050 testing machine. Number of test specimens: 15 pcs – Parallam, the direction of the force action is differentiated to the narrower and wider area of a veneer, 20 pcs – KVH radial direction, 20 pcs – KVH tangential direction.

Compression strength across the fiber $f_{c,90}$ is calculated according to the following relation:

$$F_{c,90} = \frac{F_{c,90,max}}{A}, \text{ N/mm}^2$$

where

F_{max} - maximum compression load across the wood fiber / *maksimalno tlačno opterećenje okomito na vlakanca*, N
 A - cross-section area / *površina poprečnog presjeka*, mm²

2.6 Determination of tensile strength across the fiber (perpendicular to the grain)

2.6. Određivanje vlačne čvrstoće okomito na vlakanca

For tensile tests, steel plates have to be stuck to test specimens by means of epoxy resin. The position of a test specimen during the test is guaranteed by gluing. Equipment: Zwick Z 050 testing machine. Test specimens were fixed by butt hinges. The speed of loading was set so that the highest load was to be achieved during 300 (± 120) s.

Dimensions of a test specimen: 120 x 60 x 20 mm (Figure 6). The number of test specimens: 15 pcs Parallam, the direction of the force action is differentiated to the narrower and wider area of a veneer, 15 pcs KVH – radial direction, 15 pcs KVH – tangential direction.

Tensile strength across the fiber is calculated according to the following equation:

$$F_{t,90} = \frac{F_{t,90,max}}{A}, \text{ N/mm}^2$$

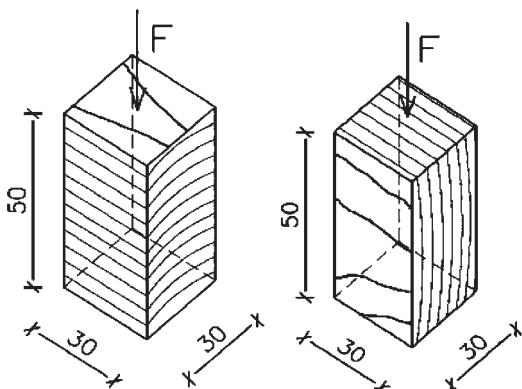
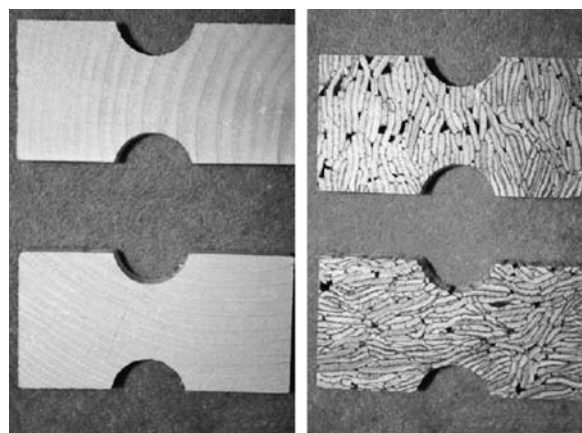


Figure 5 A test specimen to determine compression strength across the fiber (radial and tangential direction)

Slika 5. Uzorak za određivanje tlačne čvrstoće okomito na vlakanca (radijalni i tangencijalni smjer)



a) b)
Figure 6 A test specimen to determine tensile strength across the fiber a) KVH – radial and tangential direction; b) Parallam – narrower and wider area of a veneer

Slika 6. Uzorci za određivanje vlačne čvrstoće okomito na vlakanca: a) KVH – radijalni i tangencijalni smjer; b) uslojeno drvo PSL – uža i šira površina furnira

where:

$F_{t,90,max}$ - maximum tensile loading across the fiber / *maksimalno vlačno opterećenje okomito na vlakanca*, N
 A - cross-section area / *površina poprečnog presjeka*, mm².

Materials used for the preparation of test specimens were stored for 3 months at the environmental temperature of 20°C and air humidity of about 62%. After sizing the materials, the samples were wrapped up in a steam-proof foil. In a testing room, the measurement of dimensions was carried out and the density and moisture of samples were determined according to following standards:

- CSN EN 322 Standard. Boards of wood. Determination of moisture. CSI Praha. 1994:8
- CSN EN 323 Standard. Boards of wood. Determination of density. CSI Praha. 1994:8
- CSN EN 325 Standard. Boards of wood. Determination of dimensions of test specimens. CSI Praha. 1995:8
- CSN EN 385 Standard. Construction wood extended by indented joints. Requirements for utility properties and minim manufacturing requirements. CSI Praha. 2002:20

3 RESULTS AND DISCUSSION

3. REZULTATI I RASPRAVA

3.1 Determination of the local modulus of elasticity in bending

3.1.1. Određivanje lokalnog modula elastičnosti pri savijanju

The highest applied load in the test must not exceed 40% maximum force F_{max} . This load was determined on the basis of preliminary tests by four-point bending on 10 test specimens.

The scheme of the bending test is demonstrated in Figure 1. The basic characteristics of descriptive statistics to determine the maximum fracture load, bending strength and the local modulus of elasticity are given in Tabs. 1 and 2.

Table 1 Basic characteristics of descriptive statistics – determination of fracture load F_{max} to determine bending strength and the local modulus of elasticity of Parallam and KVH ($n = 10$)

Tablica 1. Osnovni podaci deskriptivne statistike – određivanje sile loma F_{max} radi utvrđivanja savojne čvrstoće i lokalnog modula elastičnosti za uslojeno drvo PSL i KVH ($n = 10$)

Statistical quantity <i>Statistička veličina</i>	Parallam / Uslojeno drvo PSL				KVH / Konstrukcijsko cjelovito drvo			
	F_{max} kN	f_m N/mm ²	Deflection <i>Otklon</i> mm	Time <i>Vrijeme</i> s	F_{max} kN	f_m N/mm ²	Deflection <i>Otklon</i> mm	Time <i>Vrijeme</i> s
\bar{x}	6.51	58.61	17.02	199.30	4.25	38.25	18.30	251.60
Standard deviation <i>standardna devijacija</i>	0.8793	7.9189	1.6546	11.7856	1.3483	12.1262	7.0304	100.2466
Variance / <i>varijanca</i>	0.7732	62.7089	2.7376	138.90	1.8179	147.0454	49.4272	10049.38
Acuteness / <i>oštrina</i>	0.8577	0.8612	0.4893	0.7839	-0.1678	-0.1773	4.5652	5.3718
Skewness / <i>asimetrija</i>	-0.0489	-0.0562	-0.1466	1.0445	0.7703	0.7686	1.8470	2.0909
Maximum / <i>maksimum</i>	8.09	72.8	19.81	224	6.60	59.36	35.80	508
Minimum / <i>minimum</i>	4.87	43.8	13.93	187	2.45	22.10	10.36	144
Median / <i>medijan</i>	6.49	58.4	17.09	198.50	4.00	36.025	17.125	226.0
Mode / <i>mod</i>	N/A	N/A	N/A	190	N/A	N/A	N/A	N/A
Confidence level (95%) <i>razina pouzdanosti</i>	0.6290	5.6648	1.1836	8.4309	0.9645	8.6746	5.0293	71.7121

Table 2 Basic characteristics of descriptive statistics – determination of the local modulus of elasticity ($n = 20$)

Tablica 2. Osnovni podaci deskriptivne statistike – određivanje lokalnog modula elastičnosti ($n = 20$)

Statistical quantity <i>Statistička veličina</i>	Parallam / Uslojeno drvo PSL			KVH / Konstrukcijsko cjelovito drvo				
	$w_{40\%}$ mm	$w_{10\%}$ mm	Time $w_{40\%}$ s	$E_{m,l}$ N/mm ²	$w_{40\%}$ mm	$w_{10\%}$ mm	Time $w_{40\%}$ s	$E_{m,l}$ N/mm ²
\bar{x}	0.526	0.121	48.40	14301.89	0.399	0.074	30	11263.90
Standard deviation <i>standardna devijacija</i>	0.1231	0.0224	6.4514	3392.991	0.0437	0.01667	4.3286	1097.1826
Variance / <i>varijanca</i>	0.0151	0.0005	41.6211	11512391	0.0019	0.0003	18.7368	1203809.6
Acuteness / <i>oštrina</i>	0.3844	0.9758	-0.0479	-0.5039	-0.6344	-1.5016	-0.7449	0.7591
Skewness / <i>asimetrija</i>	0.7766	0.7915	0.9460	0.2497	0.3135	0.1181	0.5018	0.2746
Maximum / <i>maksimum</i>	0.83	0.18	62	21093.80	0.49	0.1	39	13846.10
Minimum / <i>minimum</i>	0.35	0.09	40	8437.50	0.32	0.05	24	9000.00
Median / <i>medijan</i>	0.49	0.12	46.5	14627.60	0.38	0.075	29.5	11250.00
Mode / <i>mod</i>	0.62	0.12	48	14822.60	0.37	0.06	27	11612.09
Confidence level (95%) <i>razina pouzdanosti</i>	0.05761	0.0105	3.01193	1587.9690	0.0205	0.0078	2.02585	513.4973

Table 3 Values of forces F_1 and F_2 calculated from mean values of loading forces F (see Tab. 1)

Tablica 3. Vrijednosti sila F_1 i F_2 izračunanih iz srednjih vrijednosti sila opterećenja F (tabl. 1)

Material / <i>Materijal</i>	$F_1 = 0.1 F_{max}$	$F_2 = 0.4 F_{max}$
Parallam PSL / <i>Uslojeno drvo PSL</i>	0.65 kN	2.6 kN
KVH / <i>Konstrukcijsko cjelovito drvo</i>	0.42 kN	1.7 kN

Table 4 Basic characteristics of descriptive statistics – determination of modulus of elasticity in pure bending of Parallam and KVH ($n = 20$)

Tablica 4. Osnovni podaci deskriptivne statistike – određivanje modula elastičnosti pri čistom savijanju za uslojeno drvo PSL i KVH ($n = 20$)

Statistical quantity Statistička veličina	Parallam / Uslojeno drvo PSL				KVH / Konstrukcijsko cjelovito drvo			
	$w_{40\%}$ mm	$w_{10\%}$ mm	Time $w_{40\%}$ s	$E_{m,app}$ N/mm ²	$w_{40\%}$ mm	$w_{10\%}$ mm	Time $w_{40\%}$ s	$E_{m,app}$ N/mm ²
\bar{x}	0.40	0.11	126.85	5738.02	0.43	0.13	71.10	3629.37
Standard deviation standardna devijacija	0.1442	0.0601	20.3219	1730.8540	0.0907	0.0461	24.7320	916.3646
Variance / varijanca	0.0208	0.0036	412.9763	2995855.4	0.0082	0.0021	611.6737	839724.05
Acuteness / oštrina	1.1531	-0.2231	9.9753	0.0149	-1.0543	-1.0671	-1.4891	1.9015
Skewness / asimetrija	0.6179	-0.0598	-2.7979	0.6523	-0.0949	0.0398	-0.4844	1.2965
Maximum / maksimum	0.77	0.23	147	8961.40	0.59	0.21	100	6225.80
Minimum / minimum	0.18	0.01	52	2821.00	0.27	0.06	34	2564.10
Median / medijan	0.375	0.115	133	5447.70	0.45	0.13	80	3390.80
Mode / mod	0.37	0.1	135	8961.40	0.48	0.11	80	4000.00
Confidence level (95%) razina pouzdanosti	0.0675	0.0281	9.5109	810.0646	0.0424	0.0216	11.5749	428.8718

3.2 Determination of modulus of elasticity in pure bending

3.2. Određivanje modula elastičnosti pri čistom savijanju

The basic characteristics of descriptive statistics to determine the modulus of elasticity in pure bending of Parallam and construction wood KVH are given in Tab. 4.

3.3 Determination of modulus of elasticity in shear by constant span method

3.3. Određivanje modula elastičnosti pri smicanju metodom konstantnog luka

The basic characteristics of descriptive statistics to determine the modulus of elasticity in shear of materials Parallam and construction wood KVH are given in Tab. 5.

3.4 Determination of the bending strength

3.4. Određivanje savojne čvrstoće

The basic characteristics of descriptive statistics to determine the bending strength of Parallam and construction wood KVH are given in Tab. 6.

3.5 Determination of compression strength along the fiber (parallel to the grain)

3.5. Određivanje tlačne čvrstoće uzduž vlakancima (paralelno s vlakancima)

The basic characteristics of descriptive statistics to determine compression strength along the fiber of materials Parallam and construction wood KVH are given in Tab. 7.

3.6 Determination of compression strength across the fiber (perpendicular to the grain)

3.6. Određivanje tlačne čvrstoće okomito na vlakanca

The basic characteristics of descriptive statistics to determine compression strength across the fiber of

construction wood KVH in radial and tangential direction are given in Tab. 8.

The basic characteristics of descriptive statistics to determine compression strength across the wood fiber of Parallam with respect to the wider and narrower face of a veneer are given in Tab. 8.

3.7 Determination of tensile strength across the fiber

3.7. Određivanje vlačne čvrstoće okomito na vlakanca

The basic characteristics of descriptive statistics to determine tensile strength across the fiber of construction wood KVH in radial and tangential direction are given in Tab. 10.

The basic characteristics of descriptive statistics to determine tensile strength across the fiber of Parallam with respect to the wider and narrower face of a veneer are given in Tab.11.

3.8 Comparison of the determined mean values of analyzed materials Parallam and KVH

3.8. Usporedba dobivenih vrijednosti za istraživane materijale

Determination of physical and mechanical properties of construction wood KVH and composite material Parallam was carried out according to the CSN EN 408 Standard Wooden construction. Construction wood and glue-laminated timber. Determination of some physical and mechanical properties.

Based on Tab. 12, it is evident that as against construction wood KVH, Parallam is characterized by markedly higher density (703 kg/m³). With respect to this higher density, it also reaches higher strength values, particularly of bending strength f_m (59.31 N/mm²), compression strength parallel to the grain (along the fi-

Table 5 Basic characteristics of descriptive statistics – determination of modulus of elasticity in shear by constant span method of Parallam and KVH ($n = 20$)

Tablica 5. Osnovni podaci deskriptivne statistike – određivanje modula elastičnosti pri smicanju metodom konstantnog luka za uslojeno drvo PSL i KVH ($n = 20$)

Statistical quantity Statistička veličina	Parallam / Uslojeno drvo PSL			KVH / Konstrukcijsko cjelovito drvo		
	Modulus of elasticity in pure bending Modul elastičnosti pri čistom savijanju N/mm ²	Local modulus of elasticity Lokalni modul elastičnosti N/mm ²	Modulus of elasticity in shear Modul elastičnosti pri smicanju N/mm ²	Modulus of elasticity in pure bending Modul elastičnosti pri čistom savijanju N/mm ²	Local modulus of elasticity Lokalni modul elastičnosti N/mm ²	Modulus of elasticity in shear Modul elastičnosti pri smicanju N/mm ²
\bar{x}	5737.51	14301.92	528.62	3629.42	11263.90	250.53
Standard deviation standardna devijacija	1730.8650	3393.0301	276.4720	916.3157	1097.1826	78.8424
Variance / varijanca	2995893.51	11512653.0	76436.77	839634.4	1203809.6	6216.12
Acuteness / oštrina	0.0115	-0.5039	0.6706	1.9020	0.7591	0.2261
Skewness / asimetrija	0.6536	0.2497	1.1337	1.2967	0.2746	1.0243
Maximum / maksimum	8961.40	21093.8	1134.70	6225.80	13846.10	425.60
Minimum / minimum	2821.00	8437.50	171.60	2564.10	9000.00	157.90
Median / medijan	5438.70	14627.60	485.90	3390.80	11250.00	232.65
Mode / mod	8961.40	14822.60	N/A	4000.00	11612.90	N/A
Confidence level (95%) razina pouzdanosti	810.0697	1587.9869	129.3929	428.8489	513.4975	36.8994

ber) $f_{c,0}$ (49.25 N/mm²), compression strength perpendicular to the grain (across the fiber) $f_{c,90}$ (2.83-3.67 N/mm²), local modulus of elasticity in bending $E_{m,l}$ (14 301.92 N/mm²), modulus of elasticity in pure bending $E_{m,app}$ (5737.51 N/mm²) and modulus of elasticity in shear G (528.62 N/mm²).

Only in case of tensile strength perpendicular to the grain $f_{c,90}$ with respect to the wider and narrower face of a veneer determined in Parallam or in radial and tangential direction determined in construction wood KVH, higher values were determined in KVH (3.41-1.70 N/mm²).

Table 6 Basic characteristics of descriptive statistics – determination of the bending strength of Parallam and KVH ($n = 20$)

Tablica 6. Osnovni podaci deskriptivne statistike – određivanje savojne čvrstoće za uslojeno drvo PSL i KVH ($n = 20$)

Statistical quantity Statistička veličina	Parallam / Uslojeno drvo PSL				KVH / Konstrukcijsko cjelovito drvo			
	Force F Sila F kN	f_m N/mm ²	Deflection Otklon mm	Time Vrijeme s	Force F Sila F kN	f_m N/mm ²	Deflection Otklon mm	Time Vrijeme s
\bar{x}	6.59	59.31	17.67	216.10	5.66	50.96	23.05	285.10
Standard deviation standardna devijacija	1.2681	11.3701	1.9336	19.7561	1.0558	9.5104	5.8787	66.1353
Variance / varijanca	1.6081	129.2786	3.7499	390.3053	1.1148	90.4485	34.5585	4373.8842
Acuteness / oštrina	-0.6032	-0.6478	0.7341	-1.1418	-1.4940	-1.5031	-0.7688	-0.8239
Skewness / asimetrija	0.3488	0.3319	-0.1840	-0.0856	-0.1493	-0.1548	0.6030	0.5716
Maximum / maksimum	9.27	83.04	21.85	247	7.34	65.99	34.63	407
Minimum / minimum	4.67	42.03	13.30	185	4.01	36.10	14.27	190
Median / medijan	6.74	60.71	17.73	215.50	6.08	54.93	21.59	259.50
Mode / mod	6.02	54.18	N/A	204	6.33	N/A	N/A	N/A
Confidence level (95%) razina pouzdanosti	0.5935	5.3214	0.9062	9.2461	0.4941	4.4510	2.7513	30.9523

Table 7 Basic characteristics of descriptive statistics – determination of compression strength along the wood fiber of materials Parallam and KVH ($n = 20$)

Tablica 7. Osnovni podaci deskriptivne statistike – određivanje tlačne čvrstoće uzduž vlaknaca za uslojeno drvo PSL i KVH ($n = 20$)

Statistical quantity <i>Statistička veličina</i>	Parallam / <i>Uslojeno drvo PSL</i>			KVH / <i>Konstruktivno cjelovito drvo</i>		
	Loading force F_{max} <i>Sila opterećenja</i> kN	Compression strength $f_{c,0}$ <i>Tlačna čvrstoća</i> N/mm ²	Deformation - Compression <i>Deformacija - stlačenje</i> mm	Loading force F_{max} <i>Sila opterećenja</i> kN	Compression strength $f_{c,0}$ <i>Tlačna čvrstoća</i> N/mm ²	Deformation - Compression <i>Deformacija - stlačenje</i> mm
\bar{x}	77.37	49.25	1.27	34.50	37.81	0.42
Standard deviation <i>standardna devijacija</i>	13.9547	8.8825	0.3332	2.3519	2.5526	0.0855
Variance / <i>varijanca</i>	194.7350	78.8981	0.1110	5.5316	6.5158	0.0073
Acuteness / <i>oštrina</i>	-1.7231	-1.7234	1.3068	0.3403	0.3746	-0.5093
Skewness / <i>asimetrija</i>	0.1307	0.1307	1.4885	-0.3933	-0.4274	0.5901
Maximum / <i>maksimum</i>	97.84	62.28	2.09	38.16	41.84	0.60
Minimum / <i>minimum</i>	57.07	36.33	0.86	28.78	31.56	0.31
Median / <i>medijan</i>	72.96	46.44	1.15	34.72	38.07	0.41
Mode / <i>mod</i>	N/A	N/A	1.14	N/A	N/A	0.31
Confidence level (95%) <i>razina pouzdanosti</i>	6.5310	4.1571	0.1559	1.1007	1.1947	0.0399

Analyzed materials showed not only different values of monitored mechanical properties but they also showed different behavior in actual tests.

For example, in the implementation of the bending strength tests, total fracture of a specimen occurred in Parallam only in two cases. With other specimens deformations occurred and, however, the course of the material fracture was not as dramatic as in case of KVH. In these bending tests, no visible deformations occurred in Parallam in the upper part of a test speci-

men in the place of pressed fibers. On the other hand, this deformation was clearly evident in KVH.

In the analysis of tensile strength across the grain in KVH, the rupture of specimens occurred in both directions (radial and tangential). Nevertheless, the typical rupture of specimens in Parallam did occur. Only lower values were found (see Tab. 12). In tests of compression strength perpendicular to the grain (across the fiber), deformations became evident by the minimum change in the specimen height.

Table 8 Basic characteristics of descriptive statistics – determination of compression strength across the wood fiber of KVH ($n = 20$)

Tablica 8. Osnovni podaci deskriptivne statistike – određivanje tlačne čvrstoće okomito na vlaknaca za KVH ($n = 20$)

Statistical quantity <i>Statistička veličina</i>	Material – KVH / <i>Materijal – konstruktivno cjelovito drvo</i>			
	Radial direction / <i>Radijalni smjer</i>		Tangential direction / <i>Tangencijalni smjer</i>	
	Loading force F_{max} <i>Sila opterećenja</i> kN	Compression strength $f_{c,90}$ <i>Tlačna čvrstoća</i> N/mm ²	Loading force F_{max} <i>Sila opterećenja</i> kN	Compression strength $f_{c,90}$ <i>Tlačna čvrstoća</i> N/mm ²
\bar{x}	1.94	2.16	1.88	2.07
Standard deviation <i>standardna devijacija</i>	0.1543	0.1723	0.3296	0.3602
Variance / <i>varijanca</i>	0.0238	0.0297	0.1086	0.1297
Acuteness / <i>oštrina</i>	0.0596	-0.0311	2.4833	2.0721
Skewness / <i>asimetrija</i>	-0.1391	-0.1517	1.2420	1.1365
Maximum / <i>maksimum</i>	2.20	2.44	2.85	3.10
Minimum / <i>minimum</i>	1.61	1.79	1.50	1.63
Median / <i>medijan</i>	1.94	2.16	1.87	2.04
Mode / <i>mod</i>	1.84	2.04	2.07	1.71
Confidence level (95%) <i>razina pouzdanosti</i>	0.0722	0.0806	0.1542	0.1686

Table 9 Basic characteristics of descriptive statistics – determination of compression strength across the wood fiber of Parallam ($n = 20$)
Tablica 9. Osnovni podaci deskriptivne statistike – određivanje tlačne čvrstoće okomito na vlaknaca za uslojeno drvo PSL ($n = 20$)

Statistical quantity <i>Statistička veličina</i>	Parallam / Uslojeno drvo PSL			
	Wider face of a veneer <i>Šira strana furnira</i>		Narrower face of a veneer <i>Uža strana furnira</i>	
	Loading force F_{max} <i>Sila opterećenja</i> kN	Compression strength $f_{c,90}$ <i>Tlačna čvrstoća</i> N/mm ²	Loading force F_{max} <i>Sila opterećenja</i> kN	Compression strength $f_{c,90}$ <i>Tlačna čvrstoća</i> N/mm ²
\bar{x}	2.55	2.83	3.31	3.67
Standard deviation / <i>standardna devijacija</i>	0.5989	0.6630	1.0109	1.1191
Variance / <i>varijanca</i>	0.3588	0.4395	1.0220	1.2552
Acuteness / <i>oštrina</i>	-0.3804	-0.3918	0.0120	0.0316
Skewness / <i>asimetrija</i>	0.3906	0.3805	0.5638	0.5686
Maximum / <i>maksimum</i>	3.70	4.10	5.41	6.00
Minimum / <i>minimum</i>	1.71	1.90	1.80	2.00
Median / <i>medijan</i>	2.61	2.90	3.16	3.50
Mode / <i>mod</i>	2.70	3.00	3.61	4.00
Confidence level / <i>razina pouzdanosti (95%)</i>	0.3317	0.3671	0.5598	0.6197

Parallam demonstrated higher strength properties as against KVH although the prepared specimens of KVH were in perfect condition. Parallam showed a certain construction deficiency in the form of lengthwise cavities, generated in its manufacture by continuous faulty compression of particular veneer strands. These cavities cannot logically transfer any load. We assume that this construction drawback of Parallam occurred just in test specimens of small dimensions used in these destructive tests of selected mechanical properties.

Although Parallam generally shows higher values of the majority of mechanical properties as against construction wood KVH, these differences would be even higher in favor of Parallam, if these tests could be realized on specimens of construction dimensions. In these specimens, the construction deficiency of Parallam 2.0 E mentioned above would be distributed within the cross-section and in KVH, and the presence of various wood defects would become evident.

Table 10 Basic characteristics of descriptive statistics – determination of tensile strength across the fiber of KVH in radial and tangential direction**Tablica 10.** Osnovni podaci deskriptivne statistike – određivanje vlačne čvrstoće okomito na vlaknaca za KVH u radijalnome i tangencijalnom smjeru

Statistical quantity <i>Statistička veličina</i>	Material – KVH / Materijal – konstrukcijsko cjelovito drvo			
	Radial direction / <i>Radijalni smjer</i>		Tangential direction / <i>Tangencijalni smjer</i>	
	Loading force F_{max} <i>Sila opterećenja</i> kN	Tensile strength $\perp f_{c,90}$ <i>Vlačna čvrstoća</i> N/mm ²	Loading force F_{max} <i>Sila opterećenja</i> kN	Tensile strength $\perp f_{c,90}$ <i>Vlačna čvrstoća</i> N/mm ²
\bar{x}	2.26	3.41	1.12	1.70
Standard deviation <i>standardna devijacija</i>	0.6807	1.0301	0.2226	0.3346
Variance / <i>varijanca</i>	0.4634	1.0611	0.0496	0.1119
Acuteness / <i>oštrina</i>	1.0662	1.1981	-0.0732	-0.0173
Skewness / <i>asimetrija</i>	0.0098	-0.0946	0.5475	0.6112
Maximum / <i>maksimum</i>	3.61	5.41	1.60	2.43
Minimum / <i>minimum</i>	0.78	1.11	0.76	1.17
Median / <i>medijan</i>	2.15	3.23	1.06	1.60
Mode / <i>mod</i>	2.35	N/A	0.97	1.99
Confidence level (95%) <i>razina pouzdanosti</i>	0.3770	0.5705	0.1233	0.1853

Table 11 Basic characteristics of descriptive statistics to determine tensile strength perpendicular to the grain (across the fiber) with respect to the wider and narrower face of a veneer – Parallam

Tablica 11. Osnovni podaci deskriptivne statistike za određivanje vlačne čvrstoće okomito na vlaknaca za uslojeno drvo PSL s obzirom na užu i širu stranu furnira

Statistical quantity <i>Statistička veličina</i>	Parallam / Uslojeno drvo PSL			
	Wider face of a veneer <i>Šira strana furnira</i>		Narrower face of a veneer <i>Uža strana furnira</i>	
	Loading force F_{max} <i>Sila opterećenja</i> kN	Tensile strength $\perp f_{c,90}$ <i>Vlačna čvrstoća</i> N/mm ²	Loading force F_{max} <i>Sila opterećenja</i> kN	Tensile strength $\perp f_{c,90}$ <i>Vlačna čvrstoća</i> N/mm ²
\bar{x}	0.56	0.87	1.02	1.56
Standard deviation / <i>standardna devijacija</i>	0.1179	0.1817	0.12923	0.1976
Variance / <i>varijanca</i>	0.0139	0.0330	0.0167	0.0390
Acuteness / <i>oštrina</i>	-0.0514	-0.0678	-1.1217	-1.0837
Skewness / <i>asimetrija</i>	-0.4455	-0.4269	0.0155	0.0057
Maximum / <i>maksimum</i>	0.75	1.16	1.22	1.88
Minimum / <i>minimum</i>	0.32	0.49	0.84	1.28
Median / <i>medijan</i>	0.58	0.89	1.04	1.59
Mode / <i>mod</i>	0.65	0.93	0.85	N/A
Confidence level (95%) <i>razina pouzdanosti</i>	0.0653	0.1006	0.0716	0.1094

Table 12 Mean values of selected physical and mechanical properties of analyzed materials KVH and Parallam

Tablica 12. Srednje vrijednosti određenih fizikalnih i mehaničkih svojstava istraživanih materijala – konstrukcijskoga cjelovitog drva i PSL uslojenog drva

	Unit <i>Jedinica</i>	Parallam <i>Uslojeno drvo PSL</i>	KVH <i>Konstrukcijsko cjelovito drvo</i>		
Physical properties / Fizikalna svojstva					
Density / <i>Gustoća</i>	kg/m ³	703	432		
Moisture / <i>Sadržaj vode</i>	%	10.9	11.9		
Mechanical properties / Mehanička svojstva					
Bending strength f_m / <i>Savojna čvrstoća f_m</i>	N/mm ²	59.31	50.96		
Compression strength $\parallel f_{c,o}$ <i>Tlačna čvrstoća $\parallel f_{c,o}$</i>	N/mm ²	49.25	37.81		
Compression strength $\perp f_{c,90}$ <i>Tlačna čvrstoća $\perp f_{c,90}$</i>	N/mm ²	wider face of a veneer <i>šira strana furnira</i>	2.83	radial direction <i>radijalni smjer</i>	2.16
		narrower face of a veneer <i>uža strana furnira</i>	3.67	tangential direction <i>tangencijalni smjer</i>	2.07
Tensile strength $\perp f_{t,90}$ <i>Vlačna čvrstoća $\perp f_{t,90}$</i>	N/mm ²	wider face of a veneer <i>šira strana furnira</i>	0.87	radial direction <i>radijalni smjer</i>	3.41
		narrower face of a veneer <i>uža strana furnira</i>	1.56	tangential direction <i>tangencijalni smjer</i>	1.70
Local MOE $E_{m,l}$ / <i>Lokalni MOE $E_{m,l}$</i>	N/mm ²	14301.92	11263.90		
MOE in pure bending $E_{m,app}$ <i>MOE pri čistom savijanju $E_{m,app}$</i>	N/mm ²	5737.51	3629.42		
Modulus of elasticity in shear G <i>Modul elastičnosti pri smicanju G</i>	N/mm ²	528.62	250.53		

4 CONCLUSION

4. ZAKLJUČAK

The aim of this paper was to determine selected physical and mechanical properties of two different construction materials with the same possibilities of using on the basis of destructive tests and comparison of analyzed materials Parallam 2.0 E and construction wood KVH Si in fair-face quality.

Tests of strength properties were carried out according to the CSN EN 408 Standard "Wooden construction. Construction wood and glue-laminated timber. Determination of some physical and mechanical properties", tests of physical properties according to the CSN EN 322 Standard (Determination of moisture content) and CSN EN 323 Standard (Determination of density).

The mean values including the basic characteristics of descriptive statistics of analyzed materials Parallam and construction wood KVH are presented in Tabs. 1-11, and mean values of analyzed properties of Parallam and KVH are presented in Tab. 12. Based on Tab. 12, it is evident that as against construction wood KVH, Parallam is characterized by markedly higher density (703 kg/m^3). With respect to this higher density it also reaches higher strength values, particularly of bending strength f_m (59.31 N/mm^2), compression strength parallel to the grain (along the fiber) $f_{c,0}$ (49.25 N/mm^2), compression strength perpendicular to the grain (across the fiber) $f_{c,90}$ ($2.83\text{-}3.67 \text{ N/mm}^2$), local modulus of elasticity in bending $E_{m,l}$ ($14\ 301.92 \text{ N/mm}^2$), modulus of elasticity in pure bending $E_{m,app}$ (5737.51 N/mm^2) and modulus of elasticity in shear G (528.62 N/mm^2). Only in case of tensile strength perpendicular to the grain $f_{c,90}$ with respect to the wider and narrower face of a veneer determined in Parallam or in radial and tangential direction determined in construction wood KVH, higher values were determined in KVH ($3.41\text{-}1.70 \text{ N/mm}^2$).

The analyzed materials showed not only different values of monitored mechanical properties but they also showed different behavior in actual tests. For example, in the implementation of the bending strength tests, total fracture of a specimen occurred in Parallam only in two cases, while in KVH in all specimens.

When comparing both analyzed materials from the aspect of purchase costs, it is necessary to state that about double values of the majority of analyzed mechanical properties of Parallam as against construction wood KVH are insignificant. The price of 1 m^3 of construction wood KVH is about EUR 250 and the price of Parallam is about EUR $1540/\text{m}^3$, converted from GBP according to the current exchange rate and calculated from the purchase price free of delivery costs from the

UK to the CR. This high price is the main reason of the minimum use of Parallam as against construction wood KVH, the processing of which shows a steady increase.

5 REFERENCES

5. LITERATURA

1. Hrázský, J.; Král, P., 1999: Progresivní konstrukční materiály (*Progressive construction materials*). In: Truhlářské listy (2):10-12.
2. Kolb, J., 2008: Holzbau mit system. Tragkonstruktion und Schichtaufbau der Bauteile. Birkhäuser Verlag. 319 p.
3. Král, P.; Hrázský, J., 2006: Kompozitní materiály na bázi dřeva. Část 2: Dýhy a vrstvené masivní materiály (*Wood-based composite materials. Part 2. Veneers and laminated massive materials*). MZLU v Brně. 210 pp.
4. Kuklík, P., 2006: Dřevěné konstrukce (*Timber construction*). IC CKAIT Praha. 171 p.
5. Vanírek, J. et al. 2006: Kovové a dřevěné materiály (*Metal and wooden materials*). FAST VUT Brno. 127 pp.
6. *** CSN EN 322. Desky ze dřeva. Zjišťování vlhkosti (*Boards of wood. Determination of moisture content*). CSI Praha. 1994: 8.
7. *** CSN EN 323. Desky ze dřeva. Zjišťování hustoty (*Boards of wood. Determination of density*). CSI Praha. 1994: 8.
8. *** CSN EN 325. Desky ze dřeva. Stanovení rozměrů zkušebních těles (*Boards of wood. Determination of dimensions of specimens*). CSI Praha. 1995:8.
9. *** CSN EN 385 Konstrukční dřevo nastavované zubovitým spojem. Požadavky na užité vlastnosti a minimální výrobní požadavky (*Construction wood extended by indented joints. Demands for utility properties and minimum manufacturing requirements*). CSI Praha. 2002: 20.
10. *** CSN EN 408 Dřevěné konstrukce. Konstrukční dřevo a lepené lamelové dřevo. Stanovení některých fyzikálních a mechanických vlastností (*Wood structures. Construction timber and glue-laminated timber. Determination of some physical and mechanical properties*). CSI Praha. 2004: 32.
11. *** Timber Frame Houssing, 2006: UK structural recommendations. Trada technology. 104 p.

Acknowledgement

Zahvala

The paper was supported by the Czech Republic Ministry of Education, Youth and Sports, Project No. MSM 6515648902.

Corresponding address:

Assistant Professor JAROSLAV HRÁZSKÝ, Ph.D.

Mendel University of Agriculture and Forestry
Zemidilská 1
613 00 Brno, Czech Republic
e-mail: hrzsky@mendelu.cz

Energy Characteristics of Wood-Chips Produced from *Salix Viminalis* - Clone ULV

Energijska obilježja iverja proizvedenoga od drva *Salix viminalis* – klona ULV

Original scientific paper · Izvorni znanstveni rad

Received – prispjelo: 11. 11. 2009.

Accepted – prihvaćeno: 24. 2. 2010.

UDK: 630*831.1; 630*861.02

ABSTRACT • This article explores the energy characteristics of wood-chips produced from *Salix viminalis* - clone ULV, which was cultivated in an energy plantation.

The higher heating value of wood and bark of *Salix viminalis* was assessed through an experimental measurement in a special calorimeter for solid fuels, model IKA C 200. The lower heating value of wood and bark was calculated from the higher heating value Q_s , taking into account hydrogen H^{daf} and water content W , in fuel samples that were assessed in a laboratory.

The higher heating value and lower heating value of a dry *Salix viminalis* wood ($Q_{SW} = 19\,520$ kJ/kg and $Q_{nW} = 18\,044$ kJ/kg) were assessed by these analyses. The higher heating value and lower heating value of a dry *Salix viminalis* bark were also assessed ($Q_{SB} = 19\,389$ kJ/kg, and $Q_{nB} = 17\,997$ kJ/kg).

The share of bark of 19.35 % was assessed in wood-chips produced from *Salix viminalis* - clone ULV, in accordance with the Slovak Technical Norm STN 48 0058 for wood assortments, wood chips containing leaves, and sawdust. The lower heating value of wood chips produced from *Salix viminalis* - clone ULV in dry state was calculated, based on the lower heating value of salix wood, the lower heating value of salix bark, and the share of bark in wood chips as a weighted average $Q_{nCH} = 18\,035$ kJ/kg.

Keywords: higher heating value, lower heating value, salix wood and bark, wood chips, energy plantations

SAŽETAK • U radu se prikazuju istraživanja energijskih obilježja iverja proizvedenoga od drva *Salix viminalis* – klona ULV, koje se plantažno uzgaja. Gornja ogrjevna vrijednost drva i kore određena je mjerenjem uz pomoć kalorimetra za čvrsta goriva, model IKA C 200. Donja ogrjevna vrijednost drva i kore izračunana je iz gornje ogrjevne vrijednosti Q_s , uzimanjem u obzir sadržaj vodika H^{daf} i sadržaja vode koji su određeni na uzorcima u laboratoriju.

Provedenim analizama dobivene su gornje i donje ogrjevne vrijednosti suhog drva *Salix viminalis* – klona ULV ($Q_{SW} = 19\,520$ kJ/kg i $Q_{nW} = 18\,044$ kJ/kg). Također su dobivene i gornja i donja ogrjevna vrijednost kore drva *Salix viminalis* – klona ULV ($Q_{SB} = 19\,389$ kJ/kg, i $Q_{nB} = 17\,997$ kJ/kg).

Određen je udjel kore u iverju proizvedenome od drva *Salix viminalis* – klona ULV prema normi STN 48 0058 i iznosi 19,35 %. Donja ogrjevna vrijednost iverja proizvedenoga od drva *Salix viminalis* – klona ULV u suhom stanju izračunana je na bazi donje ogrjevne vrijednosti drva i donje ogrjevne vrijednosti kore te udjela kore u iverju, a dobivena je vrijednost $Q_{nCH} = 18\,035$ kJ/kg.

Gljučne riječi: gornja ogrjevna vrijednost, donja ogrjevna vrijednost, drvo i kora *Salix viminalis* – klona ULV, drveno iverje, energijske plantaže

¹ The authors are professor and assistants at the Faculty of Wood Sciences and Technology, Technical University in Zvolen, Republic of Slovakia.

¹ Autori su profesor i asistenti Fakulteta znanosti o drvu i drvne tehnologije Tehničkog sveučilišta u Zvolenu, Republika Slovačka.

1 INTRODUCTION

1. UVOD

Wood, and wood residues from forestry and wood processing industry, can be used as a fuel. Wood fuel has an average higher heating value, a high share of siccative combustibles and a low content of ash. It is an important renewable energy source.

Numerous plantations of short rotation coppice have been established in Central Europe in the last thirty years, mainly to increase production of biomass for production of energy. A minimum annual production of biomass from these plantations was 10 m³/ha. According to several studies (Varga and Godó, 2002; Trenčiansky *et al*, 2007; Habovštiak and Daniel, 2005) the most suitable short rotation coppice for energy production in the Central Europe are acacia (*Robinia pseudoacacia* L.), selected poplar clones (*Populus*), and salixes (*Salix alba* L., *Salix viminalis*).

The Grassland and Mountain Agriculture Research Institute in Banská Bystrica, Slovakia, has been cultivating short rotation coppice on low productive agricultural soils for several years. At its research station in the city of Nižná in the Orava region (North-West Slovakia), reproduction possibilities of three clones of *Salix viminalis*, ULV, ORM and RAPP, are being (have been) assessed. These three clones were originally cultivated in the Swedish University of Agricultural Sciences in Svälov.

This article presents some results of the experimental work undertaken to assess energy characteristics of wood chips produced from short rotation coppices of *Salix viminalis* - clone ULV that was cultivated in plantations for energy purposes. The energy characteristics assessed contain two values: the higher heating value, and the lower heating value.

2 MATERIAL AND METHODES

2. MATERIJA I METODE

Samples of wood and bark of *Salix viminalis* - clone ULV to assess the energy characteristics were taken from wood chips produced from four-year-old plantations, Fig.1.

The higher heating value of the above mentioned samples of *Salix viminalis*, which were dried beforehand to a constant weight ($W_a = 0\%$), was assessed in a special calorimeter for solid fuels, model IKA C 200 in accordance with the Slovak Technical Norm STN 44 1352 for assessment of the higher and lower heating values of solid fuels.

Elementary analyses of wood and bark samples of *Salix viminalis*, including the assessment of share of ash in wood and bark, were undertaken by a team of experts from the Forestry Laboratory of the National Forest Centre in Zvolen, Slovakia.

The content of hydrogen in the analysed samples of wood and bark was assessed by a special analyzer, model NCS-FLASH EA 1112, produced by Thermo Finnigan.



Figure 1 Plantation of *Salix viminalis* - clone ULV
Slika 1. Plantaža stabala drva *Salix viminalis* – klon ULV

The lower heating value of wood and bark samples in dry state was calculated using the formula stated below. The inputs of the formula were: measured higher heating values of wood and bark samples, and a laboratory assessment of the contents of hydrogen and water of the same wood and bark samples.

$$Q_n = Q_s - 24.54 \cdot (W_r + 9 \cdot H^{\text{daf}}) \quad (1)$$

Q_n – lower heating value of analyzed sample in dry state / donja ogrjevna vrijednost u suhom stanju, kJ/kg

Q_s – higher heating value of analyzed sample in dry state / gornja ogrjevna vrijednost u suhom stanju, kJ/kg

W_r – water content in analyzed sample / sadržaj vode u analiziranim uzorcima, $W_r = 0\%$

H^{daf} – share of hydrogen in combustible substance of analyzed sample / udjel vodika u gorivim supstancijama analiziranih uzoraka, %.

The share of bark in wood chips produced from *Salix viminalis* - clone ULV was assessed by a laboratory technique at the Faculty of Wood Sciences and Technology of the Technical University in Zvolen. The assessment was carried out in accordance with the Slovak Technical Norm STN 48 0058:2004 on assortments of wood and wood chips containing leaves, and sawdust. The share of bark was assessed using the following formula:

$$X_B = \frac{m_B}{m_{W-CH}} \cdot 100 \quad (2)$$

X_B – share of bark in wood chips / udjel kore u drvnom iverju, %

m_B – weight of bark in a sample of wood chips / masa kore u uzorku iverja, g

m_{W-CH} – weight of wood in a sample of chips / masa uzorka drvnog iverja, g.

Based on the above specified energy characteristics of wood chips produced from *Salix viminalis* - clone ULV, an average energy value of the higher heating value of wood chips in dry state was calculated using the following formulas:

Higher heating value of dry wood chips:

$$Q_{S-CH} = \left[\frac{100 - X_B}{100} \right] \cdot Q_{S-W} + \frac{X_B}{100} \cdot Q_{S-B} \quad (3)$$

Lower heating value of dry wood chips:

$$Q_{n-CH} = \left[\frac{100 - X_B}{100} \right] \cdot Q_{n-W} + \frac{X_B}{100} \cdot Q_{n-B} \quad (4)$$

X_B – share of bark in wood chips / udjel kore u drvnom iverju, %

Q_{S-W} – higher heating value of wood / gornja ogrjevna vrijednost drva, kJ/kg

Q_{S-B} – higher heating value of bark / gornja ogrjevna vrijednost kore, kJ/kg

Q_{n-W} – lower heating value of wood / donja ogrjevna vrijednost drva, kJ/kg

Q_{n-B} – lower heating value of bark / donja ogrjevna vrijednost kore, kJ/kg

3 RESULTS AND DISCUSSION

3. REZULTATI I RASPRAVA

Elementary chemical analysis of samples of wood and wood bark chips produced from *Salix viminalis* - clone ULV are shown in Table 1 below.

Comparative analyses of the chemical composition of juvenile wood and wood bark produced from *Salix viminalis* cultivated in an energy plantation, and the chemical composition of mature wood and bark from overmatured broadleaves trees show that the juvenile wood of *Salix viminalis* contains between 3 % and 19 % more hydrogen than is commonly found in mature broadleaves wood (Vanin, 1949; Pelerigyn, 1965; Golovkon *et al*, 1987; Marutzky and Seeger, 1999). The comparative analyses also show that the juvenile *Salix viminalis* wood contains between 140 % and 380 % more nitrogen than is commonly found in mature broadleaves wood (Vanin, 1949; Dzurenda and Banski, 2003; Mindaš and Stančíková, 2004).

The assessed higher content of nitrogen in the juvenile wood of *Salix viminalis* proves that there is a higher content of albumin in the plexus of the juvenile wood. The content of nitrogen in an immature bark of *Salix viminalis* is about 121 % to 126 % higher than the common share of nitrogen in bark of older broadleaves.

Table 1 Shares of elementary combustible particles and ash in wood biomass (Đurkovičová, 2009)

Tablica 1. Udjeli elementarnih tvari i pepela u drvnj biomasi

<i>Salix viminalis</i> – clone ULV <i>Salix viminalis</i> – klon ULV		C ^{daf} %	H ^{daf} %	O ^{daf} %	N ^{daf} %	Ash / Pepeo %
Wood / Drvo	Sample 1 / uzorak 1.	49.66	6.28	43.64	0.42	0.24
	Sample 2 / uzorak 2.	50.39	6.49	42.73	0.39	0.22
	Sample 3 / uzorak 3.	50.29	7.28	41.66	0.77	0.25
	Averages / srednja vrijednost	50.11	6.68	42.68	0.53	0.24
Bark / Kora	Sample 1 / uzorak 1.	50.21	6.27	41.81	1.71	2.76
	Sample 2 / uzorak 2.	50.63	6.34	41.35	1.68	2.62
	Sample 3 / uzorak 3.	50.40	6.30	41.58	1.72	2.84
	Averages / srednja vrijednost	50.41	6.30	41.58	1.70	2.74
Extended relative indeterminateness of the measurements U, % <i>Proširena relativna pogreška mjerenja U, %</i>		5	5	5	5	

Table 2 Higher heating value and lower heating value of wood and bark of *Salix viminalis* - clone UVL

Tablica 2. Gornja ogrjevna vrijednost i donja ogrjevna vrijednost drva i kore *Salix viminalis* - klona UVL

Samples / Uzorci	Wood / Drvo		Bark / Kora	
	Higher heating value / Gornja ogrjevna vrijednost	Lower heating value / Donja ogrjevna vrijednost	Higher heating value / Gornja ogrjevna vrijednost	Lower heating value / Donja ogrjevna vrijednost
	Q_{S-W} , kJ/kg	Q_{n-W} , kJ/kg	Q_{S-B} , kJ/kg	Q_{n-B} , kJ/kg
Sample No. 1 / uzorak 1.	19 587	18 200	19 428	18 044
Sample No. 2 / uzorak 2.	19 469	18 036	19 633	18 232
Sample No. 3 / uzorak 3.	19 505	17 897	19 107	17 716
Average values / srednja vrijednost	19 520	18 044	19 389	17 997

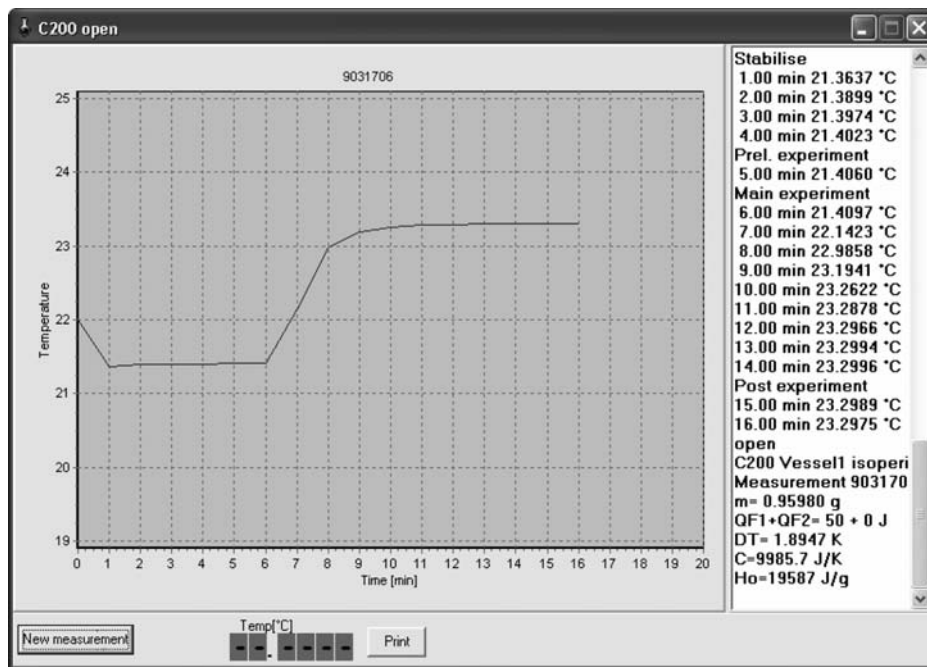


Figure 2 Equilibrium of a higher heating value of the analysed wood sample (ULVclone)
Slika 2. Ravnotežna gornja ogrjevna vrijednost analiziranih uzoraka drva klona ULV

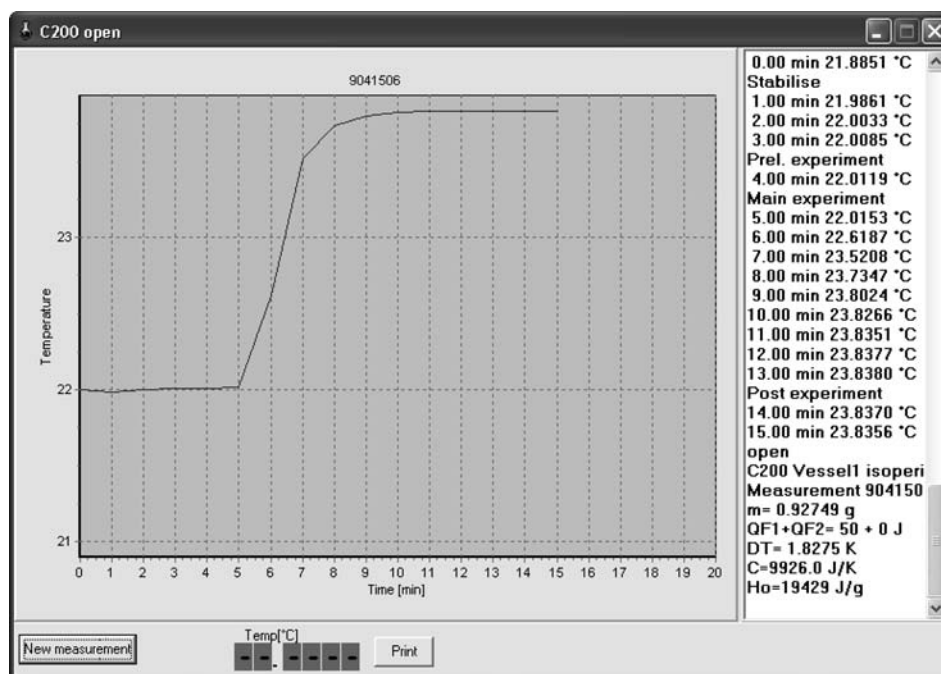


Figure 3 Equilibrium of a higher heating value of the analysed bark sample (ULV clone)
Slika 3. Ravnotežna gornja ogrjevna vrijednost analiziranih uzoraka kore klona ULV

This is caused by the presence of albumin in cambium cells, as well as by chlorophyll in the surface plexus of immature bark.

The experiments undertaken resulted in an assessment of the average share of bark X_B in the analyzed wood chips:

$$X_B = 19.35 \pm 0.65 \%$$

The assessed value X_B does not exceed the maximum limit ($X_B = 30 \%$) set by the Slovak Technical Norm STN 48 0058, which was endorsed in 2004. The assessed value of the bark share X_B is about 2.7 times

higher than the share of bark in beech wood, about 1.7 times higher than the share of bark in oak- and poplar wood, and about 1.5 times higher than the share of bark in alder wood (Černák, 1969).

The graph in Figure 2 shows the temperature equilibrium of a higher heating value of the wood sample of *Salix viminalis* - clone ULV, measured in a calorimeter, and the graph in the Figure 3 shows the temperature equilibrium of a higher heating value of the bark sample of *Salix viminalis* - clone ULV, measured in a calorimeter.

Table 2 includes the results of measurement of the higher heating value of three samples of wood and

bark of *Salix viminalis* – clone ULV, which were dried beforehand into a constant weight.

The average energy values of the higher heating value of dry wood of *Salix viminalis* - clone ULV are about 1.0 % higher than the average energy values of the higher heating value of dry bark of the same plant. This is caused by a higher share of combustible substance in the wood (lower ash content in the wood) and by a lower share of nitrogen in the wood, which is an endothermic part of the combustible substance of wood biomass.

The assessed higher heating value of *Salix viminalis* - clone ULV in dry state is comparable with the higher heating value of poplar published by Longauer *et al* (1987) $Q_{S W} = 19\ 880$ kJ/kg.

The average value of the heating value of wood chips produced from *Salix viminalis* - clone ULV in dry state with the average share of bark $X_B = 19.35$ % is determined by the formula (4) as $Q_{n CH} = 18\ 035$ kJ/kg.

4 CONCLUSIONS

4. ZAKLJUČCI

Based on the experiments, the following conclusion can be made: Wood chips produced from *Salix viminalis* - clone ULV, which was cultivated in an energy plantation, contains significantly higher shares of both hydrogen and nitrogen than is commonly found in wood biomass of matured broadleaves. The share of bark in the same wood chips was assessed as $X_B = 19.35 \pm 0.65$ %.

The analyses of energy characteristics of wood chips produced from *Salix viminalis* - clone ULV show that the higher heating value of the juvenile wood of *Salix viminalis* - clone ULV in dry state is $Q_{S W} = 19\ 520$ kJ/kg; while for dry bark of the same wood it is $Q_{S B} = 19\ 389$ kJ/kg. The lower heating value of wood chips of *Salix viminalis* - clone ULV in dry state is $Q_{n CH} = 18\ 035$ kJ/kg.

5 REFERENCES

5. LITERATURA

1. Černák, J., 1969: Physical nature of wood. Ružomberok: SCP. 89 p. (in Slovak)
2. Dzurenda, L.; Banskí, A., 2003: Nitrogen content in individual parts of tree and concentration of NO₂ in exhaust gases made in low temperature oxidation in combusting process. In: Acta Facultatis Xylologiae. 45 (1): 7 – 14 (in Slovak).

3. Ďurkovičová, J., 2009: Protocol D-21-09: Determination of carbon, nitrogen and hydrogen shares in wood. National Forest Centre in Zvolen. p. 3 (in Slovak).
4. Golovkov, S. I.; Koperin, I. F.; Najdenov, V. I. 1987: Energetic utilization of wood waste. Moscow, p. 221 (in Russian).
5. Habovštiak, J.; Daniel, J., 2005: Cultivation of species of willow (*Salix viminalis*) for energetic purposes. In: Naše pole. 2005/5, 10 p. (in Slovak).
6. Longauer, J.; Koska, P.; Luptak, O., 1987: Higher heating value and lower heating value of wood waste. In: VPA 5/1987, Faculty of Wood Sciences and Technology, Technical University in Zvolen, p. 61 (in Slovak).
7. Marutzky, R.; Seeger, K., 1999: Energie aus Holz und anderer Biomasse. Leinfelden-Echterdingen: DRD – Verlag Weinbrenner GmbH & Co, 430 p.
8. Mindaš, J.; Stančíková, A., 2004: Evaluation of nitrogen volume in dendromass. National Forest Centre in Zvolen. 6 p. (in Slovak).
9. Pelerygin, L. M., 1965: Theory of wood. SVTL, Bratislava, 448 p. (in Slovak).
10. Trenčiansky, M.; Lieskovský, M.; Oravec, J., 2007: Energetic evaluation of biomass National Forest Centre in Zvolen, 147 p. (in Slovak).
11. Vanin, S. I., 1949: Theory of wood. Moscow & Leningrad: Goslesbumizdat, 338 p. (in Russian).
12. Varga, L.; Godó, T., 2002: Fast-growing wood species and options for increased production of biomass for energy In: Utilisation of forest biomass for energetic purposes in conditions of Slovakia National Forest Centre in Zvolen, pp. 28-37 (in Slovak).
13. *** ISO 1928:2003 Solid mineral fuels. Determination of gross calorific value by the bomb calorimetric method, and calculation of net calorific value.
14. *** STN 48 0058:2004 Assortments of wood – deciduous chips and sawdust (in Slovak).

Acknowledgements

Zahvala

This study has been proceeded in the framework of the grant project No 1/0358/08 as the result of the author's research with significant help of VEGA SR Agency.

Corresponding address:

Prof. Ing. LADISLAV DZURENDA, Ph.D.

The Faculty of Wood Sciences and Technology
 Technical University in Zvolen
 T. G. Masaryka 24
 960 53 Zvolen, Slovak Republic
 E-mail: dzurenda@vsld.tuzvo.sk



HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

- Hrvatsko šumarsko društvo ima izvor u Hrvatsko-slavonskom gospodarskom društvu, koje je na inicijativu šumara osnovano u Zagrebu 1841. godine.
- Početak rada Hrvatskoga šumarskoga društva 1946. godine.
- Izdavač znanstveno-stručnoga glasila "Šumarski list" od 1877. godine
- 1996. godine osnivanje Akademije šumarskih znanosti

**HRVATSKO ŠUMARSKO
DRUŠTVO**

168 godine djelovanja

3000 članova

ŠUMARSKI LIST

133 godine
neprekidnog izlaženja

**IMENIK HRVATSKIH
ŠUMARA**

13966 osoba

www.sumari.hr

Zoltán Nagy¹, Josef Drábek²

Economic Aspects of Raw Material Inputs for SAQ Pulp Production at the Time of Crisis

Ekonomski aspekti ulaznih parametara sirovine za proizvodnju SAK celuloznih vlakana u vrijeme krize

Review paper • Pregledni rad

Received – prispjelo: 26. 1. 2010.

Accepted – prihvaćeno: 24. 2. 2010.

UDK: 630*79; 630*861.01

ABSTRACT • Today at a time of global economic and financial crisis, timber industry in Slovakia, as well as other industry, is not just trying to look inside for company reserves in production processes, but also identifies new trends in production and its competitiveness in world markets. It is obvious that the pulp and paper industry needs to keep up the competitive pressure with new trends in efficient production, which is certainly linked to investments and their expected effects (capacitance, substitution, income effect). One of the key factors of economic efficiency of production of SAQ pulp is a complex issue of ensuring the required inputs.

Key words: pulp and paper industry, raw material inputs, economic efficiency, semi-chemical (SC) fluting, soda anthraquinone (SAQ) pulp production

SAŽETAK • Drvoprerađivačka industrija Slovačke, kao i druge industrijske grane, danas u vrijeme globalne ekonomske i financijske krize, ne pokušava tražiti pričuve samo unutar proizvodnog procesa kompanije, već ustanovljava nove trendove u proizvodnji i konkurentnosti na svjetskom tržištu. Razvidno je kako proizvodnja celuloznih vlakana i papira, u svezi s pritiskom konkurencije, treba držati korak s trendovima učinkovite proizvodnje, koja je svakako vezana za investicije i njihove očekivane učinke (osposobljenost, zamjenske materijale, učinak prihoda). Jedan od ključnih čimbenika ekonomske učinkovitosti u proizvodnji SAK celuloznih vlakana jest kompleksno pitanje osiguranja potrebnih ulaznih parametara sirovine.

Ključne riječi: industrija celuloznih vlakana i papira, ulazni parametri sirovine, ekonomska učinkovitost, polukemijski (PK) fluting, proizvodnja soda-antrakinonskih (SAK) celuloznih vlakana

1 INTRODUCTION

1. UVOD

The impact of the global economic crisis gradually influences manufacturers of goods, semi fini-

shed products, as well as various service providers. Some manufacturers felt a decrease in demand with market depression in 2008 already. Manufacturers dealing with building industry, houses, feel the market push with a certain time response or they will feel the

¹ The author is Project Engineer in the firm Smurfit Kappa Štúrovo, a. s., Štúrovo, Republic of Slovakia. ²The author is associated professor at the Faculty of Wood Sciences and Technology, Technical University in Zvolen, Republic of Slovakia.

¹ Autor je projektni inženjer u tvrtki Smurfit Kappa Štúrovo, a. s., Štúrovo, Slovačka. ²Autor je izvanredni profesor Fakulteta znanosti o drvu i drvne tehnologije Tehničkog sveučilišta u Zvolenu, Republika Slovačka.

response in 2010. Based on the analyses of performance of several woodworking enterprises in the Slovak Republic during the first nine months of 2009 (Drábek, Merková, 2009) it can be concluded that the impact of the crisis closely corresponds to the following factors:

- production program structure and possibilities of its change
- level of horizontal, vertical and geographic diversification of enterprise
- current level of production – technology basis, as well as investments into fixed assets
- quality of company management
- exploitation of assistance programs for wood processing and advertising
- international corporations pressure on manufacturers as well as final consumers
- changes in purchasing power and demand of population

2 PRESENT CONDITIONS IN SAQ PULP AND SC FLUTING PRODUCTION

2. TRENUTAČNI UVJETI U PROIZVODNJI SAK CELULOZNIH VLAKANA I PK FLUTING PAPIRA

Semi chemical (SC) fluting is produced from SAQ pulp (SAQ – soda anthraquinone, cooking technology for pulp production). This type of paper is used for the corrugated layer in corrugated boards and boxes. Recent conditions in the paper market worry the fluting manufacturers as well. In spite of a favorable price trend in the major raw material input, the broadleaved pulpwood (Database of average buying prices of pulp wood in Smurfit Kappa Štúrovo, a. s. Jan.1 2007 to Aug. 31 2009), the fluting manufacturers are increasingly fighting with the price break of the commodity (Database of average selling prices of fluting Smurfit Kappa Štúrovo, a. s. Jan.1 2005 to Nov. 31 2009). The price break is caused by two dominant factors – by market glut at the paper market and more and more substitution of the semi chemical fluting by high performance fluting. This type of fluting is produced more from amounts of recycled fibers and less from amounts of primary fibers.

The following wood species are used for SAQ pulp production: broadleaved softwood (poplar, willow, aspen and alder), birch and broadleaved hardwood, usually hornbeam (Raw material and energy con-

sumption for SAQ pulp production, THN FL – 03: 2007. Internal standard of Smurfit Kappa Štúrovo, a. s) (however, elsewhere in the world the technology is based on other combinations of wood species).

3 ANALYSIS AND DEVELOPMENT OF RAW MATERIAL PRICES

3. ANALIZA I KRETANJE CIJENA SIROVINA

The focus of the analysis was on the development of prices of broadleaved pulpwood species required for SAQ pulp production. The prices were analyzed in 2007, 2008 and in the first nine months of 2009 (Approach to information system database OLTIS-ISDL of Smurfit Kappa Štúrovo, a. s. Jan. 1 2007 to Aug. 31 2009 about processes in pulp wood handling). The basic result of the analysis is shown in Figure 1. The prices of pulpwood species were analyzed in the Slovak market and in a foreign markets dominant in the species import to Slovakia. The following part of the work contains supplementation with the overall transport cost analysis.

In connection with the price analysis it is necessary to mention the conditions and circumstances of the analysis:

- softwood – the analysis was provided in the Slovak and Hungarian market
- birch – the analysis was provided in the Slovak, Ukrainian and partly in the Czech market
- hornbeam - the analysis was provided in the Slovak, Ukrainian and partly in the Hungarian market
- monthly average purchasing prices and costs of pulpwood in the Smurfit Kappa Štúrovo paper mill were used in the analysis
- data about pulpwood transport in the Smurfit Kappa Štúrovo paper mill were used in the analysis of transport costs (Taking over the pulpwood, 111/1 – C/10: 2007. Technological regulations of Smurfit Kappa Štúrovo, a. s., Approach to information system database OLTIS-ISDL of Smurfit Kappa Štúrovo, a. s. Jan. 1 2007 to Aug. 31 2009 about processes in pulp wood handling)
- measurement unit used in the analysis was /1 t a.s. – euro per 1 ton of oven dry pulpwood (Wood processing, 111/2 – C/3: 2007. Technological regulations of Smurfit Kappa Štúrovo, a. s.).



Figure 1 Semi chemical fluting reel at the end of a paper machine
Slika 1. Namotavač polukemijskog fluting papira na kraju papir-stroja

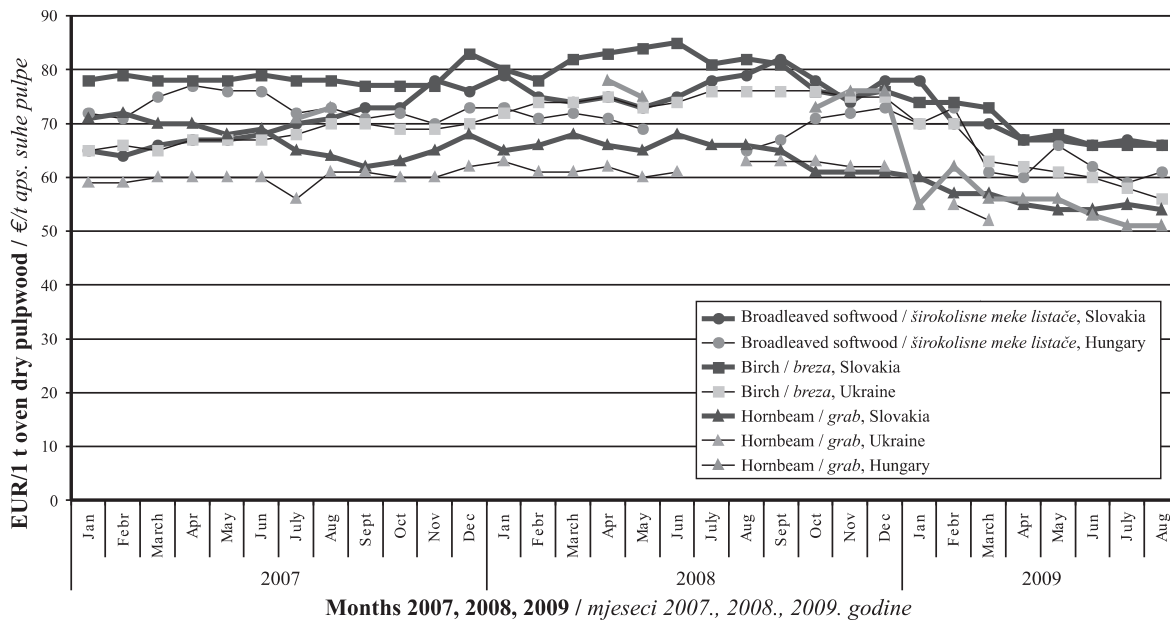


Figure 2 Development of pulpwood prices in Slovakia, Hungary and Ukraine
Slika 2. Kretanje cijena celuloznog drva u Slovačkoj, Mađarskoj i Ukrajini

Concerning the broadleaved softwood it can be concluded that the prices in Hungary are seasonally lower than in Slovakia. In case of the birch prices there are very low swings in the analyzed time period, especially in the Ukrainian market. The Slovak market with the hornbeam pulpwood is an exception from other developments in the analysis, and shows a continuing slowly decrease in the price.

also be taken into consideration. The following figures show the yearly average prices and the average transport costs of the analyzed markets and for the analyzed pulpwood species. In the spring of 2009 there was a huge devaluation of the local currencies in the surrounding countries of Slovakia, especially in Hungary. Thanks to this fact there was a strong fall in the transport cost due to the Euro and local currencies exchange rates. In many cases the transport from comparable distances from abroad was cheaper than from domestic forests. In the case of birch and hornbeam purchased from Ukraine, the transport is increasingly expensive every year.

4 TRANSPORT COST OF PULPWOOD AND ITS IMPACT ON PRODUCTION
4. TROŠKOVI TRANSPORTA CELULOZNOG DRVA I NJIHOV UTJECAJ NA PROIZVODNJU

When evaluating transport costs in terms of transported pulpwood species and destinations, the following important factors should also be taken into consideration:

For a comprehensive evaluation of pulpwood purchasing, transport to the place of consumption should

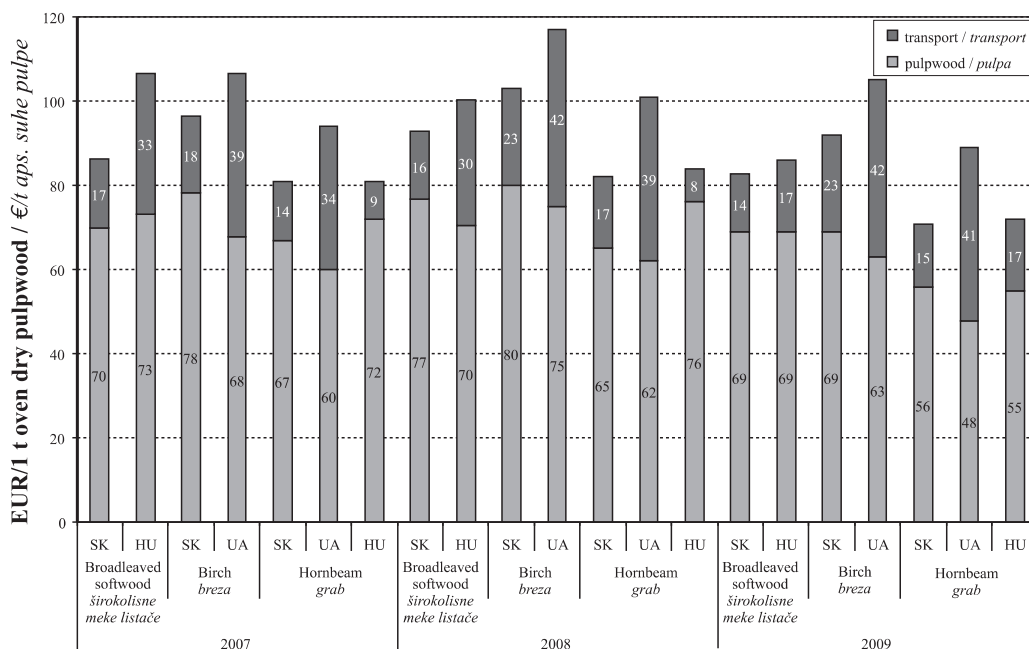


Figure 3 Average pulpwood prices and transport cost in Slovakia, Hungary and Ukraine
Slika 3. Prosječne cijene celuloznog drva i troškovi transporta u Slovačkoj, Mađarskoj i Ukrajini

- distance between exploitation and consumption;
- combination of types of transport and number of manipulations and reloading;
- transport-related fees;
- moisture content of harvested pulpwood;
- current economic situation.

When considering the listed factors, it can be concluded that the crisis in the pulpwood transport is present (Approach to information system database OLTIS-ISDL of Smurfit Kappa Štúrovo, a. s. Jan. 1 2007 to Aug. 31 2009 about processes in pulp wood handling), as well as in case of pulpwood prices. Regarding the effectiveness of transport, it should also be mentioned that it is the most effective to transport hornbeam due to the lowest moisture content. When transporting wood with high moisture content, the cost accounting for oven dry wood will be higher. The highest moisture content after exploitation can be found in broadleaved softwoods.

5 PROBABLE DEVELOPMENTS OF RAW MATERIALS AND TRANSPORT PRICES, OPTIMUM FOR COMPETITIVE PRODUCTION

5. PREDVIÐANJE KRETANJA CIJENA SIROVINA I TRANSPORTA, OPTIMALNIH ZA KONKURENTNU PROIZVODNJU

An increase is expected in the forecasts for the European paper and corrugated board market in 2010 (Timber committee forecasts production and trade data for 2008-2010, Foex Indexes). However, the revival of trade should not reach the level of demand in 2008. In case of fluting, the price level of 2007 and 2008 (Foex Indexes) is not expected to be reached. As regards the pulpwood market in 2010 there will be a renewal as well, which should not achieve the demand in 2008 (UNECE Region Forest Products Markets Forecast to turn up in 2010). However, the pulpwood market is becoming increasingly attractive for biomass energy industry, which represents a potential for additional demand of pulpwood. Therefore, a stronger stabilization is probable compared to paper market, which naturally brings along a higher tendency of price increase. Current prices of the fluting (350 €/1 t) are barely on the level of 2006. At the present time, paper manufacturers announce a rise in price and namely 30-50 €/1 t of fluting, and still the prices of 2008 will not be reached as in 2008 the fluting was sold at an average of 461 €/1 t. Recently achieved prices of pulpwood would be optimal for the production competitiveness in 2010, when the price of 400 €/1 t is expected for the fluting, and however this situation is hardly to be expected in the future. The reason is the mentioned growing demand for pulpwood of the energy sector (UNECE Region Forest Products Markets Forecast to turn up in 2010). Development of the fluting prices is currently affected by the trend of replacing the product with High Performance Fluting and according to the expectations it will be more and more crowded out.

Pulpwood is mainly transported by lorry and railway transport. In the last three years the trend in the pulpwood transport changed. In 2007 70 % of pulpwood was transported by railway, while in 2009 only 30 % was transported by railway (Approach to information system database OLTIS-ISDL of Smurfit Kappa Štúrovo, a. s. Ja. 1 2007 to Aug. 31 2009 about processes in pulp wood handling). This development is caused by high flexibility of the lorry transport and by the fact that for short distances (up to 200 km) the lorry transport is budget priced, faster and more effective from the viewpoint of manipulation. It means that it is favorable for the broadleaved softwood and hornbeam transport to the paper mill in Štúrovo from the south and west Slovakia and from the north Hungary. However in 2010, after launching the road toll system for highways and primary roads in Slovakia (Introduction of electronic toll collection system has started in Slovakia), according to analyses, transport prices will rise by 8-10 % on average (Transporters threat with strike because of toll prices). It can be concluded from several analyses dealing with specific road lines that the price of lorry transport will increase considerably in 2010 (Transporters threat with strike because of toll prices). This issue is making space for reevaluating the effectiveness of pulpwood transport by railway on short distances. According to the experience in Štúrovo paper mill, under certain circumstances – effective organization of pulpwood unloading from wagons (minimizing demurrage charges) and ignoring higher time losses during railway transport, it is possible to transport pulpwood by railway on short distances as well.

6 MAIN PROBLEMS OF PRODUCTION COMPETITIVENESS

6. OSNOVNI PROBLEMI KONKURENTNOSTI PROIZVODNJE

Favorable development in raw material input prices for SAQ pulp consequently brings together a decrease in production costs for semi chemical fluting. In the recent years also in case of recycled paper market there is a trend of decreasing in prices for recycled paper (Foex Indexes). As a result of price trend of these raw materials, it is possible to cut the price of the fluting production. However, market conditions of semi chemical fluting, high stock inventories in West Europe and increasingly shrinking market for the product, due to the substitution, resulted in higher fall in prices in 2009 than expected based on compensation and decrease of raw material prices. Therefore in the recent times it is very important to prefer supplies with the lowest possible total costs for pulpwood and transport. In 2008 when there was a shortage of paper and packaging materials in the market, the fluting production was highly profitable (Database of average selling prices of fluting Smurfit Kappa Štúrovo, a. s. Jan.1 2005 to Nov. 31 2009). In 2009 it was clear that the trend in the fluting market is and probably will be the substitution of semi chemical fluting with cheaper and more available high performance fluting. It means that for an effective and

sustainable production of SAQ pulp it is required to invest into paper produced from this type of pulp. It is required to invest into the production of a fluting that contains a less amount of primary fibers and a higher amount of recycled fibers and filling. This way the production will be cheaper and a lot more competitive due to primary fiber savings. A possible way is, perhaps, the installation of a glue press into the paper machine for clogging the filling additives. This is obviously a considerable investment that requires large capital expenditures. This investment could be made under the assumption that the product will be required by the market (Drábek, Merková, 2009). It is necessary to consider the recent situation in the crisis, the force of stakeholders, their economic power, as well as a whole scale of other factors deriving from the development in the global economic crisis (Drábek, Merková, 2009).

7 CONCLUSION

7. ZAKLJUČAK

Based upon insight into pulpwood prices, together with transport costs, it can be concluded that in the recent year compared with the previous two years there has been a favorable development and that the prices have been influenced by the crisis. In 2007 an increasing trend of prices was recorded, 2008 was the year of stagnation and changes and 2009 was the year of the slump. In 2009 seasonal prices were lower than prices in 2007. Concerning the transport, it should be mentioned that transport costs from Ukraine are increasing from year to year.

As shown by our analysis of the price development of SAQ pulp raw material inputs, it is necessary to make a comprehensive evaluation. In total purchase prices, the slump is positively transformed into production costs, and however the effect for further development of the enterprise is substantially low. Key factors of the present situation can be clearly seen from our analyses, and they are presented as direct and indirect environment of the enterprise. However, the politics of the enterprise stakeholders and their interests may be considered as a key factor of SAQ pulp production development in the recent era, and not only the situation in the EU market.

8 REFERENCES

8. LITERATURA


1. Drábek, J.; Merková, M., 2009: Evaluation of the real benefits in support of investment projects in small and middle enterprises of EU funds. In: *Intercathedra* No 25. Poznan, 2009, pp. 25-29.
2. Drábek, J.; Merková, M., 2009: Decreasing investment rates in the slovak republic wood-processing industry as a result of the global economic crisis. In: *Competitiveness of wood processing and furniture manufacturing*. Šibenik, Croatia, pp. 43-49.

3. Drábek, J.; Polách, J., 2008: Reálne a finančné investovanie firiem. (*Real and financial investments to enterprises*) Zvolen – Zlín, Technická univerzita vo Zvolene, p. 271.
4. *** Databáza údajov priemerných nákupných cien vlákninového dreva Smurfit Kappa Štúrovo, a. s. od 1.1.2007 do 31.8.2009 (*Database of average buying prices of pulp wood in Smurfit Kappa Štúrovo, a. s. 1.1.2007 do 31.8.2009*).
5. *** Databáza údajov priemerných predajných cien flutingu Smurfit Kappa Štúrovo, a. s. od 1.1.2005 do 31.11.2009 (*Database of average selling prices of fluting Smurfit Kappa Štúrovo, a. s. 1.1.2005 do 31.11.2009*).
6. *** Preberanie drevnej hmoty, 111/1 – C/10: 2007. Technologický reglement firmy Smurfit Kappa Štúrovo, a. s. (*Taking over the pulpwood, 111/1 – C/10: 2007. Technological regulations of Smurfit Kappa Štúrovo, a. s.*).
7. *** Spotreba surovín a energií na výrobu SAQ polobuničiny, THN FL – 03: 2007. Interná norma firmy Smurfit Kappa Štúrovo, a. s. (*Raw material and energy consumption for SAQ pulp production, THN FL – 03: 2007. Internal standard of Smurfit Kappa Štúrovo, a. s.*).
8. *** Spracovanie dreva, 111/2 – C/3: 2007. Technologický reglement firmy Smurfit Kappa Štúrovo, a. s. (*Wood processing, 111/2 – C/3: 2007. Technological regulations of Smurfit Kappa Štúrovo, a. s.*).
9. *** Výstup z databázy informačného systému OLTIS-ISDL firmy Smurfit Kappa Štúrovo, a. s. od 1. 1. 2007 do 31. 8. 2009 o prísunoch, vykládke a spracovaní vlákninového dreva (*Approach to information system database OLTIS-ISDL of Smurfit Kappa Štúrovo, a. s. od 1. 1. 2007 do 31. 8. 2009 about processes in pulp wood handling*).
10. *** Dopravcovia kvôli cene mýta hrozia štrajkom [online]. 09-01-2010. (*Transporters threat with strike because of toll prices*) pravy.pravda.sk/dopravcovia-kvoli-cene-myta-hrozia-strajkom-stat-neplanuje-zmeny-1ci/sk_ekonomika.asp?c=A091222_155847_sk_ekonomika_p01
11. *** Timber committee forecasts production and trade data for 2008-2010 [online]. 09-01-2010. timber.unece.org/fileadmin/DAM/statsdata/t b-62-6.pdf
12. *** Foex Indexes [online]. 09-01-2010. www.foex.fi/
13. *** Priemerné mesačné kurzy USD a EUR v SKK [online]. (*Average monthly change rates*) 09-01-2010. www.nbs.sk/sk/statisticke-udaje/kurzovy-listok/kurzovy-listok/priemerne-mesacne-kurzy-usd-a-eur-v-skk-kumulativne
14. *** UNECE Region Forest Products Markets Forecast to turn up in 2010 [online]. 09-01-2010. www.unece.org/press/pr2009/09tim_p06e.htm
15. *** Na Slovensku odštartoval elektronický výber mýta. [online]. (*Electronical choice for toll started in Slovakia*) 09-01-2010. www.zive.sk/na-slovensku-odstartoval-elektronicky-vyber-myta/sc-4-a-285998/default.aspx

Corresponding address:

Assoc. Professor JOSEF DRÁBEK, Ph.D.

Department of Enterprise Management
Faculty of Wood Sciences and Technology
Technical University in Zvolen
T. G. Masaryka 24
960 53 Zvolen, Slovak Republic
e-mail: drabek@vsld.tuzvo.sk



IZAZOV UČENJA IZAZOV STVARNOSTI

Pozivamo vas na:
**PROGRAM STRUČNOG USAVRŠAVANJA I PERMANENTNE
EDUKACIJE U UPRAVLJANJU PROIZVODNJOM I
POSLOVANJEM U PRERADI DRVA I PROIZVODNJI
NAMJEŠTAJA**

**Zagreb, 2010. - Šumarski fakultet - Svetošimunska 25, Zagreb
paviljon IV. (stara zgrada), drugi kat, učionica**

Kome su radionice namijenjene?

- Direktorima i voditeljima poslovnih jedinica
- Djelatnicima u pripremi proizvodnje.
- Tehnolozima koji sudjeluju u realizaciji projekata
- Djelatnicima u trgovini drvom i drvnim proizvodima
- Proaktivnim poduzetnicima koji žele unaprijediti poslovanje

Ciljevi i namjene programa

Organizatori Programa žele obznaniti zainteresiranima, posebice pripadnicima iz taktičke i operativne razine menadžmenta, početak sustavne izobrazbe putem niza radionica na kojima će polaznici biti informirani o stanju i trendovima s područja prerade drva i proizvodnje namještaja, s ciljem poboljšanja učinkovitosti procesa i povećanja razine kvalitete proizvoda i usluga.

Radionice

1. Motiviranje i upravljanje odnosima u timu (**19.2.2010**)
2. Upravljanje troškovima i modeli izrade kalkulacija (**5.3.2010**)
3. Kvaliteta kao alat konkurentnosti (**26.3.2010**)
4. Informacijski sustavi upravljanja proizvodnjom (**23.4.2010**)
5. Projektni menadžment kao pretpostavka povećane konkurentnosti tvrtke (**13. i 14.5.2010**)
6. Nabava i logistika u preradi drva i proizvodnji namještaja (**28.5.2010**)
7. Analiza tržišnih informacija u poslovanju (**11.6.2010**)

SERVISNE INFORMACIJE

Raspored dnevnog rada

- Prije podne: predavanja, 9-10.30 i 11-12.30
- Ručak, 12:30-13:30
- Poslije podne: radionice, 13.30-15 i 15.30-18

Rok za prijavu i uplatu

Tri dana prije početka radionice.

Cijena radionice

1.500 kn po polazniku

Cijena uključuje sve nastavne materijale, ručak i osvježenja.

Uplata na žiroračun **2360000-1101340148**

Osoba za vezu:

dr. sc. Krešimir Greger

mob. 098/316 220

tel. 01/2352 484 faks: 01/2352 530

Simulation in Wood Industry. Part II

Simulacija u drvnoj industriji. Dio II.

Professional paper · Stručni rad

Received – prispjelo: 18. 11. 2008.

Accepted – prihvaćeno: 24. 2. 2010.

UDK: 630*832.14; 630*832.15; 630*832.155

ABSTRACT • The goal of this simulation is to introduce and realize a part of material flow of an international furniture manufacturing company. This simulation was made with a special process-simulation software, called SIMUL8. With SIMUL8 we could simulate the whole process under real circumstances, and obtain the actual values of specific parameters relevant for the company. This opportunity helped the company to develop its strategy - to maximize the production efficiency and to find out the possible bottle-necks without making any investment, and to rearrange the workcenters effectively.

Key words: material flow, simulation, furniture industry

SAŽETAK • Cilj simulacije predstavljene u ovome radu bio je opisati i realizirati dio toka materijala u jednoj međunarodnoj tvrtki za proizvodnju namještaja. Simulacija je napravljena s posebnim softverom za izradu simulacija koji se zove SIMUL8. Upotrebom tog softvera moguće je simulirati cijeli proizvodni proces u stvarnim uvjetima i dobiti prave vrijednosti specifičnih parametara proizvodnje koji mogu biti vrlo zanimljivi upravi poduzeća. Ta mogućnost pomaže menadžmentu da kreira strateške odluke kojima će povećati brzinu toka materijala kroz proizvodnju i maksimizirati proizvodnju te uspješno otkriti moguća uska grla proizvodnje bez dodatnih investicija ili stvarnih promjena (premjesta strojeva) u tehnološkom procesu.

Ključne riječi: tok materijala, simulacija, industrija namještaja

1. UVOD

1 INTRODUCTION

In general, we can say that a considerable part of companies in Hungary does not spend enough time and effort to collect proper data for making effective simulations. However, this should be done, because if the essential conditions of simulation are not real, the result will not be real either, of course. On the other hand, we have to mention that in many cases the data acquisition for making simulation needs special knowledge, that companies do not have, or it takes much time to collect data, and companies do not have enough (human) resources to accomplish the collection of data.

Because of that, we have collected the data for making the simulation in an international furniture ma-

nufacturing company, producing 8 m³ timber/shift (shift quantity). The goals of simulation were:

- map the current state
- find out the current bottlenecks
- count the production parameters fluently during the simulation
- provide that further scenarios of company development can be analysed.

2 MATERIAL AND METHODS

2. MATERIJAL I METODE

2.1 Sampling of timber

2.1. Uzorkovanje piljenica

We examined about 600 pieces of boards (about 100 per each sample) within a 4-day collection period, because we did not want to collect data on subsequent days.

¹ The authors are professor, associate professor, PhD student and assistant professor at the Faculty of Wood Sciences, University of West Hungary, Sopron, Hungary.

¹ Autori su profesor, izvanredni profesor, doktorant i docent Fakulteta znanosti o drvu Sveučilišta zapadne Mađarske, Sopron, Mađarska.

Table 1 Average values and standard deviations of timber length, timber width and timber thickness

Tablica 1. Prosječne vrijednosti i standardne devijacije duljine, širine i debljine piljenica

	Sample 1 <i>Uzorak 1.</i>	Sample 2 <i>Uzorak 2.</i>	Sample 3 <i>Uzorak 3.</i>	Sample 4 <i>Uzorak 4.</i>	Sample 5 <i>Uzorak 5.</i>	Sample 6 <i>Uzorak 6.</i>
\bar{x}_L , mm	3233	2918	2665	2645	3449	3298
σ_L , mm	110	95	45	40	39	39
\bar{x}_W , mm	332	320	390	354	397	329
σ_W , mm	53	78	16	48	74	63
\bar{x}_T , mm	30	40	40	40	40	40
σ_T , mm	0	0	0	0	0	0

\bar{x}_L – average value of timber length, σ_L – standard deviation of timber length, \bar{x}_W – average value of timber width, σ_W – standard deviation of timber width, \bar{x}_T – average value of timber thickness, σ_T – standard deviation of timber thickness

\bar{x}_L – srednja vrijednost duljine piljenica, σ_L – standardna devijacija duljine piljenica, \bar{x}_W – srednja vrijednost širine piljenica, σ_W – standardna devijacija širine piljenica, \bar{x}_T – srednja vrijednost debljine piljenica, σ_T – standardna devijacija debljine piljenica

It was necessary to get proper measurement samples. Had we collected data, for example, for 3 days one after another, the samples could not have reflected enough variousness, and the calculation would not have been correct.

In order to have a good simulation and to be able to create a proper simulation, you have to gather the right data from the real world. The main measured parameters were

- length
- width
- thickness
- standard deviation of length, width and thickness.

Some of the processed data are shown in Table 1.

2.2 Mapping of plant and machinery

2.2. Slika pogona i raspored strojeva

The examination of plant and machinery is at least as important as the collection of the timber data. We have to examine the throughput, (human) resources needs, etc. In this case the examined machines were the following:

- Undertable cross-cut saw for comminuting timber (Figure 1)
- Rip saw for shaping cross section (Figure 2)
- Four-head planer for setting up cross sectional dimensions (Figure 3)

– Cross-cut saw for setting up longitudinal dimensions.

Speaking of machines, it is also important to determine what kind of products are produced by a given machine. This is essential, because these are the key elements of the simulation. Therefore, we determined the products produced by individual machines, as well as the producing priority of the products. This is unavoidable if we want to handle woodwaste recycling, which is a marginal concept of the simulation. The dimension preferences are shown in Table 2.



Figure 2 Rip saw
Slika 2. Kružna pila za uzdužno raspiljivanje



Figure 1 Undertable cross-cut saw
Slika 1. Podstolna poprečna kružna pila



Figure 3 Four-head planer
Slika 3. Četverostrana blanjalica

Table 2 Dimension preferences






Tablica 2. Postavke dimenzija piljenih elemenata

Four-head planer / četverostrana blanjalica					
Rank / rang		Length / duljina, mm			
1.		33			
Undertable cross-cut saw / podstolna poprečna kružna pila					
Rank / rang		Length / duljina, mm			
1.		1170			
2.		770			
3.		540			
Rip saw / kružna pila za uzdužno raspiljivanje					
Length / duljina, mm		Width / širina, mm			
Rank / rang		1.			
1170		50			
Rank / rang		1.	2.	3.	4.
770		75	40	32	25
Rank / rang		1.			
540		54			

2.3 Building the simulation

2.3. Izrada simulacije

SIMUL8 is an integrated environment for working with simulation models. It enables you to create accurate, flexible and robust simulations quickly. It is a very felxible solution: parametrizable and programmable and insensitive to different kinds of input and output formats. It provides all of the essential simulation building blocks, including:

- Work Entry Points 
- Storage Bins 
- Work Centers 
- Work Exits Points 
- Workpiece 

and other indispensable features, like:

- Connectivity (SQL, XML, COM)
- OptQuest and Stat::Fit for optimization to low cost or high income

- Ability to share models with people who do not have SIMUL8 licenses
- Ability to merge simulations
- Virtual Reality, to represent the simulation in a realistic 3D environment
- Enhanced debugging tools, e.g. value hover tips in Visual Logic, Monitor spreadsheets at runtime.
- ABC Costing
- Speed Analyzers
- Additional objects.

2.4 Applying sampled timber data

2.4. Primjena podataka dobivenih na uzorcima

The first step in building the simulation is to apply the sampled data on the simulation model. In this case, these values are presented in Table . Figure 4 shows the 'SIMUL8 creating distribution pop-up window' with the Sample 1 values. This step guarantees that SIMUL8 will generate boards with dimensions specified in the distributions. The generators of the boards are the Work Entry Points.

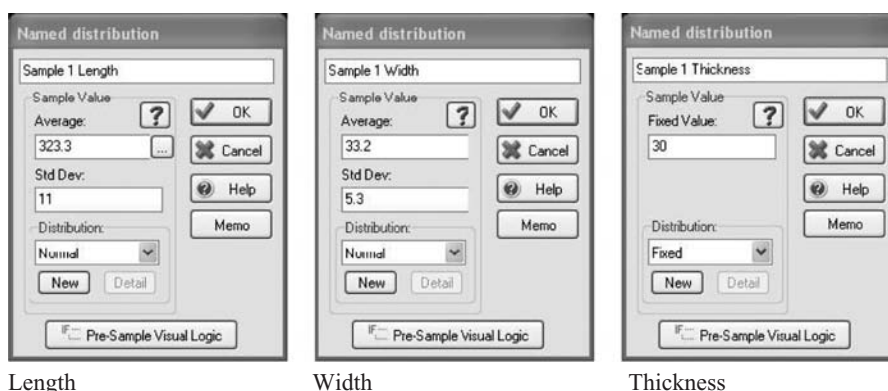


Figure 4 Applying Sample 1 timber data on the simulation model
Slika 4. Primjena podataka za uzorak 1. na simulacijskome modelu

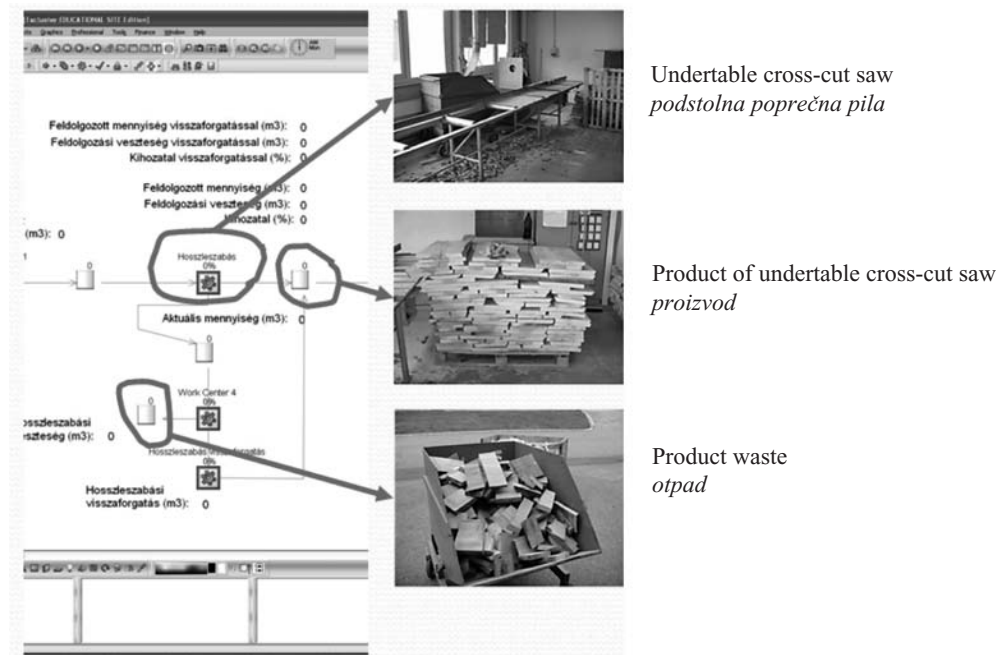


Figure 5 Process and output of undertable cross-cut saw in the simulation and in reality
Slika 5. Proces i proizvodi na podstolnoj poprečnoj kružnoj pili

2.5 Creating specialized simulation objects

2.5. Izrada specijaliziranih simulacijskih objekata

SIMUL8 has just a few types of objects to build a simulation, but it offers the opportunity to specialize any of them. It can be done by a simple, but powerful script language called *VisualLogic*. It enables any object to operate just like in reality.

It is not necessary to specialize objects for simple simulations, but as the job gets more complicated, it becomes unavoidable. SIMUL8 reckons everything in the simulation as an object. The objects can have different kinds of attributes of course and some of them (e.g. Work Centers) can handle events, too. It is very practical, because if you want to represent an attribute – like length, width, thickness – in the simulation, you just add these attributes as *Labels* to the Workpiece. From the time you have added these attributes, you can handle the workpiece trough these attributes of course.

The application of specialized simulation objects is presented bellow.

2.6 Description of simulation of machine work

2.6. Opis simulacije rada strojeva

Undertable cross-cut saw

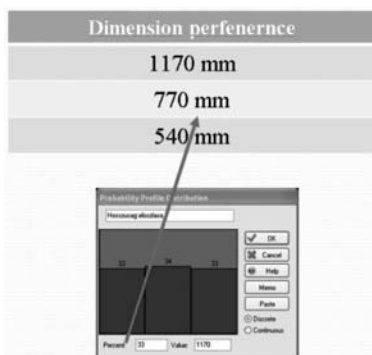
The main function of undertable cross-cut saw is to comminute the timber. There is a dimension preference that contains the actual cutting length. The waste can be of two types: effective waste and recyclable waste (Figure5).

Figure 6 shows the probability profile of the dimensions of products produced by the undertable cross-cut saw and a part of the simulation programme.

Rip saw

The main function of rip saw is to shape cross section of the timber. There is a dimension preference that contains the width preferences for different lengths of timber. The waste can be of two types: effective waste and recyclable waste. (Figure 7)

Figure 8 shows the probability profile of the rip saw in the simulation and a part of the simulation programme. There is a 3 fork IF condition that examines the



VL SECTION: Undertable cross-cut saw Route In After Logic

```

SET Newlength = Length distribution
SET Undertable cross-cut saw BatchOut =
TRUNC[Length*10/Newlength]
SET Undertable cross-cut saw.Batching Out Size = Undertable cross-cut
saw BatchOut
SET Length= Newlength
    
```

Figure 6 Probability profile of the dimensions of products produced by the undertable cross-cut saw
Slika 6. Profil vjerojatnosti dimenzija proizvoda izrađenih na podstolnoj poprečnoj kružnoj pili

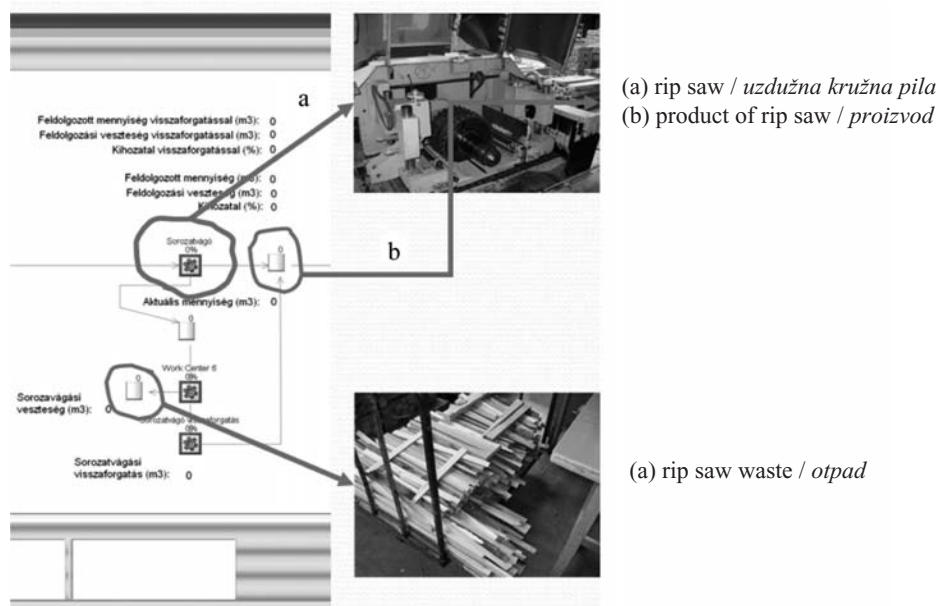


Figure 7 Process and output of the rip saw in the simulation and in reality
Slika 7. Proces piljenja i proizvodi dobiveni na kružnoj pili za uzdužno piljenje

length label of the incoming workpiece, and depending on its length it completes the adequate job in 4 steps:

1. Gets a new width value, according to the set distribution
2. Divides the incoming board to the number of slat to be reached by the given width
3. Sets the outgoing number of slat of the work center
4. Sets the new width label value on the newly created slat.

Four-head planer

The role of the four-head planer is to shape the final cross-section of the workpiece. There is only effective woodwaste here, as the rejected number of workpieces are not taken into consideration (Figure 9).

The control script of the four-head planer is simple. For a given length, it chooses a width from the table of Width Preference. The thickness is the same for each workpiece.

The part of the simulation program is as follows:

```
VL SECTION: Four-head planer Route In After Logic
IF Length = 1170
    SET Width = Distribution of width 1
ELSE IF Length = 770
    SET Width = Distribution of width 2
ELSE IF Length = 540
    SET Width = Distribution of width 3
SET Vastagsag = 33
```

Cross-cut saw for setting up the longitudinal dimensions

Its role is to shape the final length of the workpiece. There is only effective woodwaste here, as the rejected number of workpieces are not taken into consideration. Figure 10 shows the probability of the products to be produced on the cross-cut saw for setting up the longitudinal dimension.

The recycling routine is also simple. If the incoming workpiece had some dimension or quality defects, it would be withdrawn. However, in order to decrease the loss, you have to examine what happens if you do not

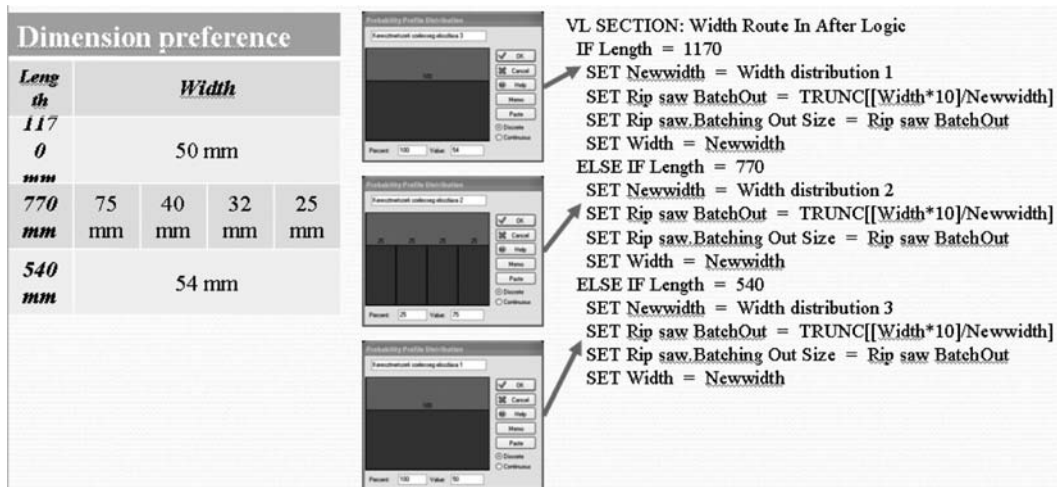


Figure 8 Probability profile of rip saw in the simulation (both graphical and logical representation)
Slika 8. Profil vjerojatnosti dimenzija proizvoda na kružnoj pili za uzdužno piljenje (grafički i logički)

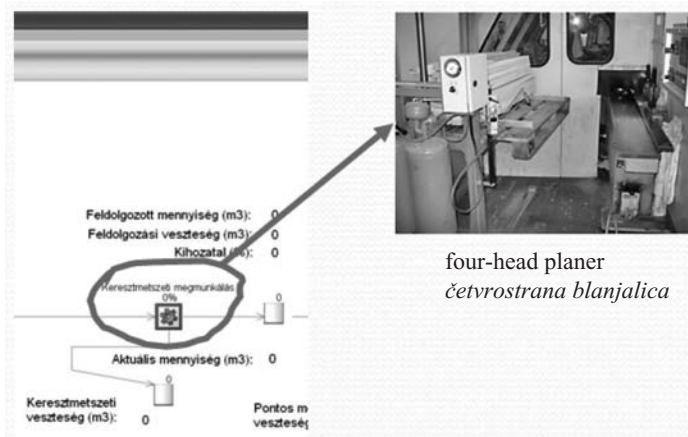


Figure 9 Four-head planer in the simulations and in reality
Slika 9. Četrostrostrana blanjalica u simulaciji i u stvarnosti

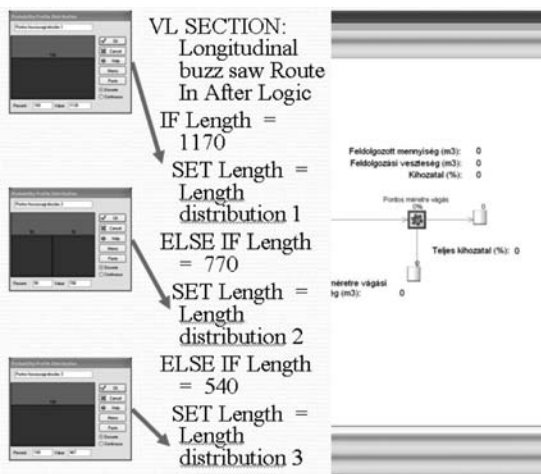


Figure 10 Probability of the products to be produced on the cross-cut saw for setting up the longitudinal dimension
Slika 10. Vjerojatnost izrade određenih proizvoda na kružnoj pili za dimenzioniranje duljine

cut these workpieces to their nominal dimension but to a smaller dimension. In case of smaller dimensions they will be faultless so it is worth a while to cut them to a smaller dimension. Choosing the proper dimension is

simple: you have to choose the greatest dimension among the smaller dimensions and not the nominal dimension. If it fits, the workpiece can be used for further processing. If it does not fit, you have to try with a smaller dimension. If the smallest dimension does not fit, then the workpiece should be really withdrawn.

The recycling routine is:

VL SECTION: Recycling Route In After Logic
IF Length = 770
IF Width = 80
SET Width = 46
ELSE IF Width = 46
SET Width = 40
ELSE IF Width = 40
SET Width = 33

3 RESULTS AND DISCUSSION 3. REZULTATI I DISKUSIJA

The main concept – when creating a simulation – is how to develop a simulation model for the desired values, principals. When the model is accurate enough, these values enable us to predict which production strategy will be the most successful. Some of the most important values we want to get can be seen in Table 3.

Table 3 Some output parameters of the simulation
Tablica 3. Nekoliko izlaznih veličina simulacije

I.	
Processed quantity with waste recycling / <i>Proizvedena količina s reparacijom</i>	9.32137 m ³
Waste with recycling / <i>Ostaci s reparacijom</i>	1.52262 m ³
Yield with recycling / <i>Iskorištenje s reparacijom</i>	83.66532 %
Processed quantity / <i>Proizvedena količina bez reparacije</i>	8.65572 m ³
Processed waste / <i>Ostaci</i>	1.47726 m ³
Yield / <i>Iskorištenje</i>	82.93315 %
II.	
Waste / <i>Ostaci</i>	0.6203 m ³
III.	
Recycleable waste / <i>Ostaci koji se mogu reparirati</i>	0.67795 m ³
IV.	
Total yield of system / <i>Ukupno iskorištenje sustava</i>	42.11745 %

Table 4 Detailed results of simulation

Tablica 4. Prikaz detaljnih rezultata simulacije

Simulation results (shortened) / Skraćeni prikaz rezultata simulacije										
Simulation object Object simulacije	Measured variable Mjerena veličina	Worst case Najlošiji slučaj			Actual case Stvarni slučaj			Ideal case Idealan slučaj		
		-95%	Ave	95%	-95%	Ave	95%	-95%	Ave	95%
Undertable cross-cut saw Podstolna poprečna kružna pila	Waiting, % / zastoj, %	47.26	49.07	50.89	47.26	49.07	50.89	47.26	49.07	50.89
	Working, % / rad stroja, %	48.42	49.76	51.09	48.42	49.76	51.09	48.42	49.76	51.09
	Average use srednja iskoristivost stroja	0.48	0.52	0.57	0.48	0.52	0.57	0.48	0.52	0.57
	Total yield, % iskorištenje, %	81.66	84.41	87.17	81.85	84.42	87	82.67	83.26	83.84
Rip saw Kružna pila za uzdužno raspiljivanje	Waiting, % / zastoj, %	69.45	71.03	72.62	67.61	69.31	71.02	64.67	65.65	66.63
	Working, % / rad stroja, %	26.78	28.37	29.96	28.43	30.09	31.75	33	33.75	34.51
	Average use srednja iskoristivost stroja	0.28	0.31	0.33	0.27	0.32	0.37	0.29	0.34	0.4
	Total yield, % / iskorištenje, %	66.72	68.88	71.03	79.7	81.21	82.73	99.08	99.21	99.35
Four-head planer Četverostrana blanjalica	Waiting, % / zastoj, %	75.32	77.10	78.88	71.34	73.52	75.69	64.22	65.53	66.85
	Working, % / rad stroja, %	20.74	22.26	23.79	23.95	25.62	27.29	32.54	33.45	34.36
	Average use srednja iskoristivost stroja	0.17	0.23	0.28	0.185	0.26	0.33	0.21	0.31	0.4
	Total yield, % / iskorištenje, %	51.00	54.50	58.00	70.49	72.44	74.39	69.99	70.94	71.88
Cross-cut saw for setting up longitudinal dimensions Kružna pila za dimenzioniranje duljine	Waiting, % / zastoj, %	98.99	99.05	99.11	98.76	98.82	98.88	97.35	97.89	98.44
	Working, % / rad stroja, %	0.88	0.94	1.00	1.11	1.17	1.23	1.48	1.52	1.55
	Average use srednja iskoristivost stroja	0.00	0.01	0.03	0	0.01	0.02	0.01	0.03	0.05
	Total yield, % / iskorištenje, %	65.67	67.80	69.92	88.76	89.21	89.66	88.36	89.08	89.79
Total yield of system, % / Ukupno iskorištenje, %		28.90	30.55	32.19	40.42	42.25	44.07	55.10	55.52	55.95

As we mentioned before, the basic data are always one of the most important parts of a simulation. If the basic data are not accurate the result will not be accurate either. In spite of that, simulations provide the possibility to take examinations without having to make any investment, or rearrange the technology. With SIMUL8 it is possible to create very detailed customized reports.

Table 4 shows the report of this simulation. It consists of 3 cases, the *worst case*, the *actual case*, and the *ideal case*. In the worst case we assumed that the company buys timber of relatively poor quality. This implies that the machine utilization is high, but the yield is low because of a high timber loss. In the actual case we applied the sample values that were actually used. In the ideal case we assumed that the company buys good quality timber. The results clearly show that the yield is very high, while the loss of wood is very low.

Now, having the results of the 3 cases (worst, optimal, ideal), the company has the opportunity to decide what type of buying policy should be followed.

4 CONCLUSION 4. ZAKLJUČAK

The basic data are always one of the most important parts of a simulation. With SIMUL8 we could simu-

late the whole process under real circumstances, and obtain the actual values of specific parameters relevant for the company. This opportunity helped the company to develop its strategy - to maximize the production efficiency and to find out the possible bottle-necks without making any investment, and to rearrange the workcenters effectively. With the simulation results, the company has the opportunity to decide what policy of production and company development should be followed.

5 REFERENCES

5. LITERATURA

1. Hauge, J. W.; Paige, K. N., 2004: Learning SIMUL8: *The Complete Guide*. 2nd edition., Plain Vu Publishers.

Corresponding address:

Associate professor ETELE CSANÁDY, Ph.D.

University of West Hungary

Faculty of Wood Sciences

Institute of Machinery

Bajcsy-Zs. U. 4.

H-9400 Sopron, Hungary

e-mail: ecsanady@fmk.nyme.hu

Vodeći informativni časopis u sektoru prerade drva i proizvodnje namještaja

Distribucija na 2000 stručnih adresa u Hrvatskoj i zemljama Regije

Šest brojeva godišnje, 26 rubrika s aktualnostima, besplatnim malim oglasima i tržišnim barometrom

Tjedne elektronske vijesti s pregledom najnovijih informacija



TJEDNO BESPLATNO DOSTAVLJAMO SEKTORSKE VIJESTI NA VAŠ E-MAIL

REGISTRIRAJTE SE: newsletter@drvo-namjestaj.hr

Izdavač: Centar za razvoj i marketing d.o.o.
J. P. Kamova 19, 51 000 Rijeka

Tel.: + 385 (0)51 / 458-622, 218 430, int. 213
Faks.: + 385 (0)51 / 218 270
E-mail: mail@drvo-namjestaj.hr

www.drvo-namjestaj.hr



TEMATSKI PRILOZI

STRUČNI ČASOPIS

Najnoviji trendovi u oblikovanju namještaja i stambenog prostora

imm cologne 2010

imm
cologne

Kao i svake godine, sredinom siječnja grad Köln otvara svoja vrata najvećega međunarodnog sajma namještaja u Europi – *imm cologne*. Tih dana posjetitelji imaju mogućnost upoznati najnovije trendove u oblikovanju namještaja i stambenog prostora, osjetiti nove impulse u materijalima, bojama, oblicima i emocijama koje se bude pri razgledavanju svih paviljona i izloženih proizvoda.

Premda se i ove godine osjetila kriza koja je neizbježno pogodila i sektor proizvodnje namještaja i pratećih elemenata, ipak je, za razliku od prošlogodišnjeg *imma*, ovogodišnji sajam vješto uklonio „nedostatke“ i vidljive propuste koje lani nije imao vremena sakriti. Paviljoni su bili puni, no ne i prepuni, ispunjeni mirnim, toplim i pozitivnim ozračjem. Nekadašnjih sedam dana sajma ove je godine smanjeno na šest. Izlagački prostori bili su bez atrakcija i dodatnih performansa na koje smo godinama navikli, no i dalje na zavidno velikim površinama. Praznine između štandova bile su ispunjene prostorima za odmor, radovima profesionalnih dizajnera koji su imali priliku pokazati svoju kreativnost, zanimljivom i dosjetljivom izložbom s temom zašto je stolica toliko intrigantna (sl. 1), studentskim radovima s nekoliko svjetskih škola i fakulteta (sl. 2) i drugim sadržajima.

Prema izjavama organizatora, ovogodišnji *imm cologne* posjetilo je više od 100 000 posjetitelja. Na sajmu su izlagale 1053 tvrtke iz 51 države iz cijelog svijeta (najveći je porast izlagača iz Sjeverne Amerike i



Slika 1. Detalj s izložbe stolica poznatih dizajnera prve polovice 20. stoljeća



Slika 2. Radovi studenata poput ovih s *Fachhochschule Coburga* domišljato su popunjavali praznine paviljona

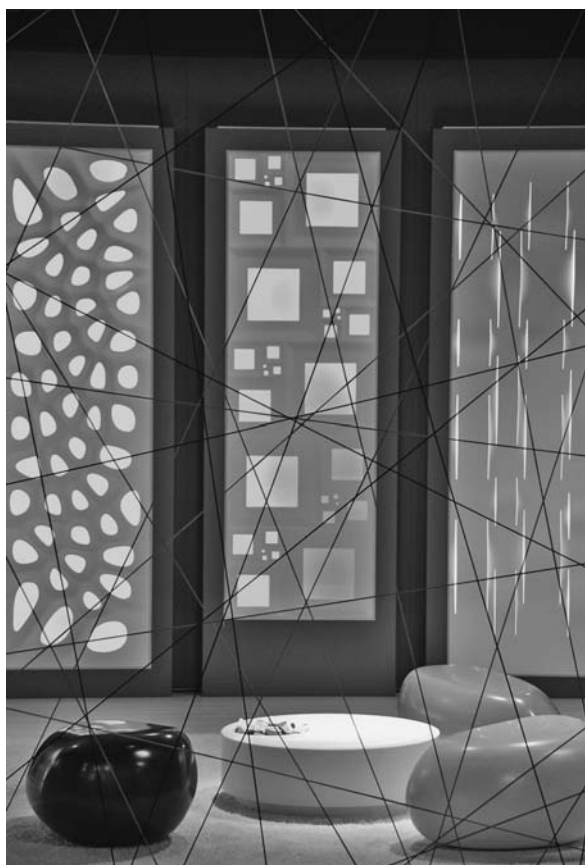
Istočne Europe); točnije čak 586 inozemnih tvrtki te 28 pratećih sudionika, dok je iz Njemačke sudjelovalo 408 tvrtki i 28 pratećih sudionika.

Novosti u konceptu uređenja i predstavljanja trendova ni ove godine nisu izostale. Naime, *imm cologne* svake tri do četiri godine ima nov zalet i osmišljava novi koncept uređenja i osvježavanja vizualnog postava, što ga čini uvijek i iznova zanimljivim.

Prvi put na sajmu je predstavljen *Pure Village*, potpuno nov koncept izlaganja koji je povezo i pod isti krov okupio heterogene proizvode različitih kategorija opremanja prostora i životnih stilova. Poznati brandovi s područja namještaja, tekstila, rasvjete i kupaonica prikazali su individualni pristup u kreativnom oblikovanju interijera. Prepun kreativnosti i praktičnosti, različitih pristupa i stilova, diskusije i debata s dizajnerskim temama. Taj je paviljon pokazao da je, među već viđenim ostalim prostorima, konceptualno pun pogodak i osvježanje i da ne poznaje krizu i recesiju. *Pure Village* povezo je trendove u proizvodima i interijerima te prikazao dizajnerske uratke i različite pristupe u opremanju prostora. Tu su se mogle vidjeti sofisticirane ideje i rješenja u svim naoko kontradiktornim segmentima, počevši od klasičnoga, eksperimentalnoga i *green* dizajna (sl. 3), ojastučenja i kućnog tekstila, tapeta, novih dekoracija i materijala (sl. 4), uzoraka, rasvjete (sl. 5) i raznih drugih dodataka. U tom prostoru časopis *Schöner Wohnen* odlučio je proslaviti 50. obljetnicu izložbom *New Classics* (sl. 6). Trendovi za 2010. Ove



Slika 3. Detalj izložaka u paviljonu *Pure Village*



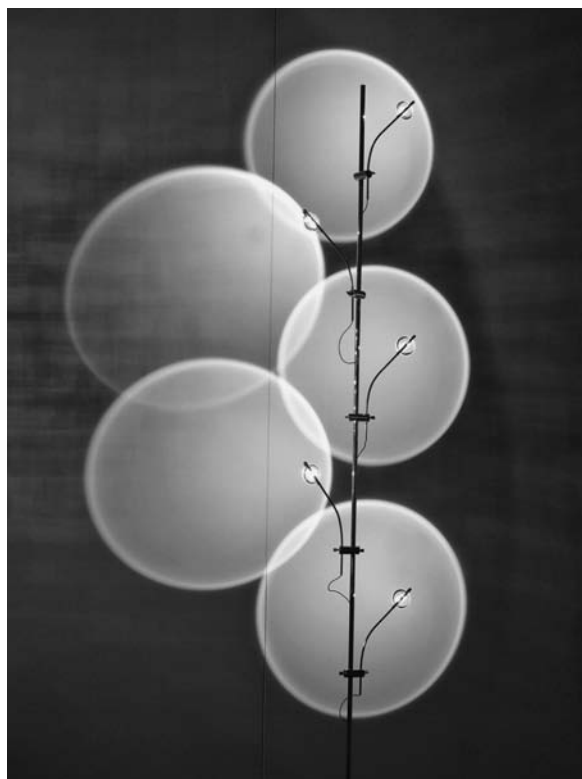
Slika 4. Novi materijali i dekori, DU PONT, *Pure Village*

su godine ispunili kutke *Pure Villagea* pod nazivom *Discipline*, *Comfort Zone*, *Rehab* i *Trickery*.

Trendovi u interijerima 2010.

Posjetitelji *imma* koji prate trendove već dobro znaju da svake godine *imm cologne* okupi tzv. *Trendboard*, koji čini nekoliko poznatih i priznatih dizajnera, analitičara, novinara i ostalih dizajnu bliskih stručnjaka. Njihov je zadatak pratiti, analizirati i predvidjeti trendove u interijerima za iduće razdoblje. Prijedlozi i konačan sud najviše ovise o društveno-socijalnim zbivanjima u društvu i novo-starim vrijednostima korisnika koji imaju svoje potrebe i navike.

Ove je godine peteročlani sastav (arhitektica Johanna Grawunder iz SAD-a, dizajnerica Cecilie Manz iz Danske, novinar urednik Marcus Fairs iz V. Britani-



Slika 5. Novosti na području rasvjete, *Pure Village*



Slika 6. Štand časopisa *Schöner Wohnen*, *Pure Village*

je, dizajner Bertjan Pot iz Nizozemske i tekstilni dizajner Giulio Ridolfo iz Italije) izdvojio četiri trenda koja su se provlačila kroz sva područja opremanja prostora, počevši od oblika, boja, do materijala i uzoraka, te ih nazvao *Discipline*, *Comfort Zone*, *Rehab* i *Trickery*.

Trickery (*Prijevara*) ima obilježja iluzije, lažne funkcije i naracije. Arhaični oblici, neskladan raspored i nesimetrija nude bezbroj mogućnosti: kompozicije plastike i prirodnih materijala, obojeno drvo, furniri i tkanine. Jake su boje u ravnoteži s lila i smeđom (sl. 7).

Comfort Zone (*Udobna zona*) ima obilježja hobističkog kolača, daha engleskog pokušstva i porculana, kolača i čaja te folkloru sa seoskih farmi; topao, smiren ugođaj ispunjen zaobljenim oblicima na fleksibilnom, udobnom i funkcionalnom namještaju. Cvjetni uzorci, pletena vuna, zaobljena keramika i domaća atmosfera ispunjena zelenom, bež i nježno žutom odlike su udobne zone.



Slika 7. Interior Trends 2010, Trickery, Pure Village



Slika 8. Interior Trends 2010, Rehab, Pure Village

Rehab obilježava high-tech i low-tech stil - istraživanje, upravljanje prirodom i detoksikaciju. Dominiraju oštri rubovi, funkcionalne i ravne linije te istraživački zavoji i neravnine na granici dopuštenoga, promjenjivost i transformacija oblika, osnovne forme te obilje bijele, sive i nježno žute na papiru, drvu i metalu (sl. 8).



Slika 9. Interior Trends 2010, Discipline, Pure Village

Discipline (Disciplina) razumna je, korisna, bez igre i šale, vraća se Bauhausu i obrtu kao počecima funkcije i reda. Dominiraju jednostavne zaobljene forme, izuzetno funkcionalne i udobne stolice i stolovi. Drvo, koža i keramika glavni su izbor koji potencira ozbiljnost i razumnost. Prirodni materijali, tople boje drva, s ponekim detaljem zagasito ružičaste, sivoplave, bež i lila (sl. 9).

Trendovi u namještaju za opremanje prostora – spoj proizvođača i dizajnera

Ove godine *imm cologne*, u skladu s nesigurnim svjetskim previranjima, nije imao cilj pokazati mnogo noviteta. Proizvođači se zbog krize i konkurencije, kao i straha od neizvjesnog sutra, nisu upuštali u veće izazove otkrivanja novih materijala i tehnologija. No kvaliteta postojećih, već potvrđenih proizvoda, kao i igra u oblicima i novoj funkcionalnosti transformiranih elemenata ipak nemaju kraja. Noviteti se i dalje odlikuju tehničkim inovacijama, novim kombinacijama materijala i konceptualnom domišljatošću proizvoda, što je rezultiralo profinjenim, pomalo spektakularnim, pametnim i pionirskim proizvodima.

Kao osnovni trend u načinu života u 2010. ističe se povratak domu i ugodni provođenja vremena kod kuće. Globalna kriza, u kojoj ljudi provode manje vremena na poslu, utjecala je na to da ponovno otkriju toplinu vlastitog doma, u kojemu češće borave. Unutar „četiri zida“ imaju slobodu oblikovanja vlastitog okruženja prema svojim željama i osjećajima. Individualnost i različitost važniji su nego ikada do sada.

U pronalaženju vlastitih vrijednosti, *imm* je definirao sljedeće.

Što je „out“ i izvan svake uporabe:

- mali blagovaonički stolovi; ojastučene kombinacije jednosjeda, dvosjeda i trosjeda bez dodatnih funkcija; ravni tekstili; masivan i težak namještaj.

Što i dalje ostaje (iz prošlih godina):

- bijela kao dominantna boja u tekstilu, ojastučenjima i površinama namještaja
- zidovi unutrašnjih prostora doma opremljeni su ravnim monitorima i dugačkim komodama
- otvorenost prostora između dnevnog boravka, blagovaonice i kuhinje
- kestenjasti tonovi kao profinjeni detalji
- namještaj dopadljiv sa svih strana koji može samostalno stajati kao skulptura u prostoru (sl. 10)



Slika 10. Kada kao skulptura, neobičnog izgleda, proizvođač Maronese



Slika 11. Modularni namještaj koji se jednostavno odvaja uz pomoć patentnog zatvarača, proizvođač Frommholz



Slika 12. Klasičan dizajn proizvoda koji nikada ne zastarijeva, proizvođač Cappellini

- modularan ojastučeni namještaj (sl. 11)
- samostalni garderobni prostori - garderobne sobe ispunjene pratećim elementima za pohranu i vlastitim svjetlom
- rokoko ornamentika kao uzorak na tekstilu i svilenim površinama
- namještaj s dizajnerskim potpisom modnih kuća Joop!, Esprit i drugih
- klasični namještaja koji nikada ne zastarijevaju (sl. 12)
- kamini koji se koriste bio-alkoholom
- tematske dječje sobe s likovima pirata, princeza i ostalih likova iz crtića.

Što tek dolazi:

- udobne blagovaoničke stolice na kojima dugo sjedite i s kojih ne morate brzo ustati
- prostrani, mekani i zaobljeni naslonjači neobičnih linija i kombinacija za odmor i izležavanje, poput onih proizvođača Futura na slici 13.
- individualne i privatne spa oaze u središtu doma, gdje su spavaća soba i kupaonica nedjeljiva cjelina
- nove tehnologije u retro stilovima namještaja (sl. 14)
- veliki i prostrani blagovaonički stolovi
- vrtni namještaj nalik na onaj u dnevnom boravku (sl. 15)
- matirane crne i plave površine namještaja
- neobični materijali poput obojanoga MDF-a ili drvnih ploča čija je površina nalik na kamen
- tamno drvo u kombinacijama sa staklom i čelikom



Slika 13. Naslonjač Metamorfosi, proizvođač Futura

- feminizirane linije ojastučenih garnitura
- zlatna boja kao nezaobilazan detalj na ormarima, okvirima stolica i ornamentalnim jastucima
- *green design* namještaj
- LED rasvjeta proširena na police i u ormare

Kako god da smo doživjeli ovogodišnji *imm cologne*, valja je istaknuti sljedeće: utjecaji vanjskog svijeta odražavaju se na unutrašnji stambeni prostor, što se očituje u udobnoj i ugodnoj atmosferi doma i zahtjevima korisnika glede proizvoda i proizvođača. Sve se više traži udoban, mekan i profinjen namještaj. Miješaju se funkcionalne jedinice stana, dnevni boravak postaje slušaonica, čitaonica i radni prostor, spavaonica i blagovaonica.

I ove su godine sveprisutni dovtljivi oblici i funkcije elemenata namještaja, primjena novih materijala



Slika 14. Suvremeni televizijski LCD ekran u retro stilu ormara, proizvođač VM-Mobel-Design



Slika 15. Vrtni namještaj sve više ulazi u dnevni boravak, proizvođač Schutz, Njemačka

te načini izrade detalja. Ipak treba naglasiti da je prezentacija dizajnerskih uradaka i novosti bila popraćena znatno manjom zastupljenošću nego proteklih godina. Stolice, stolovi, naslonjači ili police nisu više samo spoj skulpturalnog ukrasa i funkcije. Izvedeni od raznovrsnih materijala, imaju skrivenu funkciju, demontažne dijelove, prikrivenu multifunkcionalnost ili jednostavnost uporabe materijala, s jasno naznačenom funkcijom proizvoda.

Dnevni boravak

Dnevni boravak je i dalje prostorno središte života u stanu. U njemu se ostvaruje komunikacija s vanjskim svijetom, kao i među ukućanima. On odiše harmonijom, ispunjen je udobnim i višefunkcionalnim ojastučenim garniturama, namijenjenim multimedij-skoj kućnoj zabavi i gledanju televizije.

Gotovo sve prostorije stana funkcioniraju kao prolazni koridori i vode u dnevni boravak. Stoga prostor postaje neizmjereno cijenjen, i njegovu se uređenju pridaje najviše pozornosti, bez obzira na to da sadržava li police za knjige, blagovaonički stol ili LCD monitor skriven u ormaru.

U tom prostoru, zahvaljujući *green dizajnu*, dominira drvo. Primjer su elementi nekadašnjih zatvorenih regala, stol i stolice te ostali elementi prikazani na slici 16. Olakšane i osuvremenjene jednostavne linije ormarića, stola i stolica njemačkog proizvođača *Vogla-uera*, s naglašenom i ponegdje reljefnom teksturom



Slika 16. Namještaj dnevnog boravka povezan je s blagovaoničkim, uz eleganciju cjelovitog drva, proizvođač Vorglauer

drva i nezaobilaznim dodacima u staklu, čine te forme, koliko god da su „pune drva“, elegantnima i laganima.

Dječja soba

Taj kutak namijenjen djeci mjesto je igre i zabave. U dječjoj sobi mašti nema kraja, pa tako fronte namještaja imaju otiske poznatih likova iz crtića ili umetnute tkanine koje asociraju na gusarski brod (sl. 17), princezin dvorac ili neko drugo carstvo. Boje, oblici, uporaba tkanina, toplog drva... uglavnom, iznenađujuće kreativna atmosfera koja zrači optimizmom i dizajnerskom smjelošću. Posebna je pozornost proizvođača pridana povećanju sigurnosnih zahtjeva, te upotrebi prirodnih i ekološki prihvatljivih materijala.

Ipak, osim nezaobilaznih likova iz dječjih crtića (koji pokatkad i brzo dosade), ove godine je tvrtka *Te-*



Slika 17. Dječja soba inspirirana gusarima, proizvođač ArteM



Slika 18. Višefunkcionalna dječja soba od cjelovitog drva, Ocean, proizvođač Team7



Slika 19. Nove ideje i materijali u radnom kutku, proizvođač Voice, Pure

am7 iskočila elegantnim i domišljatim višefunkcionalnim rješenjem namještaja za opremu dječjih soba izrađenoga od cjelovitog drva (sl. 18). Izniman primjer elegancije, jednostavnosti, funkcionalnosti i poštovanja zahtjeva korisnika, od antropometrijskih (rast djeteta), oblikovnih (jednostavnim izmjenama tkanina i detalja soba se pretvara iz gusarske u princezinu i sl.), funkcionalnih (igra, zabava i rad), sigurnosnih (zaobljeni detalji, mekani dominantni rukohvati), ali i cjenovnih (modularan namještaj s različitim konfiguracijama nudi korisniku različit raspon izdatka), sve se to, vizualno i taktilno, ponovno moglo doživjeti na *imm cologneu*.

Radni prostor

Prostor za rad unutar stana fleksibilan je i zahtijeva sve više samostalnosti. Novi koncepti rada ogledaju se u obliku privlačnih modularnih stolova koji se prema potrebi pretvaraju u blagovaoničke stolove ili zatvorene ormare. Rad danas podrazumijeva samostalno obavljanje poslova u mirnom kutku, s predviđenim prostranim radnim stolom i vitrinama za knjige (sl. 19). No nerijetko se u dnevnom boravku kućno radno mjesto izmjenjuje s nosačem za LCD televizor i popratnim multimedijским sadržajima, na fleksibilnome i rotirajućem ormariću, dakako, pomičnome jednim pritiskom gumba.

Posebno su pažljivo konstruirane radne stolice, koje se do najsitnijih detalja mogu prilagoditi korisniku. Glavna su im obilježja postojbe od slitine aluminijske (velike čvrstoće i relativno male mase), sjedalo i naslon od perforirane mreže ili otpresaka (furnirska ploča ili plastika), obloženi PU pjenu i dekorativnom presvlakom (koža, tkanina i dr.). Stolice su lagane, transparentne, otporne i dinamične.

Spavaća soba

Zdrav san u posljednjih je nekoliko godina jedno od glavnih područja interesa. Paviljon *Sleep* već je tradicionalno postao okupljalište brojnih stručnjaka i proizvođača s područja oblikovanja, konstruiranja, proizvodnje i prodaje zdravih materijala i namještaja za spavanje (sl. 20). „Pametne” i tehnološki do savršenstva razrađene konstrukcije ležaja-madraca otvorile su područje zdravog spavanja kao potpuno samostalnu kategoriju, kao kombinaciju potpuno novih koncepata i ideja zdrave kulture življenja i novih ukusa i navika korisnika. Posebno su se isticala konstrukcije vodenih kreveta, tehnološki digitalizirane varijante podloga ležaja-madraca, koje se uz pomoć električnih motora i daljinski vođenih upravljača pomiču prema individualnim željama i potrebama, jastuci različitih oblika i ispuna te prateći detalji.

I dalje je top-tema kako odabrati pravilan krevetni sustav. Pojavile su se potpuno nove jezgre na bazi spužve, lateksa, opruga i različitih kombinacija. Podržava se kampanja da je životni ciklus madraca sedam do deset godina. Proizvodi su toliko individualizirani i prilagođeni kupcu da je čak otvoren portal na kojemu se korisnici mogu informirati o kvaliteti spavanja. Hoće li korisnik odabrati lateksnu spužvu, džepičastu ili neku drugu jezgru, nije bitno. Bitan je cjelokupni krevetni sustav koji zadovoljava individualne zahtjeve korisnika.

Velika se pozornost pridaje tzv. termofiziologiji spavanja. Ove je godine izloženo nekoliko rješenja upravo na tu temu, s potpuno novim obložnim materijalima (sl. 21). Od novih materijala koji se uvode u krevetne sustave očekuje se mogućnost reguliranja klime u neposrednom okruženju spavača. Materijali moraju biti sposobni odvoditi višak vlage i topline od spavača te provjetranjem brzo otpuštati nakupljenu vlagu. Osim donjega elastičnog sloja podnice i ležaja-madraca, sve su važniji jastuci i pokrivači, koji su do sada bili podcijenjeni. Veliki dio problematike vezan je za konstrukcije jastuka, te se nude individualna rješenja s obzirom na zdravstvene i antropometrijske aspekte.



Slika 20. Ponovni susret na štandu tvrtke Dunlopillo, *Sleep*



Slika 21. Detalj nove konstrukcije podloge ležaja-madraca, proizvođač Philrouge, *Sleep*

Kupaonica i kuhinja

Iako ove godine na *imm cologne* top tema nisu bile kuhinje i kupaonice, proizvođači tog asortimana nisu propustili pokazati svoje novitete. Kupaonice se pretvaraju u prave sobe velikih dimenzija, a nisu više kao nekoć, poznate male prostorije obložene pločicama, u koje smo jedva stali kada smo smjestili sve potrebne elemente, uključujući i stroj za pranje rublja. Prostor spavaće sobe i kupaonice intimnije su povezani, nerijetko integrirani jedan u drugi, pri čemu je spavaća soba oaza mira, tišine i sofisticiranih detalja.

Ovogodišnji je *imm cologne* pokazao nove mogućnosti oblikovnih rješenja za kuhinjski namještaj. U primjeni novih materijala i okova koji diktiraju nova rješenja i nove funkcije vidljiv je utjecaj sajma *Interzum*. Zapravo, današnje su kuhinje nezamislive bez

kvalitetnoga i funkcionalnog okova. Zahvaljujući brzom razvoju sustava za okivanje i pratećih sustava, kuhinja postaje potpuno elektronički „uređaj“ koji svake godine nudi nove mogućnosti i uvelike pomaže korisniku. U izradi kuhinja primjenjuju se konvencionalni načini spajanja i povezivanja. Napominjemo da će od 2011. godine „kuhinjari“ ponovno prezentirati svoje novitete na jednom mjestu na *imm cologne*.

Ojastučeni namještaj – oblici i prateće pokrивne tkanine

Ojastučeni namještaj prati trendove u oblikovanju prostora - višefunkcionalan je, fleksibilan i pomičan, začas se pretvori u ležaj ili se jednostavno „ljulja“ i miče. Forme su zaobljenije, sofe prepune jastuka, a čovjek doslovce više ne sjedi *na* naslonjaču nego *u* naslonjaču. Također, česte su višefunkcionalne jednostavne forme poput ove na slici 22. - naslonjač se u nekoliko poteza pretvori u ležaj. Ispuna od spužve omogućila je proizvođaču *Karup* da taj višefunkcionalni „naslonjač“ obloži tkaninama različitih boja i dezena te da se, zajedno s višefunkcionalnom namjenom približi svakom individualnom kupcu mlađe i srednje životne dobi.

Kao i prethodnih godina, ojastučeni namještaj i dalje odiše većim dimenzijama, no bez pretjerivanja i predimenzioniranja. Funkcionalnost i antropometrija na prvom su mjestu. Slijede ih vizualne igre tkaninama i oblicima koji su u službi udobnosti (sl. 23). Istražuju se nove konstrukcije i nova rješenja u ojastučanju, poput zanimljivog rješenja tvrtke *Ligne Roset* (sl. 24).



Slika 22. Višefunkcionalni „naslonjač“, proizvođač Karup, *Smart*



Slika 23. Udobnost i ljenčarenje u jednostavnim i velikim formama, proizvođač Signet, *Pure*



Slika 24. Novosti u ojašćenju, proizvođač *Ligne Roset*

Teška tkanina koju jedva možete pomaknuti vizualno je nonšalantno prebačena preko metalne konstrukcije. Reljefnost tkanine potiče na dodir, ali i ležerno sjede-nje. Iako je često prvi dojam i prvo pitanje promatrača bilo: kako se to održava?

Na sceni je ove godine prevladavala široka paleta različitih trodimenzionalnih dekorativnih materijala za ojašćeni namještaj, za razliku od nekadašnjih trendovskih diktata.

U težnji za zdravim životom, prevladavaju mekane i udobne tkanine poput lana i pamuka. I dalje je dosta zastupljena koža. Veći udio na tržištu umjetnih vlakana ima mikrofibra. Boje su i dalje smirujuće: bijela, crna, smeđa i siva, s neočekivanim trendovskim akcentima ljubičaste i jarko plave.

Ojašćeni namještaj danas ima posebnu novu dimenziju izrade i primjene. Cilj proizvođača je garnituru za sjedenje prilagoditi svakom članu obitelji, pa stoga proizvode pojedine dijelove garniture različite tvrdoće i sastava, kako bi se što bolje prilagodila korisniku.

Materijali i boje u oblikovanju stambenog okruženja

Na *imm cologneu* mogla se uočiti zastupljenost svih materijala, kao i sloboda istraživanja oblika i konstrukcija u različitim i neočekivanim kombinacijama. Pozornost je pridana visokokvalitetnim materijalima za izradu proizvoda koji odiše elegancijom i besprije-kornim izgledom, a najčešće su kombinacije drva i stakla, s akcentima na metalu.

No iako prevladava prirodno drvo, najviše orah, hrast, trešnja i obojena srč raznih vrsta drva, u kombinaciji sa staklom i bijelim sjajnim ploham, ne zaostaje ni metalni namještaj, niti novi materijali. Compact ploče, honey comb (sačasta ispuna) ploče ili karton, nosiva čelična užad i tkanine nude nove oblikovne i funkcionalne mogućnosti.

O boja prevladavaju umirujuće: siva, krem i bijela, uz detalje crne, srebrne ili zlatne. Ako se i upotrebljavaju jarki tonovi, poput plave ili ljubičaste, one su dopunjene monokromatskim i tonski ujednačenim elementima koji omogućuju harmoničnost i smirenje.

Drvo je glavna odrednica za ekološki i zdrav namještaj

Namještaj izveden od cjelovitog drva dobiva sve veće značenje, ponajprije zahvaljujući trendu zdravog življenja i *green dizajnu*. Drvo kao materijal i dalje je



Slika 25. Drvo je i dalje nezabilazan materijal u elegantnome, udobnome i toplom ojašćenim namještaju. Kombinacija drvo – koža uvijek je inspirativna. Naslonjač tvrtke *Ligne Roset*.

nezaobilazan, osobito kada se kombinira s drugim materijalima (sl. 25). Valja ponoviti: dominira elegantni orah, premazan uljnim ili voštanim premazom. Prate ga hrast, trešnja i bukva te smreka i jela.

Drvo je vizualno „ojačano“ staklom u boji ili mliječnim staklom i stoji naslonjeno uz svijetle zidove. Hrabre kombinacije mliječnoga, bijelo obojanoga, prozirnoga i tamnog stakla na drvenim frontama nezaobilazan su detalj u većine izlagača.

U površinskoj obradi, uz poznata i nezaobilazna ulja i voskove na prirodnim osnovama, sve su traženiji lakovi, a na proizvodima stvaraju dojam visokokvalitetnoga i elegantnog elementa.

Zahvaljujući razvoju tehnologije, drvo kao obnovljiva sirovina nalazi sve veću primjenu. Za njegovo se povezivanje rabe različiti multifunkcionalni okovi, a pri spajanju se razvijaju novi spojevi koji su prije nekoliko godina bili nezamislivi.

Zanimljiv primjer uporabe cjelovitog drva jest radni stol dizajnera Marcusa Schmidta, njemačkog proizvođača *Zeitraum* (sl. 26). Taj stol oblikom podsjeća na stare školske stolove jednostavnih, ravnih linija. Ergonomski mekana zaobljenja daju vizualnu toplinu, a u kombinaciji sa stolicom od istog materijala odišu elegancijom, toplinom i istinskim vrijednostima koje su važne svakom korisniku. Izrađeni od orahovine, uz gotovo svilenu površinsku obradu s nanosom ulja, daju posebnu taktilnu vrijednost. Zanimljivi detalji koji su osuvremenili tu jednostavnu i čvrstu konstrukciju kod stola se skrivaju u ladicama i zatvorenim ploham (sl. 27), u koje korisnik može smjestiti prijenosno računalo, kablove i ostale informatičke novitete suvremenog društva. Crna koža stolice cijeloj kompoziciji daje potrebnu eleganciju.



Slika 26. Elegantna kompozicija od cjelovitog drva. Radni stol i stolica, dizajn Marcus Schmidt, proizvođač Zeitraum, Njemačka



Slika 27. Inteligentan i funkcionalan detalj u stolu. dizajn Marcus Schmidt, proizvođač Zeitraum, Njemačka

Izdvojeni kutak - hrvatski izlagači na *imm cologneu* 2010

Na ovogodišnjem *imm cologneu 2010* mogla se osjetiti određena doza mirnoće, ali i zadovoljstva. Prema izjavama stranih izlagača i organizatora, iako još uvijek traje globalna kriza, nov, čist zrak, neopterećen predrasudama trebao bi rastjerati oblake kako bi se pojavilo sunce.

Na sajmu su i ove, kao i nekoliko posljednjih godina, sudjelovale hrvatske tvrtke proizvođači u organizaciji Hrvatske gospodarske komore. Prvi puta smješteni u paviljonu *Comfort* (do sada su, vjerojatno po inerciji, bili u paviljonu *Solid*), bili su okruženi namještajem očite kvalitete i snage. Iako u teškom financijskom okruženju, tvrtke *Ancona* iz Đakova, s novim proizvodnim programom *4 HOME* (sl. 28), *Bor Novi Marof*, sa suvremeno oblikovanim kutnim garniturama u kuhinjskome i blagovaoničkom prostoru, te *Javor Križevci*, s namještajem od cjelovitoga domaćeg drva za opremu blagovaonica, na 52 m² izložili su kvalitetne proizvode, prezentirajući sve prepoznatljiviji hrvatski dizajn na kölnskom sajmu (sl. 29). Hrvatska tvrtka *DI Novoselec* ove je godine bila jedina domaća tvrtka koja



Slika 28. Detalj sa štanda hrvatskih izlagača, *imm cologne 2010*.



Slika 29. Detalj sa štanda hrvatskih izlagača, *imm cologne 2010*.

je na samostalno opremljenom štandu, u ravnopravnoj simbiozi sa svojom njemačkim partnerom, na 100 m² izložila kvalitetan namještaj od hrastovine, namijenjen opremanju blagovaonice i dnevnog boravka. Spoj proizvodnog programa njemačkog partnera – ojastučenih garnitura za sjedenje s korpusnim namještajem naše tvrtke *DI Novoselec* – komodama, ormarićima i stijenama za postavljanje kućnog kina i LCD televizijskih monitora, prema riječima gospodina Hrvoja Svetine, pomoćnika direktora, i prema iskazanim pozitivnim dojmovima, „otvorio je velike mogućnosti u upoznavanju novih kupaca i osvajanju novih tržišnih niša“. Čestitamo svima!

U ovom kontekstu svakako treba pohvaliti aktivnosti Ministarstva regionalnog razvoja, šumarstva i vodnoga gospodarstva koje se ostvaruju u suradnji s Hrvatskom gospodarskom komorom, ali i dalje treba nastojati zajedničkim snagama izvući sektor iz krize te ovakvim nastupima postići lakši prodor na izbjirljivo europsko i svjetsko tržište.

Danijela Domljan, dipl. dizajner
Ivica Župčić, dipl. ing
prof. dr. sc. Boris Ljuljka, profesor emeritus
prof. dr. sc. Ivica Grbac

Studenti i mladi dizajnerski talenti na sajmu *imm cologne* 2010



Posljednjih sedam godina *imm cologne* objedinjava posebne zanimljivosti, ponajviše za dizajnere, kreativce i proizvođače – ukratko, za sve one koji su u potrazi za novim idejama, i to u jedinstvenom paviljonu pod imenom [*D*³] *design talents*.

Bez obzira na komercijalne novosti i trendove koje prikazuju već etablirane svjetske tvrtke u ostalim paviljonima, [*D*³] *design talents* izuzetno je pozitivna, inspirativna i energijom ispunjena platforma na kojoj mladi profesionalni dizajneri i studenti dizajna prezentiraju svoje ideje.

Dizajn živi u neprestanom previranju novih ideja i koncepata. Katkad se dizajn sastoji od redizajna postojeće ideje, interpretirane na nov način. Osnovno što dizajn čini sastavnim dijelom naše svakodnevnice jest konstantna promjena percepcije te neprestano propitkivanje vlastitih postignuća, koji se isprepleću s postojećim estetskim vrijednostima i novim izazovima (materijalima, tehnologijama, ekologijom...) te otvaraju nove pristupe u shvaćanju i percepciji vlastitog okruženja i sebe samih.

Eksperimentalni je dizajn neizostavna funkcija u cijeloj dizajnerskoj disciplini. On zapravo pokreće i osigurava konstantan priljev inovacija i otvara nove horizonte. Istraživanje u području dizajna nosi veliku odgovornost, samokritičnost, otvorenost prema novim materijalima i tehnologijama te funkcijama koje nisu jednostavno zamislive. Istodobno nosi u sebi duhovitost, dosjetku, određenu dozu neočekivanoga, ambicije i sjaja, ingenioznu jednostavnost, ali i prosvjed protiv postojeće konvencionalnosti.

Entuzijizam je glavna odrednica, pokretač koji mlade snage tjera da vlastite ideje, najčešće samostalno i vlastitim sredstvima, pretvore u prototipove.

Upravo je sve to moguće vidjeti i osjetiti u paviljonu [*D*³] *design talents*.

[*D*³] *design talents* sastoji se od tri glavna događanja: *D*³ *schools*, *D*³ *Professionals* i *D*³ *Contest*, te je glavni trendovski barometar i odskočna daska za kreativne entuzijaste. Već se godinama potvrđuje da taj događaj u mnogočemu pridonosi povezivanju dizajnera i proizvođača, stvaranju novih dizajnerskih proizvoda i novih koncepata budućnosti koji dobivaju komercijalnu svrhovitost i tržišnu prepoznatljivost.

Ove godine nove su generacije mladih talenata predstavile inovativne i vizionarske koncepte u namještaju i opremanju svog doma u budućnosti.

*D*³ *Contest*

Međunarodni dizajnerski natječaj za mlade profesionalne dizajnere i netom diplomirane dizajnere *D*³ *Contest*, ove je godine zaprimio čak 649 radova od 521 dizajnera iz 43 zemlje. Selektirano je i posebno istaknuto 39 radova te 33 dizajnera iz 12 država svijeta. Međunarodni stručnjaci odabrali su tri najbolja proizvoda te ih preporučili za daljnja istraživanja i razvoj. Na natječaju se moglo vidjeti mnoštvo ideja s područja rasvjete, jednostavnoga i inteligentnog namještaja (sl. 1 i 2), imaginacije i reinterpretacije prepoznatljivoga (sl. 3) te novih materijala i funkcija. Detalj atmosfere s *D*³ *Contest* vidi se na slici 4.

*D*³ *Professionals*

Samostalni profesionalni dizajneri i dizajnerski biroi prezentiraju svoje ideje i realizacije na *D*³ *Professionals*. Platforma na kojoj je ove godine 46 dizajnera izložilo svoje kreacije vrvjela je znatizeljnim promatračima. Na površini oko 16 m² svaki je pojedinac ili studio putem svojih proizvoda prikazao svoj odnos pre-



Slika 1. Reinterpretacija malih kockica za slaganje u novome funkcionalno-vizualnom kontekstu, dizajn Pepe Heykoop, Nizozemska, *D*³ *Contest*



Slika 2. Dovitljivo, jednostavno i krajnje funkcionalno rješenje kućnoga radnog stola, dizajn Robin Grasby, Velika Britanija, *D³Contest*



Slika 3. Suvremena interpretacija ergonomskoga radnog stolca, dizajn Marc-Samuel Ulm, Njemačka, *D³Contest*



Slika 4. Detalj atmosfere na *D³Contestu*

ma materijalima, korisnicima i svijetu koji nas okružuje. Poseban prostor unutar izložbe imala je grupacija BEDG – British European Design Group (sl. 5), i grupa Unseen, koja već drugu godinu zaredom oduševljava inteligentnom primjenom drva u malim predmetima za svakodnevnu uporabu (sl. 6).

D³schools

Najveću površinu unutar paviljona [*D³ design talents*] ove su godine zauzele međunarodne škole, fakulteti koji u svom sastavu imaju odjele za industrijski



Slika 5. British European Design Group (BDEG) izložila je radove nekolicine dizajnera iz Europe, *D³Professionals*



Slika 6. Drvo u proizvodima za svakodnevnu uporabu, dizajn Unseen, *D³Professionals*

dizajn, unutrašnji dizajn i arhitekturu. Na tom prostoru studenti već godinama svojom kreativnošću i domišljatosti prikazuju iznenađujuća rješenja u oblikovanju štandova, ali i vlastitih uradaka koje tijekom semestara rade zajedno sa svojim mentorima na fakultetima ili školama. Atmosfera u tom dijelu paviljona teško se može dočarati klikom uhvaćenog trenutka (sl. 7 i 8), a još teže opisati riječima. Jednostavno se mora doći i osjetiti. Energija, radost, entuzijizam i susretljivost bila su obilježja svih nasmijanih mladih protagonista, dok su njihove maštovite i beskrajno nadahnute kreacije posjetitelji mogli doživjeti u obliku skica, modela (sl. 9) i prototipova.

Ove godine radove svojih studenata izložilo je čak 36 škola i fakulteta.

Primjer odlične suradnje triju studenata – diplomanta na University of Applied Arts Schneeberg i njemačkog udruženja ÖkoControl (Gesellschaft für Qualitätstandards ökologischer Einrichtungshäuser GmbH) radovi su nastali na temu *Ekološki namještaj za mlade ljude*. Studenti su prikazali individualni pristup u konceptualnom razmišljanju, ali i istovjetno zadovoljavajuće kriterija ekološkoga proizvodnog procesa (sl. 10).

Osim vlastitih rješenja proizvoda (namještaja), studenti nerijetko potroše sate i sate za uređenje štanda kako bi svoje fakultete i škole prikazali u najboljem iz-



Slika 7. Detalj atmosfere na D³schools



Slika 8. Detalj atmosfere na D³schools

danju. Primjer iznimnog truda i kreativnosti ove su godine na *imm cologne* uistinu bili Hochschule für Technik (HfT) iz Stuttgarta (sl. 11): 30 studenata je u 18000 sati i s nula eura oblikovalo nov, jedinstven, iznenađujući i besplatan štand ispunjen tisućama šarenih čepova. Štoviše, modeli i rješenja stolica nijednog studenta nisu zaostajali po domišljatoj kreativnosti i primjeni materijala. Izuzetno!

Odjel unutrašnje arhitekture (Interior Architecture department) na University of Applied Sciences Mainz, Njemačka, predstavio je svoj program preddiplomskog i diplomskog studija (Bachelor i Master Program) neobičnim izgledom štanda oblikovanim od desetak tisuća štapova. Promatrača su tim rješenjem doslovce pozvali i uvukli u svoj svijet istraživanja materijala i funkcija (sl. 12).

Hochschule Coburg, koja svake godine iznenadi studentskim radovima, ove se godine bavila tematikom pohrane i organizacije predmeta u elementima poznatim kao ladičari i ormari (sl. 13). Istraživanja formi i materijala odnosila su se na funkcionalnu i edukativnu dimenziju.

Stručnjaci iz svih dijelova svijeta mogu se složiti u tome kako će mlade snage s područja arhitekture, oblikovanja namještaja i unutrašnjeg prostora, oboružani znanjima s područja komunikacija, ekonomije i poslovanja, u bliskoj budućnosti spremno zauzeti velik dio tržišta ideja.



Slika 9. Seminar *Namještaj u kontekstu* - radovi studenata Odjela za dizajn Fachhochschule Dortmund, Njemačka



Slika 10. Projekt ekološkog namještaja, suradnja University of Applied Arts Schneeberg i ÖkoControl iz Kölna



Slika 11. HfT Stuttgart, Njemačka



Slika 12. Štand University of Applied Sciences Mainz, Njemačka

Već dugo godina na *imm cologneu*, ali i na drugim svjetskim sajmovima, studenti izlažu vlastite projekte i ideje, koje su nerijetko nastale u suradnji s tvrtkama proizvođačima. Zapravo, takvi su projekti u svijetu tradicionalan oblik suradnje sveučilišta i visokih škola s gospodarstvom, pri čemu studenti nerijetko nastavljaju suradnju s određenim tvrtkama, te kao diplomirani dizajneri nastavljaju raditi u njima. Stečena teoretska i praktična znanja produbljuju se i potvrđuju u praksi.

Studenti na *Ambienti 2009*

U usporedbi sa svjetskim projektima i prisustvoivanju škola i fakulteta na međunarodnim sajmovima, prvi korak zagrebačkog Sveučilišta možda je napravljen već na prošlogodišnjoj *Ambienti 2009*, kada se nakon dugog niza godina „pauziranja“ ponovno pojavio



Slika 13. Štand Hochschule Coburg. Fakultät Design Studiengang Innenarchitektur, Coburg, Njemačka



Slika 14. Radna atmosfera pri postavljanju štanda studentskih radova studenata Drvnotehnološkog odsjeka Šumarskog fakulteta, *Ambienta 2009*

Arhitektonski fakultet - Studij dizajna, sa studentskim radovima i modelima te zauzeo neveliko, ali središnje izložbeno mjesto u dijelu paviljona 10a, među domaćim tvrtkama – proizvođačima namještaja koji kao glavnu sirovinu rabe hrvatsko drvo.

Korak u izlaganju studentskih radova napravio je i Šumarski fakultet - Drvnotehnološki odsjek, koji je na prošlogodišnjoj *Ambienti 2009* prvi puta izložio studentske radove na posebnom samostalnom štandu, u paviljonu 8, uz već tradicionalan štand Šumarskog fakulteta u paviljonu 10a. Idejno rješenje štanda, koje su osmislili asistentica Danijela Domljan, dipl. dizajnerica, i student Ivan Littvay, kao i entuzijazam studenata koji su tri dana uzastopno krojili, gradili i postavljali štand (sl. 14) (studenti Ivan Littvay, Irena Sekovanić, Nenad Valdec, Alen Mijoč, Marija Kajapi, Ariana Kruljac, Marko Mijaković, Antun Martinović, Dubravko Grdić, Svjetlana Čolić i Ivan Lozančić, uz vodstvo Danijele Domljan), te radovi i konceptualna rješenja koja su nastala na vježbama iz kolegija Oblikovanje namještaja, Namještaj i opremanje prostora/Interijer i Metodologija industrijskog oblikovanja namještaja (nastavnik prof. dr. sc. Ivica Grbac te asistentice Danijela Domljan, dipl. dizajnerica i mr. sc. Sanja Horvat, dipl. dizajnerica), pokazatelji su da Šumarski fakultet Drvnotehnološki odsjek nimalo ne zaostaje u kreativnim potencijalima mladih naraštaja (sl. 15, 16. i 17).



Slika 15. Postavljen štand studentskih radova studenata Drvnotehnološkog odsjeka Šumarskog fakulteta, *Ambienta 2009*



Slika 16. Detalj štanda, *Ambienta 2009*

Entuzijazma ima, snage i volje također, a vjerujemo da bi i rješenja bila kvalitetnija kad ne bi ostala samo u obliku koncepta na papiru već bi bila izvedena u stvarnosti, barem u obliku modela ili prototipa te implementirana u zadanom prostoru.

Nadamo se da će svi sudionici u skorašnje vrijeme i u našoj zemlji nastavnici na fakultetima sa studentima, dizajneri u praksi, gospodarstvenici i proizvođači u drvnom sektoru, kao i državne institucije i tijela, potencirati međusobnu interdisciplinarnu suradnju te tako sustavno krenuti u ostvarivanje zajedničkih ciljeva – u suradnju kojom i studenti, i dizajneri, i proizvodne drvoprerađivačke tvrtke ostvaruju obostranu korist, pri čemu mladi prezentiraju svoje mogućnosti, znanja i potencijale, a tvrtke, koje će ih jednog dana možda i zaposliti unaprijed pripremaju mlade za ulazak u realni svijet idejne, proizvodne i tržišne konkurencije, u kojoj i tvrtka, ali i država u cjelini, pozicionira svoju nišu na



Slika 17. Detalj štanda, *Ambienta 2009*

domaćoj i međunarodnoj razini. Naznake za takve projekte postoje. Držimo palčeve za njihovo uspješno ostvarenje!

Danijela Domljan, dipl. dizajnerica
Fotografije: Luka Mjeda,
Danijela Domljan, Ivan Littvay

WoodEMA 2009 – Konkurentnost prerade drva i proizvodnje namještaja

Šibenik, 7-9. listopada 2009.

U Šibeniku je od 7. do 9. listopada 2009. godine, u organizaciji Zavoda za organizaciju proizvodnje Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i međunarodnog udruženja za ekonomiku i menadžment u preradi drva i proizvodnji namještaja WoodEMA, i.a., održano međunarodno znanstveno savjetovanje *WoodEMA 2009 - Konkurentnost prerade drva i proizvodnje namještaja*.

Za savjetovanje su prijavljena 23 članka koje su pripremila 42 autora iz sedam europskih zemalja i Sjedinjenih Američkih Država, a savjetovanju su nazočili i gosti iz nekoliko hrvatskih poduzeća. Predavanja su bila podijeljena u četiri sekcije: *Trgovina i marketing* (6 referata), *Ekonomika i investicije* (6 referata), *Kvaliteta i okoliš* (5 referata) te *Menadžment i inovacije* (6 referata). Službeni jezik savjetovanja bio je engleski, pa su sve prezentacije održane na engleskom jeziku.

Uvodnu riječ održao je predstojnik Zavoda za organizaciju proizvodnje, ujedno tajnik WoodEMA udruženja, izv. prof. dr. sc. Denis Jelačić. Nakon toga savjetovanje je otvorio prodekan Šumarskog fakulteta, izv. prof. dr. sc. Radovan Despot.

U prvom je predavanju obrađena tema *Novi identitet drvnih podova iz Srbije u funkciji povećanja konkurentnosti u izvozu na tržište Europske unije*.

Rad je predstavio projekt izrade novog identiteta proizvoda i proizvođača drvnih podova u Srbiji, a pripremili su ga B. Glavonjić, M. Nešić i S. Petrović. Sljedeći referat napisali su V. Kaputa i J. Parobek iz Slovačke, s temom *Želje i zahtjevi kupaca kuća od drvnih panela*. Oni su dali pregled stanja tržišta kuća od drvnih panela i obrazložili što bi trebalo učiniti da se one kupcima učine pristupačnijima. Slično predavanje održali su M. Kitek Kuzman i M. Jošt iz Slovenije, a tema mu je bila *Drvene građevine u Sloveniji*. Autori se nisu bazirali samo na kućama od drvnih panela, već su pozornost usmjerili na sve drvene građevine u Sloveniji, navevši kako slovensko tržište gleda na takve građevine.

Iz Makedonije je stigao članak koji su pripremile Ž. Meloska i V. Efremovska, s temom *Promocija kao izvor konkurentnosti tvrtki za preradu drva i proizvodnju namještaja*. Autorice su dale pregled promotivnih akcija i aktivnosti koje bi trebalo poduzeti kako bi se podigla razina konkurentnosti makedonskih drvoprađivačkih tvrtki. Prezentaciju rada s naslovom *Usporedba drvoprađivačke proizvodnje i potrošnja drvnih proizvoda u Republici Hrvatskoj* održali su domaćini savjetovanja D. Motik i A. Pirc. Oni su dali pregled stanja i trendove potrošnje drvnih proizvoda na hrvatskom tržištu u odnosu prema nekim europskim zemljama. Posljednji referat u prvoj sekciji pripremili su L. Oblak, J. Kropivšek, J. Hrovatin i A. Zupančić iz Slovenije, s temom *Utjecaj odluke o kupnji pri izboru namještaja*. U radu su dali prikaz odnosa pojedinih čimbenika pri odabiru namještaja i analizirali ih.

Druga sekcija, *Ekonomika i investicije*, otvorena je člankom koji su pripremili J. Drabek i M.



Sudionici savjetovanja



Prezentacija izv. prof. dr. Leona Oblaka

Merkova iz Slovačke s temom *Smanjenje investicija u drvoprerađivački sektor u Slovačkoj kao rezultat globalne ekonomske krize*. U članku su dani uzroci i načini smanjenja negativnih utjecaja niže razine investiranja. Članak *Klaster analiza šumarstva i prerade drva u Karpatskoj regiji Ukrajine* napisali su V. Maksymov, O. Kiyko, I. Voitovych i B. Kshyvetsky. Klusterskom analizom komentirali su različite parametre stanja šumarstva i prerade drva u pojedinim regijama Ukrajine. Iz Bugarske je stigao referat koji su pripremili V. Neykov, A. Petkov i V. Todorov s naslovom *Ekonomski aspekti praćenja plantažnog uzgoja u integriranom upravljanju šumama u Bugarskoj*.

Zanimljive veze u hrvatskoj preradi drva i proizvodnji namještaja u svom su referatu predstavile R. Ojurović i V. Gašparić prikazavši kako su formirani klasteri i koja je njihova uloga te opisavši rezultate koji su na tom području dosad postignuti. Rad *Povećanje konkurentnosti u proizvodnji namještaja na temelju načela analize vrijednosti* napisao je M. Potkany iz Slovačke, koji je predstavio načine ekonomske analize konkurentnosti proizvoda na tržištu. Sekcija je zatvorena predavanjem *Pozicioniranje hrvatskih drvoprerađivačkih tvrtki ovisno o poslovnoj uspješnosti*, koje su pripremile K. Šegotić, M. Moro, R. Ojurović i A. Pirc. One su matematičkim modelom pokušale pomoći u vrednovanju položaja hrvatskih tvrtki za preradu drva i proizvodnju namještaja.

Sekciju o kvaliteti i okolišu drugog dana savjetovanja otvorio je referat P. Gejdoša iz Slovačke s naslovom *Vrednovanje kvalitete dobavljača korištenjem softverskog paketa*. O usklađivanju kvalitete drvnih podova iz Srbije s tehničkim normama propisanim u zemljama Europske unije u funkciji povećanja konkurentnosti pisali su B. Glavonjić, M. Nešić, S. Petrović i P. Sretenović. Iz Slovačke je i referat *Upravljanje kvalitetom u jednostavnim organizacijskim strukturama*, koji je održala R. Novakova. Ona se osvrnula na organizacijski aspekt upravljanja i osiguranja kvalitete u tvrtkama za preradu drva i proizvodnju namještaja.

Kakvo je poimanje i prihvaćanje za okoliš prikladnih proizvoda u Slovačkoj prezentirali su H. Paluš i

H. Mat'ova u referatu *Poimanje okolišu prihvatljivih drvnih proizvoda krajnjih kupaca u Slovačkoj*. S iste ustanove iz Slovačke gostovala je i predavačica A. Šatanova, koja je prikazala načine samovrednovanja kao važnog oruđa za održavanje i dosezanje određene razine kvalitete, čime je zaključila rad treće sekcije savjetovanja.

Četvrtu sekciju otvorile su V. Efremovska i Ž. Meloska iz Makedonije, koje su u svom članku govorile o aktivnostima menadžera kao osnovi konkurentnosti tvrtke. Domaćini savjetovanja, K. Bičanić i D. Jelačić, održali su predavanje *Poimanje identiteta kompanije u hrvatskim poduzećima za preradu drva i proizvodnju namještaja*. Prikazali su rezultate istraživanja provedenih u hrvatskim tvrtkama za preradu drva i proizvodnju namještaja. Slično je istraživanje u Slovačkoj provela i prezentirala H. Mat'ova u radu s naslovom *Identitet poduzeća u uvjetima slovačke drvoprerađivačke struke*.

Iz Sjedinjenih Američkih Država stigao je članak koji je prezentirao R. Vlosky. On se u svom radu bavio optimizacijom lanca dobavljača, potpomognutoga informacijskom tehnologijom u drvoprerađivačkoj industriji SAD-a. Prikazao je različite modele i njihovu uspješnost na tržištu Sjedinjenih Država. O svom radu *Kvalifikacijska struktura u slovenskim drvoprerađivačkim tvrtkama* govorili su J. Kropivšek, L. Oblak, P. Grošelj i A. Zupančič. Predočili su koliko je kvalifikacijska struktura u Sloveniji zadovoljavajuća i kakva je njezina konkurentnost u odnosu prema zemljama Europske unije. Rad posljednje sekcije svojim su člankom *Usporedba informacijskih sustava SWOT analizom* zatvorili V. Demoč i P. Alač.

Tijekom trodnevnog druženja u Šibeniku održana je i Generalna skupština međunarodnog udruženja za ekonomiku i menadžment u preradi drva i proizvodnji namještaja WoodEMA, i.a. To je ujedno bila i izborna skupština jer je predsjedniku, potpredsjedniku i Upravnom odboru mandat istekao krajem 2009. godine. Za novog predsjednika izabran je doc. dr. sc. Hubert Paluš iz Zvolena (Slovačka). Novim potpredsjednikom od 1. siječnja 2010. godine postao je izv. prof. dr. sc. Darko Motik (Zagreb, Hrvatska), a u Upravni odbor ušli su prof. dr. sc. Richard Vlosky (Louisiana, SAD), izv. prof. dr. sc. Leon Oblak (Ljubljana, Slovenija) i izv. prof. dr. sc. Branko Glavonjić (Beograd, Srbija). Za glavnog tajnika udruženja ponovno je izabran izv. prof. dr. sc. Denis Jelačić.

Uz vrlo bogat radni program savjetovanja i rada, tijekom trodnevnog boravka u Šibeniku sudionici su se aktivno družili, a organiziran je i izlet u Nacionalni park Krka. Savjetovanje je zatvorio domaćin, izv. prof. dr. sc. Denis Jelačić, a 2010. godine organizator tog međunarodnog savjetovanja bit će Zvolen, Slovačka.

izv. prof. dr. sc. Denis Jelačić

Mr. sc. Zoran Vlaović obranio doktorski rad



Mr. sc. Zoran Vlaović, dipl. ing., obranio je 4. prosinca 2009. godine na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu disertaciju *Činitelji udobnosti uredskih stolica* pred povjerenstvom u sastavu: prof. dr. sc. Boris Ljuljka, profesor emeritus (Šumarski fakultet), prof. dr. sc. Ivica Grbac, redoviti profesor (Šumarski fakultet) i prof. dr.

sc. Budimir Mijović (Tekstilno-tehnološki fakultet) i time stekao akademski stupanj doktora znanosti s područja biotehničkih znanosti, znanstvenog polja drvne tehnologije, grane konstruiranja i oblikovanja proizvoda od drva. Mentor rada bio je prof. dr. sc. Ivica Grbac.

PODACI IZ ŽIVOTOPISA

Zoran Vlaović rođen je 6. kolovoza 1975. godine u Novoj Gradiški. Osnovnu školu pohađao je u Rugvici, a srednju *Tehničku školu Ruđera Boškovića*, gdje je stekao zvanje tehničara za elektrotehniku, u Zagrebu. Godine 2000. završio je studij na Šumarskom fakultetu i stekao naziv diplomiranog inženjera drvne tehnologije. Tijekom studija surađivao je u stručnome i znanstvenom radu Zavoda za konstrukcije i tehnologiju proizvoda od drva. Nakon studija odslužio je vojni rok, a u srpnju 2001. godine zaposlio se u Donjoj Reci kod Jastrebarskog, u tvornici Palma, d.o.o., gdje je kao kontrolor kvalitete gotovih proizvoda radio dva mjeseca. Od 3. rujna 2001. godine radi na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, u tadašnjem Zavodu za konstrukcije i tehnologiju proizvoda od drva, danas Zavodu za namještaj i drvne proizvode. U studenome iste godine upisao je poslijediplomski znanstveni studij s područja tehnologije finalnih proizvoda na Šumarskom fakultetu u Zagrebu. Zaposlen je kao znanstveni novak na znanstvenim projektima MZOŠ-a: 068012 *Trajnost i modifikacija površine drva* (2001-2002), 0068134 *Namještaj za sigurno, zdravo i udobno sjedenje i ležanje* (2002-2006) i 068-0680720-0708 *Razvoj proizvoda od drva s ciljem očuvanja zdravlja* (od 2007). Magistarski znanstveni rad *Istraživanje udobnosti uredskih radnih stolica* obranio je 14. srpnja 2005, čime je stekao akademski stupanj magistra biotehničkih znanosti.

Nastavni rad započinje na mjestu mlađeg asistenta na predmetu Drvne konstrukcije, a potom na mjestu asistenta za predmete Konstrukcije proizvoda od drva, Ojastučeni namještaj, Oblikovanje i konstruiranje računalom, Osiguranje kakvoće finalnih proizvoda, Konstruk-

cije proizvoda od drva II i Konstrukcije proizvoda od drva III, te za predmete Konstrukcije drvnih proizvoda na Studiju dizajna Arhitektonskog fakulteta u Zagrebu i Konstruiranje proizvoda od drva u sklopu dislociranoga Stručnog studija drvne tehnologije u Virovitici.

Član je Hrvatskoga šumarskog društva, Hrvatskoga ergonomijskog društva i Tehničkog odbora za namještaj te član Skupštine Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije.

Aktivno sudjeluje na inozemnim i domaćim međunarodnim znanstvenim i stručnim skupovima i seminarima. U suautorstvu je objavio 13 znanstvenih radova, od kojih su dva izvorna i dva prethodna priopćenja s područja konstrukcija, ergonomije, udobnosti i kvalitete namještaja, osam stručnih radova te sedam radova iz kategorije izvještaja sa sajmova namještaja i drugih stručnih događaja.

Od početka rada na Drvnotehnološkom odsjeku Šumarskog fakulteta radi u Laboratoriju za ispitivanje namještaja i dijelova za namještaj kao ispitivač, od 2004. godine postaje voditeljem ispitivanja ojaštuenog namještaja i ležaja-madraca, a od 2006. godine postaje voditeljem ispitivanja kvalitete u sustavu budućega akreditiranog ispitnog laboratorija. Pohađao je seminare *Ustrojstvo laboratorija prema HRN EN ISO/IEC 17025* (2002. i 2007), u organizaciji Državnog zavoda za normizaciju i mjeriteljstvo u Centru za transfer tehnologija pri Fakultetu strojarstva i brodogradnje u Zagrebu te *Unutrašnje neovisne ocjene u laboratorijima* (2004) i *Mjerna nesigurnost za praktičare* (2009), u organizaciji Hrvatskoga mjeriteljskog društva. U sklopu programa *Leonardo da Vinci* 2002. godine, u organizaciji Šolskog centra Novo Mesto iz Slovenije i tvornice EMCO Hallein iz Austrije, sudjelovao je na stručnom seminaru *Uvođenje CNC tehnologije na području obrade drva*. Tijekom rada na projektu *Razvoj proizvoda od drva s ciljem očuvanja zdravlja* boravio je 2009. godine u laboratoriju za ispitivanje materijala i namještaja tvornice *Himolla Polstermöbel* Taufkirchen u Njemačkoj. Aktivno se služi engleskim jezikom u pismu i govoru te njemačkim jezikom.

PRIKAZ DISERTACIJE

Disertacija mr. sc. Zorana Vlaovića, dipl. ing. s naslovom *Činitelji udobnosti uredskih stolica* sastoji se od 277 stranica teksta u koji je uključeno 86 slika, 105 tablica i 76 grafikona. Uz 138 navoda citirane literature i 129 navoda studijske literature nalaze se i prilozi s primjerima anketnih upitnika i rezultatima provedenih mjerenja, čime ukoričeni rad doseže 356 stranica. Disertacija je podjeljena na osam dijelova:

1. *Uvod*, 6 stranica,
2. *Dosadašnja istraživanja*, 86 stranica,
3. *Materijali i metode rada*, 43 stranice,
4. *Rezultati istraživanja*, 119 stranica,
5. *Rasprava*, 18 stranica,
6. *Zaključak*, 5 stranica,
7. *Literatura*, 13 stranica,
8. *Prilozi*, 39 stranica.

Pokusi koji su osnova rada i istraživanja izvođeni su na ispitnim poligonima: Ericsson Nikola Tesla, d.d. Zagreb; Croatia osiguranje, d.d. Zagreb; INA – Industrija nafte, d.d., Zagreb i Šumarski fakultet Zagreb, te u laboratorijima Šumarskog fakulteta, u Zavodu za namještaj i drvene proizvode (Laboratorij za ispitivanje namještaja i dijelova za namještaj) te u laboratoriju za ispitivanje materijala tvrtke Himolla Polstermöbel GmbH, Taufkirchen/Vils u Njemačkoj.

1. Uvod

U uvodu je opisano sjedenje i sve njegove značajke, posebno sjedenje u uredu, u usporedbi sa sjedenjem u automobilu i drugdje. Nadalje, navedeni su razlozi odabira teme istraživanja, problemi i ciljevi te opisana struktura rada. Postavljena je hipoteza istraživanja, koja glasi da je subjektivnim procjenjivanjem udobnosti stolica moguće procijeniti koja je stolica našem tijelu najudobnija i ti se rezultati procjene mogu potvrditi objektivnim mjerenjima iznosa i raspodjele tlakova, vodljivosti topline i vlage te mehaničkih svojstava sjedala. Uz relativno kratkotrajno sjedenje na stolici prekrivenoj mjernom prostirkom (ili osjetilima za temperaturu i vlagu) moguće je odrediti vrstu i kvalitetu sjedala, što bi dalo jednako dobre rezultate kao i subjektivno ocjenjivanje uz pomoć upitnika o mišljenju i osjećaju korisnika. Nakon više takvih pristupa stvorila bi se baza podataka međudjelovanja subjektivnih i objektivnih vrijednosti te odredili činitelji koji daju najveći stupanj povezanosti u procesu određivanja udobnosti, a njegovim vrednovanjem u postupku procjenjivanja udobnosti sjedala i stolica mogla bi se odabrati najprikladnija. Na taj bi se, razumno pouzdan način, odabir stolice za pojedinog korisnika mogao kvalitetno i objektivno provesti uz najmanji rizik i sumnju u dobar izbor, što u konačnici može dovesti do znatne uštede vremena i sredstava za nabavu radnih stolica.

2. Dosadašnja istraživanja

Poglavlje o dosadašnjim istraživanjima drugo je poglavlje disertacije, u kojemu su u šest potpoglavlja obuhvaćeni biomehanika i ergonomija sjedenja, činitelji udobnosti i neudobnosti sjedenja, raspodjela tlakova pri sjedenju, toplinska udobnost, materijali ojaštavanja te ocjena dosadašnjih istraživanja.

3. Materijali i metode rada

U poglavlju *Materijali i metode rada*, koje je podijeljeno na tri dijela prikazani su ispitanici, uzorci i metode istraživanja. U prva dva dijela opisane su osobine i struktura ispitanika s obzirom na starost, visinu, masu i raspored provedbe istraživanja te način odabira uzoraka, s detaljnim tehničkim opisom i karakteristikama

svakog modela stolice. Treći dio donosi prikaz metoda primijenjenih u pokusima – subjektivnih i objektivnih, koje se odnose na ocjenjivanje udobnosti i neudobnosti stolica prema osjećaju korisnika, mjerenje raspodjele i iznosa tlakova mjernom prostirkom, procjene toplinske udobnosti sjedenja, istraživanje temperature i relativne vlage pri sjedenju te ispitivanje mehaničkih svojstava materijala ojaštavanja.

Slijed istraživanja bio je:

- a) odabir osnovnih modela stolica-uzoraka na temelju prethodnih istraživanja i iskustava te priprema potpuno novih konstrukcija sjedala uredskih stolica,
- b) priprema uzoraka za istraživanje (grupiranje i označavanje šiframa),
- c) provedba eksperimenata na tri lokacije ispitnih poligona
 - popunjavanje upitnika o subjektivnom osjećaju udobnosti,
 - popunjavanje upitnika o subjektivnom osjećaju toplinske udobnosti,
 - mjerenje raspodjele i iznosa tlakova objektivnom metodom,
- d) prikupljanje i obrada podataka,
- e) analiza podataka,
- f) provedba eksperimenta o toplinskoj udobnosti objektivnom metodom,
- g) prikupljanje i obrada podataka o toplinskoj udobnosti,
- h) analiza podataka o toplinskoj udobnosti,
- i) donošenje zaključaka na osnovi rezultata istraživanja.

4. Rezultati istraživanja

U tom je poglavlju autor nastojao sustavno prikazati rezultate i analizirati ih u zaokruženim i logički obrađenim cjelinama. To je važno poglavlje podijeljeno na pet dijelova (*Rezultati ocjenjivanja udobnosti stolica prema osjećaju korisnika*, *Rezultati istraživanja iznosa i raspodjele tlakova pri sjedenju*, *Rezultati procjene termalne udobnosti sjedenja*, *Rezultati istraživanja temperature i relativne vlage pri sjedenju* te *Rezultati ispitivanja mehaničkih svojstava PU materijala ojaštavanja*) koji sustavno prate slijed pokusa istraživanja u kojima je autor svaku temu prikazao relevantnim rezultatima i odmah ih analizirao, dok se u šestom potpoglavlju (*Udobnost novih konstrukcija sjedala*) nalaze grafički prikazi provedenih eksperimenata u obliku svojevrsnoga grafičkog sažetka dobivenih rezultata.

5. Rasprava

Slijedi rasprava o dobivenim rezultatima, o problemima koji su se pojavljivali tijekom pokusa, o opažanjima pri provedbi pokusa, o planiranome i provedenom dijelu istraživanja. I to je poglavlje podijeljeno na pet dijelova koji logički prate sve pokuse disertacije, a koji na sustavan način omogućuju praćenje cjelokupnog istraživanja.

6. Zaključak

Zaključak je šesto, zadnje poglavlje. U njemu se navode osnovna dostignuća rada izvedena iz rezultata

istraživanja i rasprave o njihovu značenju. Iako su zaključci na prvi pogled nedovoljno jednoznačni, oni su odraz kompleksnosti problema, višeznačnosti dobivenih rezultata i pokušaja adekvatne interpretacije znanstvene istine. Zaključci nedvojbeno navode novostečena znanja i njihovu vrijednost za primjenu u razvoju novih konstrukcija stolica i sjedala koje bi mogle poboljšati radne uvjete korisnika. Zaključci, tj. dosezi disertacije su sljedeći.

- Na temelju subjektivnih procjena ispitanika o udobnosti i neudobnosti može se zaključiti da su stolice uključene u istraživanje ocijenjene više kao udobne nego kao neudobne.
- Razlike među sjedalima subjektivnim procjenama postoje i razlučive su unatoč velikoj sličnosti u dizajnu stolica.
- Debljina materijala, odnosno konstrukcija sjedala i njegova debljina važni su činitelji udobnosti.
- S obzirom na položaj sjedenja kao činitelj udobnosti, ne postoji razlika u vrijednostima tlakova, mase i površine sjedenja u međusobnoj usporedbi dvaju položaja sjedenja – kad je korisnik nagnut prema naprijed i kad je naslonjen na naslon.
- Mjera najvišeg tlaka u procjenama udobnosti nije vjerodostojna jer je taj tlak posljedica pritiska na samo jedan ili nekoliko senzora ispod sjednih kostiju.
- Sa stajališta procjene toplinske udobnosti sve su stolice glede osjećaja topline na njima ocijenjene neutralno. Nešto toplijima procijenjeni su osjeti ispod stražnjice i bedara, a nešto hladnijima osjeti na leđima, što je razumljivo s obzirom na mrežastu konstrukciju naslona za leđa.
- Toplinska udobnost sjedala i naslona pozitivno je povezana s osjećajem udobnosti na svim promatranim stolicama, a najviša je u modela s naslonom koji nije bio od uokvirene mreže.
- U stolica s ispunom sjedala od hladno lijevane PU spužve na površini sjedala temperature postaju više od onih izmjerenih na drugim konstrukcijama. Isto se događa i s relativnom vlagom.
- Neudobnost nije povezana s mehaničkim svojstvima materijala, dok je udobnost u gotovo svim promatranim primjerima djelomično povezana s mehaničkim svojstvima materijala.
- Visco-elastična PU spužva vrlo je “problematična” za primjenu u sjedalima jer njezina debljina i svojstva mogu bitno utjecati na ponašanje ojaštucenja u mehaničkome i subjektivnom smislu.

OCJENA DISERTACIJE

Disertacija mr. sc. Zorana Vlaovića, dipl. ing. *Činitelji udobnosti uredskih stolica* obrađuje metode istraživanja udobnosti tzv. subjektivnim i objektivnim pristupom, na temelju mišljenja i osjećaja korisnika te uz pomoć mjerne opreme kojom su obavljena mjerenja raspodjele i iznosa tlakova, površine sjedenja i opterećenja na sjedalo stolice te mjerenja temperature i relativne vlage na sjedalima i u njihovoj strukturi. Obavljeni su i pokusi radi mjerenja fizičkih i mehaničkih svojstva materijala ugrađenih u sjedala. Rezultati i podaci dobiveni provedenim pokusima statistički su obrađeni s ciljem dobivanja konačnih zaključaka. Pokusi u koje je uloženo mnogo truda provedeni su dobro i savjesno, pa je njihov rezultat obilje podataka na kojima se temelje diskusija i zaključci.

Veliku pozornost kandidat je pridao odabiru uzoraka, čiji se izbor temeljio na prethodno obavljenim istraživanjima o sukladnosti s normama kako bi se izbjegli neprihvatljivi uzorci.

Neke pretpostavke s početka istraživanja nisu potvrđene, ali je cilj ostvaren i svrha ispunjena. Rad je donio niz novih spoznaja na području ispitivanja subjektivne i objektivne udobnosti i kvalitete uredskih radnih stolica i njihova međudjelovanja. Tim novim, znanstveno utemeljenim spoznajama, rad je potvrdio postavljenu hipotezu, dao značajan prilog istraživanjima udobnosti sjedenja na radnome mjestu, kao i pouzdanosti interpretacije rezultata ispitivanja udobnosti i njezinih činitelja. Naznake budućih istraživanja obećavaju i daljnji uspješni angažman autora na tom važnom i zanimljivom području znanosti u sklopu istraživanja namještaja i njegovih konstrukcija. Mnogim novim znanstveno utemeljenim spoznajama rad je vrijedan prilog istraživanjima konstrukcija i kvalitete namještaja, posebno konstrukcija i kvalitete uredskoga radnog namještaja za sjedenje, s ciljem zadovoljenja krajnjeg korisnika. Provedena istraživanja smjernice su za oblikovanje “zdravoga” uredskog radnog mjesta i rješavanje problema sjedenja uopće. Rad je osnova za buduća interdisciplinarna istraživanja na području medicine namještaja i vrijedan je znanstveni doprinos stručnoj praksi.

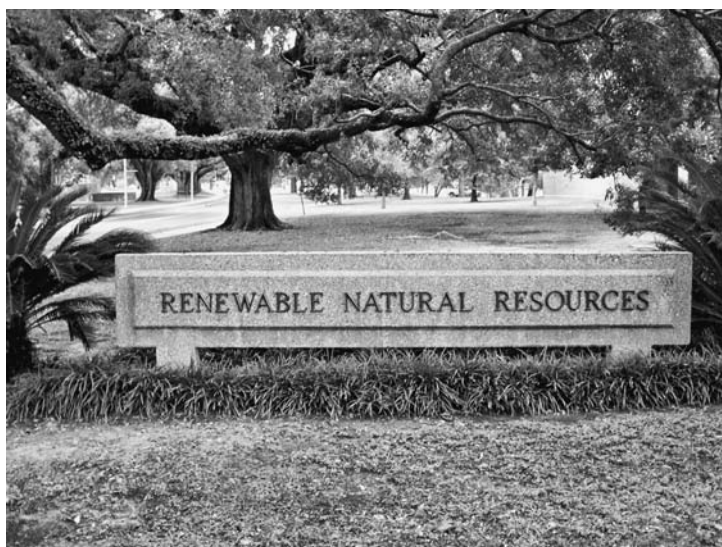
prof. dr. sc. Ivica Grbac

Primjer dobre suradnje sveučilišta i zaklada za sufinanciranje istraživačkih projekata mladih znanstvenika

U razdoblju od 10. rujna do 15. prosinca 2009. zajedničkom suradnjom Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i Centra za razvoj šumskih proizvoda Škole za obnovljive prirodne resurse iz Poljoprivrednog centra Sveučilišta u Louisiana (Louisiana Forest Products Development Center – School of Renewable Natural Resources, Louisiana State University Agricultural Center u Baton Rougeu, Louisiana) SAD, provedena je istraživačka studija pod naslovom *Innovation in the U. S. furniture industry* (Inovacije u industriji namještaja SAD-a).

U navedenom razdoblju Andreja Pirc, dipl. ing. drv. teh., znanstvena novakinja na Zavodu za organizaciju proizvodnje, sudjelovala je u provedbi spomenute studije na Louisiana State University u sklopu čega je napravljeno opsežno istraživanje. Studija je provedena s ciljem definiranja načina na koji unutarnji i vanjski elementi tvrtki za proizvodnju namještaja mogu utjecati na razvoj novih ili poboljšanje postojećih proizvoda te proizvodnih i poslovnih procesa. U studiji se također nastojalo istražiti kako inovacija proizvoda, inovacija procesa i inovacija poslovanja tvrtke može utjecati na poboljšanje konkurentnosti tvrtke, što je danas, u vrijeme





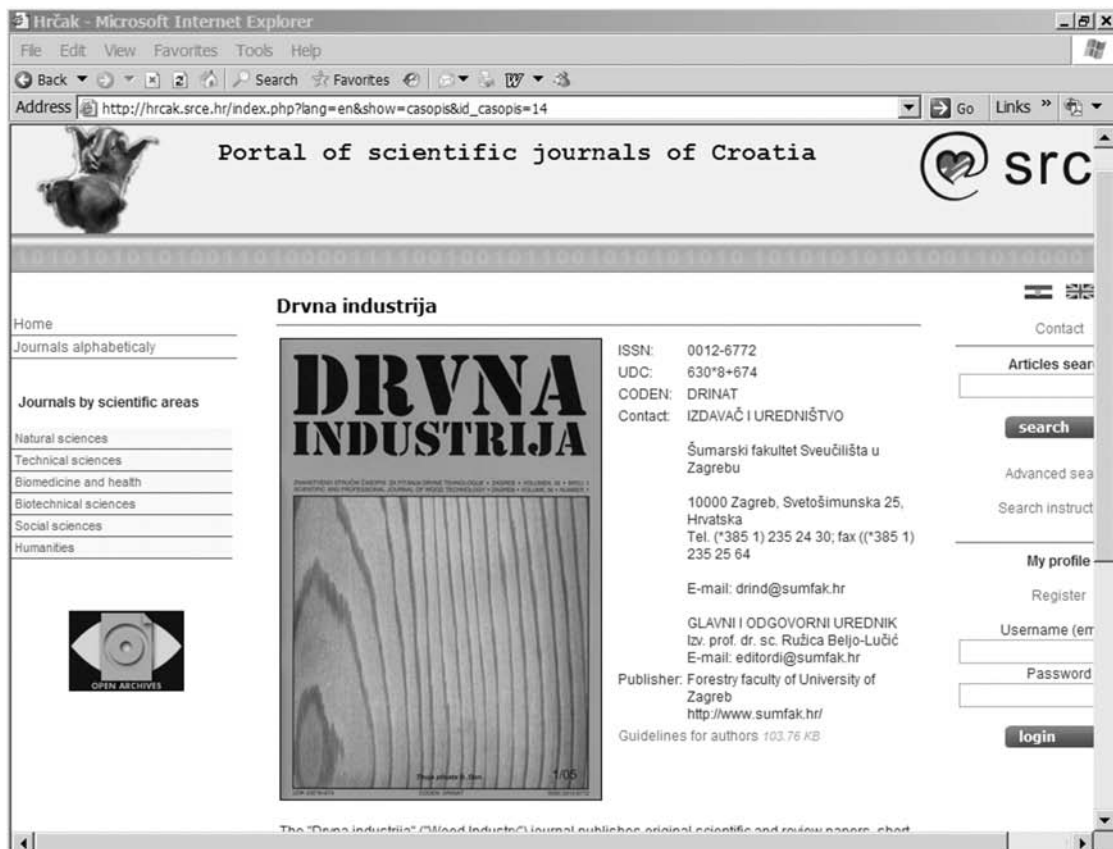
recesije i krize, velik problem, kako u Hrvatskoj, tako i velikim državama poput SAD-a. Od ukupno 430 predviđenih tvrtki za proizvodnju namještaja, kojima je obuhvaćeno cijelo područje SAD-a, anketni je upitnik dobilo 315 njih. Analiza navedene problematike obavljena je na temelju 74 valjana uzorka. Na osnovi prove-

dene metode prikupljanja podataka dobiveni su rezultati istraživanja koje znanstvena novakinja Andreja Pirc sa suradnicima ima namjeru objaviti u relevantnom znanstvenom časopisu, te će znanstvena javnost uskoro biti upoznata s rezultatima tog istraživanja.

Istraživanje i provedbu projekta ne bi bilo moguće ostvariti bez financijske pomoći Nacionalne zaklade za znanost, školstvo i tehnološki razvoj Republike Hrvatske te Zaklade Unity Through Knowledge Fund (Jedinstvo uz pomoć znanja). Suradnja voditelja projekta s obje navedene zaklade bila je više nego uspješna te bi ovaj primjer trebao potaknuti mlade znanstvenike, suradnike, asistente i znanstvene nova-

ke, kako Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, tako i mlade znanstvenike ostalih institucija, na suradnju i iskorištavanje mogućnosti koje im te zaklade pružaju.

izv. prof. dr. sc. Darko Motik



Portal of scientific journals of Croatia

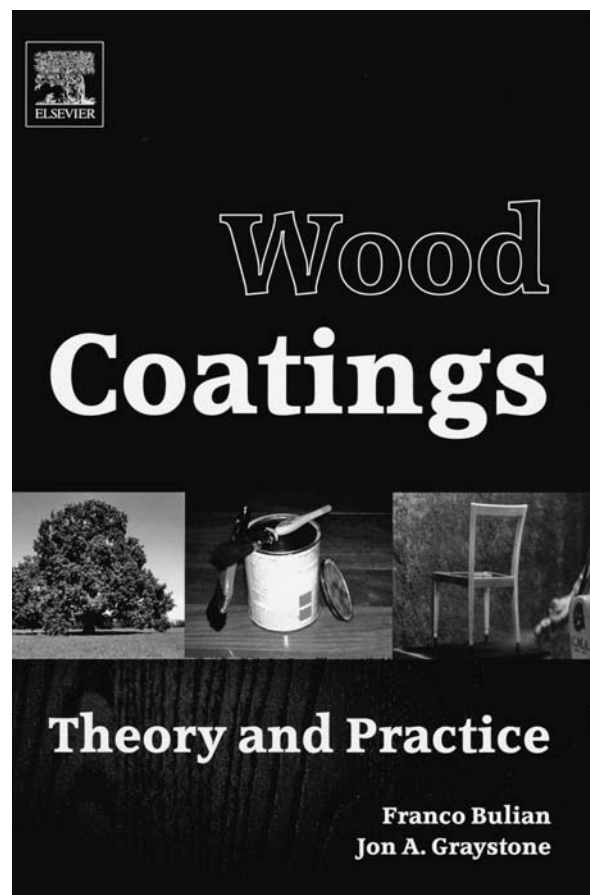
<http://hrcak.srce.hr/>

Osvrt na knjigu F. Buliana i J. A. Graystonea *Wood Coatings: Theory and Practice*

Franco Bulian i Jon A. Graystone autori su knjige *Wood Coatings: Theory and Practice* (u prijevodu *Premazi za drvo: teorija i praksa*) koja je nedavno izašla u izdanju Elsevier. Autori su vrsni stručnjaci na području premaza za drvo. Jon A. Graystone glavni je znanstvenik u PRA (Paint Research Establishment) s pedesetogodišnjim iskustvom u industriji premaza koje obuhvaća 37 godina rada u ICI Paints (danas dio tvrtke Akzo Nobel). Jon A. Graystone ima golemo iskustvo u istraživanju i razvoju premaza za drvo, a trenutačno se najviše bavi predviđanjem trajnosti premaza i recepturama.

Franco Bulian zamjenik je direktora i voditelj Kemijskog odsjeka instituta CATAS, najvećega talijanskog instituta na području drva i namještaja, te profesor Sveučilišta u Trstu. Autori su u knjizi obradili teme koje mogu biti zanimljive studentima, ljudima koji se bave recepturama premaza za drvo, arhitektima, onima koji razvrstavaju premaze te korisnicima premaza za drvo u kućnoj primjeni (tipa "uradi sam") i u industrijskoj primjeni. Poglavlja u knjizi zasebne su cjeline s citiranom literaturom i ne moraju se čitati redosljedom kojim su tiskana.

Knjiga je podijeljena na deset poglavlja. U prvom poglavlju, *Tržišta za drvo i drvne premaze (Markets for wood & wood-coatings)*, autori govore o potrošnji drva, objašnjavaju pojam dekorativnih premaza i njihovu uporabu, obrađuju industrijske premaze za drvo, problematiku potrošnje premaza za drvo na području drvnih proizvoda za graditeljstvo, potrošnje premaza u proizvodnji namještaja, parketa i drvenih podova te navode glavne proizvođače industrijskih i dekorativnih premaza za drvo. U tom poglavlju obrađen je i utjecaj ekoloških propisa na tržište dekorativnih i industrijskih premaza za drvo i tehnologiju površinske obrade. U drugom poglavlju s naslovom *Drvo i podloge na bazi drva (Wood and Wood-Based substrates)* čitatelji mogu upoznati kemijski sastav drva, morfologiju drva, biodegradaciju drva, modificirano drvo, boju drva, drvne ploče i materijale za oplemenjivanje drva (furnire, folije i laminate). Kao dodatak ovom poglavlju opisane su neke važnije vrste drva. U trećem poglavlju, *Sirovine za drvne premaze (1) – sastojci koji tvore film (Raw Materials for Wood Coatings (1) – Film Formers)*, opisani su sastojci prirodnog podrijetla (sušiva ulja i modificirana sušiva ulja, prirodne smole i modificirane pri-



rodne smole, derivati celuloze) i sastojci sintetičkog podrijetla (alkidi, poliuretani, amino-smole, poliesteri, akrilne smole, vinilne smole, epoksidne smole). Vodotopljiva veziva i filmogeni materijali u poglavlju su zasebno opisani (vodotopljivi alkidi i poliesteri, emulgirani alkidi, vodotopljive akrilne smole, vodotopljivi dvokomponentni izocijanatni sustavi, vodene poliuretanske disperzije). Otapala, aditivi i bojila za drvne premaze detaljno su obrađeni u četvrtom poglavlju, *Sirovine za drvne premaze (2)*. *Razredba i formuliranje premaza za drvo (Classification and Formulation of Wood Coatings)* naslov je petog poglavlja knjige u kojemu je opisana razredba (klasifikacija) premaza prema generičkoj vrsti i funkcionalnosti premaza. Opisane su faze dobivanja premaza i svojstva mješavine, npr. omjer pigment – vezivo, grafički prikaz formulacije premaza te važnost podataka o formulaciji za korisnike. U

šestom poglavlju s naslovom *Svojstva premaza za drvo – ispitivanje i karakterizacija (Properties of Wood Coatings – Testing and Characterisation)* obuhvaćena su ispitivanja tekućih lakova (sadržaj suhe tvari, sadržaj pigmenta, gustoća, određivanje hlapljivih organskih tvari), svojstva vezanih za nanošenje lakova (viskoznost, otvoreno vrijeme, minimalna temperatura stvaranja filma, vrijeme sušenja), svojstva vezanih za izgled suhog filma (transparentnost, boja, sjaj). U tom su poglavlju opisani postupci ispitivanja općih svojstava premaza poput debljine filma, adhezije, površinske tvrdoće, ljeplivosti (blokiranja); ispitivanja prirodnoga i umjetnog starenja, propusnosti za vodu, otpornosti prema biološkoj razgradnji za vanjske premaze i ispitivanje otpornosti na mehanička naprezanja te fizički i kemijski utjecaji na premaze u interijeru. U poglavlju *Potrebe tržišta i korisnika (1) – arhitektonski (dekorativni) premazi (Market Needs and End Users (1) – Architectural (Decorative) Wood Coatings)* autori ističu osnovne razlike između arhitektonskih (dekorativnih) i industrijskih premaza, daju osnove za izbor i formuliranje dekorativnih premaza za vanjsku primjenu i dekorativnih premaza za primjenu u interijeru. Trajnost vanjskih premaza za drvo i čimbenici koji na nju utječu također su obrađeni u poglavlju. U sljedećem poglavlju, *Potrebe tržišta i korisnika (2) – Industrijski premazi za drvo (Market Needs and End Uses (2) – Industrial Wood Coatings)* prikazane su osnove industrijske površinske obrade proizvoda za graditeljstvo i čimbenici koji na nju utječu, industrijska površinska obrada namještaja i čimbenici koji na nju utječu te

površinska obrada drvenih podova. *Operativna gladišta premaza za drvo: Nanošenje i priprema podloge (Operational Aspects of Wood Coatings: Application and Surface Preparation)* naslov je devetog poglavlja knjige. U poglavlju su opisani kriteriji kojima je moguće procijeniti proces nanošenja premaza poput kvalitete, količine nanosa, produktivnosti, djelotvornosti nanošenja i sl. Obradene su kontaktne metode nanošenja premaza i metode raspršivanja, kao i postupci pripreme površine. U posljednjem poglavlju, *Tvorba filma: sušenje i otvrdnjavanje (Film Formation: Drying and Curing)* autori detaljno objašnjavaju fizičko sušenje otapalnih lakova, vodenih otopina i emulzija, stvaranje filma u praškastim lakovima, kemijsko otvrdnjavanje filmova te navode primjere različitih tehnologija otvrdnjavanja lakova. U poglavlju su detaljno opisani i industrijski procesi sušenja lakova te industrijska oprema za sušenje.

Knjiga obuhvaća niz podataka iz najnovije literature vezane za naslove pojedinih poglavlja, te iz najnovijih zakonskih propisa i normi s područja premaza za drvo i zaštitu okoliša. Knjiga je zasigurno odličan izvor informacija studentima drvne tehnologije, proizvođačima premaza za drvo, tehničarima u laboratorijima, inženjerima drvne tehnologije u praksi, arhitektima i svima koji proizvode ili se koriste premazima za drvo odnosno odlučuju o izboru tih premaza za vanjsku ili unutrašnju primjenu.

prof. dr. sc. Vlatka Jirouš-Rajković

BIBLIOGRAFIJA ČLANAKA, STRUČNIH INFORMACIJA I IZVJEŠTAJA OBJAVLJENIH U "DRVNOJ INDUSTRIJI" U VOLUMENU 60 (2009), UDK I ODK

630*79 Ekonomska i organizacijska pitanja drvne industrije

Vlosky, R.; Gazo, R.; Cassens, D.; Perera, P.: Promjene shvaćanja postupka certificiranja proizvođača finalnih proizvoda od drva u Sjedinjenim Američkim Državama od 2002. do 2008. godine, br. 2, str. 89-94.

Potkány, M.; Hitka, M.: Upotreba kontribucijske mreže u sustavu troškova u proizvodnji dijelova za obradu drva, br. 2, str. 101-110.

Bičanić, K.; Jelačić, D.; Gašparić, V.; Carev-Laškanin, V.; Kocbek-Nižetić, M.: Identitet poduzeća u preradi drva i proizvodnji namještaja Republike Hrvatske, br. 3, str. 145-153.

Varga, M.; Csanády, E.; Kocsis, Z.; Koppány Kovács, Z.: Simulacija u drvnoj industriji. Dio 1., br. 3, str. 177-182.

Koprolčec, M.; Greger, K.; Pirc, A., Moro, M.: Osiguranje imovine kao rizik u poslovanju drvnog sektora, br. 4, str. 235-243.

630*81 Drvo, kora i svojstva

Trajković, J.; Šefc, B.: Uz sliku s naslovnice (*Samanea saman*), br. 1, str. 69-70.

Trajković, J.; Šefc, B.: Uz sliku s naslovnice (*Terminalia bialata* Steudel), br. 2; str. 129.

Trajković, J.; Šefc, B.: Uz sliku s naslovnice (*Cinnamomum camphora* Nees et. Eberm.), br. 3, str. 191.

Trajković, J.; Šefc, B.: Uz sliku s naslovnice (*Podocarpus* spp. Manio), br. 4, str. 262.

630*812.144 Kalorijska vrijednost

Erakhrumen, A.A.: Procjena veličine utjecaja dvaju bitnih svojstava ogrjevnog drva na primjenu nekih vrsta drva u agrošumarstvu jugozapadne Nigerije, br. 4, str. 209-218.

630*812.23 Utezanje i bubrenje

Šefc, B.; Trajković, J.; Hasan, M.; Katović, D.; Bischof Vukušić, S.; Frančić, M.: Stabilnost dimenzija drva modificiranoga limunskom kiselinom uz različite katalizatore, br. 1, str. 23-26.

630*812.4; 630*812.7 Čimbenici koji utječu na svojstva drva; Mehanička svojstva drva

Horman, I.; Martinović, D.; Hajdarević, S.: Metoda konačnih volumena za analizu naprezanja i deformacija u drvu, br. 1, str. 27-32.

630*812.534 Proizvodi od drva tretirani usporivačima gorenja

Jirouš-Rajković, V.; Miklečić, J.: Usporivači gorenja drva, br. 2, str. 111-121.

630*812.733 Otpornost na abraziju

Welzbacher, C.R.; Brischke, C.; Rapp, A.O.; Koch, S.; Hofer, S.: Ponašanje termički modificiranog drva u vanjskim uvjetima primjene – trajnost, abrazija i izgled, br. 2, str. 75-82.

630*822.03 Povijest i razvoj pila

Bomba, J.: Pilanarstvo u Republici Češkoj, br. 3, str. 167-175.

630*822.04 Gustoća, fizikalna svojstva drvnih čestica, vrijednosti

Čavlović, A.; Beljo Lučić, R.; Bešlić, I.; Jug, M.; Ištvančić, J.: Korekcijski faktor uređaja za kontinuirano određivanje masene koncentracije lebdećih drvnih čestica fotometrijskom metodom, br. 1, str. 33-42.

623*823.11 Elementarna istraživanja rezanja drva

Škaljić, N.; Beljo Lučić, R.; Čavlović, A.; Obučina, M.: Utjecaj posmične brzine i vrste drva na hrapavost obrađene površine, br. 4, str. 229- 234.

630*824.1 Oblici spojeva u drvu

Prekrat, S.; Španić, N.: Znanstvene metode određivanja drvnih konstrukcija kutnih sustava, br. 4, str. 245-251.

630*824.4 Spajanje i sklapanje

Župčić, I.; Mihulja, G.; Govorčin, S.; Bogner, A.; Grbac, I.: Zavarivanje termički modificirane grabovine, br. 3, str. 161-166.

630*824.52 Svojstva lijepljenja

Lojen, A.; Mihulja, G.; Župčić, I.; Bogner, A.: Usporedba udjela lomne površine po drvu analizirane računalom i procjenom prema normi ISO 6238 pri ispitivanju kvalitete lijepljenja, br. 2, str. 95-100.

630*831.1 Drvo za ogrjev

Erakhrumen, A. A.: Procjena veličine utjecaja dvaju bitnih svojstava ogrjevnog drva na primjenu nekih

vrsta drva u agrošumarstvu jugozapadne Nigerije, br. 4, str. 209-218.

630*832 Pilane, njihove funkcije i proizvodi

Bomba, J.: Pilanarstvo u Republici Češkoj, br. 3, str. 167-175.

630*832.1 Pilane i blanjalice

Sedivka, P.: Procjena tehničke učinkovitosti proizvodnih tehnologija u češkim pilanama, br. 4, str. 197-207.

630*832.17 Zagađenje i njegova kontrola

Čavlović, A.; Beljo Lučić, R.; Bešlić, I.; Jug, M.; Ištvančić, J.: Korekcijski faktor uređaja za kontinuirano određivanje masene koncentracije lebdećih drvnih čestica fotometrijskom metodom, br. 1, str. 33-42.

630*832.282; 630*832.284 Ploče od drva; sendvič-materijali

Kljak, J.; Brezović, M.; Antonović, A.: Utjecaj varijacije kuta vlakana furnirske ploče na savojna svojstva sendvič-ploče, br. 2, str. 83-88.

630*836.1 Proizvodnja namještaja

Smardzewski, J.: Antropotehnička gledišta oblikovanja namještaja, br. 1, str. 15-21.

630*841.6 Netoksične metode zaštite drva

Welzbacher, C.R.; Brischke, C.; Rapp, A.O.; Koch, S.; Hofer, S.: Ponašanje termički modificiranog drva u vanjskim uvjetima primjene – trajnost, abrazija i izgled, br. 2, str. 75-82.

630*841.61 Kemijska modifikacija drva

Šefc, B.; Trajković, J.; Hasan, M.; Katović, D.; Bischof Vukušić, S.; Frančić, M.: Stabilnost dimenzija drva modificiranoga limunskom kiselinom uz različite katalizatore, br. 1, str. 23-26.

630*841 Postupci zaštite drva

Vlosky, R.; Shupe, T.; Wu, O.: Percepcija i uporaba drvnih proizvoda zaštićenih od termita. Dio I: stajališta vlasnika kuća u državama zaraženim podzemnim termitima iz porodice *Coptotermes*, br. 3, str. 135-144.

Vlosky, R.; Shupe, T.; Wu, O.: Percepcija i uporaba drvnih proizvoda zaštićenih od termita. Dio II: stajališta graditelja kuća i arhitekata u državama zaraženim podzemnim termitima iz porodice *Coptotermes*, br. 4, str. 219-228.

630*843 Drvo tretirano usporivačima gorenja

Jirouš-Rajković, V.; Miklečić, J.: Usporivači gorenja drva, br. 2, str. 111-121.

630*845.3 Termiti

Vlosky, R.; Shupe, T.; Wu, O.: Percepcija i uporaba drvnih proizvoda zaštićenih od termita. Dio I: stajališta

vlasnika kuća u državama zaraženim podzemnim termitima iz porodice *Coptotermes*, br. 3, str. 135-144.

Vlosky, R.; Shupe, T.; Wu, O.: Percepcija i uporaba drvnih proizvoda zaštićenih od termita. Dio II: stajališta graditelja kuća i arhitekata u državama zaraženim podzemnim termitima iz porodice *Coptotermes*, br. 4, str. 219-228.

630*863 Kompozitni materijali napravljeni djelomično od drva ili od cjelovitog drva

Alpár, T.; Rácz, I.: Proizvodnja drvo-cementnih ploča od topolovine (*Populus euroamericana* cv. „I 214“), br. 3, str. 155-160.

630*863.21 Ploče iverice, proizvodnja i svojstva

Hrázský, J.; Král, P.: Analiza međusobnih odnosa gustoće, količine ljepila i mehaničkih svojstava OSB ploča, br. 1, str. 7-14.

630* 945 Informativna i savjetodavna služba

Beljo Lučić, R.: Uz jubilarno 60. godište časopisa, uvodnik, br.1, str. 3-6.

Grbac, I.: Novi znanstveni radnici, Mr. sc. Sanja Horvat, br. 1, str. 43-44.

Ojurović, R.; Grbac, I.: Drvo u suvremenim trendovima stanovanja, br. 1, str. 61-63.

Roche, K.: Savjeti i upute, br. 1, str. 65-68.

Šefc, B.; Bihar, Z.: Bibliografija članaka stručnih informacija i izvještaja objavljenih u „Drvnoj industriji“ u volumenu 59 (2008) UDK i ODK, br. 1, str. 65-68.

Prekrat, S.: Izložba minijaturnog namještaja, Muzej za umjetnost i obrt Zagreb, 14. svibnja – 31. kolovoza 2009, br. 3, str. 183-185.

Turkuljin, H.: Akreditirani laboratorij za drvo u graditeljstvu, br. 3, str. 187-190.

630*946 Društva i udruženja, konferencije i savjetovanja, putovanja, ustanove

Domljan, D.; Grbac, I.: Novi trendovi u oblikovanju namještaja i stambenog prostora, *imm cologne*, Köln, 2009; br. 1, str. 45-60.

Jug, M.; Beljo Lučić, R.: Strukovna udruženja proizvođača strojeva za obradu drva u borbi sa svjetskom gospodarskom krizom, br. 2, str. 123-124.

Jelčić, Z.: Zadnji je čas za spas drvoprerađivača, br. 2, str. 125-127.

Jirouš-Rajković, V.: Osvrt na 20. međunarodno savjetovanje u sklopu AMBIENTE 2009, br. 4, str. 253-259.

Dubravac, A.: Prezentacija studentskih radova na 36. Ambienti, br. 4, str. 257-259.

Prekrat, S.: Ljubljanski pohištenveni sejem 2009, br. 4, str. 260-261.

674.23 Proizvodnja namještaja

Smardzewski, J.: Antropotehnička gledišta oblikovanja namještaja, br. 1, str. 15-21.

674.028 Spajanje, savijanje, drvni spojevi

Prekrat, S.; Španić, N.: Znanstvene metode određivanja drvnih konstrukcija kutnih sustava, br. 4, str. 245-251.

674.028.1 Spajanje i sklapanje

Župčić, I.; Mihulja, G.; Govorčin, S.; Bogner, A.; Grbac, I.: Zavarivanje termički modificirane grabovine, br. 3, str. 161-166.

674.093 Pilane, piljenje

Bomba, J.: Pilanarstvo u Republici Češkoj, br. 3, str. 167-175.

674.816.2 Kompozitni materijali napravljeni djelomično od drva ili od cjelovitog drva

Alpár, T.; Rácz, I.: Proizvodnja drvno-cementnih ploča od topolovine (*Populus euroamericana* cv. „I 214“), br. 3, str. 155-160.

doc. dr. sc. Bogoslav Šefc
Zlatko Bihar

BIBLIOGRAPHY OF ARTICLES, REVIEWS, TECHNICAL INFORMATION AND REPORTS PUBLISHED IN THE "DRVNA INDUSTRIJA" JOURNAL IN VOLUME 60 (2009), UDC AND ODC

630*79 Economics of the forest product industries

Vlosky, R.; Gazo, R.; Cassens, D.; Perera, P.: Changes in value-added wood product manufacturer perceptions about certification in the United States from 2002 to 2008, No. 2, pp. 89-94.

Potkány, M.; Hitka, M.: Utilization of contribution margin in the costing system in production of components for wood working machines, No. 2, p. 101-110.

Bičanić, K.; Jelačić, D.; Gašparić, V.; Carev-Laškanin, V.; Kocbek-Nižetić, M.: Corporate identity in wood processing and furniture manufacturing in the Republic of Croatia, No. 3, pp. 145-153.

Varga, M.; Csanády, E.; Kocsis, Z.; Koppány Kovács, Z.: Simulation in wood industry. Part I, No. 3, 177-182.

Koprolčec, M.; Greger, K.; Pirc, A., Moro, M.: Insurance of Assets as a Risk in Wood Sector, No. 4, pp. 235-243.

630*81 Wood and bark, structure and properties

Trajković, J.; Šefc, B.: Species on the cover (*Samanea saman*) No. 1., pp. 69-70.

Trajković, J.; Šefc, B.: Species on the cover (*Terminalia bialata* Steudel), No. 2; pp. 129.

Trajković, J.; Šefc, B.: Species on the cover (*Cinnamomum camphora* Nees et. Eberm), No. 3, pp. 191.

Trajković, J.; Šefc, B.: Species on the cover (*Podocarpus* spp. Manio), No. 4, str. 262.

630*812.144 Calorific value

Erakhrumen, A.A.: Estimating the Extent of Influence of two Intrinsic Fuelwood Properties on Acceptance/Retention of some Woody Species in Agroforestry practices in Southwest Nigeria, No. 4, pp. 209-218.

630*812.23 Shrinkage and swelling

Šefc, B.; Trajković, J.; Hasan, M.; Katović, D.; Bischof Vukušić, S.; Frančić, M.: Dimensional stability of wood modified by citric acid using different catalysts, No. 1, pp. 23-26.

630.*812.4; 630*812.7 Factors affecting properties, Mechanical strength properties: general.

Horman, I.; Martinović, D.; Hajdarević, S.: Finite volume method for analysis of stress and strain in wood, No. 1, pp. 27-32.

630*812.534 Fire-retardant-treated products

Jirouš-Rajković, V.; Miklečić, J.: Fire retardants for wood, No. 2, 111-121

630*812.733 Resistance to abrasion

Welzbacher, C.R.; Brischke, C.; Rapp, A.O.; Koch, S.; Hofer, S.: Performance of thermally modified timber (TMT) in outdoor application – durability, abrasion and optical appearance, No.2, pp. 75-82.

630*822.03 History and development of saws

Bomba, J.: Sawmilling in the Czech Republic, No. 3, pp. 167-175.

630*822.04 Weight, physical properties, and value of sawdust

Čavlović, A.; Beljo Lučić, R.; Bešlić, I.; Jug, M.; Ištvančić, J.: Correction factor for real-time determination of wood dust mass concentration by photometric method, No. 1, pp. 33-42.

623*823.11 Basic research on knife cutting

Škaljić, N.; Beljo Lučić, R. Čavlović, A.; Obučina, M.: Effect of Feed Speed and Wood Species on Roughness of Machined Surface, No. 4, pp. 229-234.

630*824.1; 674.028 Forms of joints

Prekrat, S.; Španić, N.: Scientific Methods for Determination of Wooden Corner Joint Designs, No. 4, pp. 245-251.

630*824.4 Joint formation

Župčić, I.; Mihulja, G.; Govorčin, S.; Bogner, A.; Grbac, I.: Welding of thermally modified hornbeam, No. 3, pp. 161-166.

630*824.52 Joint properties

Lojen, A.; Mihulja, G.; Župčić, I.; Bogner, A.: Comparison of percentage of wood fracture surface analyzed by computer and by ISO 6238 in determining the quality of adhesive bonds, No. 2, pp. 95-100.

630*831.1 Fuelwood

Erakhrumen, A.A.: Estimating the Extent of Influence of two Intrinsic Fuelwood Properties on Acceptan-

ce/Retention of some Woody Species in Agroforestry practices in Southwest Nigeria, No. 4, pp. 209-218.

630*832; 674.093 History and development of saws; Mills, their functions and products

Bomba, J.: Sawmilling in the Czech Republic, No. 3, pp. 167-175.

630*832.1 Sawmills and planning mills

Sedivka, P.: Estimation of Technical Efficiency in Production Technologies of Czech Sawmills, No. 4, pp. 197-207.

630*832.17 Pollution and its control

Čavlović, A.; Beljo Lučić, R.; Bešlić, I.; Jug, M.; Ištvančić, J.: Correction factor for real-time determination of wood dust mass concentration by photometric method, No. 1, pp. 33-42.

630*832.282; 630*832.284 Plywood; sandwich materials

Kljak, J.; Brezović, M.; Antonović, A.: Influence of plywood grain direction on sandwich panel bending properties, No. 2, 83-88.

630*836.1 Furniture and cabinet making

Smardzewski, J.: Anthropotechnical aspects of furniture design, No. 1, pp. 15-21.

630*841.6 Nontoxic methods of protecting wood

Welzbacher, C.R.; Brischke, C.; Rapp, A.O.; Koch, S.; Hofer, S.: Performance of thermally modified timber (TMT) in outdoor application – durability, abrasion and optical appearance, No.2, pp. 75-82.

630*841.61 Chemical modification

Šefc, B.; Trajković, J.; Hasan, M.; Katović, D.; Bischof Vukušić, S.; Frančić, M.: Dimensional stability of wood modified by citric acid using different catalysts, No. 1, pp. 23-26.

630*841 Preserving processes

Vlosky, R.; Shupe, T.; Wu, O.: Perceptions & use of termite resistant treated wood products. Part I: The perspective of homeowners in Formosan subterranean termite infected States, No. 3, pp. 135-144.

Vlosky, R.; Shupe, T.; Wu, O.: Perceptions & Use of Termite resistant Treated Wood Products in the United States. Part II: The Perspective of Home Builders and Architects in Formosan Dubterranean Termite Infected States, No. 4, pp- 219-228.

UDK 630*843 Fire-retardant treated wood

Jirouš-Rajković, V.; Miklečić, J.: Fire retardants for wood, No. 2, 111-121.

630*845.3 Termites

Vlosky, R.; Shupe, T.; Wu, O.: Perceptions & use of termite resistant treated wood products. Part I: The perspective of homeowners in Formosan subterranean termite infected States, No. 3, pp. 135-144.

Vlosky, R.; Shupe, T.; Wu, O.: Perceptions & Use of Termite resistant Treated Wood Products in the United States. Part II: The Perspective of Home Builders and Architects in Formosan Dubterranean Termite Infected States, No. 4, pp- 219-228.

630*863; 674.816.2 Compostie materials made wholly or partly of woody matter

Alpár, T.; Rácz, I.: Production of cement-bonded particleboards from poplar (*Populus euroamericana* cv. „I 214“), No.3., pp. 155-160.

630*863.21 Particleboard processes and properties

Hrázský, J.; Král, P.: Determination of relationships between density, amount of glue and mechanical properties of OSB, No. 1, pp. 7-14.

630*945 Advisory, services, publicity, propaganda, education, training research

Beljo Lučić, R.: Editorial, Anniversary Volume 60, No. 1, pp. 3-6.

Grbac, I.: New scientists, Mr. Sc. Sanja Horvat, No. 1, pp. 43-44.

Ojurović, R.; Grbac, I.: Wood in new trends in habiting, No. 1, pp. 61-63.

Roche, K.: Tips to improve your chances of being published, No. 1, pp. 65-68.

Šefc, B.; Bihar, Z.: Bibliography of articles, reviews, technical information and reports published in the „Drvna industrija“ journal in volume 59 (2008) UDK and ODK, No. 1, pp. 65-68.

Prekrat, S.: Exhibition of miniature furniture, Museum for art and craft Zagreb, May 14 – August 31, 2009, No. 3, pp. 183-185.

Turkulin, H.: Accredited laboratory for wood in construction, No. 3, pp. 187-190.

630*946 Associations, societies, conferences, excursions;institutions

Domljan, D.; Grbac, I.: New trends in furniture design, *imm cologne*, Köln, 2009; No. 1, pp. 45-60.

Jug, M.; Beljo Lučić, R.: Professional association of manufactures of mashines for woodworking in fight against world economic crisis, No. 2, pp. 123-124.

Jelčić, Z.: Last minute for saving wood processing industry, No. 2, pp. 125-127.

Jirouš-Rajković, V.: Review on 20. International Conference AMBIENTA 2009, No. 4, pp. 253-259.

Dubravac, A.: Presentation of student works at 36. Ambianta, No. 4, pp. 257-259

Prekrat, S.: Furniture fair in Ljubljana 2009, No. 4, pp. 260-261.

674.23 Furniture making

Smardzewski, J.: Antropotechnical aspects of furniture design, No. 1, pp. 15-21.

674.28 Assembling, bending, wood joints

Prekrat, S.; Španić, N.: Scientific Methods for Determination of Wooden Corner Joint Designs, No. 4, pp. 245-251.

674.028.1 Joining wooden parts without additional media

Župčić, I.; Mihulja, G.; Govorčin, S.; Bogner, A.; Grbac, I.: Welding of thermally modified hornbeam, No. 3, pp. 161-166.

674.093 Sawmills, Sawmilling

Bomba, J.: Sawmilling in the Czech Republic, No. 3, pp. 167-175.

674.816.2 Composite materials made wholly or partly of woody matter

Alpár, T.; Rácz, I.: Production of cement-bonded particleboards from poplar (*Populus euroamericana* cv. „I 214“), No.3., pp. 155-160.

doc. dr. sc. Bogoslav Šefc
Zlatko Bihar

VAJMUTOVAC (*Pinus strobus* L.)

NAZIVI

Strani su nazivi vajmutovca Seidenkiefer, Strobe (Njemačka); Pin Weymouth (Francuska); Eastern white pine, Northern white pine, Soft pine, Weymouth pine, Yellow pine (Velika Britanija, SAD); Pino strobo (Italija).

NALAZIŠTE

Vajmutovac, drvo iz sjeveroistočnog dijela Sjeverne Amerike, odavno je uneseno u Europu, gdje među stranim vrstama borova ima prevladavajuću zastupljenost u šumskim kulturama.

STABLO

Stablo doseže i do 50 m visine, a promjer mu je do 1,5 m. Deblo je uspravno i vrlo dugačko. Krošnja mu je rijetka, vitka i valjkasta.

Kora je vajmutovca crvenkastosiva ili sivozelenkasta, sjajna i dugo vremena ostaje glatka; kasnije je lub uzdužno raspucan u ploče, izvana siv, a s unutarnje strane crvenkastoljubičast, sličan limbi (*P. cembra* L.).

DRVO

Makroskopska obilježja

Drvo je jedričavo, a bjeljika je široka (od 12 do 20 godova). Srž je žućkasto crvena, kožasta, bjeljika žućkastobijela. Godovi su dobro vidljivi. Zona kasnog drva uska je i slabo vidljiva; prijelaz iz ranoga u kasno drvo postupan. Smolenice su brojne, krupne i na uzdužnom presjeku dobro vidljive običnim okom.

Mikroskopska obilježja

Smolenice drva su tankostjenog epitela. Promjer aksijalnih smolenica iznosi 90 – 120 – 150 μm , a radijalnih oko 60 μm . Traheide su poredane u pravilne radijalne nizove. Dvostruka debljina staničnih stijenki traheida ranog drva iznosi 3,7 – 4,7 – 6,2 μm , a traheida kasnog drva 7,9 – 11,0 – 13,9 μm . Širina lumena traheida ranog drva je 26,2 – 37,3 – 61,6 μm , a kasnog drva 11,7 – 19,1 – 28,8 μm . Dužina traheida iznosi 1,6 – 3,0 – 5,0 mm, a volumni udjel u drvu oko 94 %.

Drvni su traci heterocelularni. Visoki su 20 – 170 – 470 μm , odnosno 1 – 7 – 19 stanica. Gustoća drvnih trakova je 4 – 6 – 7 na 1 mm. Udio drvnih trakova je oko 5,3 %.

Fizikalna svojstva

Gustoća standardno suhog drva (ρ_0)	310 – 370 – 470 kg/m^3
Gustoća prosušenog drva (ρ_{12-15})	340 – 400 – 500 kg/m^3
Gustoća sirovog drva (ρ_s)	580 – 720 kg/m^3
Poroznost	oko 75 %
Radijalno utezanje (β_r)	oko 2,3 %
Tangentno utezanje (β_t)	oko 6,0 %
Volumno utezanje (β_v)	oko 8,0 %

Mehanička svojstva

Čvrstoća na tlak	30,3 – 34,3 – 37,8 MPa
Čvrstoća na vlak paralelno s vlakancima	53 – 104 – 136 MPa
Čvrstoća na savijanje	59,2 – 61,4 – 69,6 MPa
Čvrstoća na smik	5,7 – 6,4 – 7,0 MPa
Tvrdoća (prema Brinellu) paralelno s vlakancima	oko 20 MPa
Tvrdoća (prema Brinellu) okomito na vlakanca	oko 10 MPa
Modul elastičnosti	8,2 – 10,0 – 11,3 GPa

TEHNOLOŠKA SVOJSTVA

Obradivost

Drvo se lako strojno i ručno obrađuje, čime se postiže glatka sjajna površina. Dobro se rezbari, boja i lakira, drži čavle i vijke.

Sušenje

Drvo se lako i jednolično suši, uz vrlo malo vito-perjenja. U uporabi zadržava vrlo stabilne dimenzije.

Trajnost i zaštita

Drvo vajmutovca prirodno nije dugovječno. Srž drva je srednje permeabilna, a bjeljika je permeabilna za zaštitna sredstva.

Uporaba

Drvo vajmutovca idealno je za proizvode za koje se zahtjeva drvo fine, ali ujednačene teksutre, lake obradivosti i stabilnih dimenzija. U Americi je cijenjeno građevno i brodograđevno drvo (white pine). U Europi se upotrebljava kao zamjena za topolovinu i lipovinu. Rabi se za proizvodnju srednjica u stolarstvu, za oblaganje zidova, proizvodnju rebrenica, stolarskih ploča, vratnica, prozora, drvenih podova, za izradu modela, valjaka za orgulje, šibica, kao rezbarsko drvo, rudničko drvo, drvo za izradu drvene vune, celulozno drvo te kao loše ogrjevno drvo. Sporedni je proizvodi eterično ulje, koje se dobiva iz iglica destilacijom.

Napomena

Druge dvije komercijalne vrste vajmutovca slične drvu yellow pine, mogu se naći u zapadnim dijelovima Sjeverne Amerike. To su vrste western white pine (*P. monticola*) i sugar pine (*P. lambertiana*) koje strukturom i svojstvima odgovaraju drvu yellow pine i upotrebljavaju za iste namjene. Mogu se pronaći i u velikim dimenzijama. Također treba spomenuti drvo ponderosa pine (*P. ponderosa*), koje raste na području Britanske Kolumbije i u zapadnim dijelovima Sjedinjenih Država. Kvaliteta tog drva uvelike varira. Stara stabla imaju široku blijedožutu bjeljiku, fine, nesmolaste i jednolične teksture slične drvu yellow pine i western white pine. Srž je tamnija i prilično gušća od bjeljike. Prosječna gustoća prosušenog drva je oko 510 kg/m³.

Literatura

1. Philips, E.W.J., 1948: Identification of softwoods by their microscopic structure, Forest products research bulletin No. 22, HMSO, London.

2. Rendle, B.K., 1969: World Timbers, North & South America, London: Ernest Benn limited University of Toronto press, vol. 2, str. 68.
3. Wagenführ, R.; Scheiber, C., 1974: Holzatlas, VEB Fachbuchverlag, Leipzig, 639-640.
4. *** 1987: Šumarska enciklopedija, Leksikografski zavod "Miroslav Krleža", Zagreb.
5. *** 1964: Wood dictionary, Elsevier publishing company, Amsterdam.

izv. prof. dr. sc. Jelena Trajković
doc. dr. sc. Bogoslav Šefc

Errata corrige: Uz ispriku poštovanom čitateljstvu u prošlom broju časopisa na naslovnici je slučajnom pogreškom naveden neispravan latinski naziv vrste drva *Pedocarpus* spp. umjesto *Podocarpus* spp.

Upute autorima

Sve autore molimo da prije predaje rukopisa pažljivo prouče sljedeća pravila. To će poboljšati suradnju urednika i autora te pridonijeti skraćanju razdoblja od predaje do objavljivanja radova. Rukopisi koji budu odstupali od ovih odredbi i ne budu udovoljavali formalnim zahtjevima bit će vraćeni autorima radi ispravaka, i to prije razmatranja i recenzija.

Opće odredbe

Časopis "Drvena industrija" objavljuje izvorne znanstvene i pregledne radove, prethodna priopćenja, stručne radove, izlaganja sa savjetovanja, stručne obavijesti, bibliografske radove, preglede te ostale priloge s područja iskorištavanja šuma, biologije, kemije, fizike i tehnologije drva, pulpe i papira te drvnih proizvoda, uključivši i proizvodnu, upravljačku i tržišnu problematiku u drvenoj industriji.

Predaja rukopisa razumijeva uvjet da rad nije već predan negdje drugdje radi objavljivanja i da nije već objavljen (osim sažetka, dijeleća objavljena predavanja ili magistarskih radova odnosno disertacija; što mora biti navedeno u napomeni); da su objavljivanje odobrili svi suautori (ako ih ima) i ovlaštene osobe ustanove u kojoj je rad proveden. Kad je rad prihvaćen za objavljivanje, autori pristaju na automatsko prenošenje izdavačkih prava na izdavača te pristaju da rad ne bude objavljen drugdje niti na drugom jeziku bez odobrenja nositelja izdavačkih prava.

Znanstveni i stručni radovi objavljuju se na hrvatskome uz širi sažetak na engleskome ili njemačkome, ili se pak rad objavljuje na engleskome ili njemačkome, s proširenim sažetkom na hrvatskom jeziku. Naslovi i svi važni rezultati trebaju biti dani dvojezično. Ostali se članci uglavnom objavljuju na hrvatskome. Uredništvo osigurava inozemnim autorima prijevod na hrvatski. Znanstveni i stručni radovi podliježu temeljitoj recenziji bar dvaju izabranih recenzenata. Izbor recenzenata i odluku o klasifikaciji i prihvaćanju članka (prema preporukama recenzenata) donosi Urednički odbor.

Svi prilozi podvrgavaju se jezičnoj obradi. Urednici će zahtijevati od autora da prilagode tekst preporukama recenzenata i lektora, a urednici zadržavaju i pravo da predlože skraćivanje i poboljšanje teksta.

Autori su potpuno odgovorni za svoje priloge. Podrazumijeva se da je autor pribavio dozvolu za objavljivanje dijelova teksta što je već negdje drugdje objavljen, te da objavljivanje članka ne ugrožava prava pojedinca ili pravne osobe. Radovi moraju izvještavati o istinitim znanstvenim ili tehničkim postignućima. Autori su odgovorni za terminološku i metrološku usklađenost svojih priloga.

Radovi se, u dva tiskana primjerka i u elektronskom zapisu, šalju na adresu:

Uredništvo časopisa "Drvena industrija"
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25, HR - 10000 Zagreb
E-mail: drind@sumfak.hr

Rukopisi

Predani rukopisi smiju sadržavati najviše 15 jednostrano pisanih DIN A4 listova s dvostrukim proredom (30 redaka na stranici), uključivši i tablice, slike i popis literature, dodatke i ostale priloge. Dulje članke je preporučljivo podijeliti u dva ili više nastavaka.

Tekst treba biti napisan u MS Wordu, u normalnom stilu bez dodatnog uređenja teksta. Uredništvo prihvaća elektronski zapis na disketi, CD-u ili putem elektronske pošte.

Prva stranica poslanog rada treba sadržavati puni naslov, ime(na) i prezime(na) autora, podatke o zaposlenju (ustanova, grad i država), te sažetak s ključnim riječima (približno 1/2 DIN A4 stranice, u obliku bibliografskog sažetka).

Znanstveni i stručni radovi na sljedećim stranicama trebaju imati i naslov, prošireni sažetak i ključne riječi na jeziku različitom od onoga na kojem je pisan tekst članka (npr. za članak pisan na engleskome ili njemačkome naslov, prošireni sažetak i ključne riječi trebaju biti na hrvatskome, i obratno). Prošireni sažetak (približno 1 1/2 stranice DIN A4), uz rezultate, trebao bi omogućiti čitatelju koji se ne služi jezikom kojim je pisan članak potpuno razumijevanje cilja rada, osnovnih odrednica pokusa, rezultata s bitnim obrazloženjima te autorovih zaključaka.

Posljednja stranica sadrži titule, zanimanje, zvanje i adresu (svakog) autora, s naznakom osobe s kojom će Uredništvo biti u vezi.

Znanstveni i stručni radovi moraju biti sažeti i precizni, uz izbjegavanje dugačkih uvoda. Osnovna poglavlja trebaju biti označena odgovarajućim podnaslovima. Napomene se ispisuju na dnu pripadajuće stranice, a obročuju se susljedno. One koje se odnose na naslov označuju se zvjezdicom, a ostale natpisnim (uzdignutim) arapskim brojkama. Napomene koje se odnose na tablice pišu se ispod tablice, a označavaju se uzdignutim malim pisanim slovima abecednim redom.

Latinska imena pisana kosim slovima trebaju biti podcrtana.

U uvodu treba definirati problem i, koliko je moguće, predočiti granice postojećih spoznaja, tako da se čitateljima koji se ne bave područjem o kojemu je riječ omogućiti razumijevanje namjera autora.

Materijal i metode trebaju biti što preciznije opisane da omoguće drugim znanstvenicima obnavljanje pokusa. Glavni eksperimentalni podaci trebaju biti dvojezično navedeni.

Rezultati trebaju obuhvatiti samo materijal koji se izravno odnosi na predmet. Obvezatna je primjena metričkog sustava. Preporučuju se SI jedinice. Rjeđe rabljene fizikalne vrijednosti, simboli i jedinice trebaju biti objašnjeni pri prvom spominjanju u tekstu. Za pisanje formula koristiti Equation Editor (program za pisanje formula unutar MS Worda). Jedinice se pišu normalnim (uspravnim) slovima, a fizikalni simboli i faktori kosim slovima. Formule se susljedno obročavaju arapskim brojkama u zagradama, npr. (1) na kraju retka.

Broj slika mora biti ograničen na samo one koje su prijeko potrebne za pojašnjenje teksta. Isti podaci ne smiju biti navedeni u tablici i na slici. Slike i tablice trebaju biti zasebno obročene arapskim brojkama, a u tekstu se na njih upućuje jasnim naznakama ("tablica 1" ili "slika 1"). Naznaka željenog položaja tablice ili slike u tekstu treba biti navedena na margini. Svaka tablica i slika treba biti prikazana na zasebnoj listi, a njihovi naslovi moraju biti tiskani na posebnim listovima, i to redosljedom. Naslovi, zaglavlja, legende i sav ostali tekst u slikama i tablicama treba biti pisan hrvatskim i engleskim ili hrvatskim i njemačkim jezikom.

Slike i tablice trebaju biti potpune i jasno razumljive bez pozivanja na tekst priloga. Naslove slika i crteža ne pisati velikim tiskanim slovima. Uputno je da crteži odgovaraju stilu časopisa i da budu tiskani na laserskom printeru. Tekstu treba priložiti izvorne crteže ili fotografske kopije. Slova i brojke moraju biti dovoljno veliki da budu lako čitljivi nakon smanjenja širine slike ili tablice na 160 ili 75 mm. Fotografije trebaju biti crno-bijele; one u boji tiskaju se samo na poseban zahtjev, a trošak tiskanja u boji podmiruje autor. Fotografije i fotomikrografije moraju biti izvedene na sjajnom papiru s jakim kontrastom. Fotomikrografije trebaju imati naznaku uvećanja, poželjno u mikrometrima. Uvećanje može biti dodatno naznačeno na kraju naslova slike, npr. "uvećanje 7500 : 1".

Svaka ilustracija na poleđini treba imati svoj broj i naznaku orijentacije te ime (prvog) autora i skraćeni naslov članka. Originalne se ilustracije ne vraćaju autorima.

Diskusija i zaključak mogu, ako autori tako žele, biti spojeni u jedan odjeljak. U tom tekstu treba objasniti rezultate s obzirom na problem koji je postavljen u uvodu u odnosu prema odgovarajućim zapažanjima autora ili drugih istraživača. Valja izbjegavati ponavljanje podataka već iznesenih u odjeljku "Rezultati". Mogu se razmotriti naznake za dalja istraživanja ili primjenu. Ako su rezultati i diskusija spojeni u isti odjeljak, zaključke je nužno iskazati odvojeno.

Zahvale se navode na kraju rukopisa.

Odgovarajuću **literaturu** treba citirati u tekstu i to prema Harvardskom ("ime - godina") sustavu, npr. (Bađun, 1965). Nadalje, bibliografija mora biti navedena na kraju teksta, i to abecednim redom prezimena autora, s naslovima i potpunim navodima bibliografskih referenci. Nazive časopisa treba skratiti prema publikacijama Biological Abstracts, Chemical Abstracts, Forestry Abstracts ili Forestry Products Abstracts. Popis literature mora biti selektivan, osim u preglednim radovima. Primjeri navođenja:

Članci u časopisima: Prezime autora, inicijal(i) osobnog imena, godina: naslov. Skraćeni naziv časopisa, godište (ev. broj): stranice (od - do). Primjer: Bađun, S. 1965: *Fizička i mehanička svojstva hrastovine iz šumskih predjela Ludbrenik, Lipovljani. Drvena ind.* 16 (1/2): 2 - 8.

Knjige: Prezime autora, inicijal(i) osobnog imena, godina: naslov. (ev. izdavač/izdavač); izdanje (ev. tom). Mjesto izdavanja, izdavač, (ev. stranice od - do).

Primjeri:

Krpan, J. 1970: *Tehnologija furnira i ploča. Drugo izdanje. Zagreb: Tehnička knjiga.*

Wilson, J.W.; Wellwood, R.W. 1965: *Intra-increment chemical properties of certain western canadian coniferous species. U: W. A. Cote, Jr. (Ed.): Cellular Ultrastructure of Woody Plants. Syracuse, N.Y., Syracuse Univ. Press, pp. 551- 559.*

Ostale publikacije (brošure, studije itd.):

Müller, D. 1977: *Beitrag zur Klassifizierung asiatischer Baumarten. Mitteilung der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg, Nr. 98. Hamburg: M. Wiederbusch.*

Web stranice:

***1997: "Guide to Punctuation" (online), University of Sussex, www.informatics.sussex.ac.uk/department/docs/punctuation/node00.html. First published 1997 (Pristupljeno 27. siječnja 2010).

Tiskani slog i primjerci

Autoru se prije konačnog tiska šalju po dva primjerka tiskanog sloga. Jedan primjerak treba pažljivo ispraviti upotrebom međunarodno prihvaćenih oznaka. Ispravci su ograničeni samo na tiskarske greške: dodaci ili promjene teksta posebno se naplaćuju. Autori znanstvenih i stručnih radova primaju besplatno po pet primjeraka časopisa. Autoru svakog priloga dostavlja se po jedan primjerak časopisa.

Instructions for authors

The authors are requested to observe carefully the following rules before submitting a manuscript. This will facilitate co-operation between the editors and authors and help to minimise the publication period. Manuscripts that differ from the specifications and do not comply with the formal requirements will be returned to the authors for correction before review.

General

The "Drvna industrija" ("Wood Industry") journal publishes original scientific and review papers, short notes, professional papers, conference papers, reports, professional information, bibliographical and survey articles and general notes relating to the forestry exploitation, biology, chemistry, physics and technology of wood, pulp and paper and wood components, including production, management and marketing aspects in the woodworking industry.

Submission of a manuscript implies that the work has not been submitted for publication elsewhere or published before (except in the form of an abstract or as part of a published lecture, review or thesis, in which case that must be stated in a footnote); that the publication is approved by all co-authors (if any) and by the authorities of the institution where the work has been carried out. When the manuscript is accepted for publication the authors agree to the transfer of the copyright to the publisher and that the manuscript will not be published elsewhere in any language without the consent of the copyright holders.

The scientific and technical papers should be published either in Croatian, with extended summary in English or German, or in English or German with extended summary in Croatian. The titles and all the relevant results should be presented bilingually. Other articles are generally published in Croatian. The Editor's Office provides the translation into Croatian for foreign authors.

The scientific and professional papers are subject to a thorough review by at least two selected referees. The Editorial Board makes the choice of reviewers, as well as the decision about the accepting of the paper and its classification - based on reviewers' recommendations - is made by Editorial Board.

All contributions are subject to linguistic revision. The editors will require authors to modify the text in the light of the recommendations made by reviewers and linguistic advisers. The editors reserve the right to suggest abbreviations and text improvements.

Authors are fully responsible for the contents of their contribution. The Editors assume that the author has obtained the permission for the reproduction of portions of text published elsewhere, and that the publication of the paper in question does not infringe upon any individual or corporate rights. Papers must report on true scientific or technical progress. Authors are responsible for the terminological and metrological consistency of their contribution.

The contributions are to be submitted in duplicate printout and an electronic version to the following address:

Editorial Office "Drvna industrija"
Faculty of Forestry, Zagreb University
Svetošimunska 25, HR - 10000 Zagreb, Croatia
E-mail: drind@sumfak.hr

Manuscripts

Submitted manuscripts must consist of no more than 15 single-sided DIN A-4 sheets of 30 double-spaced lines, including tables, figures and references, appendices and other supplements. It is advised that longer manuscripts be divided into two or more continuing series.

Manuscripts should be written in MS Word, in normal style. Electronic version on diskettes, CD or sent by e-mail will be accepted with the printout.

The first page of the typescript should present full title, name(s) of author(s) with professional affiliation (institution, city and state), abstract with keywords in the main language of the paper (approx. 1/2 sheet DIN A4, concise in abstract form).

The succeeding pages of scientific and professional papers should present a title and extended summary with keywords in a language other than the main language of the paper (e.g. for a paper written in English or German, the title, extended summary and keywords should be presented in Croatian, and vice versa). The extended summary (approx. 1 1/2 sheet DIN A4), along with the results, should enable the reader who is unfamiliar with the language of the main text, to completely understand the intentions, basic experimental procedure, results with essential interpretation and conclusions of the author.

The last page should provide the full titles, posts and address(es) of (all) the author(s) with indication as to whom of the authors are editors to contact. Scientific and professional papers must be precise and concise and avoid lengthy introductions. The main chapters should be characterised by appropriate headings.

Footnotes should be placed at the bottom of the same page and consecutively numbered. Those relating to the title should be marked by an asterisk, others by superscript arabic numerals. Footnotes relating to the tables should be printed below the table and marked by small letters in alphabetical order. Latin names to be printed in italic should be underlined.

Introduction should define the problem and if possible the frame of existing knowledge, to ensure that readers not working in that particular field are able to understand author's intentions.

Materials and methods should be as precise as possible to enable other scientists to repeat the work. Main experimental data should be presented bilingually.

Results: only material pertinent to the subject can be included. The metric system must be used. SI units are recommended. Rarely used physical values, symbols and units should be explained at their first appearance in the text. Formulas should be written by using Equation Editor in MS Word. Units are written in normal (upright) letters, physical symbols and factors are written in italics. Formulas are consecutively numbered with arabic numerals in parenthesis (e.g. (1)) at the end of the line.

The number of figures must be limited to those absolutely necessary for clarification of the text. The same information must not be presented in both a table and a figure. Figures and tables should be numbered separately with arabic numerals, and should be referred to in the text with clear remarks ("Table 1" or "Figure 1"). The position of the figure or a table in the text should be indicated on the margin. Each table and figure should be presented on a single separate sheet. Their titles should be typed on a separate sheet in consecutive order. Captions, headings, legends and all the other text in figures and tables should be written in both Croatian and in English or German.

Figures and tables should be complete and readily understandable without reference to the text. Do not write the captions to figures and drawings in block letters.

Line drawings should, if possible conform to the style of the journal and be printed on the laser printer. Original drawings or photographic copies should be submitted with the manuscript. Letters and numbers must be sufficiently large to be readily legible after reduction of the width of a figure/table to either 160 mm or 75 mm. Photographs should be black/white. Colour photographs will be printed only on special request; the author will be charged for multicolour printing.

Photographs and photomicrographs must be printed on highgloss paper and be rich in contrast. Photomicrographs should have a mark indicating magnification, preferably in micrometers. Magnification can be additionally indicated at the end of the figure title (e.g. Mag. 7500:1). Each illustration should carry on its reverse side its number and indication of its orientation, along with the name of (principal) author and a shortened title of the article. Original illustrations will not be returned to the author.

Discussion and conclusion may, if desired, be combined into one chapter. This should interpret results in relation of the problem as outlined in the introduction and of related observations by the author(s) or others. Avoid repeating the data already presented in the "Results" chapter. Implications for further studies or application may be discussed. A conclusion should be added if results and discussion are combined.

Acknowledgements are presented at the end of manuscript.

Relevant **literature** must be cited in the text according to the name-year (Harvard-) system. In addition, the bibliography must be listed at the end of the text in alphabetical order of the author's names, together with the title and full quotation of the bibliographical reference. Names of journals should be abbreviated according to Biological Abstracts, Chemical Abstracts, Forestry Abstracts or Forest Products Abstracts. The list of references should be selective, except in review papers. Examples of the quotation:

Journal articles: Author, initial(s) of the first name, year: Title. Abbreviated journal name, volume (ev. issue): pages (from - to). Example; Porter, A.W. 1964: *On the mechanics of fracture in wood*. *For. Prod. J.* 14 (8):325 - 331.

Books: Author, first name(s), year: Title. (ev. editor): edition, (ev. volume), place of edition, publisher (ev. pages from - to). Examples: Kollmann, F. 1951: *Technologie des Holzes und der Holwerkstoffe*. 2nd edition, Vol. 1. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer
Wilson, J.W.; Wellwood, R.W. 1965: *Intra-increment chemical properties of certain western Canadian coniferous species*. In: W.A. Côte, Jr. (Ed.): *Cellular Ultrastructure of Woody Plants*. Syracuse, N.Y., Syracuse Univ. Press, pp. 551-559.

Other publications (brochures, reports etc.):

Müller, D. 1977: *Beitrag zur Klassifizierung asiatischer Baumarten*. *Mitteilung der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg*, Nr. 98. Hamburg: M. Wiederbusch.

Web pages:

***1997: "Guide to Punctuation" (online), University of Sussex, www.informatics.sussex.ac.uk/departments/docs/punctuation/node00.html. First published 1997 (Accessed 27th January 2010).

Proofs and journal copies

Galley proofs are sent to the author in duplicate. One copy should be carefully corrected, using internationally accepted symbols. Corrections should be limited to printing errors; amendments to or changes in the text will be charged.

Authors of scientific and professional papers will receive 5 copies of the journal free of charge. A copy of a journal will be forwarded to each contributor.