

DRVNA INDUSTRIJA

ZNANSTVENO STRUČNI ČASOPIS ZA PITANJA DRVNE TEHNOLOGIJE • ZAGREB • VOLUMEN 60 • BROJ 1
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL JOURNAL OF WOOD TECHNOLOGY • ZAGREB • VOLUME 60 • NUMBER 1



60

Samanea saman (Jacq.) Merr.

1/09

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)
Vitarinja 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 prerađivanja 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 SUFINANCIRA:



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, 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: editori@sumfak.hr · **PRETPLATA (Subscription):** godišnja pretplata (annual subscription) za sve pretplatnike **55 EUR**. Pretplata u Hrvatskoj za sve pretplatnike iznosi 300 kn, a za inozemne studente i umirovljenike 100 kn, plativo na žiro račun 2360000 - 1101340148 s naznakom "Drvna industrija" · **ČASOPIS SUFINANCIRA** Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta Republike Hrvatske. · **TISAK (Printed by)** - DENONA d.o.o., Ivanićgradska 22, 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. 60, 1 · str. 1 - 72 · proljeće 2009. · Zagreb
REDAKCIJA DOVRŠENA 1.03.2009.

UVODNIK <i>Editorial</i>	3-6
IZVORNI ZNANSTVENI RADOVI <i>Original scientific papers</i>	7-42
DETERMINATION OF RELATIONSHIPS BETWEEN DENSITY, AMOUNT OF GLUE AND MECHANICAL PROPERTIES OF OSB Analiza međusobnih odnosa gustoće, količine ljepila i mehaničkih svojstava OSB ploča <i>Jaroslav Hrázský, Pavel Král</i>	7-14
ANTROPOTECHNICAL ASPECTS OF FURNITURE DESIGN Antropotehnička gledišta oblikovanja namještaja <i>Jerzy Smardzewski</i>	15-21
DIMENSIONAL STABILITY OF WOOD MODIFIED BY CITRIC ACID USING DIFFERENT CATALYSTS Stabilnost dimenzija drva modificiranoga limunskom kiselinom uz različite katalizatore <i>Bogoslav Šefer, Jelena Trajković, Marin Hasan, Drago Katović, Sandra Bischof Vukušić, Frančić Martina</i>	23-26
FINITE VOLUME METHOD FOR ANALYSIS OF STRESS AND STRAIN IN WOOD Metoda konačnih volumena za analizu naprezanja i deformacija u drvu <i>Izet Horman, Dunja Martinović, Seid Hajdarević</i>	27-32
KOREKCIJSKI FAKTOR UREĐAJA ZA KONTINUIRANO ODREĐIVANJE MASENE KONCENTRACIJE LEBDEIČH DRVNIH ČESTICA FOTOMETRIJSKOM METODOM Correction factor for real-time determination of wood dust mass concentration by photometric method <i>Ankica Čavlović, Ružica Beljo Lučić, Ivan Bešlić, Matija Jug, Josip Ištvanic</i>	33-42
NOVI ZNANSTVENI RADNICI <i>New scientists</i>	43-44
SAJMOVI I IZLOŽBE <i>Fairs and exhibitions</i>	45-60
NOVOSTI IZ STRUKE <i>Professional novelties</i>	61-63
SAVJETI I UPUTE <i>Advices and instructions</i>	64
BIBLIOGRAFIJA <i>Bibliography</i>	65-68
UZ SLIKU S NASLOVNICE <i>Species on the cover</i>	69-70

Uz jubilarno, 60. godišće časopisa

Poštovane čitateljice i čitatelji!

S posebnim zadovoljstvom i ponosom u rano proljeće 2009. godine iznosimo pred vas prvi broj 60. godišća časopisa *Drvena industrija*. Pred vama je časopis koji već šest desetljeća objavljuje znanstvene i stručne radove te različite priloge zanimljive znanstvenoj i stručnoj javnosti koja se bavi pitanjima drvene tehnologije.

Časopis *Drvena industrija* objavljuje rezultate istraživanja građe, svojstava i zaštite drva i drvnih materijala te njihove primjene, mehaničke i hidrotermičke obrade, kemijske prerade, svih aspekata proizvodnje drvnog materijala i proizvoda te trgovine drvom i drvnim proizvodima.

Povijesni pregled razvoja časopisa u „prvih pedeset godina“ opširno su i dojmljivo u uvodniku prvog broja 50. godišća opisali tadašnji glavni urednik časopisa prof. dr. sc. Hrvoje Turkulin i tehnički urednik gospodin Zlatko Bihar. Sažeti povijesni put časopisa smatram nužnim ponoviti i u uvodniku ovoga, jubilarnoga godišća, kako bismo naglasili važnost svih onih koji su stvarali časopis i njegovu povijest. Usto, treba nešto reći i o posljednjih deset godina časopisa u trećem tisućljeću, koje su omogućile časopisu obljetnicu dijamantnog sjaja.

Povijesni put časopisa

Generalna direkcija drvene industrije Hrvatske pokrenula je 1950. godine časopis *Drvena industrija*, gotovo usporedno s počecima razvoja drvnotehnološke nastave na Poljoprivredno-šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Kako se s razvojem industrijske prerade i obrade drva nakon Drugoga svjetskog rata pojavio velik broj stručnih pitanja i potreba za potporom stručnjacima u praksi, tadašnji resorni ministar Ivica Gretić potaknuo je i potpomogao izdavanje stručnog glasila, kojemu je dr. Stjepan Frančišković bio prvi glavni i odgovorni urednik. U početku su u *Drvenoj industriji* objavljivani popularni stručni članci, da bi se postupno, s razvojem struke i znanstvenoistraživačkog rada, počeli pojavljivati znanstveni radovi te stručni radovi i prilozi vezani za drvo i tehnologiju obrade i prerade drva.

Od 1952. godine izdavanje časopisa preuzima Institut za drveno-industrijska istraživanja, koji se od 1969. naziva Institutom za drvo. Te, 1969. godine suizdavačima odnosno sufinancijerima časopisa postaju Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Poslovno udruženje proizvođača drvene industrije Zagreb i Exportdrvo Zagreb. Dr. Stjepan Frančišković, uz tehničkog urednika Andriju Ilića, vodio je časopis do 1964. godine. Uredničku je palicu od njega preuzeo prof. dr. Ivo Horvat, a zatim inženjer B. Matić, a tehnički urednik bio je inženjer V. Rajković. Godine 1967. glavnim i odgovornim urednikom postaje inženjer B. Štajduhar, koji je s urednicima A. Ilićem, mr. sc. I.

Šalovcem, a kasnije i D. Tusunom, prof., uređivao časopis do 1974. godine. Od te je godine časopis kao glavni i odgovorni urednik vodio prof. dr. Stanislav Bađun, i to tijekom sljedećih 17 godina.

Pred sam kraj uredničkog rada prof. dr. Stanislava Bađuna, 1989. godine, ukida se Tehnički centar za drvo (tadašnji naziv Instituta za drvo) te izdavačem časopisa postaje Šumarski fakultet. U teškom razdoblju ratnih razaranja i vremenu stvaranja Hrvatske države djelatnici Šumarskog fakulteta uspjeli su sačuvati ili, bolje rečeno, ponovno pokrenuti časopis *Drvena industrija* zahvaljujući entuzijazmu i predanome radu tadašnjih znanstvenika Drvnotehnološkog odsjeka, potpori vodstva Šumarskoga fakulteta te Hrvatskoga šumarskog društva i Exportdrva, d.d., koji su podnijeli financijski teret izdavanja časopisa u prijelaznome razdoblju. Godine 1990. i 1991. glavni urednik bio je prof. dr. sc. Marijan Brežnjak, a pomoćnik urednika prof. dr. sc. Stjepan Tkalec. Približno su tada prestali djelovati D. Tusun, prof., i A. Ilić, a nakratko ih je zamijenila Dubravka Kostić, dipl. ing. Časopis je u tom prijelaznom razdoblju osiromašio u smislu smanjenja naklade, brojeva u jednom godištu te broja objavljenih radova i priloga.

Od 1992. godine glavnim urednikom postaje prof. dr. sc. Božidar Petrić, a pomažu mu urednik mr. sc. Hrvoje Turkulin i tehnički urednik Zlatko Bihar. Nakon odlaska u mirovinu prof. dr. sc. B. Petrića posao glavnog urednika 1997. godine preuzima dr. sc. Hrvoje Turkulin. Osnovne smjernice djelovanja novog urednika bile su uvođenje dvojezičnosti osnovnih bibliografskih podataka (hrvatski i jedan od stranih jezika), održavanje znanstveno-stručnoga profila časopisa, poboljšanje kvalitete radova i njihove prezentacije, međunarodna afirmacija časopisa te rješavanje problema stalnosti djelovanja časopisa i pravodobnog izlaženja. Radi svega toga, bilo je nužno riješiti probleme prostorija i opreme za djelovanje Uredništva, osigurati administratora i stabilnost financijskog poslovanja časopisa. Zahvaljujući Izdavačkom savjetu časopisa veći je dio problema časopisa riješen, no bitka za stalnost izlaženja bila je neprekidna. Uredništvo se borilo s kroničnim nedostatkom kvalitetnih radova za objavu. No unatoč tome, časopis je znatno povećao ugled i vidljivost u međunarodnim razmjerima, ustanovljen je međunarodni Urednički odbor, časopis je uvršten u neke od svjetski priznatih baza časopisa, povećana je razmjena s inozemnim redakcijama časopisa i slanje bibliotekama, povećao se broj radova inozemnih autora te se promijenio i unaprijedio dizajn sloga i tiska. Uz glavnog urednika doc. dr. sc. Hrvoja Turkulina i tehničkog urednika Zlatka Bihara, u administrativnom dijelu časopis je vodila gospođa Dubravka Cvetan.

Usporedno sa svojim sve širim međunarodnim znanstvenim djelovanjem doc. dr. sc. H. Turkulin promicao je i naš časopis, no 2003. godine prepustio je

mlađim kolegama da nastave njegovu ustrajnost i ambicioznost u stvaranju vrsnog časopisa drvne struke na ovim prostorima. Te, 2003. godine uz novi Urednički odbor sastavljen od mladih znanstvenika Drvnotehnoškog odsjeka i priznatih svjetskih znanstvenika, za glavnu urednicu izabrana je doc. dr. sc. Ružica Beljo Lučić, a za tehničkog urednika dr. sc. Stjepan Pervan. Uz novoga tehničkog urednika dio tehničkih poslova i dalje je obavljao gospodin Zlatko Bihar. Od 2001. do 2005. godine administrativne je poslove vodila gospođa Verica Ormuš, a od 2005. godine ponovno ih vodi gospođa Dubravka Cvetan. Početak rada novog uredništva obilježila je borba za izdavanje gotovo cijeloga zakašnjeloga godišta te postizanje redovitosti izlaženja kao iznimno važnog kriterija za dobivanje financijske potpore Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa, ali i za uvrštenje časopisa u priznate svjetske bibliografske baze časopisa. Nekoliko je puta časopis postizao pravodobnost izlaženja, pa opet bilježio kašnjenje od jednoga do najviše dva broja.

Časopis danas

Usudujem se reći, da je danas nakon niza godina kroničnog nedostatka radova za objavu, postignuta ravnoteža i radovi koji pristižu omogućuju kontinuitet izlaženja i kvalitativni skok prema vrsnom znanstvenom časopisu.

Uz stalnost izlaženja, drugi vrlo važan cilj Uredništva jest povećati vidljivost i dostupnost časopisa. Svjesni smo da samo tako znanstveni rad naše male znanstvene zajednice može biti prepoznat u svijetu, a naš časopis i radovi u njemu mogu postići bolje bibliometrijske pokazatelje (citati, *impact factor*) kojima se danas vrednuje znanstveni rad. Zato časopis razmjenjujemo s drugim redakcijama, šaljemo ga velikom broju biblioteka u svijetu, zatražili smo i dobili uvrštenje u nekoliko novih bibliografskih baza podataka (Scopus, EBSCO, Compendex, Geobase), a cjeloviti tekstovi radova objavljenih u našem časopisu dostupni su na domaćem portalu Hrčak (<http://hrcak.srce.hr/>) i na međunarodnom portalu Directory of Open Access Journals (<http://www.doaj.org/>). Vidljivost časopisa osigurava i internetska stranica časopisa (<http://drvaindustrija.sumfak.hr/>) koju popunjava i uređuje tehnički urednik izv. prof. dr. sc. S. Pervan. I dalje ustrajavamo na uvrštenju našega časopisa u ISI-jevu citatnu bazu Web of Science kako bismo i na taj način osnažili časopis te privukli autore kvalitetnih znanstvenih radova.

Današnje Uredništvo i Urednički odbor procjenjuju vrlo važnim prepoznatljivost *Drvne industrije* kao znanstvenog časopisa. Cilj nam je svakako povećati opseg svakoga pojedinog broja, prije svega znanstvenim radovima, ali ne zanemariti ni kvalitetne stručne radove. *Drvna industrija* jedini je časopis na ovim prostorima koji objavljuje znanstvene sadržaje iz područja drvne tehnologije. U proteklom su razdoblju u Hrvatskoj pokrenuti komercijalni stručni časopisi (Drvo, Drvo & namještaj) koji pokrivaju stručne i reklamne sadržaje zanimljive drvnom sektoru i to rade vrlo uspješno. Časopis *Drvna industrija* treba biti zanimljivo štivo znanstvenicima diljem svijeta, ali i korisno štivo našim inženjerima drvne tehnologije.

Drvo je vrlo važan prirodni, obnovljivi materijal, a Hrvatska je bogata šumama i drvom. Industrijska pre-

rada i obrada drva važna je gospodarska grana za rast i razvoj naše zemlje. Uporaba drva ima velik potencijal, zanimanje za drvo kao građevni materijal raste, no, nažalost, zbog posljedica svjetske gospodarske krize drvni se sektor ponovno našao u vrlo nezavidnom položaju. Vjerujemo da će naš časopis i dalje biti platforma znanja koja će i u ovim za gospodarstvo teškim vremenima nuditi ideje i rješenja za nalaženje pravih putova u sigurniju budućnost.

Časopis je tijekom 60 godina izlaženja uvijek imao manje ili više teškoća s pokrivanjem troškova izdavanja. Sa zadovoljstvom mogu reći da u proteklih deset godina časopis ima solidnu financijsku potporu i, za razliku od mnogih drugih časopisa, ne bori se s nedostatkom financija. To možemo zahvaliti predsjedniku Izdavačkog savjeta prof. dr. sc. Ivici Grbcu i njegovu angažmanu u pronalaženju suizdavača, kao i suizdavačima koji iz godine u godinu vjerno podupiru naš časopis. Dio financijskih sredstava osigurava nam i Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa u sklopu godišnjih natječaja za potporu znanstvenog izdavaštva i na tome smo im zahvalni.

Analizu radova objavljenih u proteklih deset godina i usporedbu s analizom napravljenom za prvih pedeset godina izlaženja časopisa planiramo pripremiti sa skupinom mladih znanstvenika Drvnotehnoškog odsjeka i objaviti u posljednjem broju 60. godišta.

U ovom obiljetničkom uvodniku želim zahvaliti na dosadašnjem radu i suradnji članovima Uredničkog odbora, članovima Izdavačkog savjeta i našim cijenjenim autorima te ih zamoliti za još energije i još ideja za poboljšanje vrsnosti našeg časopisa. Zahvaljujem i našim vjernim lektoricama, lektorici hrvatskog jezika gospođi Zlati Babić, prof., i lektorici engleskog jezika gospođi Maji Zajšek-Vrhovac, prof., na vrijednom doprinosu kvaliteti objavljenih radova i priloga. Posebnu zahvalnost svi zajedno dugujemo našim recenzentima, koji svojim savjetima i ocjenom radova pridonose kvaliteti časopisa. Podulji popis njihovih imena objavit ćemo također u posljednjem broju 60. godišta.

Razdoblje koje je ispred nas, osim što će biti obilježeno težim financijskim okolnostima, donijet će nam i nove izazove.

Jedan od izazova jest i suočavanje s moralnom i intelektualnom krizom svijeta znanja koja, prema riječima urednika uglednoga medicinskog časopisa *Lancet* Richarda Hortona, prijeti potkopavanjem dva tisućljeća dugih napora za pravednijim društvom. Svakako kršenje znanstvene čestitosti onemogućit će društveni napredak. Urednik Horton naglašava da je akademska zajednica zrcalo društva, a njezino reagiranje na pravdu i nepravdu odražava stanje morala u široj zajednici (*Polimeri*, 29(2008)3:172-174).

Mi ćemo i dalje nastojati svojim upornim, marljivim, nesebičnim i poštenim radom biti zrcalo rada znanstvene zajednice koja se bavi istraživanjima u području drvne tehnologije i promicati njihove rezultate koji mogu pomoći nastojanjima drvno-gospodarskog sektora da se održi u konkurentskoj zbilji svjetskoga gospodarstva. Pri tome ćemo posebno njegovati znanstvenu čestitost i boriti se za moralniji svijet znanja i pravednije društvo.

Prof. dr. sc. Ružica Beljo Lučić

Editorial to Anniversary Volume 60

Dear readers!

In early spring 2009 we present you, with special pride and pleasure, the first issue of volume 60 of the journal *Drvna industrija* (Wood Industry). The journal in your hands has been publishing scientific and professional papers dealing with wood technology issues for six decades.

The journal *Drvna industrija* (Wood Industry) publishes research results on structure, properties and protection of wood and wood materials as well as their application, mechanical and hydrothermal processing, chemical processing, all aspects of production of wood materials and products and trade of wood and wood products.

Historical review of the journal development in the "first fifty years" was comprehensively and impressively presented in the editorial of the first issue of volume 50 of the then editor-in-chief of the journal Prof. Dr. Sc. Hrvoje Turkulin and technical editor Mr. Zlatko Bihar. In my opinion a short summary of the historical development of the journal should also be presented in the editorial of this anniversary volume, so as to emphasise the significance of all those who helped in creating this journal and its history. The last 10 years of the journal in the third millennium should also be described because thanks to them the journal celebrates a diamond anniversary.

Journal history

In 1950 the General Management Office of the Croatian wood industry started the journal *Drvna industrija* (Wood Industry), almost simultaneously with the very beginning of development of wood technology education at the Faculty of Agriculture and Forestry of the University of Zagreb.

As after World War 2 the development of industrial woodworking and processing of wood raised numerous professional questions and need for professional support in practice, the then relevant Minister Mr. Ivica Gretić encouraged and helped publishing of a professional newspaper, and Dr. Stjepan Frančišković was the first editor-in-chief. At the beginning *Drvna industrija* (Wood Industry) published popular professional articles and with the development of the profession and scientific and research work, scientific papers started to appear as well as professional papers and contributions related to wood and woodworking technology.

From 1952 the journal was published by the Institute for Wood-Industrial Research, which changed the name in 1969 into Wood Institute. In the same year - 1969, the Faculty of Forestry of the University of Zagreb, Business Association of Wood Industry Manufacturers Zagreb and Exportdrvo Zagreb started taking part in publishing and financing of the journal. Dr. Stjepan Frančišković ran the journal together with the tec-

hnical editor Mr. Andrija Ilić until 1964. The next editor-in-chief was Prof. Dr. Ivo Horvat and then the engineer Mr. B. Matić took his place while the technical editor was the engineer Mr. V. Rajković. In 1967 the engineer Mr. B. Štajduhar became the editor-in-chief and he ran the journal until 1974 together with the editors Mr. A. Ilić, Mr. Sc I. Šalovec and later also Mr. D. Tusun. From 1974 Prof. Dr. Stanislav Bađun ran the journal as the editor-in-chief for 17 years.

In 1989, before the end of the editorial work of Prof. Dr. Stanislav Bađun, the Technical Wood Centre (the then name of Wood Institute) ceased to be and the Faculty of Forestry of the University of Zagreb took over the editorship of the journal. In the difficult period of war destructions and during the creation of the Croatian state, scientists of the Faculty of Forestry maintained or better to say started again the journal *Drvna industrija* (Wood Industry) thanks to support of the management of the Faculty of Forestry as well as help of the Croatian Forestry Society and Exportdrvo d.d., which mostly took over financing of the journal in this transitional period. In 1990 and 1991 Prof. Dr. Sc. Marijan Brežnjak was the editor-in-chief and Prof. Dr. Sc. Stjepan Tkalec was the assistant editor. During that period Mr. D. Tusun and Mr. A. Ilić finished their term of office and for a short time they were replaced by the engineer Ms. Dubravka Kostić. In this transitional period the quality of the journal decreased in terms of lower circulation, fewer issues in one volume and fewer published papers and contributions.

In 1992 Prof. Dr. Sc. Božidar Petrić became the editor-in-chief and he was assisted by the editor Mr. Sc. Hrvoje Turkulin and technical editor Mr. Zlatko Bihar. After the retirement of Prof. Dr. Sc. B. Petrić, Dr. Sc. Hrvoje Turkulin became the editor-in-chief in 1997. The basic guidelines of the new editor were the introduction of bilingual bibliography data (Croatian and a foreign language), maintenance of scientific and professional profile of the journal, upgrading the quality of papers and their presentation, international affirmation of the journal and provision of continuity and sustainability of the journal and timely release of issues. It was, therefore, necessary to solve the problem of working premises and equipment for Editors, provide administrative assistance and stable financing of the journal. Thanks to the Editorial Council of the journal most of these problems were solved and however the battle for maintaining the publishing continuity never stopped. The Editors fought hard against chronic lack of high-quality papers that were to be published in the journal. On the other hand, the journal gained international respect and popularity, an international Editorial Board was established, the journal was inserted into some world recognised journal databases, the exchange with foreign editorial offices and libraries was increased, the number of foreign authors was raised and type

and press design were modified and improved. Along with the editor-in-chief, Prof. Dr. Sc. Hrvoje Turkulin, and technical editor Mr. Zlatko Bihar, Ms. Dubravka Cvetan provided administrative assistance in running the journal.

By strengthening his international scientific activities, the Prof. Dr. Sc. H. Turkulin also promoted our journal and however in 2003 he let his younger colleagues continue his endeavours and ambition in creating an excellent journal of wood science in this part of the world. In 2003, along with the Editorial Board made of young scientists of Wood Technology Department and world recognised scientists, Assist. Prof. Dr. Sc. Ružica Beljo Lučić was appointed as the new editor-in-chief and Dr. Sc. Stjepan Pervan as technical editor. In performing his duties, the new technical editor was largely assisted by Mr. Zlatko Bihar. From 2001 to 2005 the administrative affairs were run by Ms. Verica Ormuš, and from 2005 again by Ms. Dubravka Cvetan. The beginning of work of the new Editors was marked by endeavours to publish an almost completely late volume and achieve regular release, as an extremely important criteria for getting financial support of the relevant Ministry of Science, Education and Sport and for being inserted into some world recognised journal bibliography databases. Several times, the journal met the release schedule, and there were cases when it was one or two issues late.

The journal today

I dare say that today, after many years of chronic lack of papers, balance has been achieved and papers that arrive regularly provide continuity of release and a quality step forward in achieving an excellent scientific journal.

Along with the continuity of release, the second important Editors' goal is to increase the journal's visibility and availability. We are fully aware that this is the only way to provide world recognition for the scientific work of our little scientific community and to achieve better bibliometric indicators for our journal and its articles (citations, *impact factor*), by which the scientific work is valued nowadays. Therefore, we exchange the journal with other editorial offices, we send it to a large number of libraries throughout the world, we asked to be inserted and were accepted into several new bibliographic databases (Scopus, EBSCO, Compendex, Geobase) and complete texts of papers published in our journal are available at the Croatian scientific portal „Hrčak“ (<http://hrcak.srce.hr/>) and international portal „Directory of Open Access Journals“ (<http://www.doaj.org/>). The journal visibility is also provided by the journal web site (<http://drvnaindustrija.sumfak.hr/>), which is filled out and edited by the technical editor Dr. Sc. S. Pervan. We are still trying to insert our journal into ISI citation database Web of Science, so as to strengthen our journal and attract new authors of high-quality scientific papers.

According to the current Editors and Editorial Board it is very important to establish the identity of *Drvna industrija* (Wood Industry) as a scientific journal, i.e. to increase the share of scientific papers in the journal content. Of course the objective is to increase the volume of each issue, but primarily with scientific papers. Namely, *Drvna industrija* (Wood Industry) is the only paper in this part of the world that publishes

scientific papers from the field of wood technology. It is intended for scientists worldwide but also for engineers of wood technology in our country.

During 60 years of its existence, the journal always had more or less difficulties with financing of publishing. I am happy to say that in the period of the last 10 years the journal has had solid financial support and contrary to many other journals and magazines it has no financial problems. These problems have been solved thanks to the President of the Editorial Council Prof. Dr. Sc. Ivica Grbac and his engagement in finding co-publishers and thanks to co-publishers who have been supporting our journal for years. A part of financial means has been provided by the Ministry of Science, Education and Sport through annual grants that support scientific editorship and we are thankful for it.

Wood is a very significant natural, renewable resource, and Croatia is rich with forests and wood. Industrial processing of wood and woodworking is an important branch of economy for the growth and development of our country. Potential use of wood is high, wood as building material is becoming increasingly interesting, but unfortunately, due to the effects of the global economic crises, wood sector is again in an unenviable position. We believe that our journal will continue to be a platform of knowledge that will offer ideas and solutions for finding the right guidelines for future in hard times for economy such as these.

In this anniversary Editorial, I would like to thank the members of the Editorial Board, members of the Editorial Council and our estimated authors for their work and a successful cooperation and kindly ask them to find more energy and more ideas for improving the excellence of our journals. I would also like to thank our faithful language editors, Prof. Zlata Babić for Croatian and Prof. Maja Zajšek-Vrhovac for English, for their valuable contribution to the quality of the published papers and contributions. We are all especially thankful to our reviewers, who greatly contribute to the excellence of our journal by their suggestions and assessments of papers. A long list with their names will be published in the last issue of volume 60.

The period that follows will not only be marked by financial difficulties but also by new challenges.

One of the challenges that we will have to face is the moral and intellectual global crisis of knowledge, which according the editor of the prestigious medical journal *Lancet*, Richard Horton, threatens to undermine two centuries of efforts to make a better world. Any breach of scientific honesty prevents social development. The editor Horton emphasises that the academic community is the mirror of society, and the reaction of the academic community to justice and injustice reflects the state of moral in wider society (*Polimeri*, 29(2008)3:172-174).

Working persistently, diligently, unselfishly and fairly, we shall do our best to reflect the work of scientists dealing with research in the field of wood technology and promote their results that could help the wood sector in its efforts to survive global competition. In doing so, we shall take special care of scientific honesty and strive for moral knowledge and a more righteous society.

Prof. Dr. Sc. Ružica Beljo Lučić

Jaroslav Hrázský, Pavel Král¹

Determination of relationships between density, amount of glue and mechanical properties of OSB

Analiza međusobnih odnosa gustoće, količine ljepila i mehaničkih svojstava OSB ploča

Original scientific paper · Izvorni znanstveni rad

Received – prispjelo: 16. 9. 2008.

Accepted – prihvaćeno: 25. 2. 2009.

*UDK: 630*863.21*

ABSTRACT • This paper deals with problems of the effect of changes in density and amount of glue on mechanical properties of OSB (oriented strand boards). Tests of mechanical properties were carried out on OSB/3, 18 and 15 mm thick, produced on an OSB production line of the prominent manufacturer of board composite materials in the Czech Republic. In the first stage of the experiment, density was decreased in manufactured OSB with a nearly the same amount of glue. In the second stage, density was constant and the amount of glue changed. Bending strength, modulus of elasticity and tensile strength perpendicular to the board surface were determined in OSB samples of particular variants. Results of laboratory tests were compared with values given by the ČSN EN 300 standard for category OSB/3.

Key words: oriented strand board (OSB), density, bending strength, modulus of elasticity, tensile strength perpendicular to the board surface, amount of glue, PMDI glues

SAŽETAK • U radu se analizira utjecaj gustoće ploča i količine ljepila na mehanička svojstva ploča s usmjerenim iverjem – OSB ploča (Oriented Strand Boards). Mehanička svojstva mjerena su na pločama OSB/3, debljine 18 i 15 mm, koje je proizveo priznati proizvođač kompozitnih drvnih materijala u Republici Češkoj. U prvoj fazi eksperimenta proizvedene su ploče različite gustoće, uz približno jednaku količinu ljepila. U drugoj fazi proizvedene su ploče konstantne gustoće i s različitom količinom ljepila. Izmjerena je savojna čvrstoća, modul elastičnosti i vlačna čvrstoća okomito na površinu ploče svih ploča. Dobiveni rezultati uspoređeni su s vrijednostima koje su dane normom ČSN EN 300 za kategoriju ploča OSB/3.

Ključne riječi: ploče s usmjerenim iverjem (OSB), gustoća, savojna čvrstoća, modul elastičnosti, vlačna čvrstoća okomito na površinu ploče, količina ljepila, PMDI ljepila

1 INTRODUCTION

1. UVOD

Density of particleboards is generally dependent upon the density of processed wood species. Further, it

depends on the shape of chips, degree of their compression, and on the amount and type of additional substances. Particleboard density is also related to strength properties. The increasing density of particleboards, however, markedly affects the economy of production, han-

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.

dling costs, etc. From the point of view of practical use of particleboards as low as possible density is, therefore, optimal provided of course that the required values of particular physical and mechanical properties are preserved (Deppe and Ernst, 1991).

Tensile strength perpendicular to the board surface is an important property in terms of use of particleboards for construction purposes. Generally, the value of this property can be affected by the amount of glue. Higher spread of glue results in the increase of this property. With the increasing density of a particleboard, tensile strength perpendicular to the board surface also increases (Štefka, 1999).

Bending strength ranks among the most important and most characteristic properties of particleboards determining in principle their use. Bending strength fundamentally affects dimensions of chips expressed by "slenderness ratio". The density of processed timber species also affects the slenderness ratio. To achieve the highest strength properties of particleboards, the whole area of overlaying surfaces of particular boards and glued area between particular chips have to be appropriately large whereby the strength of particular chips given by their cross-section is transferred to the final particleboard (Hrázský and Král, 2007).

The bending strength of particleboards also depends on the density of boards and wood species, which were used in their production. In general, the strength of particular species is proportional to their density. Hence, the "degree of technical transformation of wood" on the area of isotropic particleboards is of great importance. With the increasing density of particleboards the bending strength of these boards increases (Štefka, 2007).

The objective of this paper was to determine relationships between the density of boards, amount of glue and mechanical properties of industrially manufactured OSB. Results of laboratory tests were compared with values given by the ČSN EN 300 standard for the OSB/3 board category.

2 MATERIAL AND METHODS

2. MATERIJAL I METODE

Tests of mechanical properties were carried out on OSB/3, 18 and 15 mm thick produced on an OSB production line of a prominent Czech manufacturer of board composite materials in the Czech Republic. The spread of glue and OSB density affect particularly the bending strength (MOR) and modulus of elasticity (MOE) on the main and secondary axis as well as tensile strength perpendicular to the board surface.

OSB/3 boards were manufactured using a PMDI isocyanate adhesive. This adhesive was used both in the surface and central layer of tested boards. Requirements for boards of the OSB/3 technical class are determined by the ČSN EN 300 standard. An experimental procedure for the determination of density is given by the ČSN EN 323 standard, for the determination of bending strength and modulus of elasticity in both axes by the ČSN EN 310 standard and for the determination of tensile strength perpendicular to the board surface by the ČSN EN 319 standard. OSB/3 boards in the thickness range >10 to <18 mm have to fulfil requirements given in Tab. 1 of the ČSN EN 300 standard.

Three pieces of OSB boards were sampled from each production variant 1.1 - 1.3 or 2.1 - 2.3. Necessary test specimens were cut out from the boards. A cutting plan given in Fig. 1 was used to obtain test specimens.

In the first stage of the experiment, density was lowered in manufactured OSB boards (Variants 1.1 - 1.3) and the amount of glue was slightly increased. In the second stage, density was constant and the amount of glue changed (Variants 2.1 - 2.3). Changes in parameters of produced OSB boards are given in Tabs. 2 - 5.

In particular samples, tensile strength tests were carried out perpendicular to the board surface and bending strength tests in both axes including modulus of elasticity. The tests of mechanical properties were selected because changes in density and amount of glue fundamentally affect these properties of OSB.

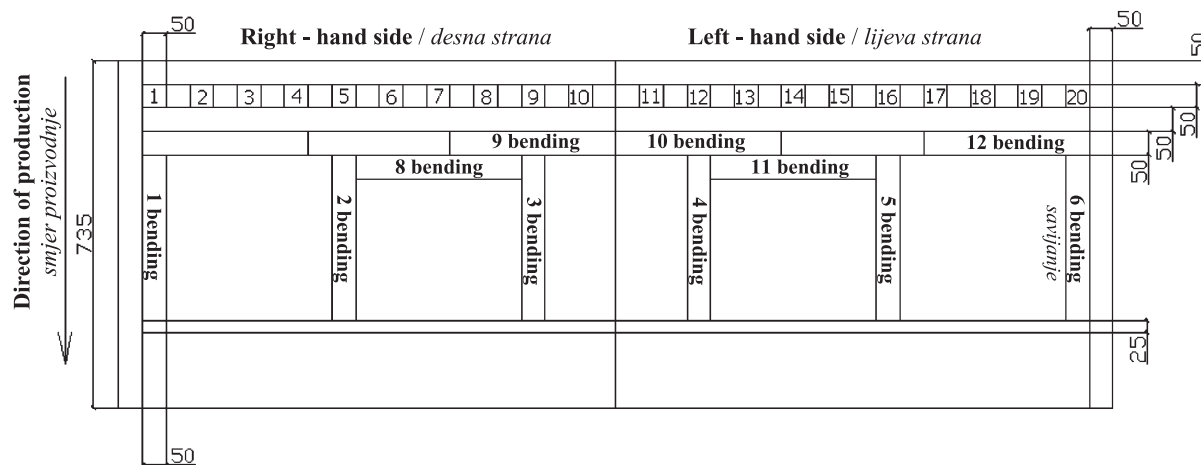


Figure 1 Cutting plan for sampling test specimens (1-20: tensile strength perpendicular to the board surface; 1-12 bending: MOR and MOE)

Slika 1. Plan rezanja za izradu uzoraka (1-20 uzorci za mjerenje vlačne čvrstoće okomito na površinu ploče; 1-12 uzorci za savijanje i mjerenje veličina MOR i MOE)

Table 1 Requirements for OSB/3 of selected thickness classes according to the ČSN EN 300 standard

Tablica 1. Zahtjevi za OSB/3 ploče određenih debljinskih razreda prema normi ČSN EN 300

Board type – OSB/3 <i>Tip ploče – OSB/3</i>	Test procedure <i>Procedura testiranja</i>	Unit <i>Jedinica</i>	Requirements / <i>Zahtjevi</i>		
			Thickness range / <i>Debljinski razred</i> (mm, nominal value)		
Property / <i>Svojstvo</i>			6 to 10	>10 to <18	18 - 25
Bending strength – main axis <i>Savojna čvrstoća – glavna os</i>	EN 310	N/mm ²	22	20	18
Bending strength – secondary axis <i>Savojna čvrstoća – druga os</i>	EN 310	N/mm ²	11	10	9
Modulus of elasticity in bending - main axis <i>Modul elastičnosti pri savijanju – glavna os</i>	EN 310	N/mm ²	3 500	3 500	3 500
Modulus of elasticity in bending - secondary axis <i>Modul elastičnosti pri savijanju – druga os</i>	EN 310	N/mm ²	1 400	1 400	1 400
Tensile strength perpendicular to the board surface <i>Vlačna čvrstoća okomito na površinu ploče</i>	EN 319	N/mm ²	0.34	0.32	0.30
Swelling after 24-hour storage in water <i>Bubrenje 24 sata nakon potapanja u vodi</i>	EN 317	%	15	15	15
Note: If a purchaser mentions that boards are to be used for special purposes such as floors, inner walls and roof structures, the EN 12871 standard has to be taken into account. In other words, the fulfilment of other requirements can be requested. <i>Napomena: Ako kupac napomene da će ploče imati posebne namjene – za podove, unutarnje zidove i krovne konstrukcije, treba uzeti u obzir i normu EN 12871. Prema tome, može se tražiti ispunjavanje i drugih zahtjeva.</i>					
Option 1- alternative B / <i>Opcija 1 – alternativa B</i> Bending strength after the cycling test - main axis <i>Savojna čvrstoća nakon ciklusa testiranja – glavna os</i>	EN 321 + EN 310	N/mm ²	9	8	7
Option 1 - alternative A / <i>Opcija 1 – alternativa A</i> Tensile strength perpendicular after the cycling test <i>Vlačna čvrstoća nakon ciklusa testiranja</i>	EN 321 + EN 319	N/mm ²	0.18	0.15	0.13
Option 2 Tensile strength perpendicular after the boiling test <i>Vlačna čvrstoća nakon testa kuhanja</i>	EN-1087-1	N/mm ²	0.15	0.13	0.12

3 RESULTS AND DISCUSSION

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Laboratory tests were carried out on OSB/3 boards, 15 and 18 mm thick. In the first stage of the experiment, in industrially manufactured OSB (Variants 1.1 - 1.3), density was decreased and glue spread was increased (Tab. 2). In the second stage, density was constant and amount of glue decreased - Variants 2.1 - 2.3 (Tab. 6).

3.1. Comparison of Variants 1.1 - 1.3

3.1. Usporedba vrijednosti za uzorke 1.1. do 1.3.

In Variants 1.1 - 1.3 of both thickness classes, OSB density was decreased for the purpose of determining the effect of density on mechanical properties of these boards. Tables 3 and 5 present the determined va-

lues of mechanical properties (bending strength, modulus of elasticity in both axes and tensile strength perpendicular to the board surface) for OSB, 15 and 18 mm thick. It is evident that owing to decreasing density, bending strength (MOR) and modulus of elasticity (MOE) decrease in both directions. The ČSN EN 300 standard sets minimum bending strength in the main axis of 20 N/mm² for OSB boards, 15 mm thick.

Boards 18 mm thick should exhibit minimum bending strength of 18 N/mm² in the main axis. These conditions fulfil all three variants of both thickness classes, but it is evident that due to decreased density, these values also decrease. A minimum requirement for bending strength in the secondary axis is 10 N/mm² in boards 15 mm thick and 9 N/mm² in boards 18 mm thick. Tables 3 and 5 show that this require-

Table 2 Variants of density in OSB, 15 mm thick

Tablica 2. Varijante gustoće OSB ploča debljine 15 mm

OSB 3 ECO – 15 mm	Density / <i>Gustoća</i> kg/m ³	PMDI - surface layer <i>PMDI – površinski sloj</i> kg/100 kg	PMDI - central layer <i>PMDI – središnji sloj</i> kg/100 kg
Variant 1.1 – <i>uzorak 1.1.</i>	575	3.30	3.60
Variant 1.2 – <i>uzorak 1.2.</i>	565	3.36	3.66
Variant 1.3 – <i>uzorak 1.3.</i>	555	3.42	3.73

Table 3 Values of density, bending strength, modulus of elasticity and tensile strength perpendicular for variants 1.1 - 1.3, OSB 15 mm thick

Tablica 3. Vrijednosti gustoće, savojne čvrstoće, modula elastičnosti i vlačne čvrstoće okomito na površinu ploče za uzorke 1.1 do 1.3, OSB ploče debljine 15 mm

OSB ECO 3 15 mm	Density <i>Gustoća</i> kg/m ³	Bending strength ∥ <i>Savojna čvrstoća</i> ∥ N/mm ²	Modulus of elasticity ∥ <i>Modul elastičnosti</i> ∥ N/mm ²	Bending strength ⊥ <i>Savojna čvrstoća</i> ⊥ N/mm ²	Modulus of elasticity ⊥ <i>Modul elastičnosti</i> ⊥ N/mm ²	Tensile strength perpendicular <i>Vlačna čvrstoća okomito</i> N/mm ²
Variant 1.1 - \bar{X}	576	25.44	5102	16.467	2399	0.32
$S_{\bar{X}^2}$	2.40	6.048	10978.27	2.643	7094.92	0.00001
$S_{\bar{W}^2}$	647.54	8.845	674859.64	6.628	28400.72	0.00288
Variant 1.2 - \bar{X}	564	23.76	4854	14.917	2230	0.33
$S_{\bar{X}^2}$	4.38	2.630	20072.60	0.092	72694.13	0.00001
$S_{\bar{W}^2}$	382.12	34.832	1177798.32	4.834	246950.97	0.00424
Variant 1.3 - \bar{X}	553	21.33	4278	13.298	2095	0.35
$S_{\bar{X}^2}$	9.38	0.998	103304.10	0.923	23905.02	0.00003
$S_{\bar{W}^2}$	647.54	14.207	304553.47	3.015	46970.22	0.00310

Table 4 Variants of density in OSB, 18 mm thick

Tablica 4. Varijante gustoće OSB ploča debljine 18 mm

OSB 3 ECO – 18 mm	Density <i>Gustoća</i> kg/m ³	PMDI - surface layer <i>PMDI – površinski sloj</i> kg/100 kg	PMDI - central layer <i>PMDI – središnji sloj</i> kg/100 kg
Variant 1.1 – <i>uzorak 1.1.</i>	570	3.30	3.60
Variant 1.2 – <i>uzorak 1.2.</i>	560	3.36	3.66
Variant 1.3 – <i>uzorak 1.3.</i>	550	3.42	3.73

Table 5 Values of density, bending strength, modulus of elasticity and tensile strength perpendicular for variants 1.1 - 1.3, OSB 18 mm thick

Tablica 5. Vrijednosti gustoće, savojne čvrstoće, modula elastičnosti i vlačne čvrstoće okomito na površinu ploče za uzorke 1.1 do 1.3, OSB ploče debljine 18 mm

OSB ECO 3 18 mm	Density <i>Gustoća</i> kg/m ³	Bending strength ∥ <i>Savojna čvrstoća</i> ∥ N/mm ²	Modulus of elasticity ∥ <i>Modul elastičnosti</i> ∥ N/mm ²	Bending strength ⊥ <i>Savojna čvrstoća</i> ⊥ N/mm ²	Modulus of elasticity ⊥ <i>Modul elastičnosti</i> ⊥ N/mm ²	Tensile strength perpendicular <i>Vlačna čvrstoća okomito</i> N/mm ²
Variant 1.1 - \bar{X}	571	24.78	5011	14.69	2297	0.32
$S_{\bar{X}^2}$	7.37	0.209	3245.60	0.08	43791.74	0.00002
$S_{\bar{W}^2}$	358.13	14.673	213169.60	2.48	34679.81	0.00076
Variant 1.2 - \bar{X}	563	23.84	4826	13.99	2187	0.35
$S_{\bar{X}^2}$	3.21	2.028	36063.79	0.20	9637.80	0.00001
$S_{\bar{W}^2}$	545.41	17.679	484623.47	3.02	45290.00	0.00099
Variant 1.3 - \bar{X}	552	24.26	4781	14.27	2240	0.37
$S_{\bar{X}^2}$	4.75	0.964	1562.13	1.27	8190.13	0.00005
$S_{\bar{W}^2}$	390.08	27.262	423536.37	2.26	51648.42	0.00279

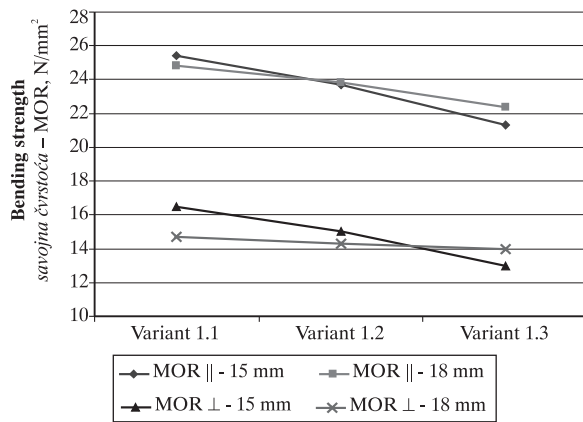


Figure 2 Values of bending strength (MOR) in OSB, Variants 1.1-1.3 in both axes

Slika 2. Savojna čvrstoća (MOR) OSB ploča debljine 15 i 18 mm, uzorci 1.1. do 1.3. u oba smjera

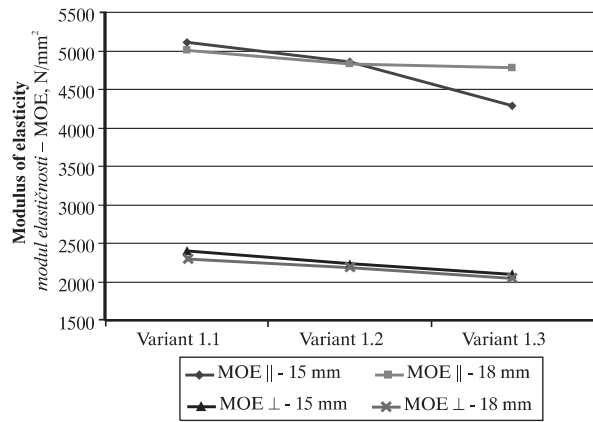


Figure 3 Values of modulus of elasticity (MOE) in OSB, Variants 1.1-1.3 in both axes

Slika 3. Modul elastičnosti (MOE) OSB ploča debljine 15 i 18 mm, uzorci 1.1. do 1.3. u oba smjera

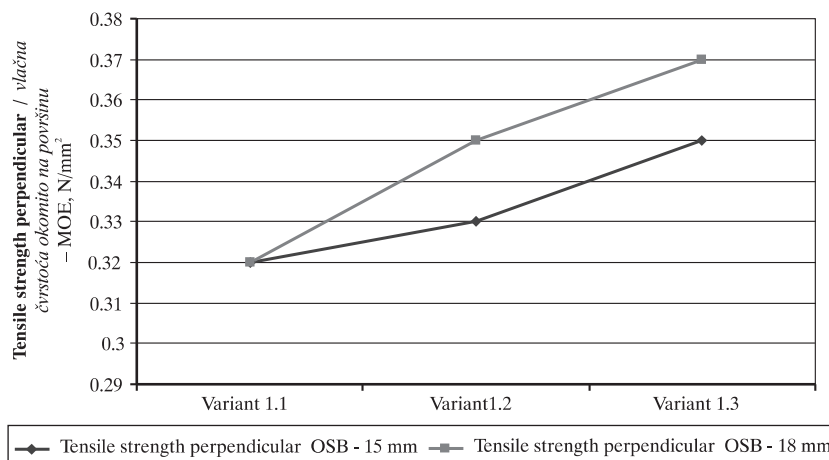


Figure 4 Values of tensile strength perpendicular to the board surface in OSB, Variants 1.1-1.3

Slika 4. Vlačna čvrstoća okomito na površinu OSB ploča debljine 15 i 18 mm, uzorci 1.1. do 1.3.

ment is fulfilled again by all variants but the decrease in bending strength occurs in connection with decreasing density of OSB. Tables 3, 5, 7 and 9 show the values of the variance between average values of OSB boards $S_{\bar{x}}^2$ and of the mean variability $S_{\bar{w}}^2$ in OSB boards presented.

Modulus of elasticity in the main axis in both thickness classes of OSB should be at least 3500 N/mm². The minimum value of modulus of elasticity in the main axis, which is determined by the ČSN EN 300 standard, is fulfilled in all variants of OSB of both thickness classes. Nevertheless, it is evident that with decreasing density, values of MOE also decrease. MOE in bending shows the same trend in the secondary axis.

Table 6 Variants of amount of glue in OSB, 15 mm thick

Tablica 6. Varijante količine ljepila u OSB pločama debljine 15 mm

OSB 3 ECO - 15 mm	Density Gustoća kg/m ³	PMDI - surface layer PMDI - površinski sloj kg/100 kg	PMDI - central layer PMDI - središnji sloj kg/100 kg
Variant 2.1 – uzorak 2.1.	575	3.3	3.6
Variant 2.2 – uzorak 2.2.	575	3.0	3.3
Variant 2.3 – uzorak 2.3.	575	2.7	3.0

In tensile strength perpendicular to the board surface, the trend is opposite. According to the ČSN EN 300 standard, the minimum value of tensile strength perpendicular to the board surface is 0.32 N/mm² for OSB 15 mm thick and 0.30 N/mm² for OSB 18 mm thick.

Based on Tables 3 and 5, it is evident that values of tensile strength perpendicular to the board surface increase with decreasing density, viz. up to 0.37 N/mm² in samples obtained from OSB of thickness of 18 mm. In samples obtained from OSB 15 mm thick, the maximum value of tensile strength of 0.35 N/mm² perpendicular to the board surface was determined in OSB 15 mm thick. This value was measured again in a sample of the lowest density.

Table 7 Values of density, bending strength, modulus of elasticity and tensile strength perpendicular for variants 2.1 - 2.3, OSB 15 mm thick

Tablica 7. Vrijednosti gustoće, savojne čvrstoće, modula elastičnosti i vlačne čvrstoće okomito na površinu ploče za uzorke 2.1 do 2.3, OSB ploče debljine 15 mm

OSB ECO 3 15 mm	Density <i>Gustoća</i> kg/m ³	Bending strength ∥ <i>Savojna čvrstoća</i> ∥ N/mm ²	Modulus of elasticity ∥ <i>Modul elastičnosti</i> ∥ N/mm ²	Bending strength ⊥ <i>Savojna čvrstoća</i> ⊥ N/mm ²	Modulus of elasticity ⊥ <i>Modul elastičnosti</i> ⊥ N/mm ²	Tensile strength perpendicular <i>Vlačna čvrstoća okomito</i> N/mm ²
Variant 2.1 - \bar{X}	576	25.44	5102	16.46	2409	0.33
$S_{\bar{X}^2}$	2.39	6.041	10978.35	2.651	8277.62	0.00004
$S_{\bar{W}^2}$	416.84	8.845	674859.64	6.628	30816.26	0.00320
Variant 2.2 - \bar{X}	575	24.73	5090	15.35	2313	0.31
$S_{\bar{X}^2}$	9.04	5.991	93321.26	0.611	7070.56	0.00008
$S_{\bar{W}^2}$	551.05	31.815	384660.78	5.586	51260.70	0.00163
Variant 2.3 - \bar{X}	577	22.413	4788	14.22	2252	0.28
$S_{\bar{X}^2}$	1.81	0.667	182272.57	1.702	46072.46	0.00005
$S_{\bar{W}^2}$	658.55	25.055	591214.10	3.869	56940.85	0.00105

Table 8 Variants of amount of glue in OSB, 18 mm thick

Tablica 8. Varijante količine ljepila u OSB pločama debljine 18 mm

OSB 3 ECO - 18 mm	Density <i>Gustoća</i> kg/m ³	PMDI - surface layer <i>PMDI – površinski sloj</i> kg/100 kg	PMDI - central layer <i>PMDI – središnji sloj</i> kg/100 kg
Variant 2.1 – <i>uzorak 2.1.</i>	570	3.3	3.6
Variant 2.2 – <i>uzorak 2.2.</i>	570	3.0	3.3
Variant 2.3 – <i>uzorak 2.3.</i>	570	2.7	3.0

Table 9 Values of density, bending strength, modulus of elasticity and tensile strength perpendicular for variants 2.1 - 2.3, OSB 18 mm thick

Tablica 9. Vrijednosti gustoće, savojne čvrstoće, modula elastičnosti i vlačne čvrstoće okomito na površinu ploče za uzorke 2.1 do 2.3, OSB ploče debljine 18 mm

OSB ECO 3 18 mm	Density <i>Gustoća</i> kg/m ³	Bending strength ∥ <i>Savojna čvrstoća</i> ∥ N/mm ²	Modulus of elasticity ∥ <i>Modul elastičnosti</i> ∥ N/mm ²	Bending strength ⊥ <i>Savojna čvrstoća</i> ⊥ N/mm ²	Modulus of elasticity ⊥ <i>Modul elastičnosti</i> ⊥ N/mm ²	Tensile strength perpendicular <i>Vlačna čvrstoća okomito</i> N/mm ²
Variant 2.1 - \bar{X}	571	24.78	5011	14.69	2298	0.32
$S_{\bar{X}^2}$	7.366	0.209	3245.60	0.078	43791.74	0.00002
$S_{\bar{W}^2}$	358.128	14.673	213169.60	2.484	34679.81	0.00076
Variant 2.2 - \bar{X}	571	20.87	4768	12.81	2102	0.28
$S_{\bar{X}^2}$	9.064	5.065	6537.36	0.560	1117.46	0.00004
$S_{\bar{W}^2}$	520.366	7.432	384171.67	2.025	26585.77	0.00202
Variant 2.3 - \bar{X}	569	20.15	4564	13.44	2150	0.26
$S_{\bar{X}^2}$	13.981	1.772	8315.27	1.264	710.97	0.00024
$S_{\bar{W}^2}$	875.671	19.717	707075.71	2.592	28025.12	0.00168

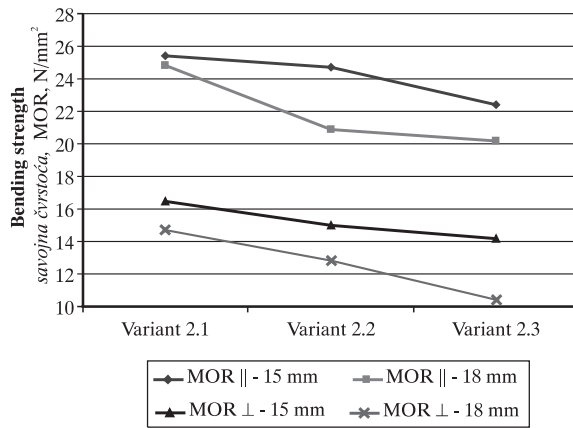


Figure 5 Values of bending strength (MOR) in OSB Variants 2.1-2.3 in both axes

Slika 5. Savojna čvrstoća (MOR) OSB ploča debljine 15 i 18 mm, uzorci 2.1. do 2.3. u oba smjera

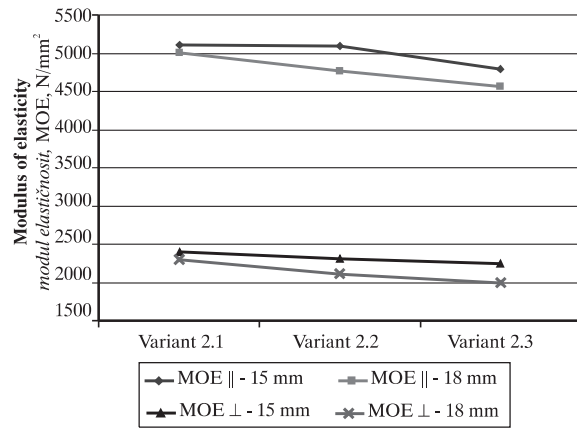


Figure 6 Values of modulus of elasticity (MOE) in OSB Variants 2.1-2.3 in both axes

Slika 6. Modul elastičnosti (MOE) OSB ploča debljine 15 i 18 mm, uzorci 2.1. do 2.3. u oba smjera

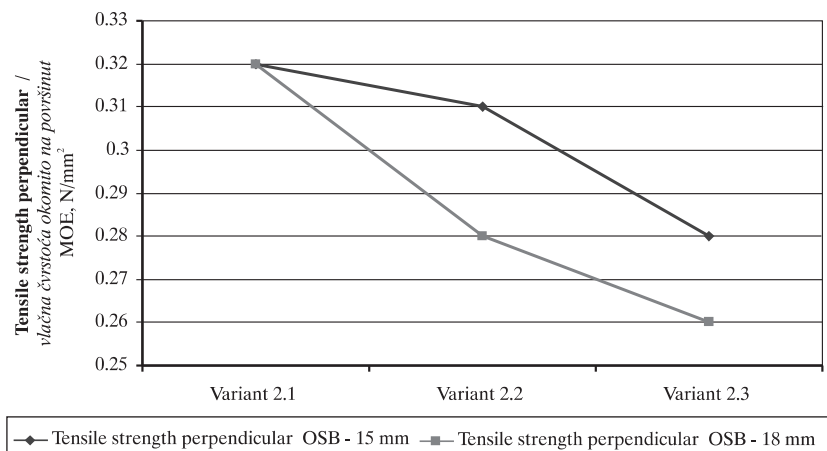


Figure 7 Values of tensile strength perpendicular to the board surface in OSB Variants 2.1-2.3

Slika 7. Vlačna čvrstoća okomito na površinu OSB ploča debljine 15 i 18 mm, uzorci 2.1. do 2.3.

Values of mechanical properties of OSB, Variants 1.1 - 1.3 are shown in Figs. 2 - 4.

3.2 Comparison of Variants 2.1 - 2.3

3.2. Usporedba vrijednosti za uzorke 2.1 do 2.3

In Variants 2.1 - 2.3 of both thickness classes, the amount of glue was decreased both in the central and surface layer in order to determine the effects of amount of glue on mechanical properties of OSB. Density of OSB panels was constant. Tables 7 and 9 show the determined values of mechanical properties (bending strength, MOE in both axes and tensile strength perpendicular to the board surface) for OSB, 15 and 18 mm thick.

It is evident that reduced amount of glue causes the decrease of values of bending strength and MOE in both directions. According to the ČSN EN 300 standard, 15 mm OSB are to reach the minimum bending strength of 20 N/mm² in the main axis and 18 mm boards 18 N/mm². All three variants of OSB of both thickness classes fulfil the condition. Nevertheless, it is evident that due to decreasing of amount of glue in OSB, the values of bending strength decrease.

A minimum requirement for bending strength in the secondary axis is 10 N/mm² in 15 mm OSB and 9

N/mm² in 18 mm boards. Tables 7 and 9 show that all variants fulfil again the requirement, but here there is also a visible decrease in values of bending strength. MOE in bending in the main axis at both thickness classes of OSB should reach at least 3500 N/mm². The minimum value of MOE in the main axis, which is set by the ČSN EN 300 standard, is fulfilled by all OSB variants of both thickness classes. Nevertheless, Tables 7 and 9 clearly show that with the decrease of the amount of glue, the values of MOE also decrease.

The minimum value of tensile strength perpendicular to the board surface, which is set by the ČSN EN 300 standard, is 0.32 N/mm² for 15 mm OSB and 0.30 N/mm² for 18 mm boards. Based on Tables 7 and 9, it is evident that the value of tensile strength perpendicular to the board surface decreases with the decrease of the amount of glue, viz. up to a value of 0.26 N/mm² in samples obtained from 18 mm OSB. The minimum value of tensile strength perpendicular to the board surface of 0.28 N/mm² was determined in samples obtained from 15 mm OSB. Thus, according to this test results, Variant 2.3 - OSB 15 mm thick and Variants 2.2 and 2.3 - OSB 18 mm thick do not fulfil the requirements set by

the ČSN EN 300 standard. Determined values of mechanical properties of OSB Variants 2.1 - 2.3 are presented in Figs. 5 - 7.

4 CONCLUSION

4. ZAKLJUČAK

The aim of this paper is to determine to what degree changes in density and amount of glue affect mechanical properties of OSB. In samples of OSB boards of particular variants, the following parameters were determined: bending strength, modulus of elasticity (MOE) and tensile strength perpendicular to the board surface.

The results of tests of mechanical properties showed that the decrease of density and the increase in amount of glue in Variants 1.1 and 1.3, cause lower bending strength due to the decrease of material (strands) in the OSB area, viz. in both axes as well as decrease of the values of both modulus of elasticity (Tabs. 3 and 5).

On the other hand there is an improvement of tensile strength perpendicular to the board surface. From the economic aspects, Variant 1.3 appears to be the most optimum variant, viz. both for 15 and 18 mm thickness. However, with further decrease of density, it is not possible to expect that OSB boards would conform to the requirements of a consumer because OSB with lower densities began to show impaired properties particularly at edges.

In Variants 2.1 and 2.3 of both thickness classes, the decrease of amount of glue in the surface and central layer at the constant density caused a measurable fall of values of all mechanical properties, however, particularly of tensile strength perpendicular to the board surface (Tabs. 7 and 9).

On the basis of the results of mechanical tests it is possible to conclude as follows:

- At the constant density and decreased amount of glue in the surface and central layer, decrease of all tested mechanical properties occurs (Tabs. 7 and 9).
- At decreased density and slightly increased amount of glue the impairment of bending strength and de-

crease of MOE in both axes occurs, while the tensile strength perpendicular to the board surface increases (Tabs. 3 and 5).

5 REFERENCES

5. LITERATURA

1. Deppe, H., J., Ernst, K. 1991: Taschenbuch der Spanplattentechnik. 3. überarbeitete und erweiterte Auflage. DRW Verlag Leinfelden. 468 p. ISBN 3-87181-320-6
2. Hrázský, J.; Král., P. 2007: Wood-based composites. Part I.: Chips- and fibrematerials. MZLU Brno. 253 p. ISBN 978-80-7375-034-3
3. Štefka, V. 1999: Particleboard pressing process and transfer phenoma. TU Zvolen 61 p ISBN 80-228-0813-X
4. Štefka, V. 2007: Wood-based composites.. Part II.: Agglomerated materials technology. TU Zvolen. 204 p. ISBN 978-80-228-1705-9
5. *** ČSN EN 310. Wood-based panels. Bending strength and modulus of elasticity determination. Czech standards institution, 1995: 8.
6. *** ČSN EN 323. Wood-based panels. Density determination. Czech standards institution, 1994: 8.
7. *** ČSN EN 319. Chips- and fibre boards. Tensile strength perpendicular to the board surface determination. Czech standards institution, 1994:12.
8. *** ČSN EN 300. OSB - panels of oriented flat chips. Definition, classification and requirements. Czech standards institution, 1998: 20.

ACKNOWLEDGEMENT

ZAHVALA

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

Corresponding address:

Assistant Professor JAROSLAV HRÁZSKÝ, PhD

Faculty of Forestry and Wood Technology
Mendel University of Agriculture and Forestry Brno
Lesnická 37
613 00 Brno, Czech Republic
e-mail: hrazsky@mendelu.cz

Jerzy Smardzewski¹

Antropotechnical aspects of furniture design

Antropotehnička gledišta oblikovanja namještaja

Original scientific paper · Izvorni znanstveni rad

Received – prispjelo: : 5. 1. 2009.

Accepted – prihvaćeno: 25. 2. 2009.

UDK: 630*836.1; 674.23

ABSTRACT • A person having direct contact with a piece of furniture becomes part of an arrangement known as anthropotechnical system made up of an animate part (human body) and an inanimate part (technical facility – a piece of furniture). The aim of the research project was to present anthropotechnical aspects of furniture design for sitting and meal consumption. In particular, the author discussed the methodology of the assessment of ergonomics of a chair, a table and a chair + table set, where the assessment criteria were: anthropometric dimensions of the user, stiffness of seats and the value of contact strains on the seat surface.

Keywords: furniture, dimensions, ergonomy, anthropometry, mechanical properties

SAŽETAK • Osoba koja je u izravnom doticaju s namještajem postaje dio sustava poznatoga pod nazivom antropotehnički sustav. Njega čine pokretni dio (ljudsko tijelo) i nepokretni dio (tehnički objekt – određena vrsta namještaja). Cilj istraživanja bio je prikazati antropotehničko gledište projektiranja namještaja za sjedenje i objedovanje. U radu je posebna pozornost pridana metodologiji vrednovanja ergonomije stolice, sustava stola i stolice te grupe stolova, pri čemu su kriteriji vrednovanja bili antropometrijske dimenzije korisnika, krutost sjedala i vrijednost deformacije na površini sjedala.

Ključne riječi: namještaj, dimenzioniranje, ergonomija, antropometrija, mehanička svojstva

1 INTRODUCTION

1. UVOD

Using furniture a person becomes part of a structure often referred to as an anthropotechnical system. The elements making up this system include: the animate part, i.e. the human body and the inanimate part, i.e. a technical facility. An anthropotechnical system is always developed as a result of a purposeful action of a man on a technical facility, in this particular case – a piece of furniture. The superior objective initiating such systems is the aesthetic improvement of interiors of human dwellings as well as upgrading their functionality, safety and users' comfort. Using technical facilities, we usually try to harmonise them with the character of our work as well as with our own psycho-physical possibilities. This approach aims at humanising work

by appropriate organisation of the system: human being-machine – environment conditions in such a way that the performed work is carried out at an as low as possible biological cost and, at the same time, highly effectively (Smardzewski *et al*, 2008).

The procedure of engineer-technical design provides the structural basis for ergonomic designing. The mutual interrelationships of technical and ergonomic design originates from the principle characteristic for anthropocentric ergonomy and recognises the priority of human traits and requirements in shaping technical structure. The technical structure is, obviously, furniture and its most demanding representative is the group of furniture used directly, i.e. the furniture that comes into direct contact with the human body during use (furniture for sitting, lying and resting). A person remaining in direct contact with a piece of furniture becomes part of

¹ The author is professor at the Department of Furniture Design, Faculty of Wood Technology, Poznan University of Life Sciences, Poznań, Poland.

¹ Autor je profesor u Zavodu za dizajn namještaja Fakulteta drvne tehnologije Sveučilišta u Poznau, Poljska.

a structure known as 'an anthropotechnical system' made up of an animate part (human body) and an inanimate part (technical facility – a piece of furniture) (Winkler, 2005).

Therefore, during the designing process, the priorities are as follows: increased safety of the product performance taking into consideration all interactions occurring between the object and the user concerning visual, acoustic and tactile stimuli. That is why, when starting to design a new piece of furniture, it is necessary to evaluate critically its form, construction, execution technology, functionality and ergonomics of similar products because the human being – object system is the focus of ergonomic design.

The aim of this study was to present the aspects of anthropotechnical designing of furniture for sitting and meal consumption. In particular, the author discussed the methodology of the ergonomic assessment of a chair, a table and a chair + table set assuming the following furniture assessment criteria: anthropometric dimensions of the user, stiffness of seats and the value of contact strains on the seat surface.

2 MATERIAL AND METHODS

2. MATERIJAL I METODE

The investigations were carried out on a selected chair and table (with a foldable tabletop) manufactured by a Polish producer of household furniture, Figure 1.

In order to perform an anthropotechnical evaluation of a chair, a table and a chair + table set in the CAD environment, the author developed natural size virtual models of a chair, a table and a human phantom making up elements of the human-seat and human-table systems, Figures 2 and 3.

Then a catalog of anthropometric dimensions appropriate for a Polish user of the 50th centile was developed for the human phantom in a sitting position (Jurgens *et al*, 2005, Kroemer *et al*, 1994), Figure 4.

Two models of the assessed furniture were elaborated on the basis of the listed anthropometric dimensions: a chair model employed to assess the correctness of linear and angle dimensions as well as geometric proportions of the manufactured chair and a table mo-



Figure 1 A table and chair selected for anthropotechnical experiments

Slika 1. Stol i stolica korišteni u antropotehničkom eksperimentu

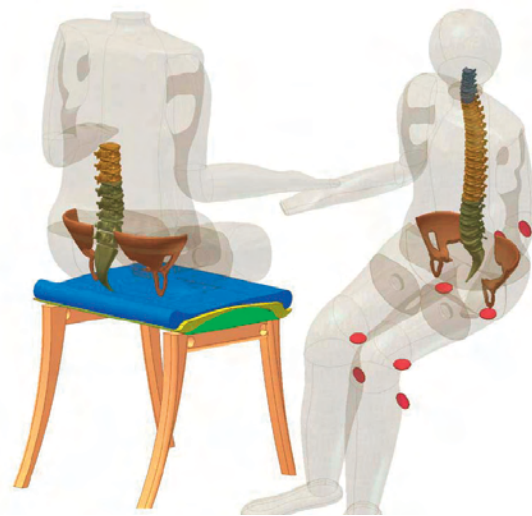


Figure 2 Virtual human phantom in CAD environment

Slika 2. Virtualni CAD model čovjeka

del used for the ergonomic evaluation of the tabletop surface. The chair representation included two models: the first of them represented a user sitting on the chair with legs bent in the knee joint at the straight angle, Figure 5a, while the second model showed a user sitting on the chair with legs bent in the knee joint at the angle of 45 degrees, Figure 5b.



a)

Figure 3 Virtual models of human-technical object systems: a) at a folded table, b) at an unfolded table

Slika 3. Virtualni CAD model sustava čovjek-tehnički objekt: a) osnovnih dimenzija, b) s izvlačnim pločama



b)

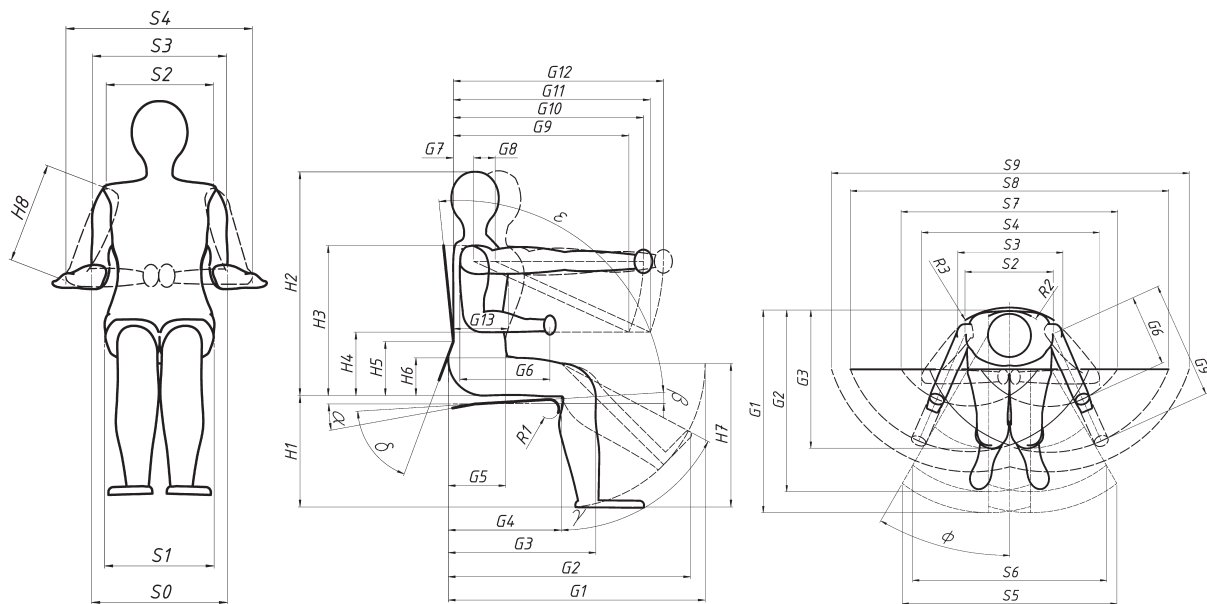


Figure 4 Anthropometric traits of a Polish user representing the population of the 50th centile
Slika 4. 50-postotni reprezentant antropometrijskih značajki Poljaka

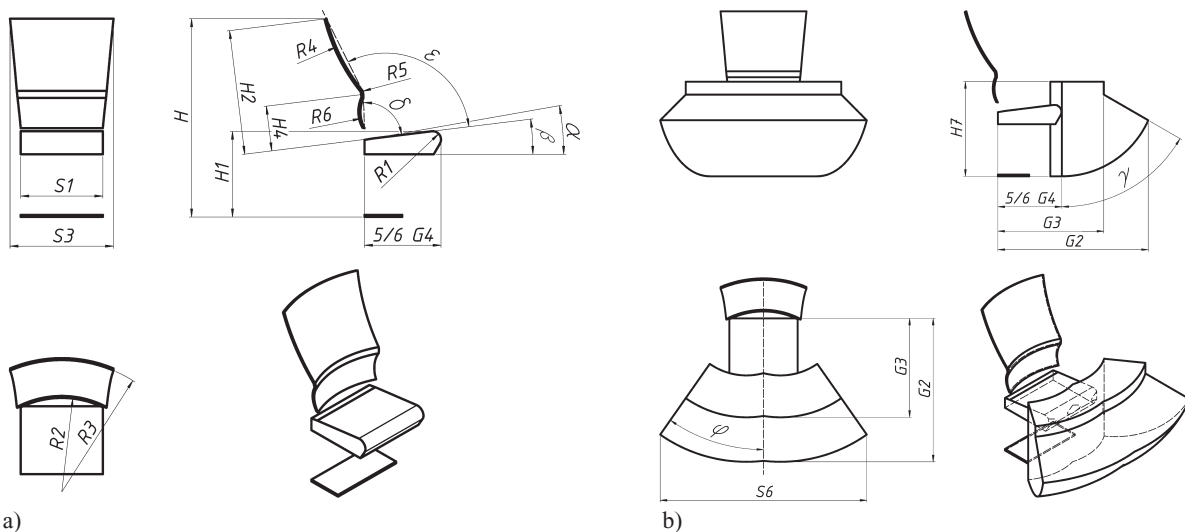


Figure 5 Chair model: a) for a user sitting on the chair with legs bent in the knee joint at the straight angle, b) for a user sitting on the chair with legs bent in the knee joint at the angle of 45°
Slika 5. Model stolice: a) pri sjedenju na njoj koljena savijenih pod pravim kutem, b) pri sjedenju na njoj koljena savijenih pod kutem od 45°

The table model specified the minimum working surface per one user taking into account the elbow space between successive persons, Figure 6a, as well as the reach of the upper limbs allowing a free access to objects found on the table surface, Figure 6b.

Putting together the two models made it possible to perform a complete anthropometric assessment of the table-chair system from the point of view of freedom of movement of lower limbs, their collision with table legs and considering other persons sitting at the table as well as the required clearance between the thighs and tabletop, Figure 7.

Another quality assessment criteria of the analysed system was the rigidity of the chair seat expressed by the measure of the local rigidity coefficient $LWS = P/\Delta L$ in which P = value of the external load, ΔL – value of the displacement corresponding to load P . The

experiments were conducted on a Zwick 1445 testing machine for three different seat designs: A – polyurethane foam on a hard plywood base, B - polyurethane foam on elastic upholterer’s straps and C - polyurethane foam on a spring panel base, Figure 8.

The last assessment criterion of the table-chair system ergonomics was the stress level determined on the basis of numerical analysis of the contact phenomenon between the human body and the seat manufactured in accordance with the design of type a, c. For this purpose, the author developed two flat netlike models of polyurethane foam T4060 (of 40 kg/m³ density) and T2838 (of 28 kg/m³ density) according to these designs. Human buttocks were modelled as an analytical curve of 160 mm diameter. Similar studies have already been investigated earlier and published in different journals (Gefen *et al*, 1999, 2005; Honma and Takahashi, 2001; Hu and Desai, 2005; Linder-Ganz and Gefen, 2004;

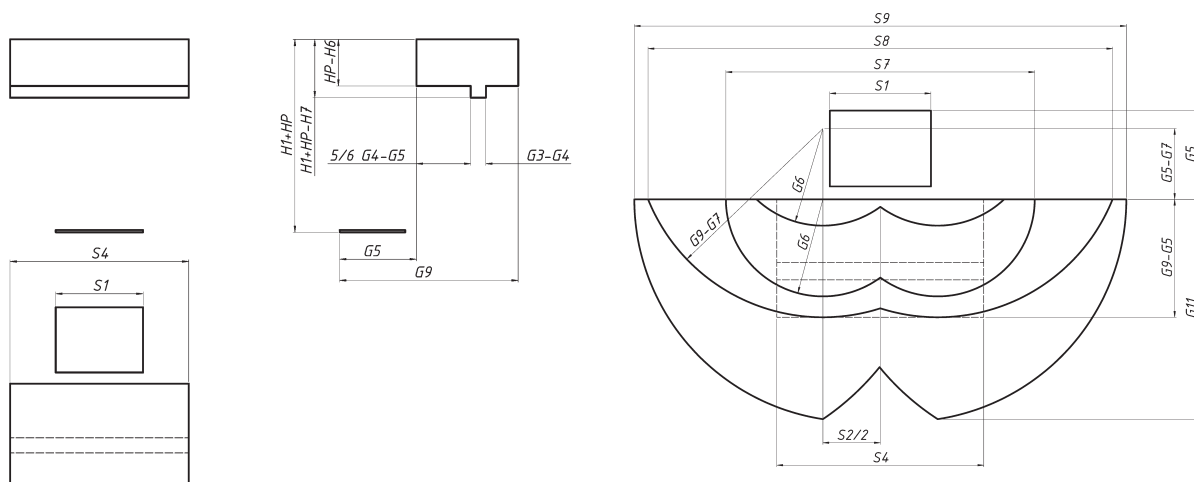


Figure 6 Table model: a) minimum working surface, b) reach of upper limbs
Slika 6. Model stola: a) minimalni radni prostor, b) dohvatni prostor ruku

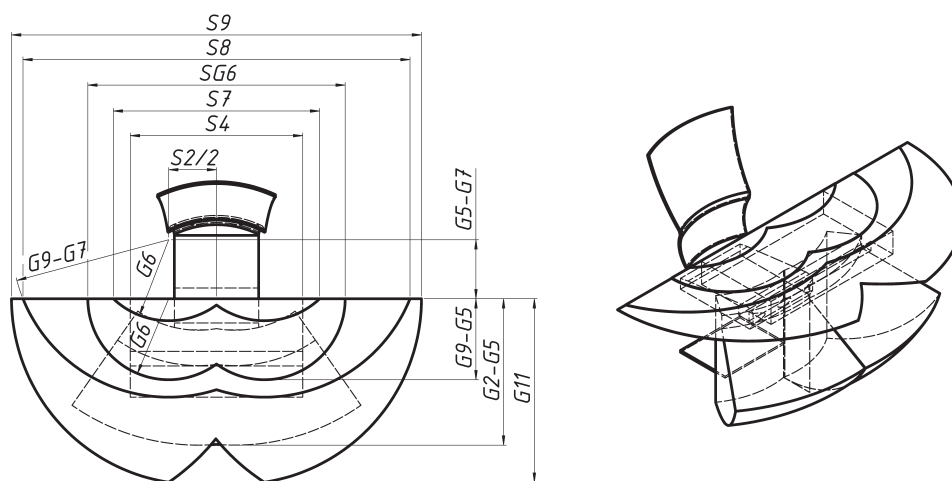
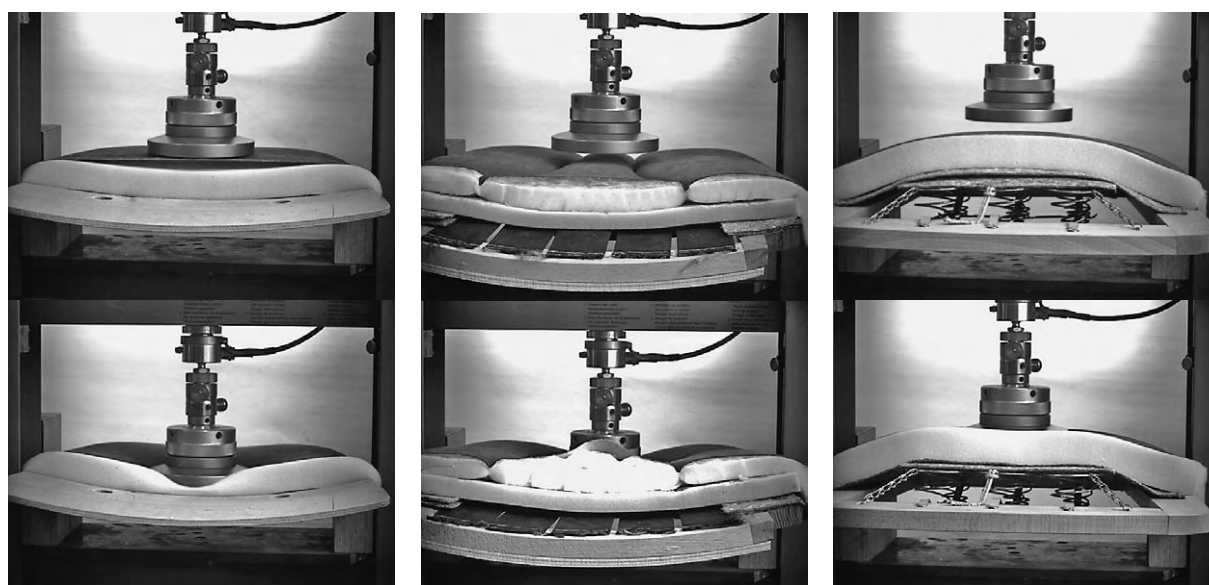


Figure 7 Assembling of table and chair models
Slika 7. Grupa modela stola i stolice



a) b) c)
Figure 8 Method of seat stiffness examination: a) polyurethane foam on a hard plywood base, b) polyurethane foam on elastic upholterer's straps, c) polyurethane foam on a spring panel base
Slika 8. Metoda ispitivanja krutosti sjedala: a) poliuretanska pjena postavljena na podlogu od furnirske ploče, b) poliuretanska pjena postavljena na tekstilne trake, c) poliuretanska pjena postavljena na opružnu jezgru

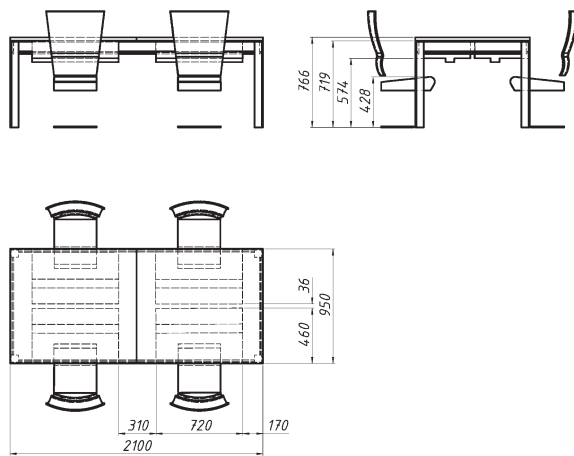


Figure 9 Virtual juxtaposition of the chair model and table model (a man S4) with the assessed table model

Linder-Ganz *et al*, 2005; Okamoto *et al*, 1998; Qunli, 2005; Smardzewski *et al*, 2007; Smardzewski and Grbac, 1998; Smardzewski *et al*, 2008).

4 RESULTS 4. REZULTATI

On the basis of juxtaposition of the chair and table patterns with the actual model of the examined table, Figure 9, it is quite evident that at the elbow width (S4), four adult persons representing the 50 centile population can sit comfortably at it. When the width of the working surface is reduced to the hip width (S1), the freedom of upper limbs reach is somewhat limited but the advantage is in the fact that six adult men, Figure 10, or eight women, Figure 11, can now sit at the table with lower limbs allowing sufficient mobility. From this point of view, this design is fully ergonomic.

Runs of displacements shown in Figure 12 indicate that seat systems with B and C designs exhibited the most favourable stiffness because the relatively largest displacement increments corresponded to the consecutive increments of small forces. On the other hand, LWS values presented in Figure 13 prove that these coefficients were characterised by linear nature, i.e. one that can easily be subjected to simple analytic modelling.

Assessing the value of acceptable stresses in the contact between the human body and the elastic type A

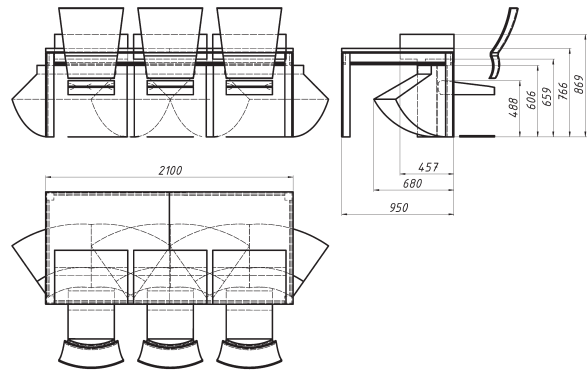


Figure 10 Virtual juxtaposition of the chair model and table model (a man S1) with the assessed table model

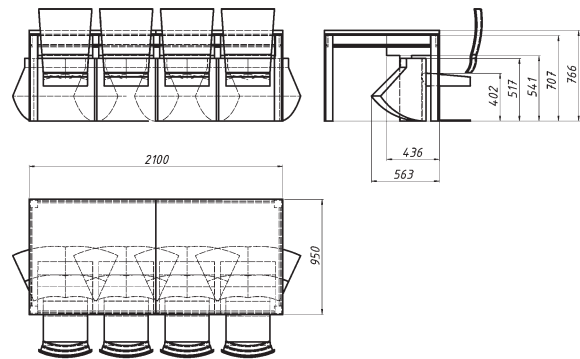


Figure 11 Virtual juxtaposition of the chair model and table model (a woman S1) with the assessed table model

Slika 11. Virtualni postav modela stolica i stola (za ženu S1)

and C seat, the author (Grbac and Dalbelo-Bašić, 1996; Grbac and Domljan, 2007; Grbac and Ljuljka, 1995; Grbac, 2006; Smardzewski *et al*, 2008; Winkler, 2005) assumed that the comfort threshold is defined as the stress level at which the user can sit comfortably on a chair for a period of more than 4 hours, Figure 14. In addition, a comfortable seat should ensure a uniform distribution of stresses spread over the entire surface of support instead of stresses concentrated at points or on a small surface.

It was established, on the basis of numerical calculations, that polyurethane foams T4060 in the type A seat generated parabolic distribution of stresses of 36 kPa, Figure 15a, whereas T2838 foams in the C type seat generated uniform stress distribution of 4.6 kPa, Figure 15b.

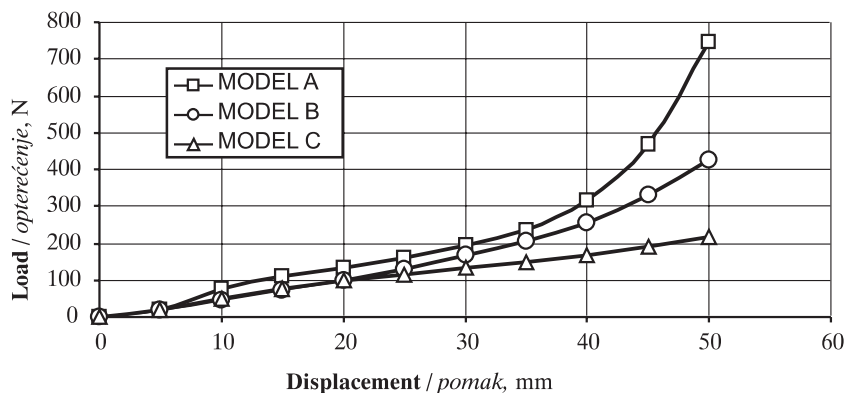


Figure 12 Stiffness of seats with A, B and C designs
Slika 12. Naprezanja sjedala A, B i C konstrukcije

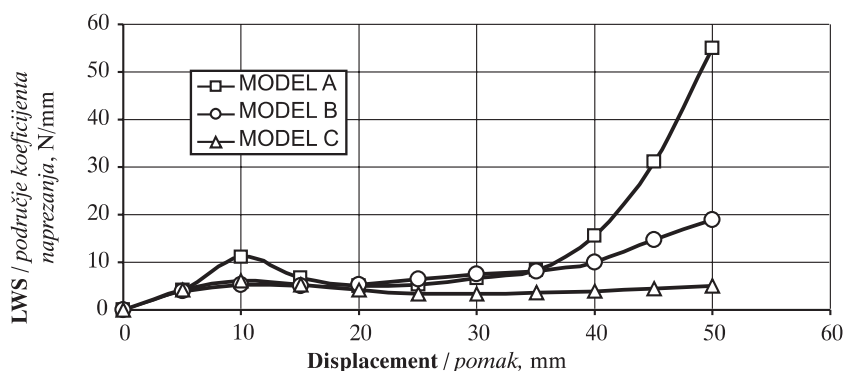


Figure 13 Local stiffness coefficient (LWS) for seats with A, B and C designs
Slika 13. Područje koeficijenta naprezanja (LWS) za sjedalo A, B i C konstrukcije

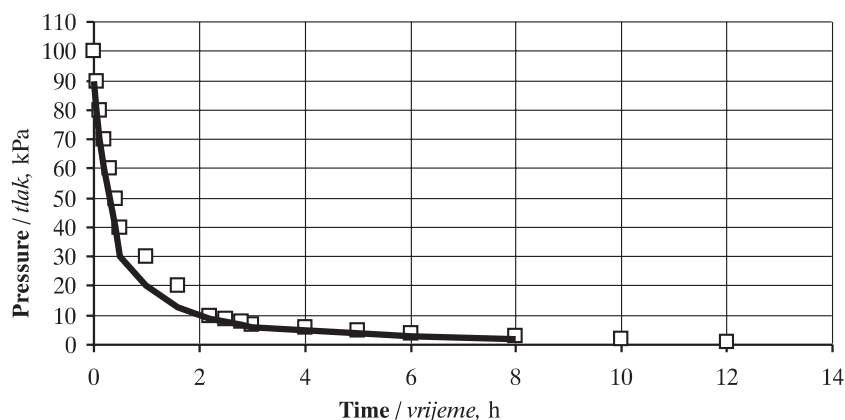


Figure 14 Impact of stresses on the period of seat exploitation
Slika 14. Utjecaj naprezanja na trajanje sjedenja

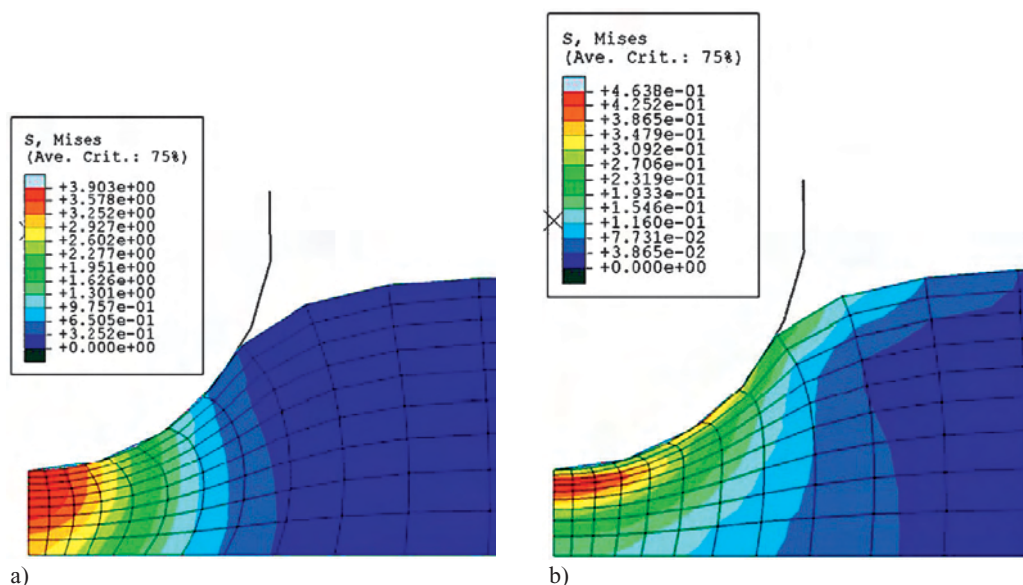


Figure 15 Stress distribution in the seat with foam of type: a) T4060, b) T2838
Slika 15. Raspodjela naprezanja sjedala s poliuretanskom pjenom tipa: a) T4060, b) T2838

Therefore, the latter foams are a better padding material affecting more distinctly the comfort of the user.

5 CONCLUSION 5. ZAKLJUČAK

When designing furniture for sitting at tables, it is necessary not only to take care of correct chair dimen-

sions but also to select appropriate dimension relationships between these two pieces of furniture. In addition, it is also important to pay attention to the proper height of the tabletop, height of the underframe (restricting leg movement), width of the tabletop ensuring freedom of operation on the working surface as well as the depth of the tabletop allowing comfortable reach in relaxed sitting position. By making virtual chair and table models

that allow the adjustment of their dimensions to individual types of human phantoms, it is possible – as early as the design phase - to validate the product developed and identify weaknesses of the adopted functional or construction solutions. By comparing the virtual model of an actual dining-room table with a chair model for the user, for example of 50 centile traits, it is possible to eliminate the basic ergonomic and functional mistakes of this system. This kind of design bears the hallmarks of anthropotechnical designing.

REFERENCES LITERATURA

1. Gefen, A.; Chen, J.; Elad, D. 1999: Stresses in the normal and diabetic human penis following implantation of an inflatable prosthesis. *Med Biol Eng Comput* 37:625–631,
2. Gefen, A.; Gefen, N.; Linder-Ganz, E. 2005: In vivo muscle stiffening under bone compression promotes deep pressure sores. *Journal of Biomechanical Engineering*. 127:512–524,
3. Grbac, I.; Dalbelo-Bašić, B. 1996: Comparison of thermo-physiological properties of different mattress structures. *Proceedings of the 18th International Conference on Information Technology Interfaces*, Pula, 113–118,
4. Grbac, I.; Domljan, D. 2007: Namještaj i zdrav život. *Sigurnost* 49(3):263–279.
5. Grbac, I.; Ljuljka, B. 1995: Study of the man-bed interaction. *Conference on the occasion of the 125th anniversary of teaching in forestry in Croatia*, Bilten ZIDI, 51–91.
6. Grbac, I. 2006: *Krevet i zdravlje*. University of Zagreb, Faculty of Forestry, Zagreb.
7. Honma, T.; Takahashi, M. 2001: Stress analysis on the sacral model for pressure ulcers. *Jpn. J. Pressure Ulcers* 3:20-26.
8. Hu, T.; Desai, J.P. 2005: Characterization of soft-tissue material properties, Large deformation analysis. Program for robotics, Intelligent Sensing, and Mechatronics (PRISM) Laboratory 3141 Chestnut Street, MEM Department, Room 2-115, Drexel University, Philadelphia, PA 19104, USA.
9. Juergens, H.W.; Aune, I.W; Piepe, U. 2005: *Internationaler anthropometrischer Datenatlas*. 20–07–2005.
10. Kroemer, K.; Kroemer, H.; Kroemer-Elbert, K. 1994: *Ergonomics, How to design for ease and efficiency*. Prentice Hall, New York.
11. Linder-Ganz, E.; Gefen, A. 2004: Mechanical compression – induced pressure sores in rat hindlimb, Muscle stiffness, histology and computational models. *Journal of Applied Physiology*, 96: 2034-2049,
12. Linder-Ganz E.; Yarnitzky, G.; Portnoy, S.; Yizhar, Z.; Gefen, A. 2005: Real-time finite element monitoring of internal stresses in the buttock during wheelchair sitting to prevent pressure sores, Verification and phantom results. II International Conference on Computational Bioengineering. H. Rodrigues *et al.* (Eds.), Lisbon, Portugal, September 14-16,
13. Okamoto, K.; Nakabayashi, K.; Mizuno, K.; Okudaira, N. 1998: Effects of truss mattress upon sleep and bed climate. *Applied Human Science* 17(6):233-237,
14. Qunli, S. 2005: Finite element modeling of human buttock – thigh tissue in a seated posture. Summer Bioengineering Conference, June 22–26, Vail Cascade Resort & Spa, Vail, Colorado,
15. Smardzewski, J.; Grbac, I.; Prekrat, S. 2007: Nonlinear elastic of hyperelastic furniture foams. 18-th International Scientific Symposium Ambienta, Zabreb, 77-84.
16. Smardzewski, J.; Grbac I. 1998: Numerical analysis of ergonomic function of upholstered furniture. *Međunarodno Znanstveno Savjetovanje Ambienta*, Zagreb: 61–68,
17. Smardzewski, J.; Kabała, A.; Matwiej, Ł.; Wiaderek, K.; Idzikowska, W.; Papież, D. 2008: Antropotechniczne projektowanie mebli do leżenia i siedzenia. Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Raport końcowy projektu badawczego MNiSzW nr 2 PO6L 013 30, umowa nr 0998/P01/2006/30,
18. Winkler, T. 2005: *Komputerowo wspomagane projektowanie systemów antropotechnicznych*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa.

Corresponding address:

prof. dr hab. JERZY SMARDZEWSKI, PhD

Poznan University of Life Sciences
Faculty of Wood Technology
Department of Furniture Design
ul. Wojska Polskiego 38/42
60-637 Poznań, Poland.
e-mail: jsnardzewski@up.poznan.pl



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

Dimensional stability of wood modified by citric acid using different catalysts

Stabilnost dimenzija drva modificiranoga limunskom kiselinom uz različite katalizatore

Original scientific paper · Izvorni znanstveni rad

Received – prispjelo: 13. 1. 2009.

Accepted – prihvaćeno: 25. 2. 2009.

UDK: 630*812.23; 630*841.61

ABSTRACT • Small wooden samples of fir (*Abies alba* Mill.) and beech (*Fagus sylvatica* L.) were chemically modified by citric acid (CA) as non-formaldehyde cross-linking system reagent and cured by convection heating at three different temperature regimes. Two different CA solutions were used, one with NaH_2PO_2 and the other with NaH_2PO_4 as a catalyst.

The dimensional stability of the modified wood was determined by the anti-swelling efficiency (ASE) using the water soak/oven dry method. Almost equally large improvement of dimensional stability of wood was attained using NaH_2PO_4 as when NaH_2PO_2 was applied as a catalyst.

Keywords: dimensional stability of wood, beech wood, fir wood, chemical modification, citric acid, NaH_2PO_2 , NaH_2PO_4

SAŽETAK • Mali drveni blokovi jelovine i bukovine kemijski su modificirani neformaldehidnim sustavom za umrežavanje – limunskom kiselinom (CA), u trima različitim temperaturnim režimima. Upotrijebljene su dvije otopine limunske kiseline. U jednoj je katalizator bio NaH_2PO_2 , a u drugoj NaH_2PO_4 .

Stabilnost dimenzija modificiranog drva određena je tzv. učinkom smanjenja bubrenja (ASE) metodom potapanja u vodi i sušenja do apsolutno suhog stanja. Upotrebom NaH_2PO_4 postignuto je gotovo jednako poboljšanje stabilnosti dimenzija kao i primjenom NaH_2PO_2 .

Cljučne riječi: stabilnost dimenzija drva, jelovina i bukovina, kemijska modifikacija, limunska kiselina, NaH_2PO_2 , NaH_2PO_4

1 INTRODUCTION

1. UVOD

Dimensional stability of wood is often an important factor that limits its usage. It is caused by shrinking and swelling of wood. Shrinkage of the cell wall occurs

when water molecules escape from between long-chain cellulose and hemicellulose molecules while swelling is a reverse process. There are several options as to how to overcome this issue, and one of the most promising is wood modification. One of the main aims of wood modification was to improve its dimensional stability. Since

¹ The authors are assistant, associated professor and assistant at the Faculty of Forestry, University of Zagreb, Croatia. ²The authors are professor and associated professor at Faculty of Textile Technology, University of Zagreb. ³The author is a bachelor of wood technology.

¹ Autori su asistent, izvanredna profesorica i asistent Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska. ²Autori su profesor i izvanredna profesorica Tekstilno-tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska. ³Autorica je diplomirana inženjerka drvne tehnologije.

wood consists of approximately 50% of cellulose there are many similarities with cotton textiles, which mainly consist of cellulose - up to 98%. For that reason the agents that have shown good results in textile finishing applications can be applied in chemical modification of wood as well. Textile or wood is usually impregnated with emulsions or solvents of the applied agents. The reaction of chemicals and wood usually occurs at higher temperatures. Cross-linking chemicals reacting with hydroxyl groups reduce the hygroscopicity of wood and the tendency to swell or shrink (Rowell *et al*, 1988; Rowell 1991; Yasuda and Minato, 1994; Ashaari *et al*, 1990). One of the reactants often applied is DMDHEU (1.3-dimethylol 4.5-dihydroxy ethylene urea). At higher temperature the N_methylol reactants form ether linkages accelerated with Lewis acid catalyst ($MgCl_2$). Wood modified by DMDHEU showed great improvement in wood stability, while tensile strength was reduced (Militz, 1993; Xie *et al*, 2005). One of the problems that limit its usage is formaldehyde release at higher temperatures which can be toxic, potentially carcinogen and cause dermatitis (Soljačić and Katović, 1988).

In late 80s the research for non-formaldehyde finishes in cotton textiles focused on polycarboxylic acids (PCA). Welch and Andrews (1988) reported that 1,2,3,4-butanetetracarboxylic acid (BTCA) is an effective cross-linking agent for cotton cellulose. NaH_2PO_2 proved to be the best catalyst (Bischof Vukusic *et al*, 2002; Schramm *et al*, 2002).

The mechanism involved is a two-step esterification. In the first step anhydride is formed, while in the second, this cyclic anhydride reacts with hydroxyl groups (Figure 1).

Bischof Vukusic *et al*. (2006) showed that CA and BTCA crosslink with wood and reduce swelling

and shrinking of wood. They also showed that the dimensional stability of wood achieved in this way is comparable to that achieved with DMDHEU. In this study NaH_2PO_2 was used as a catalyst in CA and BTCA solutions, because it already proved to be the best catalyst for PCA modification of cotton cellulose (Bischof Vukusic *et al*, 2002; Schramm *et al*, 2002).

This research was aimed at establishing the effect of replacing one costly catalyst (NaH_2PO_2) with a less expensive one (NaH_2PO_4) on dimensional stabilisation of wood. The second aim was to shorten the time of curing while achieving comparable anti swelling efficiency (ASE) of wood.

2 MATERIALS AND METHODS

2. MATERIJALI I METODE

The samples with dimensions $20 \times 20 \times 10$ mm ($T \times R \times L$) were cut from quarter-sawn air dried boards of fir (*Abies alba* Mill.) and beech wood (*Fagus sylvatica* L.). They were signed in succession from one end for different treatments according to Figure 2. There were 10 replicates of samples for each treatment. After air drying and conditioning at $20^\circ C$ and 65% relative humidity, the samples to be modified (T, S and Z) were impregnated with the specific CA solution, and control samples (KT and KZ) were impregnated with distilled water. CA solutions were water solutions of 6.9% of CA and 6.5% catalyst. One solution catalyst contained NaH_2PO_2 and the other NaH_2PO_4 . The impregnation cycle consisted of a 5-minute initial vacuum of 2 kPa. The vacuum vessel was then filled with specific treating solution (control distilled water) and maintained under the same vacuum for 3 hours, followed with an 18-hour soaking at atmospheric pressure. The samples were then drained,

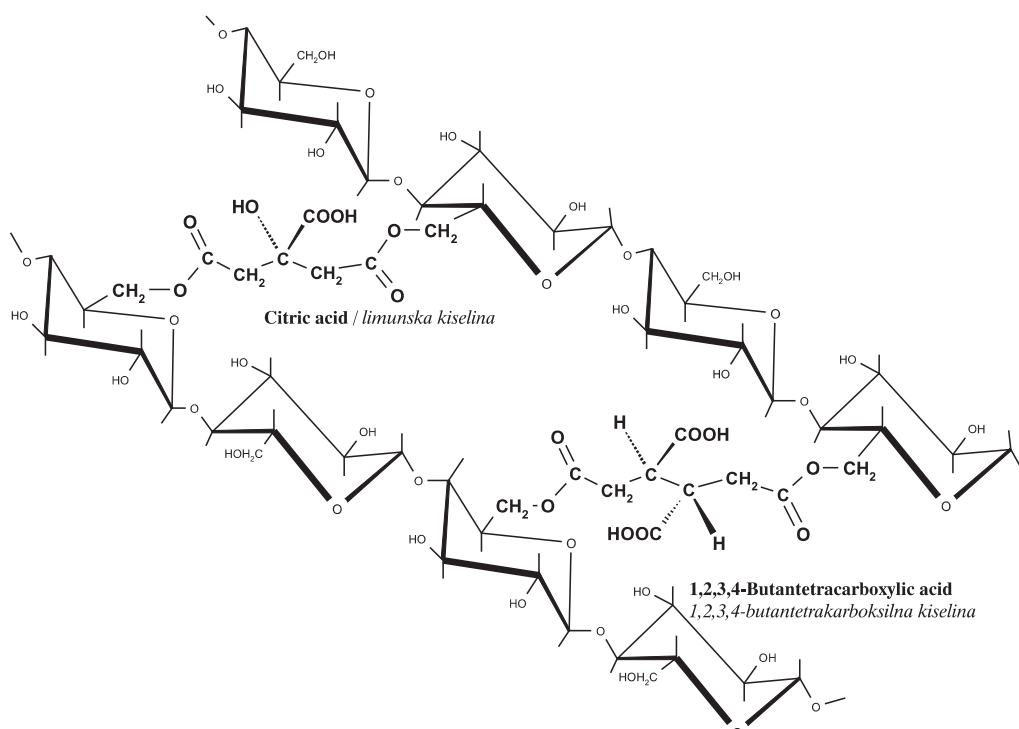


Figure 1 Cross-linking via ester linkages of CA and BTCA with cellulosic chains (Schramm, 1999a).

Slika 1. Umrežavanje CA i BTCA s lancima celuloze preko esterskih veza (Schramm, 1999a)

measured and left to air dry at 20 °C and 65% relative humidity to constant mass. One portion of samples (T) was then cured at 140 °C for 5 hours, the second portion (S) at 160 °C for 5 hours, and the third portion (Z and KZ) at 180 °C for 2 hours. Controls marked KT were then simply dried at 100 °C to constant mass.

For lower temperatures of treatment, as shown previously, the influence of temperature itself on the volumetric swelling coefficient is insignificant compared to the influence of the CA modification (Katović *et al*, 2004). It explains why the same control (KT) was compared to the sample modified by CA at 140 °C (T) and to the one modified by CA at 160 °C (S). However, samples modified by CA at 180 °C (Z) were compared to the water impregnated controls (KZ) that were air dried at 20 °C and 65% relative humidity to constant mass and then exposed to 180 °C for 2 hours.

Dimensional stability was quantified by comparing the total volumetric swelling of treated and control samples. After modification and air drying all samples including controls were oven dried at 100 °C to a constant mass and then vacuum impregnated with distilled water and allowed to soak for 24 hours. The total volumetric swelling (α_v), reduction in water absorption (R), and anti-swelling efficiency (ASE) were calculated by Eq. (1):

$$\alpha_v (\%) = 100 (V_{\max} - V_{\min}) / V_{\min};$$

$$R (\%) = 100 (w_c - w_t) / w_c,$$

$$ASE (\%) = 100 (\alpha_{v,c} - \alpha_{v,t}) / \alpha_{v,c}$$

Where V_{\max} is the volume, at a moisture content greater than the saturation point of the cellular walls of wood, V_{\min} is the volume, after drying at 103 °C, w - the moisture content, c - control, t - treated.

Table 1 Dimensional stability of beech and fir wood achieved using two different chemical treatments and three curing regimes
Tablica 1. Stabilnost dimenzija bukovine i jelovine postignuta primjenom dviju različitih otopina za impregnaciju i uz tri različita režima zagrijavanja

Species <i>Vrsta drva</i>	Impregnation solution / Otopina za impregnaciju	Curing temperature, °C / time, h / Temperatura zagrijavanja, °C/ vrijeme, h	Weight percent gain / Dobitak mase, %	R ¹ %	ASE ² %	CV ³ %	Replicates <i>Broj ponavljanja</i>
Beech wood (<i>Fagus sylvatica</i> L.) <i>bukovina</i>	6.9% CA + 6.5% NaH ₂ PO ₂	140/5	9.6	19	39	18	10
		160/5	9.7	19	45	13	10
		180/2	7.8	15	41	10	10
	6.9% CA + 6.5% NaH ₂ PO ₄	140/5	7.6	15	43	13	10
		160/5	6.8	16	43	14	10
		180/2	6	16	40	20	10
Fir wood (<i>Abies alba</i> Mill.) <i>jelovina</i>	6.9% CA + 6.5% NaH ₂ PO ₂	140/5	17.9	22	57	13	10
		160/5	15.1	20	51	10	10
		180/2	14.9	19	54	8	10
	6.9% CA + 6.5% NaH ₂ PO ₄	140/5	17.1	20	54	19	10
		160/5	14.6	20	56	17	10
		180/2	14.8	20	57	18	10

¹reduction in water absorption (*smanjenje apsorpcije vode*); ²anti-swelling efficiency (*učinak smanjenja bubrenja*); ³coefficient of variation (*koeficijent varijacije*)

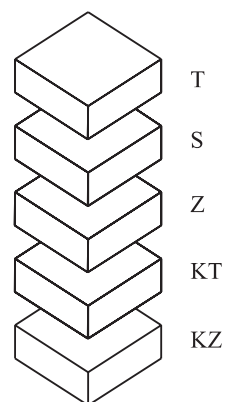


Figure 2 Succession of wood samples in quarter sawn boards
Slika 2. Redosljed uzimanja uzoraka iz četvrtača
T - samples impregnated by CA solutions and cured at temperature of 140 °C / *uzorci impregnirani otopinama CA i zagrijavani pri temperaturi 140 °C*
S - samples impregnated by CA solutions and cured at temperature of 160 °C / *uzorci impregnirani otopinama CA i zagrijavani pri temperaturi 160 °C*
Z - samples impregnated by CA solutions and cured at temperature of 180 °C / *uzorci impregnirani otopinama CA i zagrijavani pri temperaturi 180 °C*
KT - control samples cured at temperature of 100 °C / *kontrolni uzorci zagrijavani pri temperaturi 100 °C*
KZ - control samples cured at temperature of 180 °C / *kontrolni uzorci zagrijavani pri temperaturi 180 °C*

3 RESULTS AND DISCUSSION

3. REZULTATI I RASPRAVA

The improvement in dimensional stabilisation of beech and fir wood modified by citric acid with NaH₂PO₂ or NaH₂PO₄ as a catalyst cured at three different regimes are presented in Table 1.

Total volumetric swelling of untreated fir wood was around 16% and total volumetric swelling of beech

wood was around 20%. The difference can be explained mainly with lower density of fir wood (0.46 g/cm^3) compared to beech wood (0.76 g/cm^3).

The effect of CA modification on dimensional stabilisation of wood was almost equal using either of catalysts applied. For the same treatment conditions ASE was always greater in modified fir wood (over 50%) than in modified beech wood (around 40%) probably due to higher wood percent gain in fir wood (Table 1). It is known that ASE increases directly with the amount of chemicals remained in the wood after modification (Rowell *et al*, 1976). The results of a previous experiment (Bischoff Vukušić *et al*, 2006) showed similar ASE values for curing at $140 \text{ }^\circ\text{C}$, but in double curing time (10 hours). Curing at $160 \text{ }^\circ\text{C}$ for 5 hours resulted also with ASE comparable to that achieved at 140°C , and even to the ASE achieved at $180 \text{ }^\circ\text{C}$ for 2 hours. The application of both acid solutions using three different curing regimes revealed more favourable results in ASE improvement compared to DMDHEU application (Bischof Vukušić *et al*, 2006; Katović *et al*, 2004). These results further emphasise possible use of CA as non-formaldehyde cross-linking system reagent.

Although it was not the object of investigation colour change was observed particularly in samples modified at $180 \text{ }^\circ\text{C}$. In accordance with the ASE and weight percent gain values water absorption was also reduced more in modified fir wood (20%) than in modified beech wood (16%), and it does not differ much between modes of modification applied.

The quantity of CA cross-linkages to wood achieved by application of different modification regimes is still not known. Further research of leaching of modified wood is needed to prove the strength of cross linkages to wood. Thus the prevailing effect of CA on dimensional stability of wood would be tested, i.e. it would be determined whether it is cross-linking or bulking.

4 CONCLUSION

4. ZAKLJUČAK

Heating temperature, modification period, and catalyst type and amount are important limiting factors for successful chemical wood modification.

With the application of CA as a non-formaldehyde agent using NaH_2PO_2 as a catalyst, the average ASE was about 54% in fir wood and about 40% in beech wood. The ASE improvement in both wood species was similar when NaH_2PO_4 was applied as a catalyst. The price of NaH_2PO_4 is lower compared to NaH_2PO_2 .

Comparable ASE results can be achieved either by shortening the curing time and/or by increasing the curing temperature.

5 REFERENCES

5. LITERATURA

1. Ashaari, Z., Barnes, H.M., Vasishth, R.C., Nicholas, D.D., Lyon, D.E. 1990: Effect of Aqueous polymer treat-

ments on wood properties, part 1: Treatability and dimensional stability. Mississippi Forest Products Laboratory, USA. IRG WP 90-3610

2. Bischof Vukušić, S., Katović, D., Schramm, C., Trajković, J., Šefc, B. 2006: Polycarboxylic acids as non-formaldehyde antiswelling agents for wood. *Holzforschung* 60:439-444.
3. Bischof Vukušić, S., Katović, D., Soljačić, I. 2002: DP finishing with PCA and phosphono-based catalysts. *AATCC Rewiev*, 2:14-16.
4. Katović, D., Trajković, J., Bischof Vukušić, S., Šefc, B. 2004: Alternative agents and methods for chemical modification of wood. *Drvna Industrija* 55:175-180.
5. Militz, H. 1993: Treatment of timber with water soluble dimethylol resins to improve their dimensional stability and durability. *Wood Sci. and Techn.* 27:347-355.
6. Rowell, R. M.; Gutzmer, D. I.; Sachs, I. B; Kinney, R. E. 1976: Effects of Alkalyine Oxyde Treatments on Dimensional Stability of Wood. *Wood science*, 9 (1), 51-54.
7. Rowell, R.M., Youngquist, J.A., Montrey, H.M. 1988: Chemical modification: adding value through new FPL composite processing technology. *Forest Products Journal*.
8. Rowell, R.M. 1991: Chemical modification of wood. In: *Wood and Cellulosic Chemistry*. Hon, D.N., Shiraishi, N. Marcel Dekker Inc., New York. Pp. 703-756.
9. Schramm, C., Bischof Vukušić, S., Katović, D. 2002: Non-formaldehyde durable press finishing of dyed fabrics: evaluation of cotton-bound polycarboxylic acids. *Coloration Technology* 118:244-249.
10. Schramm, C., Rinderer, B. 1999a: Influence of additives on the formation of saturated PCA produced during durable-press curing with citric acid. *Journal of Society of Dyers and Colourists* 115:306-311.
11. Soljačić, I.; Katovic, D. 1988: The effect of heating on the release of formaldehyde from durable-press finished fabrics. *Journal of Society of Dyers and Colourists*. 104 (10): 384-386.
12. Welch, C.M., Andrews, K.A. 1988: Tetracarboxylic acids as Formaldehyde Free durable press finishing agents. *Textile Research Journal*, 58:480-486.
13. Xie, Y., Krause, A., Mai, C., Militz, H., Richter, K., Urban, K., Evans, P.D. 2005: Weathering of wood modified with the N-methylol compound 1,3-dymethylol-4,5-dihydroxy-ethyleneurea. *Polymer Degradation and Stability*. 89:189-199.
14. Yasuda, R., Minato, K. 1994: Chemical modification of wood by non-formaldehyde cross-linking reagents. *Wood Science and Technology*. 28:101-110.

Corresponding address:

Assistant BOGOSLAV ŠEFC, PhD

Wood Science Department
University of Zagreb
Faculty of Forestry
Svetošimunska 25
HR-10002 Zagreb
Croatia
e-mail: sefc@sumfak.hr

Finite volume method for analysis of stress and strain in wood

Metoda konačnih volumena za analizu naprezanja i deformacija u drvu

Original scientific paper · Izvorni znanstveni rad

Received – prispjelo: 28. 1. 2009.

Accepted – prihvaćeno: 25. 2. 2009.

UDK: 630*812.4; 630*812.472; 630*812.7

ABSTRACT • This paper presents a numerical method (the finite volume method) for analysing stress and strain in wood as a solid body. The method is very simple and easy to use. It starts from an integral form of the equations governing momentum, heat and mass balance. Second-order in both time and space finite volume discretisation is performed using the corresponding constitutive relations, resulting in a set of algebraic equations, which are then solved by an efficient segregated iterative procedure. In order to demonstrate the method's possibilities, stress and deformation are analysed in a loaded chair and in wood samples during the process of wood drying and steaming.

Key words: finite volume method, chair, wood, drying, steaming

SAŽETAK • U radu je prikazana numerička metoda (metoda konačnih volumena) za analizu naprezanja i deformacija u drvu kao čvrstom tijelu. Metoda polazi od integralnog oblika jednadžbi bilance količine gibanja, topline i mase. Da bi se taj sustav jednadžbi zatvorio, primijenjene su konstitutivne relacije, a zatim su definirani početni i rubni uvjeti. Nakon toga provedeno je diskretiziranje drugog reda točnosti po vremenu i prostoru. Dobiven je sustav nelinearnih, povezanih algebarskih jednadžbi, koji je riješen efikasnom iterativnom metodom.

Da bi se demonstrirala mogućnost primjene metode, urađeni su primjeri iz primarne i finalne obrade drva. U prvom su primjeru analizirani naprezanje i deformacije u opterećenoj stolici. Drugi primjer obrađuje sušenje drvenih gredića. Za vrijeme procesa sušenja izračunani su temperatura, koncentracija vlage, deformacije i naprezanja u ortotropnom materijalu, čija su se fizikalna svojstva mijenjala s promjenom temperature i vlažnosti. Treći je primjer proračun temperature, deformacija i naprezanja u drvu tijekom parenja. Materijal je tretiran kao termo-elastoplastičan.

Ključne riječi: metoda konačnih volumena, stolica, drvo, sušenje, parenje

1 INTRODUCTION

1. UVOD

In the past development of new products in the wood industry, new drying schedules or new wood steaming schedules were mostly based on practice. The development of computer technology and numerical methods have made the research much easier and enabled obtaining information of what is happening inside

a loaded product. This paper presents the finite volume method. This method for stress analysis is equally applicable to linear, isotropic, anisotropic, porous and non-linear materials. In what follows, an outline of the method is given and some results illustrating the method's possibilities are presented. More details about the method can be found in previous works (Demirdžić and Martinović, 1993; Demirdžić et al, 2000; Martinović et al, 2001; Horman et al, 2003; Hajdarević et al, 2006).

¹ The authors are associated professor, full professor and assistant at the Faculty of Engineering, University of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina.

¹ Autori su izvanredni profesor, redovita profesorica i asistent Strojarskoga fakulteta Sveučilišta u Sarajevu, Bosna i Hercegovina.

2 MATHEMATICAL MODEL
2. MATEMATIČKI MODEL

The behaviour of an arbitrary part of a solid, porous body of volume V bounded by the surface S at any instant of time t can be described by equations of momentum, thermal energy and mass balance (Demirdžić *et al*, 2000)

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_V \rho \frac{\partial u_i}{\partial t} dV = \int_S \rho_{ij} n_j dS + \int_V f_i dV \quad (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_V \rho c_q T dV = - \int_S q_j n_j dS + \int_V s_q dV \quad (2)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_V \rho c_m M dV = - \int_S m_j n_j dS + \int_V s_m dV \quad (3)$$

where ρ is the density, u_i is the displacement, σ_{ij} is the stress tensor, f_i is the volume force, q_j and m_j are the heat and mass flux vector, T is the temperature, M is the moisture potential, c_q and c_m are the specific heat and specific moisture, S_q and S_m are the heat and mass source, n_j is the outward unit normal to the surface S .

In order to close the system of Eqs. (1) to (3) or (1) and (2) or (1), the constitutive relations are used: – for an elastic, porous, orthotropic material

- for Eq. (1):

$$\begin{bmatrix} \sigma_{11} \\ \sigma_{22} \\ \sigma_{33} \\ \sigma_{12} \\ \sigma_{23} \\ \sigma_{31} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} & 0 & 0 & 0 \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} & 0 & 0 & 0 \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & A_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & A_{55} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & A_{66} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{11} - \alpha_{11} \Delta T - \langle \beta_{11} \Delta M \rangle \\ \varepsilon_{22} - \alpha_{22} \Delta T - \langle \beta_{22} \Delta M \rangle \\ \varepsilon_{33} - \alpha_{33} \Delta T - \langle \beta_{33} \Delta M \rangle \\ \varepsilon_{12} \\ \varepsilon_{23} \\ \varepsilon_{31} \end{bmatrix} \quad (4)$$

where ε_{ij} is the strain tensor, and the nine non-zero orthotropic elastic constants A_{ij} are related to the Young’s moduli E_i , the Poisson’s coefficients ν_{ij} and the shear moduli G_{ij} (Bodig and Jayne, 1993), α_{ij} are the coefficients of thermal expansion, β_{ij} are the shrinkage (contraction) coefficients, $\Delta T = T - T_u$, $\Delta M = M - M_h$ and T_u is the temperature at an undeformed state and M_h is the moisture potential at the fiber saturation point. The terms in $\langle \rangle$ brackets are “active” only for $M \langle M_h$.

- for Eqs. (2) and (3):

$$q_j = -k_{jl}^q \frac{\partial T}{\partial x_l} + \varepsilon r m_j = -(k_{jl}^q + \varepsilon r \delta k_{jl}^m) - \varepsilon r k_{jl}^m \frac{\partial M}{\partial x_l} \quad (5)$$

$$m_j = -k_{jl}^m \frac{\partial M}{\partial x_l} - \delta k_{jl}^m \frac{\partial T}{\partial x_l} \quad (6)$$

where k_{jl}^q and k_{jl}^m are the heat and mass conduction coefficient tensor components, ε is the ratio of the vapour diffusion coefficient to the coefficient of total diffusion of moisture, r is the heat of the phase change, δ is the temperature gradient coefficient.

– for a thermo-elasto-plastic isotropic material (Mendelson, 1968)

- for Eqs. (1) and (2):

$$\delta q_{ij} = 2G \delta \varepsilon_{ij} + \lambda \delta_{ij} \delta \varepsilon_{kk} - (3\lambda + 2G) \alpha \delta_{ij} \delta T - \left\langle \frac{3G \sigma_{ij}^d \sigma_{kl}^d \delta \varepsilon_{kl}}{\bar{\sigma}^2 \left(\frac{H'}{3G} + 1 \right)} \right\rangle \quad (7)$$

where

$$\sigma_{ij}^d = \sigma_{ij} - \frac{1}{3} \delta_{ij} \sigma_{kk} \quad (8)$$

is the stress deviator and

$$\bar{\sigma} = \left(\frac{3}{2} \sigma_{ij}^d \sigma_{ij}^d \right)^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

is the effective stress (in the case of Von Mises yield criterion), and Lamé’s constants are

$$\lambda = \frac{\nu E}{(1+\nu)(1-2\nu)}, \quad G = \frac{E}{2(1+\nu)} \quad (10)$$

H' is the plastic modulus, and δ_{ij} is the Kronecker delta.

In the case of elastic conditions, the expression within the brackets $\langle \rangle$ vanishes, and the constitutive relation (7) reduces to the Duhamel-Neumann form of Hooke’s law.

By introducing corresponding constitutive relations into governing equations a closed system is obtained of 2 or 3 (generally non-linear and coupled) equations with two or three unknown functions of spatial coordinates and time (u_i, T, M or $u_i,$

T, M or u_i, T, M). To complete the mathematical model, initial and boundary conditions have to be specified. Displacements, temperature and moisture potential in the whole solution domain at the initial instant of time have to be given as initial conditions. The boundary conditions ought to be specified at

all boundaries in terms of displacements and/or stresses, temperature and/or heat flux and moisture potential and/or mass flux.

3 NUMERICAL SOLUTION PROCEDURE
3. NUMERIČKI POSTUPAK

The solution domain is discretised by a finite number of contiguous hexahedral control volumes (CV) or cells of the volume V , which are bounded by six cell faces of the area S_j with calculation points P in the CV ’s centres (Figure 1).

The time domain is subdivided into a number of time intervals δt .

Equations (1), (2) and (3) are integrated over time interval δt and over each control volume resulting in a system of $5N$ (generally non-linear and coupled) algebraic equations of the form

$$a_{P_o} \varphi_{iP_o} - \sum_{j=1}^n a_{P_j} \varphi_{iP_j} = b_{\varphi_i} \quad (11)$$

where φ stands for displacement components u_i ($i=1, 2, 3$) or temperature T or moisture potential M , n is the number of cell faces of a control volume (Fig.1).

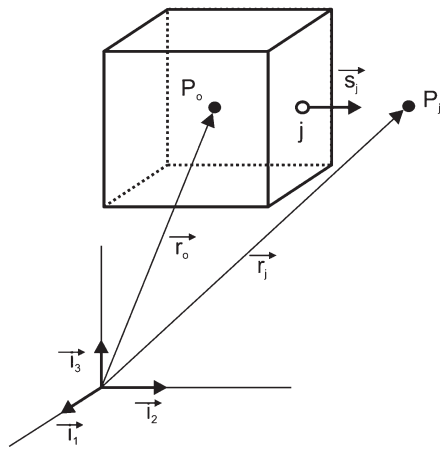


Figure 1 A typical control volume
Slika 1. Tipični kontrolni obujam

Systems of algebraic equations (11) are solved by an iterative procedure.

4 APPLICATION OF THE METHOD 4. PRIMJENA METODE

The method described in the previous sections has been applied to a number of both isotropic and orthotropic body deformation problems (Demirdžić and Martinović, 1993; Demirdžić *et al*, 2000; Martinović *et al*, 2001; Horman *et al*, 2003; Hajdarević *et al*, 2006).

4.1 Numerical analysis of stress and strain in a wooden chair

4.1. Numerička analiza naprezanja i deformacija u drvenoj stolici

Due to symmetry only half a chair presented in Figure 2 is analysed. The mass load of the horizontal lower skeleton of the entire chair is 100 kg. The vertical frame mass load is 22 kg. The other surfaces are unloaded. The chair is assumed to be fixed to the ground, i.e. the displacement in those points equals zero.

The chair is made of spruce. Its mechanical properties at the temperature of 20 °C, with the density of $\rho = 440 \text{ kg/m}^3$ and with the moisture content of 9.8% are given in Table 1. Orthotropy of the wood material is accounted for by approximating it with an isotropic material whose elastic modulus and Poisson's ratio are calculated by employing the least-square method (Hajdarević *et al*, 2006). The corresponding Young's modulus is $E = 3.98 \text{ GPa}$, while the Poisson's ratio is $\nu = 0.192$. The equation of momentum balance (1) in the static equilibrium is used as well as the constitutive relation for the elastic, isotropic material (the Duhamel-Neumann form).

The distribution of the dominant normal stress σ_{yy} on the chair skeleton surface and joints is shown in

Table 1 Mechanical properties of wood (spruce) (Bodig and Jayne, 1993)

Tablica 1. Mehanička svojstva drva (smrekovine) (Bodig i Jayne, 1993)

E_t	E_r	E_l	G_{rt}	G_{lr}	G_{lt}	ν_{tr}	ν_{rt}	ν_{rl}	ν_{lr}	ν_{ll}	ν_{lt}
GPa	GPa	GPa	GPa	GPa	GPa	-	-	-	-	-	-
0.392	0.686	15.916	0.0392	0.618	0.765	0.24	0.42	0.019	0.43	0.013	0.53

E – elastic modulus (*modul elastičnosti*); G – shear modulus (*modul smicanja*); ν – Poisson's ratio (*Poissonov koeficijent*); t – tangential (*tangencijalni*); r – radial (*radijalni*); l – longitudinal (*longitudinalni*)

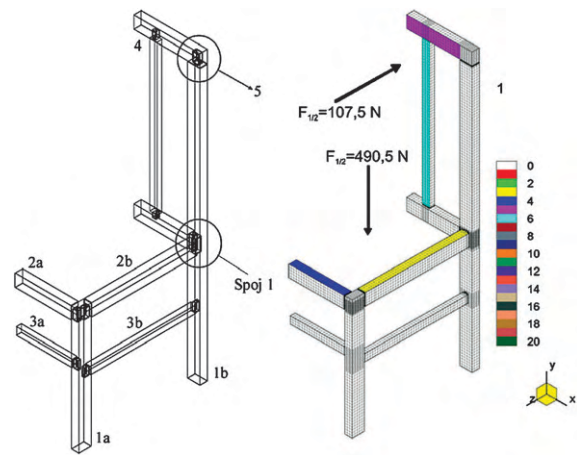


Figure 2 Chair skeleton construction (left), solution domain and numerical network (right)

Slika 2. Skeletna konstrukcija stolice (lijevo), domena rješavanja i numerička mreža (desno)

Figure 3 (left). The maximum value of this stress is 10.7 MPa, both in the tensile and compression zone and it occurs in the joint of the side rail and the back leg.

Maximum shear stress values occur at the same place. The distribution of the total shear stress on the tenon surface, left adhesive pointing zone, is shown in Figure 3 (right). The maximum total shear stress value is about 8.2 MPa and it occurs at about 2.5% of the total surface.

The distribution of the effective stress σ_{eff} on the chair skeleton surface and joints is shown in Figure 4 (left). The maximum value of this stress is $\sim 14 \text{ MPa}$.

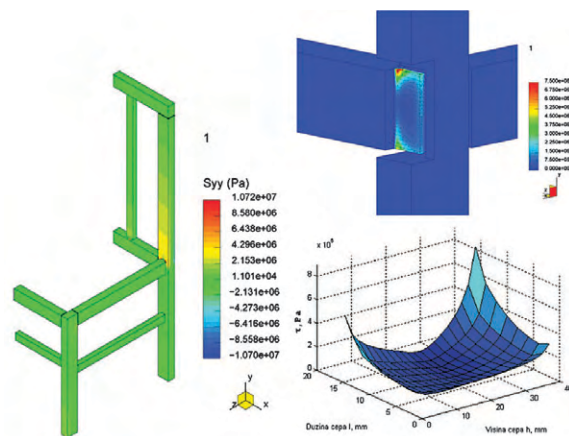


Figure 3 Distribution of stress σ_{yy} on the chair contour (left), and distribution of the total shear stress in the adhesive pointing zone at the joint between the side rail and the back leg (right)

Slika 3. Raspodjela naprezanja σ_{yy} na konturi stolice (lijevo), i raspodjela ukupnoga posmičnog naprezanja u prikazanoj adhezivnoj zoni spoja postranične spojnice i stražnje noge (desno)

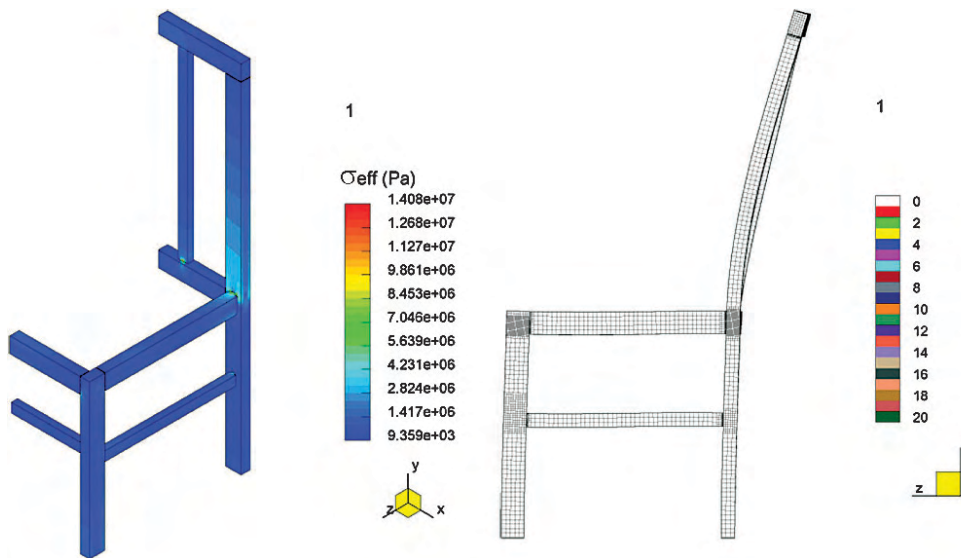


Figure 4 Distribution of stress σ_{eff} on the chair contour (left), and the strained chair skeleton (10×increase, right)
Slika 4. Raspodjela naprezanja σ_{eff} na konturi stolice (lijevo), i deformirani skelet stolice (povećanje 10 puta, desno)

The chair deformation is shown in Figure 4 (right). The largest displacement of around 13 mm occurs at the far end points of the chair back (Hajdarević *et al*, 2006).

4.2 Numerical analysis of a wood drying process
 4.2. Numerička analiza procesa sušenja drva

50×50 mm thick, 600 mm long beech-wood beams are exposed to the (uniform, unsteady) flow of hot air in a laboratory dryer with an automatic control of the ambient air parameters (Fig. 5).

The temperature and moisture dependent physical properties of wood are used (Table 2). The others are considered constant and are given in Table 3.

Equations (1) to (3) and the constitutive relations (4) to (6) are used. Due to the double symmetry, only one quarter of the cross-section is taken as the solution domain. Fig. 6 shows the fields of temperature, moisture, stress σ_{xx} and displacements at $t = 111$ h, when the maximum stresses occur.

At this stage of the drying process the temperature field (Fig. 6a) is nearly uniform, while the moisture gradients (Fig. 6b) are still significant, causing the con-

traction of the wood sample (Fig. 6d), with the largest displacements in the region of the lowest moisture content. Figure 6c shows that the maximum normal stresses occur in regions near the sample’s surface (Demirdžić *et al*, 2000).

4.3 Numerical analysis of wood heat treatment
 4.3. Numerička analiza procesa toplinske obrade drva

The log is exposed to the (unsteady) flow of steam (Fig. 7) during its thermal preparation in veneer production.

The material is beech. Table 4 shows its physical properties at the temperature of 80°C and moisture content of 70%.

Equations (1) and (2) and the constitutive relations (7) and (5) (for $m_j = 0$) are used. The problem is considered to be a 2D plane strain problem. Fig. 8 shows the temperature distribution and the circular stress distribution at $\varphi = const.$ and in four time instants.

The temperature gradients are the largest in the region near the log’s surface and this is the region of the largest stress (Fig.8), where the residual stress occurs (Horman *et al*, 2003).

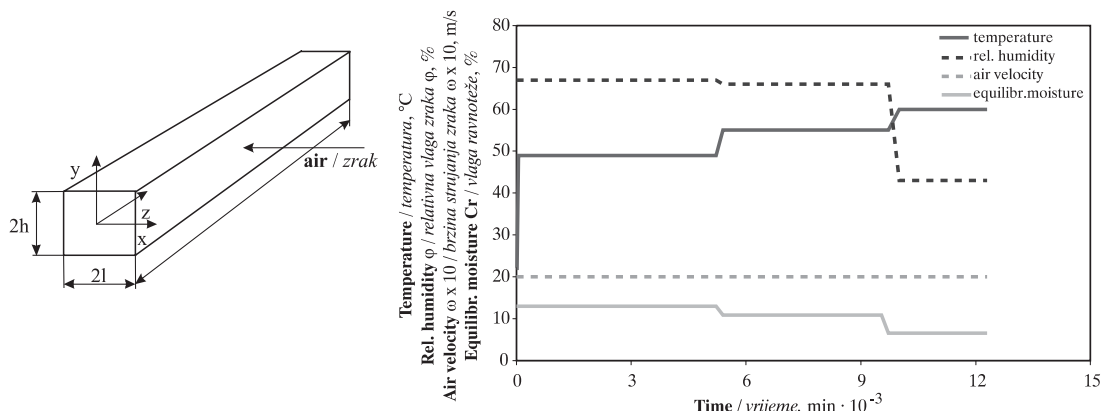


Figure 5 Physical domain (left), and temperature, ambient moisture and equilibrium moisture content (right)
Slika 5. Fizikalni prikaz (lijevo) i promjena temperature, relativne vlažnosti okoline i ravnotežne vlage (desno)

Table 2 Temperature and/or moisture dependent physical properties of wood (beech) (Martinović *et al*, 2001)

Tablica 2. Fizikalna svojstva drva (bukovine) ovisna o temperaturi i/ili sadržaju vode (Martinović *et al*, 2001)

Property / Svojstvo	$C < 30\%$	$C \geq 30\%$
$E_1(\text{Pa})$	$(6.69 - 4.66e^{-1.1 \cdot 10^7 C^{-6.30}})(1.8 - 0.02T)10^8$	$2.05(1.8 - 0.02T)10^8$
$E_2(\text{Pa})$	$(13.22 - 9.30e^{-2.5 \cdot 10^6 C^{-5.75}})(1.8 - 0.02T)10^8$	$4.04(1.8 - 0.02T)10^8$
$E_3(\text{Pa})$	$(8.111 - 57.0e^{-2.5 \cdot 10^6 C^{-5.75}})(1.8 - 0.02T)10^8$	$24.8(1.8 - 0.02T)10^8$
$\rho (\text{kg/m}^3)$	$\frac{559(100 + C)}{100 - 0.47(30 - C)}$	$559 \left(1 - \frac{C}{100}\right)$
$c_q (\text{J/kg K})$	$1173[C(100 + T)]^{0.2}$	
$k_{11}^q (\text{W/m K})$	$1.36(0.088 + 0.000709T + 0.00181C)$	
$k_{22}^q (\text{W/m K})$	$115k_{11}^q$	

$C = c_m M$ – moisture content (*sadržaj vode u drvu*); c_m – specific moisture (*specifični sadržaj vode*); M – moisture potential (*potencijal sadržaja vode*); T – temperature (*temperatura*); E – elastic modulus (*modul elastičnosti*); ρ – density (*gustoća*); c_q – specific heat (*specifični toplinski kapacitet*); k_{ij}^q – heat conduction coefficient (*koeficijent toplinske vodljivosti*)

Table 3 Constant physical properties of wood (beech)

Tablica 3. Konstantna fizikalna svojstva drva (bukovina)

Property Svojstvo	Value Vrijednost	Property Svojstvo	Value Vrijednost	Property Svojstvo	Value Vrijednost
$r(\text{J/kg})$	$2.3 \cdot 10^6$	ν_{12}	0.36	$\alpha_{11}(1/\text{K})$	$36.6 \cdot 10^{-6}$
$c_m(\text{kg}_m/\text{kg}^\circ\text{M})$	0.01	ν_{21}	0.71	$\alpha_{22}(1/\text{K})$	$28.4 \cdot 10^{-6}$
$k_{11}^m(\text{kg}_m/\text{m s }^\circ\text{M})$	$4.5 \cdot 10^{-9}$	ν_{13}	0.043	$\alpha_{33}(1/\text{K})$	$4.16 \cdot 10^{-6}$
$k_{22}^m(\text{kg}_m/\text{m s }^\circ\text{M})$	$1.15k_{11}^m$	ν_{31}	0.52	$\beta_{11}(1/^\circ\text{M})$	$36.8 \cdot 10^{-4}$
$G_{12} (\text{Pa})$	$3 \cdot 10^8$	ν_{23}	0.073	$\beta_{22}(1/^\circ\text{M})$	$18.0 \cdot 10^{-4}$
$\delta (^\circ\text{M/K})$	2	ν_{32}	0.45	$\beta_{33}(1/^\circ\text{M})$	$1.8 \cdot 10^{-4}$

r – heat of the phase change (*toplina isparavanja*); c_m – specific moisture (*specifični sadržaj vode*); k_{ij}^m – mass conduction coefficient (*koeficijent vodljivosti vlage*); G_{ij} – shear modulus (*modul smicanja*); δ – temperature gradient coefficient (*koeficijent temperaturnoga gradijenta*); ν_{ij} – Poisson’s ratio (Poissonov koeficijent); α_{ij} – thermal expansion coefficient (*koeficijent toplinskog širenja*); β_{ij} – shrinkage (contraction) coefficient (*koeficijent utezanja*)

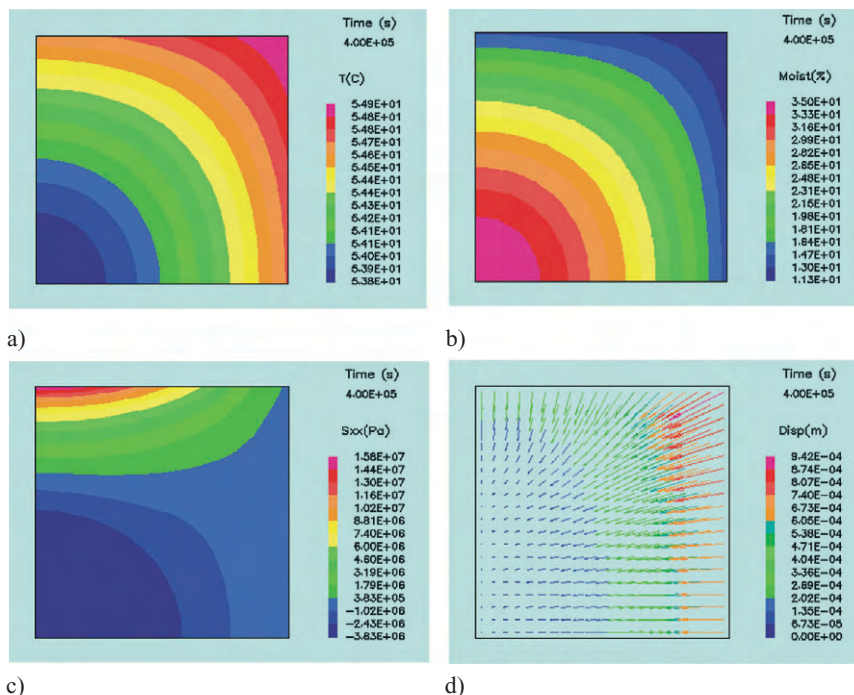


Figure 6 Fields of temperature, moisture, stress and displacement at $t = 111 \text{ h}$

Slika 6. Polja temperature, koncentracije vlage, naprezanja i pomicanja za $t = 111 \text{ h}$

Table 4 Physical properties of wood (beech) (Horman et al, 2003)

Tablica 4. Fizikalna svojstva drva (bukovine) (Horman et al, 2003)

ρ kg/m ³	c J/kg K	k W/m K	E Pa	G Pa	ν -	α 1/K	σ_0 Pa
950	2950	0.54	$4.3 \cdot 10^8$	$1.6 \cdot 10^8$	0.35	$3.2 \cdot 10^{-5}$	$1.2 \cdot 10^6$

ρ – density (*gustoća*); c – specific heat (*specifična toplina*); k – heat conduction coefficient (*koeficijent toplinske vodljivosti*); E – elastic modulus (*modul elastičnosti*); G – shear modulus (*modul smicanja*); ν – Poisson's ratio (*Poissonov koeficijent*); α – coefficient of thermal expansion (*koeficijent toplinskog širenja*); σ_0 – yield stress (*naprezanje na granici tečenja*)

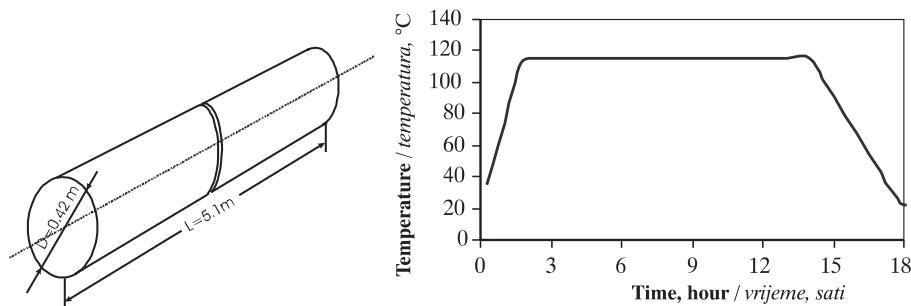


Figure 7 Physical domain (left), and steam temperature (right)
Slika 7. Fizikalni prikaz (lijevo) i promjena temperature vodene pare (desno)

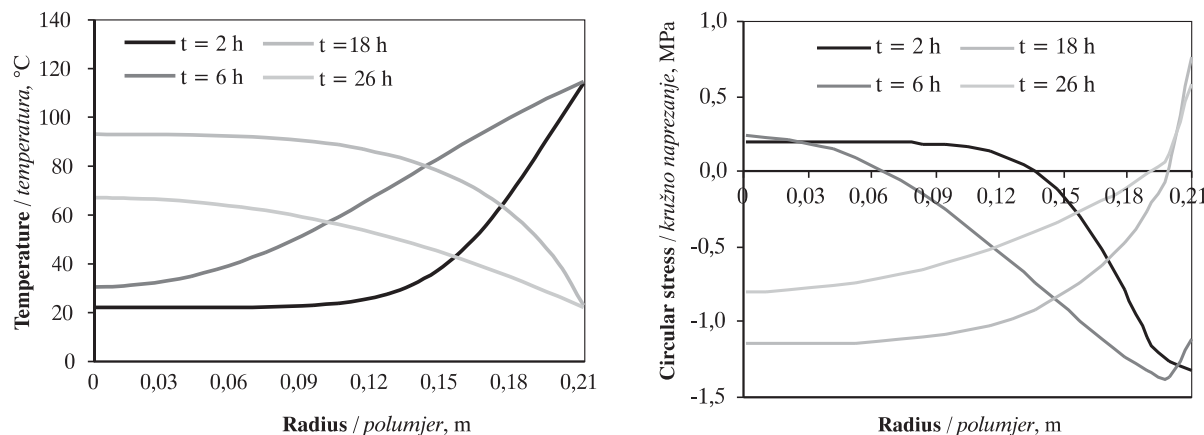


Figure 8 Temperature profile at $\varphi = \text{const.}$ (left) and circular stress at $\varphi = \text{const.}$ (right)
Slika 8. Profil temperature u $\varphi = \text{const.}$ (lijevo) i cirkularno naprezanje u $\varphi = \text{const.}$ (desno)

5 CONCLUSIONS

5. ZAKLJUČAK

The numerical method has been outlined for stress analysis and its applicability to the solution of a range of both steady and transient problems involving various elastic, porous, orthotropic and elasto-plastic materials has been demonstrated. The mathematical model and numerical calculation, employing the finite volume method presented, enable the design and construction of a chair and prediction of distribution of deformation and stresses in wood during the process of wood drying and steaming.

6 REFERENCES

6. LITERATURA

- Demirdžić, I.; Martinović, D. 1993: Finite volume method for thermo-elasto-plastic stress analysis, *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.*, 109, 331-349.
- Demirdžić, I.; Horman, I.; Martinović, D. 2000: Finite volume analysis of stress and deformation in hygro-thermo-elastic orthotropic body, *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.*, 190, 1221-1232.

- Martinović, D.; Horman, I.; Demirdžić, I. 2001: Numerical and Experimental Analysis of a Wood Drying Process, *Wood Science and Technology*, 35, 143-156.
- Horman, I.; Martinović, D.; Bijelonja, I. 2003: Numerical Analysis of Process of Wood Heat Treatment, 4th Int. Symposium RIM, Bihać, 443-450.
- Hajdarević, S.; Horman, I.; Martinović, D. 2006: Stress-strain analysis of a loaded wooden construction, *Non-metal inorganic materials*, 6th Int. Scientific and Expert Symposium, Zenica, 399-405.
- Bodig, J.; Jayne, B.A. 1993: *Mechanics of Wood and Wood Composites*, Krieger Publ. Comp. Malabar, Florida.
- Mendelson, A. 1968: *Plasticity: Theory and Application*, Macmillan, New York.

Corresponding author:

Associated Professor IZET HORMAN, PhD

Faculty of Engineering
University of Sarajevo
Wilsonovo šetalište 9
71000 Sarajevo
Bosnia and Herzegovina
e-mail: horman@mef.unsa.ba

Korekcijski faktor uređaja za kontinuirano određivanje masene koncentracije lebdećih drvnih čestica fotometrijskom metodom

Correction factor for real-time determination of wood dust mass concentration by photometric method

Izvorni znanstveni rad • Original scientific paper

Prispjelo – received: 29. 1. 2009.

Prihvaćeno – accepted: 25. 2. 2009.

UDK: 630*822.04; 630*832.17

SAŽETAK • U pogonima za mehaničku obradu drva skupljani su uzorci drvene prašine iz zraka u radnom okruženju radi određivanja korekcijskog faktora uređaja za kontinuirano mjerenje masene koncentracije lebdećih drvnih čestica fotometrijom. Prema normi NIOSH 0600 i NIOSH priručniku analitičkih metoda o fotometrijskome mjerenju, korekcijski je faktor potrebno odrediti prije mjerenja za svaku vrstu prašine posebno, i to kao omjer masene koncentracije čestica određene gravimetrijskom metodom i masene koncentracije određene fotometrijom. Korekcijski faktor treba odrediti zbog utjecaja fizikalnih svojstava čestica različitog materijala (vrste, veličine i oblika čestice te njezina indeksa refleksije) na učinkovitost fotometrije. Istraživanje je provedeno s ciljem ispitivanja mogućnosti primjene fotometrijske metode za određivanje masene koncentracije inhalabilne drvene prašine u zraku. Uzorkovanje je provedeno pri obradi sirove i suhe bukovine, sirove i suhe hrastovine, sirove jelovine i iverice.

Rezultati mjerenja fotometrijom u signifikantnoj su korelaciji s mjernim rezultatima dobivenim gravimetrijskom metodom ($R^2=0,88$), što je temeljni uvjet za mogućnost upotrebe fotometrije pri mjerenju masene koncentracije drvnih čestica u zraku. Rezultati istraživanja upozorili su na nužnost određivanja korekcijskog faktora za mjerenje masene koncentracije drvene prašine pri obradi različitih vrsta drva i drvnih materijala, ali i istih vrsta drva s različitim sadržajem vode. Za uzorke uzete pri obradi jelovine dobiveno je najbolje slaganje rezultata gravimetrijske i fotometrijske metode ($k_{sr}=1$), a najveći korekcijski faktor treba primijeniti pri određivanju izloženosti radnika drvnoj prašini suhe hrastovine ($k_{sr}=4,4$) i iverice ($k_{sr}=4,5$).

S propisanim graničnim vrijednostima izloženosti radnika drvnoj prašini usporedive su samo gravimetrijski određene masene koncentracije iz osam sati skupljanog uzorka. S obzirom na kancerogenost bukovine i hrastovine i njihovu veliku zastupljenost u domaćoj drvnoprerađivačkoj industriji, fotometrijska metoda određivanja masene koncentracije drvnih čestica, osim za određivanje kratkotrajne izloženosti može poslužiti, i kao vrlo korisna metoda u analizi vremenskog profila izloženosti na radnim mjestima tijekom radnog dana. Osim toga, fotometrijska metoda

¹ Autori su, redom, docentica, redovita profesorica, znanstveni novak i viši asistent na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska.

² Autor je znanstveni suradnik Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada u Zagrebu.

¹ The authors are assistant professor, full professor, young scientist and senior assistant at the Faculty of Forestry, University of Zagreb, Croatia.

² The author is research associate at the Institute for Medical Research and Occupational Health in Zagreb.

omogućuje istodobno određivanje masene koncentracije inhalabilne, torakalne i respirabilne frakcije lebdećih čestica

Ključne riječi: fotometrija, gravimetrijska metoda, izloženost drvnoj prašini, inhalabilne čestice

ABSTRACT • Samples of wood dust were collected in the working environment of wood machining processes for the purpose of determining correction factors for measuring mass concentration of wood dust by photometric method.

According to the NIOSH 0600 Norm and NIOSH Manual of Analytical Methods for photometric measurement, correction factor must be determined before measuring mass concentration of different types of dust. The correction factor is defined as the ratio of mass concentration obtained by the gravimetric method and mass concentration obtained by the photometric method. The correction factor should be determined because of the influence of particle size distribution, density, particle shape and refractive index on values obtained by the photometric method.

The aim of the research was to investigate the possibility of using photometric method for the determination of mass concentration of inhalable fraction of airborne wood dust. Sampling was conducted in several woodworking plants during the machining of wet and dry beech-wood, wet and dry oak-wood, wet fir-wood and particleboard.

There is a significant correlation between the results obtained by the photometric method and values obtained by the gravimetric method ($R^2=0.88$) and this is the base for using the photometric method in determining mass concentration of airborne wood dust. According to the results of this research, correction factors must be determined and used for measuring mass concentration of inhalable wood dust during the machining of different wood species and wood with different moisture content. The best corresponding results of photometric and gravimetric methods are obtained for the samples collected during machining of wet fir-wood ($k=1$). The largest correction factor should be used in determining workers exposure to wood dust during machining of dry oak-wood ($k=4.4$) and particleboard ($k=4.5$).

Only the results of 8-hour measurements of mass concentration by gravimetric methods can be compared with limit values of aerosol mass concentration. However, the determination of mass concentration of wood dust by photometric method may be applied not only for short-term exposure measurements but also for additional measurements within the analysis of exposure time profile at workplaces during the working day. Additionally, photometric method is very useful for simultaneous collection of samples of the respirable, thoracic and inhalable fractions of airborne particulate matter.

Key words: photometry, gravimetric method, exposure to wood dust, inhalable particles

1. UVOD

1 INTRODUCTION

U većini drvnotehnoških procesa a napose pri mehaničkoj obradi drva, postoji problem izloženosti radnika lebdećim česticama drvene prašine. Problem lebdećih čestica za drveni sektor u Hrvatskoj vrlo je važan jer su bukovina i hrastovina dvije najzastupljenije vrste drva, čiji udio u cjelokupnoj domaćoj preradi čini i do 73 %. Naime, dugotrajna izloženost prašini upravo tih dviju vrsta drva nosi rizik obolijevanja od adenokarcinoma nosne šupljine (Hausen, 1981; Kubel i dr., 1988; Kohler, 1995; Bleich i dr., 1998; Klein i dr., 2001). Osim štetnosti prašine bukovine i hrastovine treba naglasiti i štetnost prašine nekih egzota (abahija, kambale, makorea, mahagonija, merantija) kao i neegzota (bora, jele, borovice, breze, lipe), koje uzrokuju alergijske pojave na koži odnosno sluzokoži radnika (Hinnen i dr., 1995; Rosenberg i dr., 2002). Pojavu astme uzrokuju prašina hrasta, bukve, kestena, bora, smreke, bagrema, palisandra, kambale, abahija i dr. (Malo i dr., 1995; Salvolinen, 1997).

Europska unija proglasila je 1999. godine drvenu prašinu kancerogenom na temelju klasifikacija Međunarodne agencije za istraživanje karcinoma (IARC – International Agency for Cancer Research) (Klein i dr., 2001). Smjernice Europske unije 2004/37/EC od 1999.

godine propisuju graničnu vrijednost masene koncentracije u zraku za inhalabilnu frakciju tvrdih vrsta drva u količini 5 mg/m^3 , pri čemu se uvjetuje određivanje koncentracije gravimetrijskom metodom na uzorku skupljanom osam sati (tijekom jedne radne smjene). Isti propis vrijedi za ukupnu smjesu čestica u kojoj, osim čestica tvrdih vrsta drva, ima i čestica drugih vrsta drva.

U Hrvatskoj se od 1993. godine, prema prijedlogu *Pravilnika o maksimalno dopustivim koncentracijama (MDK) štetnih tvari u atmosferi radnih prostorija i prostora*, propisuju najveće dopuštene masene koncentracije respirabilnih čestica i ukupne prašine. Na radnom je mjestu maksimalno dopuštena masena koncentracija drvene prašine tvrdih vrsta drva (bukovina, hrastovina i egzote) za respirabilne čestice 1 mg/m^3 , a za ukupnu prašinu 3 mg/m^3 .

U istraživanjima osobne izloženosti česticama iz radne atmosfere, osim primjene gravimetrijske metode kao najpouzdanije, pri određivanju masene koncentracije prašine u zraku, istražuje se i mogućnost primjene metode fotometrije (Thomas i Gerbhart, 1994; Koch i dr., 2002; Lanki i dr., 2002). Razlog tome je dugotrajnost mjerenja pri korištenju gravimetrijske metode (cijela radna smjena) te potreba trenutačnoga i kontinuiranog određivanja masene koncentracije drvene prašine na radnome mjestu.

Primjenu metode kontinuiranog određivanja masene koncentracije fotometrijskom metodom istraživali su brojni autori pri određivanju osobne izloženosti drvnim česticama na radnim mjestima u drvnjoj industriji (Koch i dr., 1999; Koch i dr., 2002; Tatum i dr., 2002; Rando i dr., 2005a; Rando i dr., 2005b). Navedeni autori prikazali su razvoj i primjenu optičkog uređaja RespiCona, s istodobnim selektivnim skupljačem inhalabilne, torakalne i respirabilne frakcije lebdećih čestica. Istraživali su korekcijske faktore za pojedine frakcije veličina drvnih čestica usporedbom rezultata gravimetrijskoga i fotometrijskog mjerenja. Drugi autori istraživali su utjecaj ostalih fizikalnih svojstava čestica - oblika i indeksa refleksije (O'Shaughnessy i dr., 2002) te utjecaj relativne vlažnosti okolnog zraka na rezultate fotometrije (Thomas i Gerbhart, 1994; Lanki i dr., 2002).

Problem fotometrijskog mjerenja masene koncentracije jest to što se za svaku vrstu materijala s obzirom na gustoću materijala i veličinu čestica mora odrediti korekcijski faktor mjerenja. Prema preporukama proizvođača uređaja za fotometrijsko mjerenje, za svaku je vrstu čestica (metalnih, kamenih, drvene prašine) potrebno odrediti zaseban korekcijski faktor jer čak ni pri jednakoj masenoj koncentraciji različite vrste čestica nemaju jednako svojstvo raspršivanja svjetlosti.

Budući da drvene čestice, s obzirom na vrstu drva i sadržaj vode, imaju različitu gustoću, ali i veličinu i oblik lebdećih čestica koje nastaju mehaničkom obradom, problem fotometrijskog mjerenja koncentracije lebdećih drvnih čestica u zraku time je još složeniji.

Cilj istraživanja prikazanih u ovome radu bilo je određivanje korekcijskog faktora za fotometrijsko mjerenje masene koncentracije inhalabilnih čestica u zraku pri mehaničkoj obradi najčešće obrađivanih domaćih vrsta drva te otkrivanje čimbenika koji utječu na iznos korekcijskog faktora.

2. MATERIJALI I METODE 2 MATERIAL AND METHODS

Uzorci za određivanje korekcijskog faktora uređaja za kontinuirano određivanje masene koncentracije drvene prašine u zraku skupljani su u pilani, u doradnome pilanskom pogonu, u parketariji i stolarskoj radionici. U vrijeme uzimanja uzoraka obrađivala se samo jedna vrsta drva ili drvnoga materijala u suhome ili sirovom stanju. Mjerenja su provedena pri mehaničkoj obradi suhe i sirove hrastovine, suhe i sirove bukovine, sirove jelovine te pri obradi iverice.

Uzorkovanje je trajalo 151 sat i 30 minuta, a provedeno je tijekom 21 radnog dana. Prosječno trajanje skupljanja parova uzoraka gravimetrijskom odnosno fotometrijskom metodom iznosilo je od 40 minuta pri obradi suhog drva do 110 minuta pri obradi sirovog drva. Tijekom uzorkovanja nije bilo većih odstupanja u temperaturi i vlažnosti okolnoga zraka.

Korekcijski faktor uređaja za kontinuirano određivanje masene koncentracije dobiven je kao omjer masene koncentracije određene gravimetrijski i fotometrijski. Uređaj za kontinuirano mjerenje masene

koncentracije lebdećih čestica modela Split II, proizvođača SKC (Dorset, UK, 2006), sastoji se od uređaja za obradu i prikaz podataka, ulaznog dijela držača leća za fotometriju (optički dio uređaja) te izlaznog dijela IOM (Institute of Occupational Medicine) držača filtra za gravimetrijsku analizu. Optički dio uređaja koristi se izvorom infracrvene svjetlosti koji je smješten pod kutom od 90° u odnosu prema fotodetektoru. Prolaskom čestice između leća intenzitet svjetlosti slabi, pri čemu se bilježi izlazni signal proporcionalan vrijednosti masene koncentracije lebdećih čestica iz radne atmosfere. Kućište je povezano sa sisaljkom proizvođača Casella (Bedford, UK, 2001), podešenom na protok zraka od 2 l/min (EN ISO 10882-1:2001). Uzorak zraka nakon ulaska u kućište prolazi kroz optički detektor, a zatim kroz filtar. Držač filtra IOM oblikovan je prema standardu za sakupljanje inhalabilne frakcije (čestice veličine do 100 μm). Prema tehničkom izvještaju ISO/TR 7708-1995, inhalabilna ili udisajna frakcija masena je frakcija ukupnih lebdećih čestica koje se udahnu kroz nos i usta.

Pri radu s uređajem za fotometriju lebdećih čestica primijenjene su upute NMAM Method 0600 (NIOSH Manual of Analytical Methods, National Institute for Occupational Safety and Health). Za postizanje pouzdanosti kontinuiranog mjerenja tim uređajem korekcijski se faktor određuje iz srednje vrijednosti dobivene iz najmanje deset ponavljanja. Korekcijski faktor određuje se dijeljenjem dviju vrijednosti masenih koncentracija prema formuli:

$$k = \frac{c_g}{c_f} \quad (1)$$

gdje su:

k – korekcijski faktor za kontinuirano određivanje masene koncentracije,

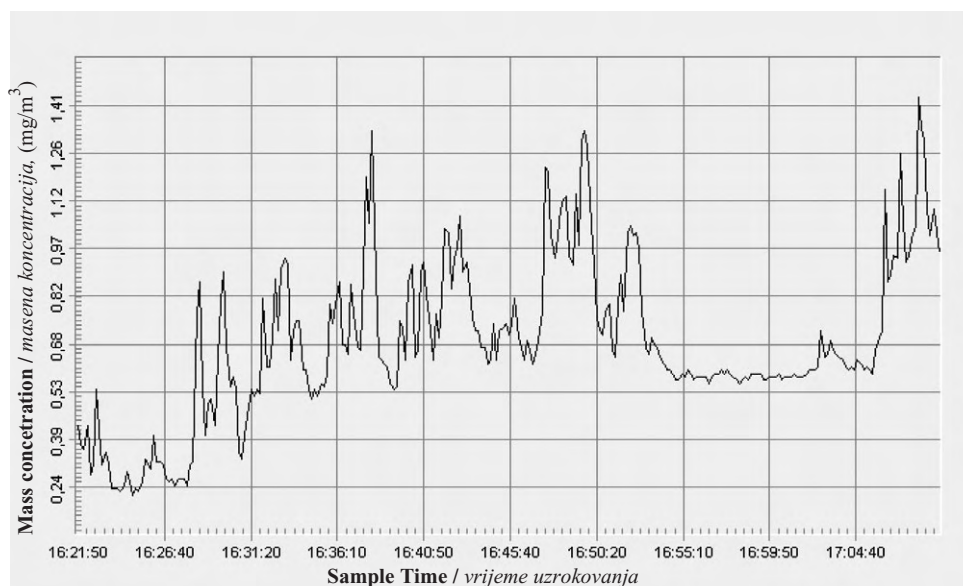
c_g – masena koncentracija određena gravimetrijskom metodom, mg/m³,

c_f – srednja vrijednost masene koncentracije određene fotometrijom, mg/m³.

Uređaj za kontinuirano određivanje masene koncentracije potrebno je „nulirati“ prije svakog uzorkovanja. Najviša masena koncentracija koja se može odrediti tim uređajem iznosi 200 mg/m³.

Uređaj je podešen tako da svakih 10 sekundi kontinuirano bilježi masenu koncentraciju. Na kraju mjerenja dostupne su sve zabilježene vrijednosti masenih koncentracija (grafički i brojevno), ukupan broj podataka odnosno izmjera, najniža i najviša masena koncentracija, srednja vrijednost svih podataka te kratkotrajna 15-minutna izloženost (STEL – Short Term Exposure Limit). Provođenje kontinuiranog mjerenja tijekom najmanje 30 minuta uvjet je za određivanje kratkotrajne izloženosti. Pratećim programom iscertava se dijagram koji prikazuje sve vrijednosti u vremenskom razdoblju kontinuiranog određivanja masene koncentracije fotometrijom (sl. 1).

Pri određivanju masene koncentracija drvene prašine gravimetrijskom metodom (ZH 1/120.41) vaganje je obavljeno uporabom mikrovage METTLER-TOLE-



Slika 1. Dijagram kontinuiranog određivanja masene koncentracije fotometrijskom metodom
Figure 1 Diagram of continuous determination of mass concentration by photometry

DO MX-5, koja ima mogućnost preciznog mjerenja i očitavanja vrijednosti do 10^{-6} grama, s mjernom nesigurnošću od $2 \cdot 10^{-6}$ grama. Kao medij za skupljanje uzoraka drvene prašine upotrebljeni su kvarcni filtri (Whatman QM-A) promjera 25 mm koji se odlikuju visokom učinkovitošću odvajanja čestica iz zračne struje, malim otporom, visokom čistoćom i kemijskom inertnošću. S obzirom na higroskopnost materijala, filtri su kondicionirani na stalnu vlažnost u eksikatoru tijekom 24 sata prije vaganja (prije i nakon uzimanja uzorka). Masena koncentracija drvene prašine određuje se iz jednakosti 2:

$$c_g = \frac{m_2 - m_1}{V} \quad (2)$$

gdje je:

c_g – masena koncentracija prašine određena gravimetrijskom metodom, mg/m^3 ,

m_1 – masa filtra prije uzimanja uzorka, mg,

m_2 – masa filtra s uzorkom, mg,

V – ukupni volumen zraka iz kojega je uzet uzorak, m^3 .

Statistička razlika između korekcijskih faktora dobivenih pri obradi različitih materijala testirana je Studentovim testom, uz pretpostavku homogenosti varijanci. U slučaju nehomogenosti varijanci poslužila je neparametarska analiza Mann-Whitneyevim u-testom (McClave i Dietrich, 1988). Statističke analize rađene su uporabom statističkog softvera - STATISTICA 6.0.

3. REZULTATI S DIKUSIJOM 3 RESULTS AND DISCUSSION

U tablicama 1. do 6. navedeni su svi rezultati određivanja masene koncentracije drvene prašine u zraku gravimetrijskom i fotometrijskom metodom za različite vrste drva u suhome i/ili sirovom stanju te za ivericu. U tablicama su dani i podaci o maksimalnoj i minimalnoj masenoj koncentraciji zabilježenoj fotometrijom, o kratkotrajnoj 15-minutnoj izloženosti (STEL) te izračunani korekcijski faktori.

U tablici 7. dane su srednje vrijednosti korekcijskog faktora i standardne devijacije za različite vrste drva u suhome i/ili sirovom stanju te za ivericu.

Rezultati provedenih istraživanja pokazali su da se najbolje slaganje gravimetrijski i fotometrijski određenih masenih koncentracija pokazalo pri obradi sirove jelovine ($k_{sr}=1,0$), a najlošije slaganje odnosno najveći korekcijski faktori dobiveni su istraživanjima pri obradi suhe hrastovine ($k_{sr}=4,4$) i iverice ($k_{sr}=4,5$). Dobiveni korekcijski faktori upućuju na nužnost određivanja i korištenja različitih korekcijskih faktora za određivanje masene koncentracije lebdećih drvnih čestica pri obradi različitih vrsta drva i drvnih materijala te pri različitom sadržaju vode u drvu. Međutim, statističkim testiranjem nije ustanovljena signifikantna razlika među korekcijskim faktorima svih skupina uzoraka. Razlog tomu je relativno veliko rasipanje dobivenih korekcijskih faktora uzrokovano najvjerojatnije pogreškama pri određivanju vrlo malih masenih koncentracija gravimetrijskom metodom. Statističkim testiranjem dobivene su signifikantne razlike korekcijskih faktora pri obradi jelovine i ostalih skupina uzoraka te pri obradi sirove bukovine i ostalih skupina uzoraka. Signifikantna razlika korekcijskih faktora pokazala se i pri obradi iverice u odnosu prema obradi drva u sirovom stanju (tabl. 8).

Rezultati sličnih istraživanja drugih autora (Koch i dr., 1999; Koch i dr., 2002; Rando i dr., 2005a; Rando i dr., 2005b; Tatum i dr., 2002), pri usporedbi fotometrijske i gravimetrijske metode, pokazali su kako je učinkovitost fotometrije drvnih čestica približno jednaka učinkovitosti referentnog IOM skupljača (korekcijski faktor iznosi približno 1) za čestice veličine do 10 μm , a za čestice ekstratorakalne frakcije (od 10 do 30 μm) korekcijski faktor iznosi između 1,5 i 2. Autor Baron (1995) također je istraživao sposobnosti optičkog raspoznavanja sfernih čestica te pokazao kako je najbolja „osjetljivost“ fotometra za čestice veličine 0,6 μm pri stalnoj masenoj koncentraciji. Prema tomu, učinko-

Tablica 1. Rezultati gravimetrijskoga i fotometrijskog određivanja masene koncentracije inhalabilnih drvnih čestica u zraku pri obradi suhe hrastovine i vrijednosti korekcijskog faktora

Table 1 Results of gravimetric and photometric determination of inhalable wood dust mass concentration in the surrounding air during machining of dry oakwood and values of correction factor

Hrastovina – suha / Oak-wood - dry									
<i>N</i>	c_g	<i>n</i>	STEL	c_{min}	c_{max}	STD	c_f	<i>k</i>	
	mg/m ³			mg/m ³					
1.	0,59	287	0,25	0,0	0,95	0,20	0,1	5,91	
2.	0,41	296	0,46	0,17	0,69	0,09	0,35	1,18	
3.	0,27	200	0,03	0	0,34	0,05	0,02	13,27	
4.	0,30	218	0,21	0,04	0,3	0,07	0,17	1,78	
5.	0,25	225	0,09	0,02	0,16	0,04	0,06	4,20	
6.	0,20	177	0,35	0,08	0,62	0,12	0,26	0,78	
7.	0,09	348	0,2	0	0,55	0,10	0,08	1,18	
8.	0,08	218	0,26	0,02	0,83	0,16	0,15	0,55	
9.	0,87	304	0,32	0,01	1,42	0,18	0,15	5,79	
10.	4,70	477	1,87	0,38	5,62	0,53	1,46	3,22	
11.	2,63	385	1,68	0,03	6,52	0,71	0,86	3,06	
12.	3,59	624	2,08	0	5,5	0,83	1,03	3,49	
13.	7,29	285	1,53	0,08	4,69	0,57	1,21	6,02	
14.	3,45	416	1,19	0,15	3,88	0,72	1,11	3,11	
15.	4,18	231	0,67	0	0,67	0,51	0,33	12,66	
Srednja vrijednost / Mean value								4,41	

N – oznaka uzorka (sample mark), c_g – gravimetrijski određena masena koncentracija drvene prašine u zraku (wood dust mass concentration determined by gravimetric method), *n* - broj podataka dobivenih kontinuiranom fotometrijom za jedan uzorak (number of data obtained by continuous photometric measurement for single sample), c_f - fotometrijski određena masena koncentracija drvene prašine u zraku (wood dust mass concentration determined by photometric method), STEL - kratkotrajna 15-minutna izloženost drvnoj prašini (Short Term Exposure Level), c_{min} – najniža zabilježena masena koncentracija za jedan uzorak (minimum mass concentration for single sample), c_{max} – najviša zabilježena masena koncentracija za jedan uzorak (maximum mass concentration for single sample), *k* – korekcijski faktor (correction factor)

Tablica 2. Rezultati gravimetrijskoga i fotometrijskog određivanja masene koncentracije inhalabilnih drvnih čestica u zraku pri obradi sirove hrastovine i vrijednosti korekcijskog faktora

Table 2 Results of gravimetric and photometric determination of inhalable wood dust mass concentration in the surrounding air during machining of wet oak-wood and values of correction factor

Hrastovina – sirova / Oak-wood - wet									
<i>N</i>	c_g	<i>n</i>	STEL	c_{min}	c_{max}	STD	c_f	<i>k</i>	
	mg/m ³			mg/m ³					
1.	0,76	619	0,27	0,02	0,47	0,05	0,24	3,17	
2.	0,85	573	0,57	0,12	3,18	0,26	0,33	2,59	
3.	1,05	441	0,37	0,03	1,58	0,12	0,32	3,28	
4.	1,22	527	0,37	0,06	1,27	0,14	0,29	4,20	
5.	2,31	509	0,98	0,02	6,78	0,67	0,64	3,61	
6.	1,75	532	0,88	0,3	18,46	0,99	0,51	3,43	
7.	0,11	518	0,25	0,02	0,34	0,04	0,19	0,55	
8.	0,34	557	0,25	0,02	0,5	0,07	0,21	1,61	
9.	0,89	551	0,35	0,1	0,47	0,09	0,24	3,71	
10.	0,55	446	0,32	0,02	7,36	0,39	0,14	3,96	
11.	1,28	519	0,41	0,06	1,09	0,19	0,38	3,39	
12.	1,34	679	0,78	0	1,34	0,28	0,18	7,45	
13.	1,43	682	1,17	0,13	7,25	0,52	0,51	2,81	
14.	1,11	675	0,46	0,04	0,67	0,1	0,36	3,08	
15.	1,01	696	0,39	0,03	0,56	0,08	0,30	3,37	
16.	0,99	643	0,68	0,03	1,19	0,2	0,46	2,16	
17.	1,41	469	0,6	0	6,35	0,83	0,22	6,41	
18.	0,79	668	0,57	0	0,72	0,13	0,44	1,79	
Srednja vrijednost / Mean value								3,37	

Tablica 3. Rezultati gravimetrijskoga i fotometrijskog određivanja masene koncentracije inhalabilnih drvnih čestica u zraku pri obradi suhe bukovine i vrijednosti korekcijskog faktora

Table 3 Results of gravimetric and photometric determination of inhalable wood dust mass concentration in the surrounding air during machining of dry beech-wood and values of correction factor

Bukovina – suha / Beech-wood - dry									
<i>N</i>	<i>c_g</i>	<i>n</i>	STEL	<i>c_{min}</i>	<i>c_{max}</i>	STD	<i>c_f</i>	<i>k</i>	
	mg/m ³			mg/m ³					
1.	2,60	-	0,95	-	-	-	0,87	3,0	
2.	4,38	247	1,72	0,49	6,68	0,60	1,43	3,1	
3.	4,06	178	1,00	0,38	2,63	0,35	0,96	4,2	
4.	1,59	264	0,44	0,13	4,54	0,43	0,35	4,6	
5.	5,25	173	1,31	0,29	4,12	0,64	1,24	4,2	
6.	5,26	337	1,44	0,00	16,40	1,07	0,66	8,0	
7.	4,29	242	1,77	0,24	7,45	0,83	1,28	3,4	
8.	5,43	338	2,22	0,16	5,41	0,78	1,44	3,8	
9.	3,00	232	1,29	0,47	4,77	0,54	1,15	2,6	
10.	1,07	331	2,80	0,20	4,86	0,78	2,28	0,5	
11.	0,17	569	0,33	0,08	0,83	0,08	0,24	0,70	
12.	0,2	627	0,10	0	0,43	0,05	0,04	5,85	
13.	0,02	549	0,08	0,02	0,12	0,02	0,05	0,4	
14.	0,30	627	0,11	0	0,50	0,04	0,08	3,72	
15.	0,19	542	0,07	0,02	0,10	0,02	0,05	3,88	
16.	0,25	482	0,06	0	0,26	0,02	0,03	8,16	
17.	0,23	487	0,17	0,01	0,59	0,08	0,06	3,90	
18.	0,22	522	0,04	0,02	0,19	0,01	0,03	7,33	
19.	0,30	511	0,60	0,49	0,71	0,03	0,58	0,52	
20.	0,28	511	0,36	0,25	0,53	0,05	0,31	0,91	
21.	0,43	512	0,21	0,02	0,59	0,07	0,12	3,56	
22.	0,05	510	0,08	0,02	0,63	0,04	0,06	0,88	
23.	0,42	511	0,06	0	0,92	0,07	0,04	10,42	
Srednja vrijednost / Mean value								3,81	

Tablica 4. Rezultati gravimetrijskoga i fotometrijskog određivanja masene koncentracije inhalabilnih drvnih čestica u zraku pri obradi sirove bukovine i vrijednosti korekcijskog faktora

Table 4 Results of gravimetric and photometric determination of inhalable wood dust mass concentration in the surrounding air during machining of wet beech-wood and values of correction factor

Bukovina – sirova / Beech-wood - wet									
<i>N</i>	<i>c_g</i>	<i>n</i>	STEL	<i>c_{min}</i>	<i>c_{max}</i>	STD	<i>c_f</i>	<i>k</i>	
	mg/m ³			mg/m ³					
1.	0,81	659	1,38	0,00	8,89	0,81	0,68	1,19	
2.	0,75	464	0,4	0,13	0,83	0,12	0,31	2,43	
3.	1,31	422	0,44	0,02	4,41	0,28	0,24	5,44	
4.	1,56	413	1,05	0,15	3,76	0,41	0,76	2,06	
5.	1,10	285	0,84	0,22	1,43	0,24	0,68	1,62	
6.	0,11	415	0,73	0,11	1,50	0,21	0,49	0,22	
7.	0,64	440	0,95	0,15	1,48	0,28	0,58	1,09	
8.	0,73	521	0,58	0,02	2,54	0,21	0,4	1,83	
9.	0,96	401	1,28	0,68	2,13	0,24	1,04	0,92	
10.	0,38	440	0,53	0,00	1,99	0,20	0,41	0,93	
11.	0,72	592	0,58	0,07	1,01	0,14	0,41	1,75	
12.	0,33	899	0,23	0	0,49	0,1	0,1	3,30	
13.	1,09	649	0,40	0	1,40	0,16	0,23	4,72	
14.	0,90	613	0,71	0,25	1,84	0,19	0,49	1,83	
Srednja vrijednost / Mean value								2,10	

Tablica 5. Rezultati gravimetrijskoga i fotometrijskog određivanja masene koncentracije inhalabilnih drvnih čestica u zraku pri obradi sirove jelovine i vrijednosti korekcijskog faktora

Table 5 Results of gravimetric and photometric determination of inhalable wood dust mass concentration in the surrounding air during machining of wet fir-wood and values of correction factor

Jelovina – sirova / Fir-wood wet									
<i>N</i>	<i>c_g</i>	<i>n</i>	STEL	<i>c_{min}</i>	<i>c_{max}</i>	STD	<i>c_f</i>	<i>k</i>	
	mg/m ³			mg/m ³					
1.	0,14	562	0,24	0	1,37	0,12	0,16	0,85	
2.	0,27	553	0,46	0,02	1,7	0,10	0,41	0,66	
3.	0,55	336	0,73	0,05	1,32	0,22	0,49	1,12	
4.	0,39	500	0,51	0	1,61	0,20	0,32	1,22	
5.	0,15	463	0,21	0	1,3	0,08	0,17	0,89	
6.	0,30	363	0,3	0,9	1,4	0,42	0,28	1,08	
7.	0,22	-	0,24	0	1,37	-	0,23	0,96	
8.	0,23	-	0,41	0,07	7,51	-	0,41	0,56	
9.	0,38	451	0,28	0,06	4,34	0,21	0,21	1,83	
10.	1,31	577	4,15	0,33	9,24	1,58	1,31	1,00	
Srednja vrijednost / Mean value								1,02	

Tablica 6. Rezultati gravimetrijskog i fotometrijskog određivanja masene koncentracije inhalabilnih drvnih čestica u zraku pri obradi iverice i vrijednosti korekcijskog faktora

Table 6 Results of gravimetric and photometric determination of inhalable wood dust mass concentration in the surrounding air during machining of particleboard and values of correction factor

Iverica / Particleboard									
<i>N</i>	<i>c_g</i>	<i>n</i>	STEL	<i>c_{min}</i>	<i>c_{max}</i>	STD	<i>c_f</i>	<i>k</i>	
	mg/m ³			mg/m ³					
1.	4,51	834	5,42	0,13	9,66	1,73	1,51	2,99	
2.	12,74	296	5,17	0,74	8,31	1,78	3,4	3,75	
3.	23,79	192	7,75	0,86	12,31	2,54	6,21	3,83	
4.	16,45	218	5,86	0,69	9,9	2,31	3,88	4,24	
5.	11,96	229	4,17	0,0	8,3	1,63	2,74	4,36	
6.	9,05	252	2,09	0,24	4,0	0,87	1,61	5,62	
7.	11,15	229	3,49	0,64	6,32	1,20	2,76	4,04	
8.	11,78	219	3,13	0,71	5,31	0,91	2,75	4,28	
9.	17,33	254	4,54	0	8,53	1,85	3,01	5,76	
10.	5,03	262	1,53	0,09	5,38	0,91	0,83	6,07	
Srednja vrijednost / Mean value								4,49	

vitost skupljača s fotodetektorom smanjuje se s povećanjem aerodinamičkog promjera promatrane čestice, što rezultira većim korekcijskim faktorom. Budući da je u ovim istraživanjima analizirana učinkovitost fotometrije za određivanje masene koncentracije inhalabilne frakcije čestica (veličina čestica do 100 μm), mogli su se i očekivati relativno veliki korekcijski faktori. No fotometrija se može rabiti i za mjerenje masene koncentracije inhalabilnih čestica, što pokazuje relativno visoki koeficijent korelacije ($R^2=0,88$) dobiven iz rezultata provedenih mjerenja na svim uzorcima (sl. 2).

Općenito, iz istog se uzorka zraka uređajem kontinuirane fotometrije odredi manja izloženost lebdećim česticama negoli gravimetrijskom metodom IOM skupljačem inhalabilne frakcije čestica (Koch i dr.,

2002; Rando i dr., 2005a) što pokazuju i provedena istraživanja (sl. 2).

Lošija učinkovitost fotometrije odnosno veći korekcijski faktor u ovim se istraživanjima pojavljuje pri višim masenim koncentracijama, zabilježenim gravimetrijski (sl. 3).

Dosadašnja istraživanja udjela respirabilne frakcije u ukupnim lebdećim česticama drvene prašine uzorkovane osobnim skupljačima na različitim radnim mjestima u drvoindustrijskim pogonima pokazala su da se maseni udjel respirabilne frakcije u ukupnoj prašini znatno smanjuje s povećanjem masene koncentracije ukupne prašine, odnosno, s povećanjem masene koncentracije ukupnih čestica ne povećava se proporcionalno i masena koncentracija respirabilnih čestica (Kos

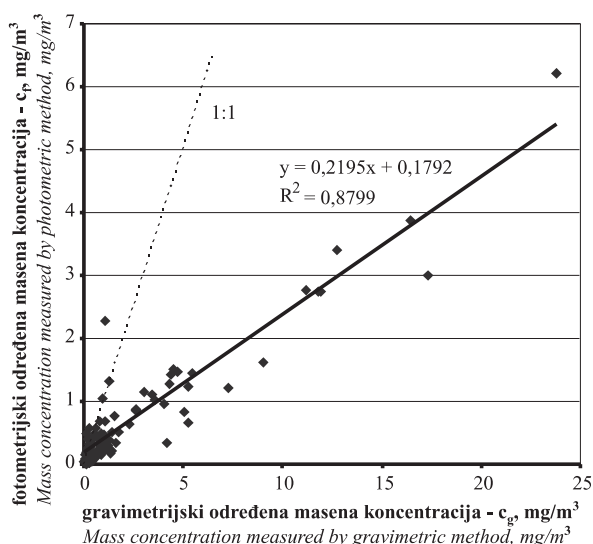
Tablica 7. Najmanja, najveća i srednja vrijednost te standardna devijacija korekcijskih faktora za skupine uzoraka drvene prašine
Table 7 Minimum, maximum and average value and standard deviation of correction factors for different samples of wood dust

Vrsta drvnih čestica / Wood particles	n	c _g	c _f	k _{sr}	SDV _k	k _{fmin}	k _{fmax}
		mg/m ³					
jelovina, sirova / Wet fir-wood	10	0,39	0,40	1,0	0,35	0,56	1,83
bukovina, sirova / Wet beech-wood	14	0,81	0,49	2,1	1,47	0,22	5,44
hrastovina, sirova / Wet oak-wood	18	1,07	0,33	3,4	1,59	0,55	7,45
bukovina, suha / Dry beech-wood	23	1,74	0,58	3,8	2,70	0,40	10,42
hrastovina, suha / Dry oak-wood	15	1,93	0,49	4,4	3,92	0,55	13,27
iverica / Particleboards	10	12,38	2,87	4,5	1,00	2,99	6,07

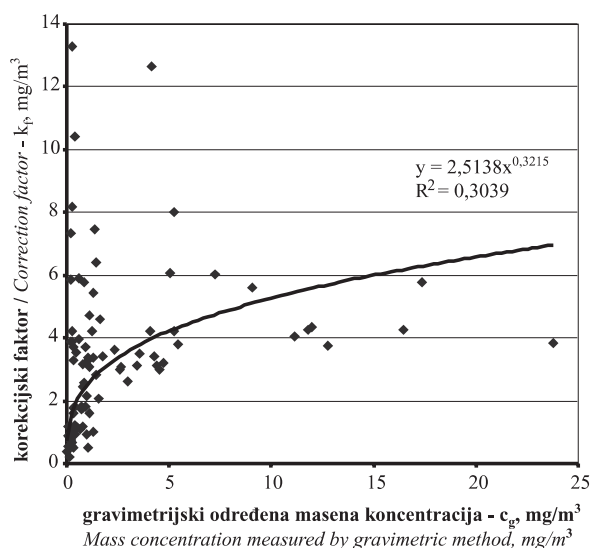
n – broj uzoraka određene vrste obrađivanog materijala (number of samples for machined material), c_g – srednja vrijednost gravimetrijski određene masene koncentracije (mean value of mass concentration determined by gravimetric method), c_f – srednja vrijednost fotometrijski određene masene koncentracije (mean value of mass concentration determined by photometric method), k_{sr} – srednja vrijednost korekcijskog faktora (mean value of correction factors), k_{fmin} – najmanja vrijednost korekcijskog faktora za skupinu uzoraka (minimum value of correction factors), k_{fmax} – najveća vrijednost korekcijskog faktora za određenu vrstu drva (maximum value of correction factors), SDV_k – standardna devijacija korekcijskih faktora (standard deviation of correction factors)

Tablica 8. Rezultati statističke usporedbe veličine korekcijskih faktora za različite skupine uzoraka
Table 8 Results of statistical comparison of correction factors for different sample groups

Razina signifikantnosti – p Significance level – p	Iverica Particleboards	Jelovina, sirova Wet fir-wood	Hrastovina, sirova Wet oak-wood	Hrastovina, suha Dry oak-wood	Bukovina, sirova Wet beech-wood
Bukovina, suha Dry beech-wood	0,14	0,012	0,48	0,58	0,08
Bukovina, sirova Wet beech-wood	0,0002	0,02	0,03	0,09	-
Hrastovina, suha Dry oak-wood	0,27	0,004	0,91	-	-
Hrastovina, sirova Wet oak-wood	0,05	0,0002	-	-	-
Jelovina, sirova Wet fir-wood	0,0002	-	-	-	-



Slika 2. Korelacija vrijednosti masenih koncentracija dobivenih fotometrijski i gravimetrijski
Figure 2 Correlation of mass concentrations obtained by photometric method and gravimetric method



Slika 3. Ovisnost veličine korekcijskog faktora o gravimetrijski određenoj masenoj koncentraciji drvene prašine u zraku
Figure 3 Dependence of correction factor on wood dust mass concentration obtained by gravimetric method

2002). Time se donekle može objasniti lošija učinkovitost fotometrije pri višim masenim koncentracijama prašine koja se očitovala u ovim istraživanjima.

Veliki korekcijski faktor pojavljuje se i pri vrlo niskim masenim koncentracijama, za koje je mogućnost pogreške gravimetrijske metode mnogo veća te se pri

određivanju korekcijskog faktora za fotometrijsko mjerenje kada se očekuju niske masene koncentracije lebdećih čestica u zraku preporučuje produljenje vremena uzorkovanja. Pri mjerenju nižih masenih koncentracija i autor Rando i dr. (2005) uzima u obzir pogreške gravimetrijske metode zbog manipuliranja filtrima koje smanjuju razliku među tim dvjema metodama.

Na radnim mjestima u pogonima za preradu drva izloženost radnika drvnoj prašini znatno varira pa bi daljnjim istraživanjima trebalo ispitati utjecaj masene koncentracije i vrste radne operacije na veličinu korekcijskog faktora. Također bi bilo nužno istražiti učinkovitost fotometrijskog mjerenja masene koncentracije respirabilne i torakalne frakcije drvnih čestica u radnom okruženju pogona za mehaničku obradu drva i drvnih materijala.

Daljnja istraživanja korekcijskog faktora za kontinuirano određivanje masene koncentracije drvene prašine trebaju sadržavati i podatak o praćenju relativnog sadržaja vlažnosti okolnog zraka (Thomas and Gebhart, 1994).

4. ZAKLJUČAK 4 CONCLUSION

Određivanje masenih koncentracija lebdećih čestica radi usporedbe izloženosti radnika na radnome mjestu s granično dopuštenim vrijednostima treba provoditi gravimetrijskom metodom na uzorcima prikupljenim tijekom 8-satne radne smjene, metodom osobnih skupljača.

Fotometrijska metoda nije zamjena za gravimetrijsku metodu određivanja masene koncentracije lebdećih čestica i njezini se rezultati ne mogu uspoređivati s propisanim graničnim vrijednostima izloženosti radnika drvnoj prašini.

Uređajem za kontinuirano određivanje masene koncentracije fotometrijom moguće se koristiti zbog njegovih prednosti pred gravimetrijskom metodom, koje se odnose na mogućnost snimanja vremenskog profila izloženosti radnika, mjerenje kratkotrajne izloženosti te na mogućnost pravodobnog dobivanja signala (uključivanjem alarma) u trenutku prekoračenja propisanih (dnevnih) graničnih vrijednosti masenih koncentracija inhalabilnih, torakalnih ili respirabilnih frakcija lebdećih čestica.

Postoje indicije da usrednjena izloženost lebdećim drvnim česticama za osam sati ili tijekom duljega radnog vremena nije uvijek najbolja mjera izloženosti radnika štetnim česticama već je potrebno odrediti i kratkotrajnu izloženost (STEL) radnika visokim koncentracijama štetnih čestica. U tom smislu fotometrijska je metoda u prednosti pred gravimetrijskom i običavajuća je metoda za istraživanje utjecaja kratkotrajnih izloženosti na zdravlje radnika.

Pri mjerenju masene koncentracije inhalabilne frakcije lebdećih čestica drvene prašine nužno se koristiti različitim korekcijskim faktorima za određivanje masene koncentracije pri mehaničkoj obradi različitih vrsta drva i različitoga sadržaja vode.

Raspršivanje svjetlosti od čestice definirano je njezinim oblikom i veličinom odnosno indeksom refleksije, što je ujedno i razlog složenosti određivanja

korekcijskog faktora za primjenu fotometrijske metode za mjerenje masene koncentracije lebdećih drvnih čestica u zraku.

5. LITERATURA 5 REFERENCES

1. Baron, P.A. 1998: Aerosol photometers for respirable dust measurement. NIOSH Manual of Analytical Methods, 1/15.
2. Bleich, S.; Hapla, F.; Sprung, R. 1998: Possible risk to develop nasal cancer by occupational exposure to wood dust containing methanol and methylacetate. Investigation of wood dust using headspace-gaschromatography. Holz als Roh- und Werkstoff, 56: 367-372.
3. Hausen, B. 1981: Woods Injurious to Human Health. Universitätsbibliothek Hannover und Technische Informationsbibliothek, de Gruyter Press, Berlin.
4. Hinnen, U.; Willa-Craps, C.; Elsner P. 1995: Allergic contact dermatitis from iroko (*Milicia excelsa*) and pine (*Pinus*) wood dust. Contact Dermatitis. 33 (6): 428-438.
5. Klein, R.G.; Schmezer, P.; Amelung, F.; Schroeder, H.G.; Woeste, W.; Wolf, J. 2001: Cancerogenicity assays of wood dust and wood additives in rats exposed by long-term inhalation. Int Arch Occup Environ Health. 74: 109-118.
6. Kohler, B. 1995: Wood dust and cancer. National Rep - Health, Safety and Environment, IARC, France.
7. Koch, W.; Dunkhorst, W.; Lödding H. 1999: Design and Performance of a New Personal Aerosol Monitor. Aerosol Science and Technology. 31: 231-246.
8. Koch, W.; Dunkhorst, W.; Lödding, H.; Thomassen, Y.; Skaugset, N.P.; Nikanov, A.; Vincent J. 2002: Evaluation of RespiCon® as a personal inhalable sampler in industrial environments. Journal for Environmental Monitoring. 4: 657 – 662.
9. Kos, A. 2002: Influence of working machines cutting parameters and exhaust quality on dustiness in final wood-working environment. Doctoral thesis, Faculty of Forestry, Zagreb.
10. Kubel, H.; Weißmann, G.; Lange, W. 1988: Untersuchungen zur Cancerogenität von Holzstaub. Die Extraktstoffe von Buche und Fichte. Holz als Roh- und Werkstoff. 46: 215-220.
11. Lanki, T.; Alm, S.; Ruuskanen, J.; Janssen, N.A.H.; Jantunen, M.; Pekkanen, J. 2002: Photometrically measured continuous personal PM2.5 exposure: Levels and correlation to a gravimetric method. Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology. 12: 172-178.
12. Malo, J.L.; Cartier A.; Desjardins, A.; Weyer, R.; Vandenplas, O.; Vande-Weyer, R. 1995: Occupational asthma caused by oak wood dust. Chest. 108 (3): 856-858.
13. McClave, J.; Dietrich, F.H. 1988: Statistics. Dellen Publisher Company, San Francisco.
14. O'Shaughnessy, P.T.; Slagley, J.M. 2002: Photometer response determination based on aerosol physical characteristics. American Industrial Hygiene Association Journal. 63(5): 578-585.
15. Rando, R.; Poovey, H.; Mokadam, D.; Brisolara, J.; Glindeymer, H. 2005a: Field Performance of the RespiCon™ for Size-Selective Sampling of Industrial Wood Processing Dust. Journal of Occupational and Environmental Hygiene. 2: 219-226.

16. Rando, R.J.; Gibson, R.A.; Kwon, C.H.W.; Poovey, H.G.; Glindmeyer H.W. 2005b: On-filter determination of collected wood dust by diffuse infrared Fourier-transform spectroscopy (DRIFTS). *Journal of Environmental Monitoring*. 7: 675-680.
17. Rosenberg, Ch.; Liukkonen, T.; Kallas-Tarpila, T.; Ruonakangas, A.; Ranta, R.; Nurminen, M.; Welling, I.; Jäppinen, P. 2002: Monoterpene and Wood Dust Exposures: Work-Related Symptoms among Finnish Sawmill Workers. *American Journal of Industrial Medicine*. 41: 38-53.
18. Salvolinen, H. 1997: Reactions of Tannins with Human Serum Proteoglycans. *Tanin Journal of Applied Toxicology*. 17 (2): 133-135.
19. Tatum, V.; Ray, A.E.; Rovell-Rixx, D. 2002: Performance of the RespiCon personal aerosol sampler in forest products industry workplaces. *American Industrial Hygiene Association Journal*. 63 (3): 311-316.
20. Thomas, A.; Gerbhart, J. 1994: Correlation between gravimetry and light-scattering photometry for atmospheric aerosols. *Atmospheric Environment*. 28 (5): 935-938.
21. ***NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), Particulates not otherwise regulated, respirable, Method 0600, Issue 2, 15 August 1994, 2-5.
22. ***Council Directive 2004/37/EC of 29 April 2004 on the protection of workers from the risk related to exposure to carcinogens or mutagens at work (sixth individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Council Directive 89/391/EEC). *Official Journal of the European Union* L 158, 30/04/ 2004.
23. ***HRN EN 481:2007 Atmosfera radnih prostora – Definicija veličina frakcija za mjerenje lebdećih čestica (EN 481:1993)
24. ***HRN CEN/TR 15230:2007, Atmosfera radnih prostora – Smjernice za uzorkovanje inhalabilnih, torakalnih i respirabilnih frakcija aerosola (CEN/TR 15230:2005).
25. ***HRN CEN/TR 13205:2007, Atmosfera radnih prostora – Ocjena radnih značajki mjera koncentracije lebdećih čestica (EN 13205:2001).
26. ***Prijedlog Pravilnika o maksimalno dopustivim koncentracijama štetnih tvari u atmosferi radnih prostorija i prostora (MDK) i o biološkim graničnim vrijednostima (BGV). ISBN 953-96075-0-7. (ANT, Zagreb, 1993).
27. ***Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Zentralstelle für Unfallverhütung und Arbeitssmedezin, ZH 1/120.41, 1989.
28. ***Technische Regeln „Holzstaub“ (Neue TRGS 533). Der Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung Bundesarbeitsblatt, 46 – 54, 1992.

Corresponding address:

Assistant Professor ANKICA ČAVLOVIĆ, PhD

Department of Process Techniques
Faculty of Forestry
University of Zagreb
Svetošimunska 25, p.p. 422
HR-10002 Zagreb, Croatia
e-mail: kos@sumfak.hr

Sanja Horvat, diplomirana dizajnerica, obranila magistarski rad

Sanja Horvat, diplomirana dizajnerica, obranila je 3. rujna 2008. godine na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu magistarski rad s naslovom *Istraživanje ergonomskih parametara uredskih radnih stolica koji utječu na prokrvljenost donjih ekstremiteta korisnika* pred povjerenstvom u sastavu: izv. prof. dr. sc. Andrija Bogner (Šumarski fakultet), prof. dr. sc. Ivica Grbac (Šumarski fakultet) i izv. prof. mr. sc. Božidar Lapaine (Studij dizajna Arhitektonskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu) te time stekla pravo na akademski naziv magistra znanosti s područja biotehničkih znanosti, polja drvne tehnologije, grane konstruiranje i oblikovanje proizvoda od drva. Mentor rada bio je prof. dr. sc. Ivica Grbac. Članovi povjerenstva za ocjenu magistarskog rada i članovi pred kojima je magistarski rad obranjen bili su isti.

PODACI IZ ŽIVOTOPISA

Sanja Horvat rođena je 1969. godine u Zagrebu, gdje je završila srednju građevinsku školu. Studij dizajna Arhitektonskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu završila je 1994. godine te stekla naziv diplomirane dizajnerice.

Nakon diplome radi kao dizajnerica - vanjska suradnica za tvrtku DI Trokut, d.d. iz Novske, gdje je kasnije do 1998. godine i stalno zaposlena. Zatim nastavlja djelovati kao samostalna dizajnerica - vanjska suradnica za različite tvrtke, baveći se najviše dizajnom namještaja. Godine 2001. priznat joj je status samostalne umjetnice, te postaje članicom Hrvatske zajednice samostalnih umjetnika. Članica je Hrvatskoga dizajnerskog društva.

Od 2000. godine sudjeluje u nastavi kao asistentica - vanjska suradnica na kolegiju *Projektiranje - Industrijski dizajn* na Studiju dizajna Arhitektonskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom akademske godine 2006/2007. sudjeluje u nastavi na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu kao asistentica na kolegijima *Dizajn, Oblikovanje namještaja, Metodologija dizajna i Interijer*, a tijekom akademske godine 2007/2008. kao asistentica - vanjska suradnica na kolegiju *Interijer*.

Poslijediplomski znanstveni magistarski studij Tehnologija finalnih proizvoda na Drvnotehnološkom odsjeku Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu upisala je 2001. godine.

Sudjelovala je kao suradnica na projektu *Namještaj za sigurno, zdravo i udobno sjedenje i ležanje* voditelja prof. dr. sc. Ivica Grbca, koji je odobrilo Mini-

starstvo znanosti i tehnologije 2002. godine, a od 2006. godine suradnica je na projektu *Razvoj proizvoda od drva s ciljem očuvanja zdravlja* voditelja prof. dr. sc. Ivica Grbca, što ga je odobrilo Ministarstvo znanosti i tehnologije 2006. godine. Povremeno aktivno sudjeluje na znanstvenim i stručnim konferencijama, a objavljeni radovi vezani su za područja dizajna općenito, dizajna namještaja i inkluzivnog dizajna. Do sada je objavila sedam znanstvenih i stručnih radova.

PRIKAZ MAGISTARSKOG RADA

Magistarski rad Sanje Horvat, diplomirane dizajnerice, ima 117 stranica pisanog teksta, u koji je uključeno 48 slika i 42 tablice, uz 7 stranica literature, s 57 navoda, te s prilogom obrazaca za ispitivanje. Magistarski rad podijeljen je na devet osnovnih poglavlja:

1. *Uvod*, 3 stranice,
2. *Dosadašnja istraživanja*, 57 stranica,
3. *Pretpostavka (hipoteza)*, 2 stranice,
4. *Uzorci i ispitanici*, 5 stranica,
5. *Istraživanje*, 31 stranica,
6. *Rasprava*, 3 stranice
7. *Zaključak*, 3 stranice,
8. *Literatura*, 7 stranica
9. *Prilozi*, 6 stranica.

1. Uvod

U uvodu su obrazloženi značenje i svrha problematike sjedenja na radu, odnosno važnost istraživanja ergonomskih parametara koji utječu na prokrvljenost donjih ekstremiteta korisnika tijekom dugotrajnoga radnog sjedenja u kontekstu inkluzivnog dizajna.

2. Dosadašnja istraživanja

Poglavlje *Dosadašnja istraživanja* podijeljeno je u šest potpoglavlja koja obuhvaćaju kratku povijest sjedenja i stolica, pregled zahtjeva koje radna stolica treba ispuniti, pregled metodologije inkluzivnog dizajna i ocjenu dosadašnjih istraživanja. Prvi dio – *Sjedenje i stolice kroz povijest* – daje kratak pregled povijesnog razvoja stolice kao namještaja za sjedenje od prapovijesti do danas. U drugom dijelu – *Stolica kao rješenje problema sjedenja* – izneseni su općeniti pregled svih zahtjeva koje radna stolica treba ispuniti i načini klasifikacije radnih stolica. Treći dio – *Ergonomija sjedenja* – potanko obrazlaže ergonomske zahtjeve za radnu stolicu utemeljene na istraživanjima i daje pregled dosadašnjih istraživanja prokrvljenosti donjih ekstremiteta korisnika u različitim uvjetima dugotrajnog sjedenja i u

uvjetima različitim radnih položaja. U četvrtom dijelu – *Osiguranje kvalitete* – dan je pregled zakonski određenih uvjeta koji se odnose na radnu stolicu. Peti dio – *Inkluzivni dizajn* – obrazlaže značenje i metode inkluzivnog dizajna, dizajna za treću životnu dob i ostalih srodnih pristupa. U šestom dijelu – *Ocjena dosadašnjih istraživanja* – kratko su rezimirana dosadašnja istraživanja. Pregled dosadašnjih istraživanja donosi sažete navode istraživanja vezanih za područja ovog rada. Cijelo je poglavlje popraćeno citatima radova objavljenih u svijetu i u nas.

3. Pretpostavka (hipoteza)

U poglavlju *Pretpostavka (Hipoteza)* postavljena je hipoteza istraživanja: postojanje veze između dizajna sjedala i prokrvljenosti donjih ekstremiteta korisnika pri sjedenju tijekom rada te različitost te veze s obzirom na dob korisnika. Postavljeni su problem, svrha i cilj istraživanja.

4. Uzorci i ispitanici

Poglavlje *Uzorci i ispitanici* obrađuje razloge odabira uzoraka i obilježja svakog pojedinog uzorka. Poseban je osvrt dan na osobine i strukturu ispitanika koji su sudjelovali u ispitivanju.

5. Istraživanje

U poglavlju *Istraživanje* potanko se opisuju tijek, metode i rezultati ispitivanja prokrvljenosti donjih ekstremiteta korisnika tijekom sjedenja na različitim uzorcima stolica. Metode ispitivanja u radu dijele se u dvije skupine. Prvu skupinu čine metode ocjenjivanja stupnja neudobnosti sjedala prema subjektivnom doživljaju korisnika. Drugu skupinu čine objektivna mjerenja postotka kisika u krvi (oksigenacija) i površinske temperature korisnika kao pokazatelja prokrvljenosti u području donjih ekstremiteta. Potpoglavlje *Rezultati istraživanja* tekstualno i grafički prikazuje podatke dobivene ispitivanjem i detaljnu analizu dobivenih podataka.

6. Rasprava

Poglavlje *Rasprava* donosi obrazloženja dobivenih rezultata u kontekstu teme. Navedena su i opažanja pri provedbi pokusa.

7. Zaključak

U zaključku se navode osnovna dostignuća rada izvedena iz rezultata istraživanja i rasprave o njihovu značenju. Zaključci su kompleksni zbog višeznačnosti dobivenih rezultata i autoričine savjesti u interpretiranju znanstvene istine.

Neke pretpostavke s početka istraživanja nisu potvrđene, ali je cilj ostvaren i svrha ispunjena. Prva točka hipoteze, da će tijekom cjelokupnog istraživanja prokrvljenost donjih ekstremiteta u mlađih ispitanika biti znatno veća nego u starijih ispitanika – potvrđena

je. Druga točka hipoteze – da pri statičnom sjedenju osjećaj neudobnosti ovisi o pritisku tijela na sjedalo i nepovoljnom statičnom naporu mišića, pri čemu se očekuje obrnuto proporcionalan odnos s prokrvljenošću donjih ekstremiteta – djelomice je potvrđena, odnosno ovisnost subjektivnog osjećaja neudobnosti o pritisku tijela na sjedalo tijekom pasivnog sjedenja potvrđena je samo na ekstremnom primjeru stolice s tvrdim sjedalom od furnirskog otpreska, a i tada je proporcionalni odnos potvrđen samo temperaturom kože stopala. Treća točka hipoteze – da je pri aktivnom sjedenju naprezanje mišića aktivno i rezultira boljom prokrvljenošću – nije potvrđena ni opovrgnuta, odnosno prokrvljenost u donjim ekstremitetima ispitanika tijekom aktivnog sjedenja nije se pokazala značajno različitom od prokrvljenosti tijekom pasivnog sjedenja. Međutim, analizom dobivenih mjera uočene su tendencije koje su pokazatelj kako razlike postoje te su nesumnjivi poticaj za daljnja istraživanja.

OCJENA MAGISTARSKOG RADA

Ovaj je magistarski rad znanstveno utemeljenim metodama dao nove spoznaje o utjecaju radne stolice na zdravlje i udobnost korisnika. Magistarski rad Sanje Horvat, dipl. dizajnerice, *Istraživanje ergonomskih parametara koji utječu na prokrvljenost donjih ekstremiteta korisnika* obrađuje metode subjektivne procjene doživljaja neudobnosti uz pomoć anketnog upitnika i metode objektivnog mjerenja utjecaja sjedala radne stolice na fiziološki sustav regulacije prokrvljenosti u donjim ekstremitetima.

Pokusi u koje je uloženo mnogo truda provedeni su dobro i savjesno, pa je njihov rezultat obilje podataka na kojima se temelje rasprava i zaključci. Veliku pozornost kandidatkinja je pridala odabiru uzoraka i ispitanika, čiji se izbor temeljio na prethodno obavljenim istraživanjima.

Zaključci nedvojbeno prikazuju novostečeno znanje i njegovu vrijednost za primjenu u razvoju namještaja za radno sjedenje, kao i baze podataka potrebne za dizajn prema metodologiji inkluzivnosti i poboljšanja radnih uvjeta korisnika. Rad je osnova za buduća interdisciplinarna istraživanja na području medicine namještaja i vrijedan je znanstveni doprinos stručnoj praksi. Donio je niz novih spoznaja s područja ispitivanja utjecaja radne stolice na zdravlje i dobrobit korisnika. Posebno treba istaknuti da je dobiven odgovor na neke dvojbe vezane za utjecaj namještaja za sjedenje na zdravlje korisnika. Provedena istraživanja velik su doprinos području medicine namještaja te interdisciplinarnoj problematici utemeljenoj na Zavodu za namještaj i drvne proizvode. Novim znanstveno utemeljenim spoznajama rad je značajan prilog istraživanjima ergonomskih parametara dizajna i izbora radne stolice.

prof. dr. sc. Ivica Grbac

NOVI TREND OVI U OBLIKOVANJU NAMJEŠTAJA I STAMBENOG PROSTORA



imm cologne, Köln, 2009.

Svake godine sredinom siječnja *International Möbelmesse* Köln, skraćenim nazivom *imm cologne*, ne bez razloga atributiran kao najveći sajam namještaja i prateće opreme u Europi, ima čast otvoriti novu sezonu i promovirati novitete i trendove u oblikovanju namještaja i stambenog prostora za sljedeće razdoblje. Trendovi definirani upravo na tom sajmu kao da već uvriježeno postaju diktat svim slijedećim, tematski sličnim svjetskim sajmovima u godini.

Godinama gradeći svoj imidž, *imm cologne* je prerastao osnovnu funkciju održavanja sajmova. Danas je to sajam koji ima karakter izložbe dizajna i noviteta te prezentacije i prodaje vlastitog *branda*.

Kao i do sada, i ove je godine potvrdio umijeće zavidne organiziranosti i preglednosti, te u sedam dana svim sudionicima omogućio uvid u to tko je tko u području dizajna, kvalitete, inovacija i kreativnosti. Samo na *Cologne Design Weeku* zabilježeno je više od 250 000 posjetitelja.

Godina 2009 u cijelom je svijetu označena kao krizna. To se osjeća na svakom koraku, a mora se priznati, u nekim segmentima nije zaobišla ni *imm cologne*.

Sajam je razgledalo oko 100 000 posjetitelja iz stotinjak zemalja, što je znatno manje od prosjeka prošlih godina, uključujući oko 23 000 u otvorenim danima za posjetitelje. Zabilježen je osjetno manji broj posjetitelja iz tzv. rastućih tržišta svijeta, kao i iz zemalja članica EU. Upravo to može biti znak opreza i zabrinutosti u smislu kupnje i potrošnje. Općenito, oko 40% trgovaca posjetitelja na *imm* je doputovalo iz inozemstva, dok je većina bila iz Njemačke. Smanjeni broj posjetitelja potvrdili su i izlagači, no kako kažu, kupaca i trgovaca bilo je manje, ali svi koji su došli bili su konkretniji i poduzetniji u svojim zamislima, a upravo to budi optimizam. To su potvrdile i tvrtke proizvođači iz Hrvatske, koji su izlagali na zajedničkom štandu, u organizaciji Hrvatske gospodarske komore.

I na sajmu je bilo poprilično vidljivo kako recesija djeluje na europski kontinent, jer je bilo 25% manje izlagača nego prošle godine, a mnogi su izlagači otkazali svoj nastup, posebice iz Španjolske i Italije. Neki paviljoni nisu bili otvoreni, a neki nisu bili dokraja popunjeni, što su organizatori dovitljivo oblikovali u dobrodošle prostore za predah.

Ipak, 1057 izlagača iz 47 zemalja svijeta, premda s manje euforije i skromnijim performansama i promidžbenim materijalima (ove su se godine na malo kojem štandu mogle uočiti vrećice i katalogi), ostalo je dosljedno vlastitom imidžu te su, prema izjavama nakon sajma, bili zadovoljni ili vrlo zadovoljni postignućima, ostvarenim prezentacijama i ugovorenim poslovima za iduću sezonu.

Proizvođačima nije nedostajalo, ako ništa drugo, funkcionalnosti i tržištu orijentiranih proizvoda prikazanih na izuzetno domišljat i profinjen način. U većine proizvođača moglo se uočiti određeno ponavljanje u mnogim rješenjima, dakle svojevrstan nedostatak inovacije. No, ciljajući na već poznate i privržene kupce, ti su proizvođači ostali pri svojim već dobro uhodanim oblicima i rješenjima u masovnoj proizvodnji. Znatniji razvoj proizvoda i noviteta u velikih i poznatih tvrtki nije zamijećen, no upravo spomenuta dosljednost i kvaliteta izrade poznatih rješenja obogaćivali su gotovo svaki izložbeni prostor.

Njemačko se tržište pokazalo stabilnijim od inozemnog, što se moglo dobro vidjeti po broju stranih izlagača, od kojih su neki, kako smo spomenuli, u posljednji trenutak otkazali svoj nastup. No prema riječima organizatora sajma i vodećih stručnjaka, industrija namještaja i dalje s optimizmom gleda u iduću godinu, te se, unatoč globalnoj ekonomskoj krizi, vide pozitivna zraka kretanja u sektoru proizvodnje namještaja i pratećih industrija. Štoviše, uvjerali su se da je usprkos recesiji koja je zahvatila cijeli svijet, *imm cologne* zatvorio svoja vrata u pozitivnom ozračju i s optimizmom.

Ove je godine, što su dobro primijetili gotovo svi posjetitelji i izlagači, sajam zračio mirom, ne pretjeranom atrakcijom, a osjećala se štednja i rezerviranost u mnogim, do tada neizmjenjivo „prpošnim“ i neobuzdanim segmentima. Ipak, bez obzira na okruženje, *imm* je i dalje ostao dosljedan u prikazu noviteta, kvalitete i funkcionalnih proizvoda okrenutih osviještenom dizajnu.

Prije tri godine usvojen je novi koncept izlaganja, u kojemu su izlagači selektirani prema proizvodima koje izlažu i koji je svim sudionicima, svojom pravilnom organizacijom, jednostavnim prikazom te izuzetno jasnim oznakama svakog paviljona, omogućio prije svega uštedu u koracima i vremenu. Uz usmjereno i

planirano kretanje posjetitelji su ciljano mogli obilaziti paviljone jednostavnih imena: *Basic* (osnove), *Prime* (početak), *Solid* (masivan), *Comfort* (udobnost), *Smart* (domišljatost), *Sleep* (spavanje), *Pure* (čistoća) te zasebno izdvojene dizajnerske talente [*d³*] *design talents*, među kojima su se „skrivala“ tri događaja - [*d³*] *contest*, [*d³*] *professionals* i [*d³*] *schools*.

U svemu tome jasno su se profilirali određeni smjerovi budućeg razdoblja, kao i stvorio cjelovit dojam sajma glede izložaka. Kao i uvijek, *imm cologne* je trebalo doživjeti i proživjeti, bez obzira na sva predviđanja i samo tako shvatiti priču i bit izlaganja, kao i vrhunsku kvalitetu, dizajn te dobro osmišljen koncept izloženih proizvoda.

Dizajn-projekti na *imm 2009*

Nekoliko je događaja na ovogodišnjem *immu* plijenilo pozornost gotovo svih posjetitelja i izlagača. Tri glavna projekta, dijelom transformirana iz nekadašnja četiri *I*, dijelom nastala kao nova potreba sudionika, novinara i kritičara da jednostavnije i brže uoče novitete, a dijelom ostala dosljedna potrebi za promoviranjem mladih dizajnera; sva tri projekta - *Informed by cologne*, *Hit guide* te [*d³*] *design talents* sadržavala su sva pitanja budućih trendova, kreativnosti i smjernica koje će buditi zanimanje svih korisnika. U temelju svih triju događaja i pratećih priredaba glavne su riječi *dizajn* i *novitet*, *ekološka osviještenost* i *društvena odgovornost*.

Informed by cologne

Korisnikove navike i potrebe danas su najčešće podijeljene u nekoliko stilova, a najčešće, s obzirom na stajališta, izgrađeni sustav vrijednosti, kulturološka zaleđa, osjećaje i navike razlikujemo nekoliko formulacija koje odgovaraju kulturnim kategorizacijama odnosno, da upotrijebimo drugi izraz, stilovima života.

Koji će trendovi prevladati u ovoj godini? pitanje je koje zanima svakog proizvođača, distributera i kupca. Upravo je projekt *Informed by cologne* nosio u sebi *trendovski manifest* slijedećeg razdoblja te dao odgovore na postavljeno pitanje.

Informed by cologne osmišljen je prije nekoliko godina upravo da bi publici na jednostavan, razumljiv i kompaktan način predstavio viziju budućnosti, barem do iduće godine. Vizionarski zadatak definiranja trendova nije nimalo jednostavan ako se uzme u obzir brzina previranja globalnog tržišta, zahtjevnost kupaca glede zadovoljavanja vlastitih navika, ukusa i potreba, kao i individualnost naglašena na svakom koraku. Novonastale vrijednosti u društvu, koje danas više ne možemo definirati isključivo kao trendove, ostavljaju prostor za nekolicinu različitih stilova, oblika i pojavnosti koje zbuñuju sve sudionike – i kupce, i distributere, i proizvođače.

Zadatak internacionalnoga stručnog povjerenstva (*trendboarda*), sastavljenoga od pet članova profesionalaca s područja dizajna namještaja, dizajna tekstila, novinara i savjetnika za dizajn iz različitih zemalja, bio je i ove godine definirati i predstaviti dominirajuće vi-

zionarske smjerove koji oblikuju suvremeno okruženje. Izdvojili su četiri vrijednosti u oblikovanju unutrašnjeg prostora i namještaja za 2009. godinu, što se može uočiti kao različita kategorizacija unutar rješenja proizvoda koji ima obilježja pretjerivanja, bliskoga i dalekoga, nomadske kulture ili ponovnog vraćanja vremena. Kategorizacije su nastale na temelju analize prošlogodišnjih trendova i dostignuća, kao i prijedloga za razdoblje koje dolazi, a prozvani su *Extra Much*, *Near and Far*, *Tepee Culture* i *Re-run Time*, te su ispisani poput svojevrsnog "manifesta". Prema mišljenju povjerenstva, u idućem će razdoblju ti smjerovi označavati obilježja proizvoda i biti sadržani u namještaju i stambenom prostoru.

EXTRA MUCH. Taj smjer ne prihvaća minimalizam, no prihvaća jednostavne oblike pune dekora i jednostavnog šarma, ali u različitim kombinacijama gotovo do prenatrpanosti. Istražuje nove tehnologije i oblicima ulazi u novu eru (sl. 1).



Slika 1. *Informed by cologne*; *Extra much*

NEAR AND FAR. U prirodi postoji sustav koji kao da prati savršeni dizajn, no taj je sustav nevjerojatno kompleksan i funkcionira samo na osnovnim i temeljnim artefaktima i sam je sebi dovoljan. Približavanjem prirode sebi stvaramo mikrostrukture i makrostrukture u bliskom i dalekom okruženju. Zapravo, stvaramo novu prirodu (sl. 2).

TEPEE CULTURE. Oslobođeni urbane džungle, bježimo u prirodu sa željom da spontano razapnemo šator i prenoćimo. Tražimo mjesto gdje nas u potpunosti okružuje i dodiruje priroda, gdje je sve samo po sebi na svome mjestu i gdje postoji savršeni sklad. Jednostavne i čiste linije nas smiruju, a priroda upija u sebe (sl. 3).

RE-RUN TIME. Vrijeme kao da se ponavlja, stvari kao da su već videne, no u nekom drugom okruženju. Zapravo, predmeti tog stila toliko su jednostavni i savršeni da se čini kao da su oduvijek bili tu, pokraj nas i neprestano nas stavljaju u to savršeno vrijeme (sl. 4).

Hit guide 2009

Dizajn i funkcionalnost u mnogim tvrtkama i dalje imaju prevlast. No to nije dizajn kakav nam je ostao u percepciji prije nekoliko godina – šokantan, lucidan, inovativan i pomalo *trendseterski*. Današnji dizajn, a



Slika 2. Informed by cologne; Near and far



Slika 3. Informed by cologne; Teepee culture



Slika 4. Informed by cologne; Re-run time

time i proizvodi, okrenuti su korisniku, zrače težnjama za humanošću, održivim razvojem i ekološkom orijentiranošću, inovativnošću u materijalima i funkcijama, kao i socijalnom osviještenošću.

U masi takvih proizvoda na ovogodišnjem su se *immu* u nekolicine proizvođača izdvajali dizajnerski noviteti, bilo u oblikovnome, funkcionalnome ili teh-



Slika 5. Osebnina izložba inovativnih dizajnerskih proizvoda, izdvojenih u *Hit guideu* 2009 bila je pravi vodič za, jednostavno rečeno, dobre proizvode; *Hit guide, imm cologne* 2009

nološkom smislu. Ti su noviteti posebno prikazani pod okriljem *Hit guidea*, koji je izdvojio nekoliko najzanimljivijih i vrlo inovativnih proizvoda među izlagačima (sl. 5). Kriterij za odabir ovoga puta nije bio isključivo dizajn, već su promatrani brojni drugi parametri proizvoda – tehnička inovativnost ili mogućnost daljnjeg istraživanja i razvoja, novi materijali, dobar koncept i razumljivost proizvoda. Ukratko, ove je godine *imm cologne*, dosljedan sam sebi u definiranju trendova za iduće razdoblje, okupio i predstavio neobične, inovativne, profinjene i domišljate proizvode, i to na svakom području, u gotovo svim paviljonima (*Prime, Comfort, Smart, Sleep, Pure* te *Solid*).

Izdvojeno je nekoliko izuzetnih i dobro osmišljenih proizvoda, od stolica, naslonjača, ormarića, krevetnih sustava, namještaja za kupaonice i ostalih elemenata. Pojedinačno, svaki je prostor (paviljon) zračio svojim šarmom i dahom kvalitete i elegantnog dostojanstva ili pak inovativnosti i hrabrog istraživanja.

Prime

U paviljonu *Prime* (početak) mogao se vidjeti cijeli spektar različitih dizajnerski dobro osmišljenih proizvoda u različitim životnim okruženjima. Osnovna krilatica tog paviljona jest *raznolikost je adut*, koja se provlači kroz sve prostorije unutar stambenog prostora pojedinca – individualca, bez obzira na to je li riječ o namještaju za spavaću sobu ili za dnevni boravak, o policama, naslonjačima, primjeni rasvjete, tekstila ili opreme i neizbježnih dodataka u prostoru. Neobičan dizajn, jedinstveni oblici i funkcije u osnovi su skrivali osnovnu temu – smisao postojanja i življenja, svedenu na osnovne i elementarne oblike. Koncept je zorno vidljiv na primjeru zanimljivoga i neobičnog rješenja sjedala (sl. 6), koja se na zabavan i neuobičajen način prenosi iz dekoracije na zidu u jednostavnu kotrljajuću plohu za sjedenje.

Comfort

Zaista udobno. Udobnost je zauzela čak četiri paviljona. Mogli ste se udobno zavaliti u naslonjač *Heaven*, *Moon chair* ili *Supersonic* i osjećati se kao da lebdite u zrakopraznom prostoru, iako je sve vrvjelo posjetiteljima oko vas. Zamamne kombinacije boja i tkanina



Slika 6. Stolec ROLL ON; dizajn i proizvodnja WILLISAU SWITZERLAND – Tisch und Stuhl Willisau AG, Švicarska; *Hit guide 2009*

koje klize pod dodiranjem ruke, mekane ojaštucene garniture s posebnim i decentnim dodacima na rukonaslonima ili osloncima za glavu,... nijanse poput crne i bijele hrabro su prekidane dodatkom ljubičaste ili plave. No prevladavala je elegantna smeđa, nježno ljubičasta, siva i tople boje pijeska. Koža je bila nezaobilazna, kao i ekološke i „pametne“ tkanine. Na prvi pogled možda nezanimljiva rješenja privlačila se dodiranjem, funkcijom ili, jednostavno, mekoćom. Uistinu čaroban primjer jest naslonjač *James*, tvrtke Koinor (sl. 7). Na slici i nije toliko poseban (autorica teksta namjerno je potražila ovaj proizvod u *hit guide vodiču!*), na štandu skriven u „treći plan“ (i jedva ga našla na štandu!), no kada sjednete u nj, shvatite što znači riječ profinjen i elegantan komad namještaja. Šarmantna tkanina, mekana i reljefna na dodir, sa srebrnastim odsjajem u ružama, zrcalila se u poliranim nogarima od nehrđajućeg čelika koji imaju sofisticiran detalj – dio mekane tkanine implementirane u naslone za ruke. Malen, ali profinjen element u prostoru koji zrači neodoljivim šarmom.

Primjera individualnosti, modularnosti i fleksibilnosti, koja se toliko naglašava na svakom koraku, nebrojeno je mnogo. Raznobojni i veseli taburei *Zapallo* tvrtke Signet (sl. 8), naslonjač tvrtke Intertime AG



Slika 7. Naslonjač JAMES; proizvođač Koinor Polstermöbel GmbH & Co.KG, Njemačka; *Hit guide 2009*



Slika 8. Jednostavan i veseo tabure *Zapallo*; proizvođač Signet Wohnmöbel GmbH & Co.KG, Njemačka; *Hit guide 2009*

(sl. 9) ili sustavi za sjedenje tvrtke Tom, d.d. iz Slovenije (sl. 10), a primjeri bi se mogli dalje nizati. Sjedalo *Moon* tvrtke Tom, d.d. jednostavna je, vrlo funkcionalna fleksibilna kombinacija naslonjača predviđenih za sjedenje, polusjedenje, ležanje, oslanjanje,... položaja koje postizete samostalno namještavajući poluokrugli umetak naslonjača prema sebi. Neobično, umetak ničim, osim domišljato upotrijebljenim materijalom, nije pričvršćen za postolje. Jednostavnim trenjem koje ne dopušta klizanje materijala i elemenata jednoga uz drugi, elementi ostaju u stalnom položaju, prema vašoj želji. Garnitura za sjedenje namijenjena je kućnoj uporabi, javnim prostorima poput muzeja, čekaonica i sličnih prostorija, čak i u vanjskim prostorima, uz odgovarajuću primjenu materijala otporih na atmosferilije. Jednostavno, udobno i domišljato.

U tom paviljonu udobnost je posebno označena novim sloganom: „Sjedni i udobno se smjesti uz, narav-



Slika 9. Modularni naslonjači *Myon*; proizvođač Intertime AG, Švicarska; *Hit guide 2009*



Slika 10. Sjedalo *Moon*; proizvođač Tom, d.d., Slovenija; *Hit guide 2009*



Slika 11. *Athena*, ojaštuceni namještaj za multimediju; proizvođač ARTANOVA Horst AG, Švicarska; *Hit guide 2009*

no, multimediju!“ Primjer je prva multimedijaska ojaštucena garnitura, klasičnog dizajna, no zato suvremenog sadržaja, nazvana *Athena* (sl. 11). U sebi skriva sve medijske aplikacije na dohvat ruke, od e-maila do televizije, a već samim izgledom jamči neizbježnu udobnost sjedenja.

Smart

„Domišljati“ paviljon skrivao je nekolicinu zanimljivih i privlačnih rješenja. Takav je primjer naslonjač krevet *Bifrost* tvrtke Innovation Randers A/S, elegantnog dizajna, nadasve funkcionalan, privlačan u jednostavnim detaljima poput drvenih naslona za ruke, koji pri preklapanju ležaja postaju uzglavlje i donožje. Posebnost čini tanki madrac *Icomfort Excess* debljine 25 cm ispunjen oprugama s džepičastom jezgrom (sl. 12).

Drugačiji primjer domišljatosti bila je neobično funkcionalna, vesela i praktična kocka *Cubi-Q*, s kojom dječja igra postaje još veselija kad se krenu otkrivati sve mogućnosti koje stanu u dimenzije 50x50x50 cm



Slika 12. *Bifrost* naslonjač ležaj; proizvođač Innovation Randers A/S, Danska; *Hit guide 2009*



Slika 13. *Cubi-Q* praktična kocka za igru; proizvođač Formion GmbH, Njemačka; *Hit guide 2009*

(sl. 13). Pomicanjem pojedinih elemenata dobivaju se zasebni pretinci, police i kutije za pohranu u čak deset igračih i spremišnih funkcija namijenjenih razvoju dječje motorike, kreativnosti i kombinatorike. Namijenjen je djeci do desete godine, no i onima u pubertetu, i ne gubi svoju funkciju kao noćni ormarić uz uzglavlje kreveta.

Sleep

Paviljon *Spavanje* ove je godine bilo neobično „budan“. Noviteti poput podiznih podnica ležaja madraca *SENSOflex* tvrtke Rummel Matratzen GmbH, ispunjenih posebnim staklenim vlaknima koji nude optimalno prilagođivanje spavaču i osjećaj lebdenja u zraku (sl. 14) jednako su snažan primjer kao i ležaj *Vela*, koji u sklopu korisnikove potrebe za zdravim spavanjem nudi umirujuće i relaksirajuće okruženje uz pomoć jednostavnog detalja – sjenila (sl. 15). *Vela* nudi mir i



Slika 14. Sistem podnica *SENSOflex*; proizvođač Rummel Matratzen GmbH & Co KG, Njemačka; *Hit guide 2009*



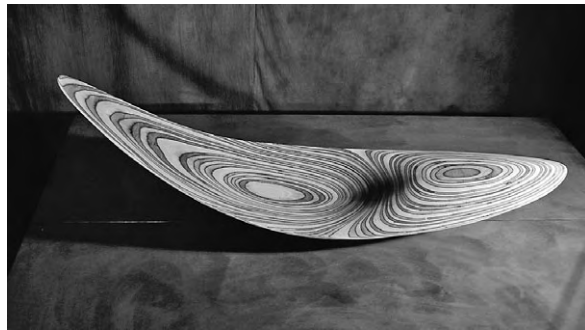
Slika 15. *Vela*, wellness ležaljka; proizvođač Joka-Werke, Johann Kapsamer GmbH & Co KG, Austrija; *Hit guide 2009*

moguće izdvajanje od svijeta, ovisno o individualnom korisniku, u položaju sjedenja ili ležanja, prema želji.

Pure

Najposjećeniji su bili upravo paviljoni pod nazivom *Pure*, koji su zauzeli cijela tri kata paviljona 11. Čistoća i jednostavnost dizajnerskih uradaka plijenila je pozornost svakog promatrača. Multifunkcionalni sustavi s pametnim detaljima i dosjetljivim kombinacijama mogu naći mjesto u svakom domu, čak i nekoliko njih, jedan do drugoga a da si međusobno neće smetati. Naprotiv, jedinstvenost svakog elementa, bilo da je riječ o stolici, stolu, policama za odlaganje, tepihu ili naslonjaču, izvedenoga u najčudnijim kombinacijama boja, oblika i novih materijala, samo potiču kreativnost korisnika u opremanju vlastitog prostora. Inovativne sirovine i reciklirajući materijali odlična su kombinacija prirodnosti, ali i svojevrsnog raskoša.

U tom paviljonu sve vrvi od istraživanja – materijala, oblika, sadržaja... Jednostavni oblici dobivaju snagu primjenom novih tehnologija i obrada, poput „simfonije drva“ prikazane na slici 16, ili svoju jednostav-



Slika 16. Neobičan naslonjač od drva; dizajn i proizvodnja Alexander Curtius, Švicarska; *Hit guide 2009*



Slika 17. Stalac za HiFi i TV *Two Vision*; proizvođač Bacher Tische GmbH, Njemačka; *Hit guide 2009*

nost oblika osnažuju višefunkcionalnim sadržajem proizvoda koji rotira oko dvije osi (sl. 17).

Jednostavni naslonjači složivi u nebrojeno mnogo kombinacija bili su nezaobilazni u tim paviljonima. Tople tkanine, decentne boje s kontrastno naglašenim detaljima u plavoj, žutoj, svijetloljubičastoj..., poput modularne ojastučene garniture na slici 18. Elementi za odlaganje, police, ormarići različitih, gotovo nevidljivih spojeva, u različitim materijalima i obradama, transformiraju se u ovisnosti o samom korisniku i prostoru u kojem se nalaze. *E15*, godinama poznata kao dizajnerska tvrtka koja je ponovno otkrila neobičnu uporabu cjelovitog drva za obične elemente namještaja, ove je godine prvi put izložila varijabilnu policu od pločastoga drvnog materijala dizajnera Arika Levyja (sl. 19).

Bile su nezaobilazne i nove tkanine, dekoracije i tepisi. Hanna Korvela izložila je jednostavan i inovativan vodootporni vuneni tepih (sl. 20), dok je tvrtka *Création Baumann, Weberei & Faerberei AG* pokazala inovativne dekorativne tkanine protkane srebrnim nitima, koje svojim svojstvima reguliraju utjecaj svjetlosti i topline (sl. 21).

Solid

Neobična rješenja mogla su se pronaći i u paviljonu u kojemu je drvo – prvo. No to nisu bili bilo kakvi elementi drva, i ne bilo kakva primjena tih elemenata. Naglašena ekološka osviještenost dizajnera, kao i prim-



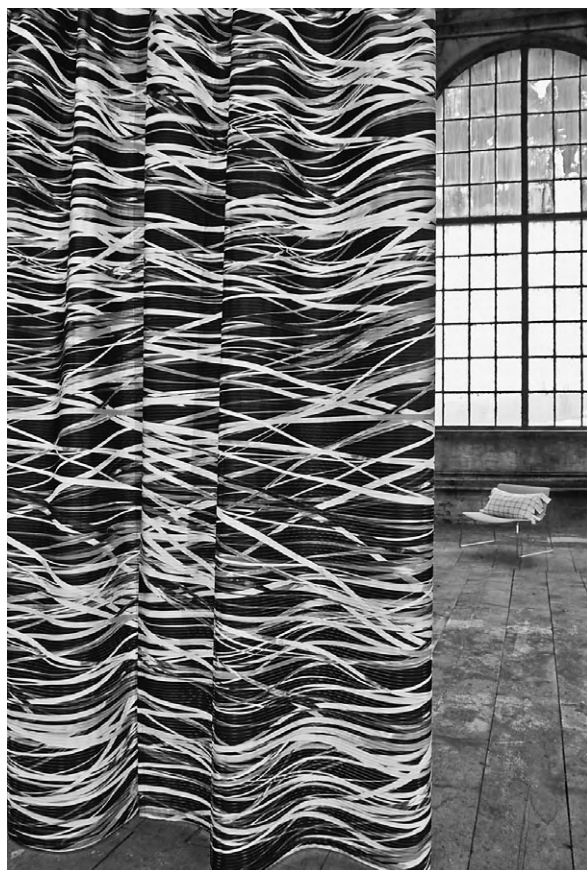
Slika 18. Modularna ojastučena garnitura *KELP*; proizvođač COR Sitzmöbel Helmut Lübke GmbH + Co KG, Njemačka; *Hit guide 2009*



Slika 19. Polica *SH05*; E15 Design und Distributions GmbH, Njemačka; *Hit guide 2009*



Slika 20. Tepih *AQUA*; dizajn i proizvodnja Hanna Korvela Design, Finska; *Hit guide 2009*



Slika 21. Funkcionalne dekorativne tkanine *Silver&Steel Collection*; proizvođač Création Baumann, Weberei & Faerberei AG, Švicarska; *Hit guide 2009*



Slika 22. Stol od betona i drva; dizajn Michael Beck; proizvođač Fairfix – Loft&Lounge, Holtztechnischer Fachbetrieb, Njemačka; *Hit guide 2009*



Slika 23. Stol VITRUV; proizvođač SELTZ S.A, Francuska; *Hit guide 2009*

jena drva u kombinacijama s različitim, kontrastnim (hladnim) materijalima dala je poseban naglasak vrijedneme materijalu koji je i te kako cijenjen. Slika 22. prikazuje zanimljivu i hrabru uporabu betonskog nožišta u kombinaciji s cjelovitim drvom oraha. Sljedeći primjer na slici 23. izuzetno uspješno odgovara na pitanje kamo s drvom koje popularno zovemo otpadom: posebno dizajnirana linearna struktura nogara za stol na kojemu lagano lebdi, u ovom primjeru, pravokutni komad stakla. Prema riječima autora, stol *Vitruv* inspiriran je strukturama Leonarda da Vincija i njegovim *Vitruvijskim čovjekom*. Stol je vrlo praktičan i fleksibilan, a svojom laganom, ali čvrstom konstrukcijom može podnijeti različite ploče i oblike, od drva, metala, stakla,...okrugle, ovalne... Mašti i kombinacijama nikad kraja!

[d³] dizajnerski talenti - [d³] contest, [d³] professionals i [d³] schools

[d³] *design talents* događaj je koji se na *imm cologne* jednostavno nije smio zaobići. Na gotovo svakom svjetskom sajmu čija je tematika dizajn izlažu i mladi kreativni autori, bilo da je riječ o profesionalnim dizajnerima ili studentima dizajna i sličnih fakulteta. U svakom slučaju, paviljon u kojem oni izlažu redovito vrvi posjetiteljima, u zraku se osjeća kreativni, možda ne osobito komercijalno zasićeni duh, neobične ideje, nesputanost, znatiželja i gotovo dječja radost.

Imm je ove godine u istom paviljonu predstavio tri događaja - [d³] *contest*, [d³] *professionals* i [d³] *schools* te predočio viziju budućnosti iz očiju, ruku i duše mladih, talentiranih kreativaca.

[d³] contest

Međunarodno natjecanje mladih dizajnera, koje se sve do 2007. nazivalo *Inspired by cologne*, ove je godine



Slika 24. Atmosfera na [d³] contest



Slika 25. Neobičan ormar, dizajn Natkan Wierink i Tineke Beunders, studio Ontwerpduo, Nizozemska; [d³] contest

obuhvatilo čak 827 različitih idejnih rješenja na području namještaja, rasvjete, opremanja i dekoracije, rad 475 studenata i mladih diplomanata dizajnera iz čak 38 država svijeta. Ove je godine izdvojen 31 rad, bilo da je riječ o prototipovima ili realiziranim proizvodima. Zanimljiva rješenja odabranih radova, kao i atmosfera u izložbenom prostoru dijelom se može vidjeti i na slici 24. Gotovo sve odabrane radove ove godine obilježava svojevrsno samopropitkivanje forme, funkcije materijala ili vlastite percepcije. To je šarmantan i neobičan primjer kako vlastita percepcija predmeta katkad i ne mora biti onakva na kakvu smo naučili, te moramo imati posebno razvijene instrumente koji našu percepciju vraćaju u općeprihvaćenu, i obrnuto. Takav je, primjerice ormar nizozemskog dizajnerskog tima Ontwerpduo (sl. 25).



Slika 26. Atmosfera na [d³] design professionals

[d³] professionals

Čak 108 mladih profesionalnih dizajnera i dizajnerskih studija našlo se unutar prostora [d³] professionals. S koje god strane štanda stajali, imali ste priliku vidjeti i osjetiti ideje i koncepte budućnosti (sl. 26). No konceptualni radovi profesionalaca nisu samo vizionarski, životni i inteligentni, oni su prikazali i skroman doprinos ekološkim rješenjima i nastojanjima koja vode održivom razvoju proizvoda, kao i socijalizaciji čovjeka. Upravo u tom području tema poput komunikacije, pokretljivosti i radnog okruženja imaju posebno značenje. Uz, naravno, nezaobilaznu dizajnersku neobuzdanost i zabavu. Više o radovima i dizajnerima možete pogledati na <http://www.designboom.com/weblog/cat/8/view/5231/imm-cologne-09-d3-design-contest-part-2.html>

Otuđenje u javnom životu potiče na razmišljanje kako oblikovati urbanu opremu da potakne komunikaciju između prolaznika i korisnika opreme. Dobar je primjer namještaj za sjedenje SONNTAG, dizajnera Tima Kerpa (sl. 27), fleksibilno i vizualno neobično rješenje koje kao da djeluje na atmosferu i fizičke odrednice prostora, čime utječe i na ponašanje korisnika.

[d³] schools

U sklopu projekta [d³] schools predstavili su se studenti dizajna, dizajna interijera i arhitekture sa sveučilišta iz Njemačke i ostalih država svijeta. Taj projekt već niz godina povezuje mlade studente dizaj-



Slika 27. SONNTAG, namještaj koji potiče komunikaciju. Dizajn Tim Kerp, Design Development, Njemačka; [d³] design professionals



Slika 29. Kreatian, ali prirodan nered na štandu studenstkih radova s Hyupsung University, Korea; [d³] schools



Slika 28. Miran i oblikovno elegantan štand Akademie Gestaltung Münster, Njemačka; [d³] schools



Slika 30. Radna atmosfera na štandu Fachakademie für Raum- und Objekten Garmish-Partenkirchen, Njemačka; [d³] schools

nere i industriju, počevši od proizvodnje, ekonomije i trgovine do ostalih područja državnoga gospodarstva. Do sada smo svake godine imali priliku susresti već poznate i prepoznate škole i akademije dizajna poput *Staatliche Hochschule für Gestaltung Karlsruhe*, *Fachhochschule Coburg*, *Universität Dortmund* i druge. Njihovi su štandovi uvijek imali određeni naboj i bili puni događaja (sl. 28 - 30).

Ove godine na sajmu nisu sudjelovale velike škole poput *ECAL Lausanne* ili *Fachakademie GAP*, no uz spomenute izlagače, bilo je zanimljivo pogledati radove studenata iz *Virginija Polytechnic University*, *SAD* i *Anadolu Üniversitesi Yıllık Bilgileri* iz Turske, čiji je projekt *Godina 2020 – Turski čovjek u kuhinji* rezultirao zanimljivim rješenjima na području suvremenih pomagala i pribora u kuhinji budućnosti kojom će se podjednako koristiti i muškarac i žena.

Imm cologne 2009 - otkrivanje noviteta i novih smjernica

Individualnost – odgovornost – svrsishodnost – ekološka osviještenost

Svjesni smo intenzivnih promjena u svakodnevnom životu, a upravo ta svijest i odgovornost izravno utječu na naša shvaćanja dizajna proizvoda i svega što nas okružuje, što se odražava i na uređenje našeg doma.

Današnje doba je doba raznolikosti, individualnosti, moralne i socijalne odgovornosti, svrsishodnosti i ekološke osviještenosti. Te temeljne odrednice društva zrcale se u obilježjima suvremenih proizvoda, dijelom viđenih i na *imm cologne 2009*.

Dakle, današnji dizajn proizvoda odražava socijalne promjene, promjene u prirodnoj ravnoteži i svakodnevnom životu, kao i u osjećaju za osobni razvoj. Ljudi se ponovno vraćaju starim, obiteljskim stvarima koje (pre)poznaju, a kombinirajući ih na nov način, stvaraju nove vrijednosti i inovativni dizajn. Pri tome su novonastale vrijednosti utjecale na izgradnju novih pravila i kriterija vrednovanja. Struktura doma, jednako kao namještaj i različiti koncepti unutrašnjeg uređenja govore o dinamičnoj svakodnevnic i promjenama u svakidašnjem načinu života.

Šetnjom kroz *imm cologne 2009* uočljivo je da se neki trendovi ponavljaju, no bitno je primijetiti da jedinstvenog stila koji bi obilježio iduće razdoblje i dalje zapravo nema. Oblikovanje stambenog prostora već dulje vrijeme ne obilježava jedan *stil* ili, kako su kritičari znali reći, jedinstveni *trend* koji se pojavljuje jedanput u godini i onda nestaje. Trendove je sve teže definirati. Danas su oni transformirani u novonastale suvremene vrijednosti koje odgovaraju svakom pojedincu posebno. Nove su vrijednosti utemeljene na cjelovi-

tom pristupu pojedinca u izgradnji vlastite osobitosti na svim područjima života. Tako osnovna vrijednost svakog pojedinca, njegova individualnost, osobitost i emotivnost postaju primjena tradicije i inovativnosti u procesu razvoja vlastitoga duhovnog i fizičkog bića.

Švedski arhitekt i dizajner *Eero Koivisto*, jedan od članova povjerenstva za definiranje ovogodišnjih trendova na području oblikovanja namještaja i uređenja stambenog prostora izjavio je da su trendovi poput valova na oceanu. Napreduju i povlače se polako, pomiču se istodobno na nekoliko razina, i to s različitim intenzitetom. Slično je s previranjima u opremanju prostora. Nakon nekog vremena trendovi se vraćaju u neznatno drugačijem izričaju i oblicima. Zapravo, ako bolje pogledamo, ni sami valovi nisu ništa drugo doli nove forme istog sadržaja koji su u konstantnom previraju. Poput trendova. Mi kao korisnici samo „plivamo“ nošeni strujom na određenoj, nama odgovarajućoj razini. Tako, slikovito rečeno, izgleda i opremanje vlastitoga stambenog prostora, koji je danas postao mješavina našega privatnog i javnog života.

Odrednice u oblikovanju namještaja i stambenog prostora

Dom pod okriljem raznolikosti

Stručnjaci koji se bave analizom trendova ističu da ljudi u današnje doba osjećaju veliku neizvjesnost i nesigurnost te da se upravo zato povlače u sigurnost svoja „četiri zida“, gdje imaju svu širinu i slobodu iskazivanja vlastite kreativnosti. Oni jasno i jednoznačno odabiru proizvode koji su daleko od jeftine proizvodnje. Štoviše, za sve je proizvode jasna orijentacija prema kvalitetnom namještaju od izuzetnih i visokocijenjenih, često ekoloških materijala, prema kvalitetnoj doradi i ugodnom dizajnu koji se u oblikovnome smislu može protezati sve do neobičnoga i ekscentričnoga.

No kako god pokušali raščlaniti ukuse i pojave, uvijek postoje namještaj i oprema koji spajaju ritam određenoga prošlog vremena i budućih smjerova.

U svakom smislu, utjecaji vanjskog svijeta odražavaju se na unutrašnji stambeni prostor, što rezultira ugodnom i ugodnom atmosferom doma i određenim 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, a sve više nestaje ravne crte između kupaonice i ostalih prostorija. Zahtjevi su toliko različiti kolika je i razina razvojnih mogućnosti pojedinca i prostora.

U svakom segmentu namještaja i opreme, ali i prostora u kojem će se oni nalaziti, traže se fleksibilnost i kreativnost. Nisu promjenjive samo naše navike. Stambeni prostor također je podložan izmjenama i fleksibilnim formama. Svi dijelovi stana, osobito prostori između ulaznog prostora i kuhinje, terase i dnevnog boravka danas su fluidni i promjenjivi.

I ove su godine sveprisutni dovtljivi oblici i funkcije elemenata namještaja, potpuno novi materijali te načini izrade pojedinačnih dijelova. Ipak treba naglasiti

da je prezentacija dizajnerskih uradaka i noviteta bila znatno slabija nego proteklih godina. Stolice, stolovi, naslonjači ili police nisu više samo spoj skulpturalnog ukrasa i funkcije, izvedeni od raznovrsnih plastičnih materijala, metala, stakla ili čak betona, već redovito imaju dodatnu skrivenu funkciju, demontažne dijelove ili jednostavnu uporabu materijala s jasno naznačenom namjenom proizvoda.

Dnevni boravak

Dnevni boravak je prostor koji poprima polujavni karakter. U njemu se komunicira s vanjskim svijetom, no on još uvijek mora zadržati toplinu kućnoga gnijezda. Odiše harmonijom, udobnim i višefunkcionalnim ojaštanim garniturama, namijenjenim multimedij-skoj kućnoj zabavi i gledanju televizije. Gosti se po pravilu smještaju za prostrane blagovaoničke stolove ili za visoki pult, gdje se razgovara dok domaćini pripremaju objed. Funkcionalnost elemenata odražava se i u najnovijim tehnikama okivanja – od podiznih liftova, gotovo nevidljivih spojnica, do pričvršćivanja dekorativnih fronti (najčešće staklenih), na drvene podloge.

Zapravo, gotovo sve prostorije stana funkcioniraju kao prolazni koridori. Stoga prostor postaje neizmjereno cijenjen, osobito kada se može pretvoriti u odvojenu garderobnu prostoriju, a ne samo u garderobni ormar.

Korpusni namještaj u dnevnom boravku poštuje određene parametre kao što su boja, oblik, materijal i površina. Pritom svakako valja istaknuti činjenicu da se pojedini proizvodi prepoznaju kao izuzetno usklađeni s trendovima i dostignućima IT tehnologije, multimedije i digitalnog stila života, poglavito ravnih LCD-ova i plazma TV ekrana. Pri tome je integracija pojedinih funkcionalnih područja objedinjena u multifunkcionalna rješenja, pa se nerijetko unutar istog ormara ili komode skriva nekoliko funkcija. Skriveni elementi pojavljuju se jednim pritiskom na daljinski upravljač, a aktiviranjem i pomicanjem cijelog sustava iz komode ili ormarića otkriva se ekran, DVD-a ili zvučnici kućnog kina. Na ovogodišnjem *immu* skriveni su kamini u policama ili stolovima bili pravo otkriće u domišljatoj uporabi materijala, okova i vatre, stvarajući poseban ugođaj u prostoru (sl. 31) i otkrivajući svoje čari jednostavnim pritiskom na gumb daljinskog upravljača.



Slika 31. Kamin skriven u klub-stoliću; Schulte Design, Njemačka

Uporaba staklenih vrata u kombinaciji s cjelovitim drvom u multimedijском pločastom namještaju pravi je hit, osobito ako se promatraju tvrtke koje su već godinama učvrstile svoj položaj kao vrhunski, ekološki i zdravstveno svjesni proizvođači namještaja od ekološkoga cjelovitog drva provjerenog podrijetla. Sada su na redu hrabre kombinacije drva s novim medijima i ostalim prirodnim materijalima (staklo, kamen...).

Kuhinja

Kuhinja je već odavno „ušetala“ u dnevni prostor te i dalje graniči s njim samo visokim pomičnim pultom na kojemu se sve češće smještaju električni uređaji ili sudoperi. Kuhinja je danas poprimila novu razinu uporabe, bazirane na visokotehnologiziranoj i informatičkoj opremi, jednostavnosti i čistoći linija, uporabi hladnih materijala (poput čelika, aluminija i plastike) koji, u kombinaciji s toplim drvom i drvnim materijalima, stvara vrlo profinjeno mjesto uživanja u ritualu pripreme hrane. Suvremenu kuhinju više ne odlikuje samo njezina visoka funkcionalnost, udovoljavanje ergonomskim zahtjevima i novi materijali. Emocije i zdravo životno ozračje, od pripreme hrane do načina njezina konzumiranja, sežu u povijesne, duhovne i filozofske sfere. U dosljednom shvaćanju kuhinje mješavina individualnosti i savršenosti postaje glavna točka. Sve je pomično, podizno i fleksibilno, kao i u ostalim dijelovima stana (sl. 32).



Slika 32. Kuhinja k7, s inovativnim podiznim pultom; proizvođač Team 7, Njemačka

Dječja soba

Kutak namijenjen djeci mjesto je neprestane igre i zabave. U tom prostoru mašti nema kraja. Boje, oblici, uporaba tkanina, toplog drva,... čine iznenađujuće kreativnu atmosferu koja zrači optimizmom i dizajnerskom smjelošću. No treba napomenuti – ne u svim sobama. Dok poznati i priznati proizvođači dječjih soba oblikuju taj prostor s konceptualnom idejom da malom korisniku prepuste slobodnu i maštovitu igru stvaranja svijeta oko sebe oblikujući mu samo osnovne elemente (ljestve, tkanine, kupole, zastore, police,...) (sl. 33), nekolicina ne toliko poznatih tvrtki proizvođača orijentirana je na jednokratnu uporabu vlastitog proizvoda, koristeći se trenutačnim uspjehom pojedinog lika iz crtića ili filma. Fronte namještaja imaju otiske poznatih likova ili umetnute tkanine koje asociraju na gusarski brod,



Slika 33. Kreativnost i funkcionalnost ovih dječjih soba ne nadmašna je; Paidi Möbel GmbH, Njemačka



Slika 34. Dječja soba u stilu Spiderman-worlda; od stolice, ormara, stola sve do kreveta

čime se mali korisnik brzo poistovjećuje s ponuđenim likom, a budući da je to trenutačno njegov omiljeni karakter, soba je kupljena. No pitanje do kada je djetetu zanimljivo biti Barbika ili gusar i spavati s Izbaviteljima? Nagadate što se događa kad Spidermana u igri zamijeni neki drugi lik (sl. 34).

Radni prostor

Prostor za rad unutar stana fleksibilan je i zahtijeva sve veću samostalnost. Novi koncepti rada sadržani su u obliku privlačnih modularnih stolova koji se prema potrebi pretvaraju u blagovaoničke stolove ili zatvorene ormare. Budući da je zabilježen znatan porast broja bračnih parova bez djece, sve je više prostora koji je već u samom arhitektonskom projektiranju označen kao radni. Nekada je dio tog prostora zauzimala dječja soba. Sada se rad sve više shvaća kao samostalna djelatnost u mirnom kutku, s predviđenim prostranim radnim stolom i vitrinama za knjige. Nasuprot tome, obitelji s više članova sretno su ako radni kutak mogu smjestiti u manji prostor spavaće sobe ili dnevnog boravka. U dnevnom se boravku nerijetko kućno radno mjesto izmjenjuje s nosačem za LCD televizor i popratnim multimedijским sadržajima, fleksibilan je i, dakako, pomičan jednim pritiskom na gumb, ili je pretvoren u transparentni ormar kao primjer home officea *i-panel* tvrtke Voglauer (sl. 35). Sajam je prikazao rješenja za oba tipa korisnika.



Slika 35. Home office *i-panel*, proizvođač Voglauer Möbelwerk Gschwandter & Zwilling GmbH & Co.KG, Austrija

Terasa

Loggia i terasa postaju nedjeljivi dio stana ili kuće, koji se oblikuju ravnopravno sasvim ostalim prostorijama. Vrtni je namještaj prostran, udoban, izveden od toplog drva, šibe, ratana ili pruća, prekriven s mnogo jastuka i ojastučenih pomičnih dijelova. Suncobran ili element koji nas štiti od jakog sunca nezaobilazan je detalj.

Kupaonica

Kupaonice se pretvaraju u prave sobe sve većih dimenzija. To nisu, kao nekoć, male prostorije obložene pločicama, u koje smo jedva stali nakon što smo smjestili sve potrebne elemente, uključujući i stroj za pranje rublja. Danas su kupaonice beskrajno ugodne i prostrane oaze ispunjene eteričnim uljima i namještajem od cjelovitog drva, s toplim podom i tapetama umjesto hladnih keramičkih pločica. Nerijetko i s odvojenim zahodom. Prevladava drvo, voda, staklo i opuštajući mirisi koji relaksiraju sve mišiće tijela nakon napornog dana.

Prostor spavaće sobe i kupaonice međusobno su tijesno povezani, nerijetko integrirani jedan u drugi, pri čemu djeca ili gosti imaju zasebnu prostoriju s tušem i umivaonikom. Pri tome je spavaća soba oaza mira, tišine i sofisticiranih detalja.

Spavaća soba

Zdrav san u posljednjih je nekoliko desetljeća jedno od važnijih područja interesa proizvođača namještaja i opreme, a prije tri godine tu su spoznaju prvi put istak-



Slika 36. Krevetni sustav *Frolexus_viado*; proizvođač FROLI Kunststoffwerk GmbH & Co. KG, Njemačka



Slika 37. *Private Cloud*, dizajn i proizvodnja M. Kloker Design, Njemačka

nuli i na *imm cologneu*, posvetivši cijeli paviljon samo jednoj temi: *Sleep*. Svijet snova i koncept spavanja – "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 te novih ukusa i navika korisnika.

Nevjerojatno, za razliku od ostalih paviljona, u kojima se osjećao lagani dašak mira i zabrinutosti (osim dizajnerskih), taj je paviljon vrvio znatizeljnim posjetiteljima.

Posljednjih nekoliko godina cjelokupni je segment spavanja poprimio "znanstveno-tehničku" konotaciju, zahvaljujući nizu tehnoloških i multifunkcionalnih inovacija na području oblikovanja krevetnih sustava. Profesionalni i cjeloviti proizvodi za zdrav san, bez obzira na to što katkad naglašavaju isključivo zdravstvenu komponentu, i dalje nezaobilazno zrače emocijama, čineći proizvod poželjnim, te istodobno „zdravim“ i „nužnim“. Posebno se ističu konstrukcije zračnih ili vodenih kreveta, tehnološki savršene i digitalizirane varijante podnica, koje se uz pomoć električnih motora i daljinski vođenih upravljača prilagođuju željama i potrebama korisnika (sl. 36), jastuci različitih oblika i ispuna te prateći detalji. Da bi se osigurao miran san, osnovna se konfiguracija dopunjava dodatnim elementima poput sjenila, krova ili sličnih detalja (sl. 37).

Ojastučeni namještaj

Ojastučeni namještaj prati trendove u oblikovanju prostora – višefunkcionalan je, fleksibilan i pomičan, za čas se pretvori u ležaj ili se jednostavno „ljudlja“ i pomiče. I dalje prevladavaju veće dimenzije, no bez

pretjerivanja i predimenzioniranja. Funkcionalnost i antropometrija na prvom su mjestu. Slijede ih vizualne igre tkaninama i oblicima, koji su u službi udobnosti.

Različite vrste, teksture i kvalitete materijala za ojašteni namještaj ove su godine mirnih nijansi, nježnih i prirodnih tonova, sive, smeđe, krem i bijele, sa slabijim akcentima jakih i naglašenih boja, poput crvene, svijetloplave i ljubičaste. Više nego ikada zamjetna je široka paleta različitih dekorativnih materijala za ojašteni namještaj, za razliku od nekadašnjih trendovskih diktata. Jednostavni, ravni i geometrijski oblici ojašenih garnitura koji već godinama plijene pozornost mnogih posjetitelja stoje rame uz rame s toplim, zaobljenim organskim formama vrhunske izvedbe.

U funkciji poticanja na zdrav život, nude se mekane i udobne tkanine poput lana i pamuka. Koža je i dalje dosta zastupljena. Velik udio na tržištu umjetnih vlakana ima i mikrofibra. Najava uporabe nanotehnologija pri izradi tzv. pametnih materijala sve se više u svijesti suvremeno i futuristički orijentiranih kupaca doživljava kao pozitivna kategorija u izradi tkanina za ojašteni namještaj.

Materijali i boje u oblikovanju stambenog okruženja

Većina proizvođača na *immu* pozornost pridaje visokokvalitetnim materijalima za izradu proizvoda koji odiše elegancijom i besprijeornim izgledom. Zahvaljujući novim tehnologijama izrade i obrade drva i drvnih materijala, dobar dizajn također je otvorio put u područje pločastog namještaja, koji je usmjeren u vizualno jednako atraktivne, ali cjenovno pristupačnije proizvode. No određeni je broj izlagača pokazao dosljedan pristup u obradi cjelovitog drva, s prirodnim ekološkim premazima poput svile na površini, što je privuklo ekološki orijentirane kupce. Stolice oblikovane u duhu high-techa izrađene od reciklirane plastike, mogu biti jednako ekološke i „zelene“ ako su napravljene od cjelovitog drva ili recikliranog papira.

Na području oblikovanja i proizvodnje namještaja za odlaganje (ormari, police,...), te stolova i stolica, drvo i drveni materijali i dalje su najčešće upotrebljavani materijali, koji se oslanjaju na emotivnu, ekološku, ali i unikatnu komponentu pri opremanju i uređenju doma. Česta su traženja novih oblika ili konstrukcijskih detalja. Nove tehnologije omogućavaju nova istraživanja oblika i svojstava materijala. Inovativna



Slika 38. Stolice inovativnih oblika naslona od MDF-a; proizvođač Varangis, Grčka

obrada MDF-a rezultirala je maštovitim rješenjima stolica tvrtke Varangis (sl. 38). Namještaj od cjelovitog drva ili furnirane površine pločastog namještaja (MDF, honey-comb ploča,...) pozicionirao se u samom vrhu piramide kad je riječ o kvaliteti finalnih proizvoda. Osim drva i drvnih materijala u proizvodnji te vrste namještaja često se rabe metal, staklo i plastika.

Prevladavaju umirujući tonovi, siva, krem i bijela boja, uz detalje crne, srebrne ili zlatne. Ako se i upotrebljavaju jarki tonovi, poput crvene ili ljubičaste, one su dopunjene monokromatskim i tonski ujednačenim elementima kojima se postiže harmoničnost i smirenje.

Kombinacije materijala

U skladu s uravnoteženjem energija u prostoru, plastika se pri izradi namještaja većinom nastoji izbjeći ako se želi postići energetska stabilnost i kvaliteta okruženja. No ako se sagledavaju parametri inovativnost i dizajn, onda ona u nekim segmentima postaje nezaobilazan materijal u kombinacijama s drvom ili metalom, najviše na stolicama, stolovima i frontama ormara. Toplo drvo zahtijeva kontraste, pa su najčešće kombinacije s hladnim, bijelo obojenim staklom i metalom, posebice s nehrđajućim čelikom, aluminijem ili kromom, a nerijetko i sa sirovim betonom. Te odlične i vizualno nikad pogrešne kombinacije moguće je vidjeti na stolovima, ormarima ili policama, a, naravno, i na stolicama.

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* dizajna. Dominira orah, a prate ga hrast, trešnja i bukva (kern).

Drvo je vizualno „ojačano“ staklom u boji ili mliječnim staklom i stoji naslonjen na svijetle zidove. Razina uporabe tamnih vrsta drva pojačana je u kombinacijama sa svijetlim detaljima i metalom. Umirujuće i nježne kombinacije mliječnoga ili bijelo obojenog stakla na drvenim frontama nezaobilazni su detalj u većine izlagača.

Glede površinske obrade, uz poznata ulja i voskove na prirodnim osnovama, lakovi su sve traženiji, a na proizvodima stvaraju dojam visokokvalitetnoga i elegantnog detalja.

Sofisticirana tehnologija – jednostavniji i ugodniji život

Tehnologija je već odavno postala naša neizostavna pratnja, čak i onda kada nije oku vidljiva. Sve nepotrebne stvari skrivaju se i zatvaraju iza glatkih fronti ili se jednim pritiskom na gumb integriraju u nekom drugom obliku.

Nenadmašne glatke površine otvaraju mogućnost apliciranja dekorativnih elemenata i uzoraka različitih boja ili tekstura. Funkcionalni detalji umješno nestaju iza pomičnih stijena. Upravo je ta karakteristika odraz želje za redom, čistoćom i perfekcionizmom korisnika. To svakome daje osjećaj kontrole nad stvarima, ali i kontrole nad vlastitim životom, u uvjetima kad nas okružuje kaos.

Sve je i dalje dopušteno i ništa nije u neskladu. Nekadašnja shvaćanja o nespojivosti prirode i tehnologije, znanosti i konceptualnih ili duhovnih i emotivnih doživljaja negirana su novim dizajnom proizvoda. Novi oblici duhovnosti osvajaju naš životni prostor i prostor u kojemu spavamo, i to neobičnim i neuobičajenim pristupom oblikovanju. Stolovi izrazito tankih drvenih nogu ili namještaj konstruiran od kristalinih materijala ili sačastih ploča nose dašak prirode u naš dom na jedan sasvim drukčiji način.

Spiritualnost, *feng shui*, indijske tehnike i ostali pristupi i pravila o uređenju doma kombinirani su s tehnički vrhunski oblikovanim okvirima, kompjutorski kontroliranim konstrukcijama i tehnologijama, bezmirisnim premazima i sličnim nanoelementima koji oblikuju prostor u opći koncept modernoga, ekološki orijentiranog doma.

Istaknute smjernice za 2009.

Uočljive značajke ovogodišnjeg sajma mogu se sažeti u nekoliko glavnih odrednica.

- Donedavno spajanje prostora dnevnog boravka s kuhinjom sada se proširuje na prostor spavaće sobe i kupaonice.
- Stiliziranja ojastučenog namještaja naginju općem feminističkom ozračju. Zaokružene i mekane linije potvrđuju želju korisnika za udobnošću.
- Bijela je i dalje sveprisutna boja. Barokni detalji i ornamenti pojavljuju se na ojastučenim namještaju kao dizajnerski retro-detalj za prizivanje emocija.
- Svatko istražuje temu *House and Home (Kuća i dom)*. Opremanje oplemenjeno visokosofisticiranim tehničkim detaljima neizostavna je komponenta svakog prostora i namještaja.
- Toplina doma odražava se u nezaobilaznim kamini- ma koji, zahvaljujući suvremenim okovima, izranjaju iz ormarića, stolova i ostalih elemenata namještaja u dnevnom boravku, kupaonici ili spavaćoj sobi.
- Ekološki namještaj zahtjev je svih područja opremanja stambenog prostora. Obnovljive sirovine i materijali te mogućnost njihova recikliranja važan je kriterij u promidžbi i prodaji za većinu kupaca.

Ove godine u području oblikovanja namještaja i opreme moguće je izdvojiti:

- udobne i raskošne naslonjače smirenih boja
- multifunkcionalne sustave s profinjenim detaljima i kombinacijama rješenja
- namještaj za odlaganje u novim varijantama i kombinacijama, uz snažan povratak klasike

- kombinacije regala, visokih ormara i niskih ormarića u zamjenu za uobičajene zidne stijene za odlaganje
- raznolikost kombinacija ojastučenog namještaja i samostalnih naslonjača: osnovni je zahtjev kreativnost
- naslonjače za odmor i masažne fotelje u neizmjenim kombinacijama oblika i tipova, za vanjsku i unutrašnju uporabu
- vrtni namještaj u duhu kućnog okruženja (moj vrt, moj dom)
- namještaj za kućno kino i multimediju za vesele kućne zabave
- neobične palete boja stolova i stolica
- elegantne prostore i kutije za plamen kamina u formatu prijenosnih računala
- klasične oblike iz 1980-tih u kromu i crnoj izvedbi
- LED svjetlosnu tehnologiju kao neizostavnu u garderobnom prostoru (velika preglednost)
- organske forme, pjenušav dizajn (šupljine i mjehurići)
- demokratičan dizajn za mlade (niskobudžetni vrhunski dizajn)
- zdravo življenje u skladu s prirodom, s odgovarajućim ritmom spavanja i potpuno osmišljenim sustavima za spavanje.

Na području materijala i boja izdvajamo ove trendove:

- tamni orah u kombinaciji sa staklom i nehrđajućim čelikom
- obojeno bijelo staklo na frontama u dnevnom boravku, kuhinji i spavaćoj sobi
- bjelina je i dalje megatrend (sjajne fronte i bijele vidljive površine namještaja za odlaganje)
- profinjene i elegantne vrste drva poput oraha, hrasta i trešnje
- namještaj s emocijama – efektne strukture i vizualni detalji na pozlaćenim baroknim materijalima
- klasične kombinacije crnoga i bijeloga osvježene jakim i kontrastnim detaljima
- tamnocrvena, plava i ljubičasta na namještaju za sjedenje
- ojastučeni namještaj u svim varijantama - od mirnih tonova sive, smeđe i bež sve do ružičaste, ljubičaste i indigo plave
- održivost i ekologija – inovativni prirodni materijali, reciklirani materijali i reciklirajući materijali za površinske obrade.

Danijela Domljan, dipl. dizajnerica
prof. dr. sc. Ivica Grbac

Izdvojeni kutak – štand hrvatskih izlagača na *imm cologneu* 2009

Na sajmu su i ove, kao i posljednje dvije godine sudjelovale hrvatske tvrtke proizvođači, u organizaciji Hrvatske gospodarske komore i uz financijsku potporu resornog ministarstva regionalnog razvoja šumarstva i drvne industrije. Na 300 m² sedam je tvrtki (Lapibus, Inkea, DI Sekulić, Mundus, DIN Novoselec, Tora i Spin Valis) izložilo svoje proizvodne programe, većinom od cjelovitog drva hrasta. Prevladavao je namještaj za blagovaonice (sl. 1 i 2), dnevni boravak (sl. 3) i ured (sl. 4), modernog dizajna, jednostavnih linija, uz dopunu elegantnih ojastučenih garnitura. Sajam i hrvatske izlagače prvi je put posjetio i ministar regionalnog razvoja šumarstva i drvne industrije gospodin Petar Čobanković, želeći vidjeti kako on sam i resorno ministarstvo mogu poduprijeti taj sektor. Na poslovnom sastanku održanome prvog dana sajma dao je nadu domaćim izlagačima glede poticajnih mjera i strateških odluka za iduće razdoblje, poglavito zato što, uz proizvođače parketa, i drvna industrija postiže uspjehe u izvozu te joj je nužna značajna pomoć, osobito u ovom nesigurnom razdoblju koje ne zrači prevelikim optimizmom ni na jednom svjetskom gospodarskom području zahvaćenom krizom.

Štand hrvatskih proizvođača bio je smješten, možda po inerciji, ali sigurno i po određenoj prepoznat-



Slika 1. Štand hrvatskih proizvođača; proizvodni program tvrtke Lapibus, Velika Gorica



Slika 2. Štand hrvatskih proizvođača; proizvodni program tvrtke DIN Novoselec, Novoselec



Slika 3. Štand hrvatskih proizvođača; proizvodni program tvrtke DI Sekulić, Nova Gradiška



Slika 4. Štand hrvatskih proizvođača; proizvodni program tvrtke Inkea, Zagreb

ljivosti hrvatskih proizvoda, u paviljon *Solid*, s brojnim izlagačima ekološkog namještaja od cjelovitog drva. To može biti i određena pohvala, no ako izdvojimo jedinu hrvatsku tvrtku – *Intera* iz Zagreba, koja nije izlagala u sklopu zajedničkog nastupa, već je uz vlastite (i ne baš male) troškove bila smještena u mnogo zanimljivijem dizajnerskom paviljonu *Pure*, izloživši dizajnerski oblikovan namještaj (*Element*) od također hrvatskoga, ekološkog cjelovitog drva (hrasta), rad hrvatskih di-

zajnera (Numen), proizveden u hrvatskoj tvornici namještaja (DI Novoselec), mogli bismo se upitati koju poziciju u području industrije namještaja trenutačno ima Hrvatska, a koju bi možda htjela imati i ostvariti.

Na to pitanje dijelom je odgovorio i g. Špiljarić, direktor tvrtke *Inkea* iz Zagreba, koja je izložila jedan jedini eksponat u sklopu zajedničkog nastupa HGK. „Vrlo je važno za hrvatski drvnoprerađivački sektor da se i ove godine, u kontinuitetu, pojavio na ovakvom sajmu. Takva tradicija, koja možda nema dugu povijest, mora imati dugoročno planiranu budućnost. No u sljedećim nastupima hrvatski bi se proizvođači i izlagači trebali profilirati i odlučiti na koji način žele ostvariti svoj nastup i koji im je krajnji cilj. Žele li privući veći broj interesenata, pretežno trgovaca, koji će ih opsjedati pitanjima koliko određeni proizvod košta i koliko ih komada u mjesecu ili godini mogu što povoljnije proizvesti, ili žele ostvariti kontakte s višom kategorijom kupaca - predstavnika koji traže visokokvalitetne dizajnerske proizvode određene prepoznatljivosti i kulture. Također se mora unaprijed definirati na koji način i s koliko eksponata izlagači žele nastupati. Te ključne stvari moramo planirati već sada, a ne nakon ljeta ili *Ambiente* u Zagrebu. Prema mojem mišljenju, više bi trebalo ulagati u dizajn proizvoda i kvalitetnu promidžbu, te si tako omogućiti pozicioniranje u atraktivnijim, dizajnerskim paviljonima i na dizajnerskim natječajima u sklopu sajma. Za ovakvo je međunarodno tržište neizmjerljivo važno i to da su na izlagačkom prostoru prisutne kompetentne osobe, ali da postoji i određena doza akcije, dogovorenog performansa i

kampanje koja plijeni pozornost. Nije dovoljno samo izložiti proizvod i ostaviti štand „tihim“. To si mogu priuštiti već prepoznate tvrtke. Mi se svojom domišljatosti, domaćim dizajnom, kvalitetom proizvodnje i ekološkom sirovinom tek trebamo pokazati i dokazati na ovakvom prostoru, a proizvodima posvjedočiti vlastitu inventivnost i kulturu. Upravo bi zato veliko značenje imao nastup mladih hrvatskih dizajnera i dizajnerskih škola i fakulteta. Mala smo država, no imamo snage i kreativnosti, samo nam nedostaje malo hrabrosti i mnogo planiranja i kompromisnog dogovaranja. To znači da već sada treba početi planirati nastup na idućem *immu*.“

Dakle, trebamo proizvoditi i izvoziti osmišljeno dizajnirane proizvode u kojima su otjelovljeni naš duh, kultura, inventivnost i kvaliteta, te time stvarati konkurentnost i prepoznatljivost svake tvrtke, ali i države u cjelini. No, prije svega, premda se ne smijemo posustati u osvajanju inozemnog tržišta, nikako ne bismo smjeli zapustiti domaće tržište, na kojemu trenutačno ima više od polovice uvoznog namještaja. Pomažući domaćim proizvođačima pomazemo i domaćem gospodarstvu. Ukratko, izrađujemo namještaj od hrvatskog drva i primjenjujući domaću kreativnost, osigurajmo tom drvu mnogo višu prodajnu vrijednost, kako na stranome, tako i na domaćem tržištu u prepoznatljivim i kreativno osmišljenim hrvatskim prodajnim salonima namještaja i prateće opreme.

Danijela Domljan, dipl. dizajnerica
prof. dr. sc. Ivica Grbac

DRVO U SUVREMENIM TRENDOVIMA STANOVANJA

U suvremenim trendovima stanovanja iskazuje se poziv na povratak tradicionalnoj gradnji od drva. Unatoč sve većoj zastupljenosti zamjenskih materijala, drvo ostaje nezaobilazan uporabni materijal u proizvodnim područjima prerade drva i proizvodnje namještaja, kao i u suvremenoj gradnji. Drvo je savršen graditeljski materijal u prirodnom smislu, propusno je, diše, osigurava povoljnu vlažnost i toplinu, a temperatura drvenih elemenata u unutrašnjosti objekta uvijek je jednaka temperaturi zraka u tim prostorijama. Drvena kuća znači zdrav, kisikom obogaćen i prirodno vlažan prostor, idealan za svakodnevno stanovanje. Već se stoljećima grade drvene kuće, a uz pravilnu brigu i održavanje, drvena kuća ostaje postojana godinama, posebno drvene kuće od trupaca.

U Hrvatskoj su se nekada najviše gradile drvene kuće od hrasta (koji, pravilno obrađen, može potrajati i 500 godina) i bukve (također jedna od najtvrdih drvnih građa u svijetu). Tradicionalna gradnja od hrasta i bukve bila je uobičajena u selima zbog dostupnosti materijala pa, primjerice, u krajevima uz Kupu nije rijetkost naići na tipičnu "pokupsku" drvenu kuću od hrasta. Dugu tradiciju gradnje drvetom u Hrvatskoj potvrđuje podatak da je prva drvena kuća u ovom dijelu Europe izgrađena upravo u Zagrebu.



Slika 1. Tradicionalna drvena kuća s područja Turopolja, jugoistočno od Zagreba

Figure 1 Traditional wooden house from the area of Turopolje, southeast of Zagreb

Drvo kao graditeljski element

Drvo se ubraja u najomiljenije i najljepše graditeljske materijale, uz pretpostavku da se stručno ugradi, ispravno zaštititi od utjecaja iz okoliša i štetočina te da se redovito održava. Drvom je, osim stambenih objekata, moguće izgraditi i objekte različitih drugih namjena, koji zadovoljavaju u smislu trajnosti, vodootpornosti i

vatrootpornosti te svih ostalih zahtjeva modernog načina života. Takvi su objekti, primjerice, sportske dvorane i stadioni. Ako su drvene konstrukcije pravilno postavljene, mogu stoljećima ostati neoštećene. Dokazi za to mogu se naći diljem svijeta; to su ponajprije brojne drvene kuće, prije svega one od trupaca.



Slika 2. Teniska dvorana u Kraljevu Vrh

Figure 2 Tennis hall in Kraljev Vrh

Drvo kao graditeljski element nastaje u prirodi, u „tvornici“ koja svakim danom radi u drukčijim tehnološkim uvjetima, i posjeduje dobra i loša svojstva. Drvo je difuzno. Temperatura drvenih elemenata u unutrašnjosti uvijek je jednaka temperaturi zraka u prostorijama. Elektrostatička obilježja drva onemogućavaju nastanak statičkog elektriciteta i kolanje prašine po prostorijama. Zvučno-toplinska izolacija drvenih objekata ne zaostaje za termoizolacijskim svojstvima drugih objekata. Način slaganja i konstrukcija jamče postojanost i pri najjačim potresima ili pomicanjima tla. Drvo je protupožarno gotovo najbolji graditeljski konstrukcijski materijal. Naravno, drvo gori, ali gorenjem stvara zaštitni pougljenjeni sloj koji ima vrlo nizak koeficijent vodljivosti topline i tako štiti samo sebe. Pravilnom uporabom kemijskih zaštitnih sredstava (antipirena) zapaljivost drva može se dosta smanjiti ili čak posve spriječiti, tako da se može postići željena vatrootpornost (30-60 i više minuta).

Skupljanje i bubrenje veliki je nedostatak drva kao graditeljskog materijala.

Lamelirano drvo

Primjenom nove tehnologije drvo je zauzelo novo mjesto u inovativnoj gradnji, projektiranju i tehnologiji. Lamelirano drvo je inovativno usavršeno puno drvo koje je perfektan graditeljski materijal za maksimalne zahtjeve glede kvalitete i nosivosti te postaje sve popularnije u

suvremenim trendovima održive gradnje. Također je u prednosti pred ostalim graditeljskim materijalima zbog više razloga, primjerice, zato što je prošlo kontrolu, pro-sušeno je, a ljepila su vatrootporna i vodootporna te trajna. Lijepljeno lamelirano drvo u nosivoj konstrukciji ima 10-15% bolja mehanička svojstva od monolitnoga piljenog drva. Osim toga, drvo je zdrav, kvalitetan i estetski prihvatljiv materijal. Danas se lamelirane drvene konstrukcije sve češće upotrebljavaju kao krovni nosači upravo zbog male mase. U Hrvatskoj je intenzivna primjena takvih krovnih nosača počela 1994. godine, primjerice, s Jarunskom tržnicom u Zagrebu.



Slika 3. Natkriveni bazen, Sv. Martin na Muri
Figure 3 Covered pool, St. Martin at Mura

Drvena kuća

Prve drvene kuće od trupaca izgrađene su prije dvije do tri tisuće godina na sjeveru Europe. Od tada pa do danas takav se način gradnje proširio svijetom, a najveći broj drvenih kuća može se naći u Sjevernoj Americi i Skandinaviji.



Slika 4. Drvena kuća od trupaca „Woodmar“, Maksim Stella, d.o.o., Koprivnica
Figure 4 Timber house „Woodmar“, Maksim Stella, d.o.o., Koprivnica

„Retro moda“ u arhitekturi uvodi drvo kao konstrukcijsku varijantu i ozbiljnog „suparnika“ standardnim materijalima zbog njegovih iznimno povoljnih konstrukcijskih obilježja. Prednosti drvene kuće prema klasičnima jesu: stalnost temperature, samoregulacija vlažnosti, „disanje“ kuća; antialergijska atmosfera unutar takve kuće i praktične prednosti.



Slika 5. Masivna drvena kuća, Azelija IT, d.o.o.
Figure 5 Massive wooden house, Azelija IT, d.o.o.

Predrasude o drvenim kućama

O drvenim kućama, odnosno drvu kao graditeljskom materijalu još uvijek postoje neke predrasude, a najčešće su ove: 1. drvo lako gori – *pogrešno*; drveni nosač dulje odolijeva vatri nego, primjerice, betonski stup ili čelični nosač; 2. drvo nije dugotrajno – *pogrešno*; dokaz je svako naseljeno mjesto sa starim drvenim kućama; 3. drvo nije masivni materijal – *pogrešno*; drvo je u usporedbi sa svojom velikom nosivošću relativno lagano te je danas sve traženije za gradnju; 4. drvo je loš izolator – *pogrešno*; struktura drva je takva da akumulira toplinu te je apsolutno slab vodič topline, što je dobro za toplinsku izolaciju; 5. drvo upija vlagu – *pogrešno*; drvo se često upotrebljava u vrlo vlažnim sredinama, primjerice za bazene, jer regulira vlagu; 6. drvo je rustikalni materijal – *pogrešno*; danas se drvo više nego prije upotrebljava za razne arhitektonske izvedbe jer omogućuje lagane i konstrukcije pune fantazije; 7. drvo je vrlo podložno djelovanju štetočina - *pogrešno*; postoje brojni načini zaštite drva, od (a) zaštite ispravnom ugradnjom; (b) prirodnih sredstava zaštite poput voska i lanenog ulja do (c) sredstava kemijske zaštite.

Drvena montažna kuća

Populariziranjem upotrebe prirodnih materijala pojavio se trend gradnje drvenih montažnih kuća. Gradnja zdravih, ekoloških i jeftinih drvenih montažnih kuća u Europi je pravi *evergreen*, a u Hrvatskoj su potražnja, proizvodnja i gradnja takvih kuća tek u povojima. Za usporedbu, u Austriji u ukupnom broju gradnji 38% čine upravo drveni montažni sustavi, a prema nekim procjenama, drvene montažne kuće na prostoru Hrvatske trenutačno čine do 5% ukupne stambene izgradnje, tj. ukupno se godišnje izgradi između 200 i 300 drvenih montažnih kuća svih proizvođača. Najveći broj takvih objekata podignut je u Istri i okolici Zagreba, iako se sve veće zanimanje iskazuje u Slavoniji i Gorskom kotaru. Prvi projekt, mini naselje od pet kuća u istarskom selu Marčana pokraj Pule, čija je gradnja započela 18. lipnja 2007. godine, pokazao se “punim pogotkom”. Kuće su prodane i prije dovršenja, a zanimljiv je podatak da su ih kupili Rusi i Englezi.



Slika 6. Drvena montažna kuća, Gorički, d.o.o., Bedekovčina
Figure 6 Wooden prefabricated house, Gorički, d.o.o., Bedekovčina

Nekada su montažne kuće smatrane lošim rješenjem za stanovanje, a neki od najčešćih prigovora odnosili su se na kvalitetu materijala i postojanost takvog objekta. Današnji graditelji koriste se modernim konstruktivnim materijalima za zaštitu od truljenja i požara. Obodne konstrukcije vanjskih zidova kupuju se gotove ili se oblažu kvalitetnom toplinskom i zvučnom izolacijom, što pridonosi brznoj amortizaciji uložениh sredstava i isplativosti investicije. Prednosti izgradnje drvene montažne kuće u odnosu prema klasičnim objektima jesu: ekološki čist materijal, ušteda energije, bolja iskorištenost prostora, vlaga, kratko vrijeme izgradnje, fiksna cijena, mobilnost, modifikacija i otpornost na potres.

Budućnost drvenih objekata

Pitanje globalnog zatopljenja i zabrinjavajućeg učinka čovjekova djelovanja na okoliš sve se više



Slika 7. Prva drvena pasivna kuća u Hrvatskoj, Kupinečki Kraljevec
Figure 7 First wooden passive house in Croatia, Kupinečki Kraljevec

usmjerava na apele pojedincu, od kojega se traži promjena životnih navika i štedljiviji način života glede potrošnje energije. Sve građevine koje će se u Hrvatskoj graditi nakon 2011. godine trebaju biti građene prema uvjetima Akcijskog plana za energetska učinkovitost, koji je 31. siječnja 2008. godine donio Europski parlament u svojoj rezoluciji 2007/2106 INI. Energetska ušteda postaje standard, a drvo će zahvaljujući svojim prirodnim svojstvima u smislu energetske učinkovitosti, dobiti zasluženo mjesto u niskoenergetskoj gradnji kao i u gradnji pasivnih kuća.

Svijetli primjer domaće suvremene arhitekture jest prva drvena obiteljska pasivna kuća u Kupinečkom Kraljevcu, u vlasništvu mladih ljudi, što potvrđuje razvijenu ekološku svijest i poznavanje drva među mlađom populacijom.

Renata Ojurović, dipl. ing.
 prof. dr. sc. Ivica Grbac

TIPS TO IMPROVE YOUR CHANCES OF BEING PUBLISHED

Success in publishing is increasingly the basis upon which grants are awarded, promotions decided, and limited resources allocated. No journal is obliged to accept anyone's work, however, and even great science alone does not guarantee publication. We at English Editorial Services have a few pointers that may help you improve your publishing success.

A strategy for successful publishing begins with the science itself. Research studies should be original and interesting. If a study will not produce valuable findings, there is little point in undertaking the research! The target journal should be chosen early and carefully. Everyone wants to publish in a high impact factor journal, but that is not the only consideration. Aim too high, and you waste time that could have been spent getting into a more appropriate journal. Aim too low, because a journal is easy to get into, and you underrate your work. If you target the wrong journal altogether (and reach the wrong audience), then you waste your time and your valuable research findings.

Your article must be written to meet the target journal's Instructions for Authors. Most journals will immediately reject any article that substantially differs from its standards in, for example, content, layout, length, or standard of English. High-quality journals will only consider high-quality articles. The paper must be well organised, concise, logical, focused and edited to a high standard. While technical language may be unavoidable, it should not be used unnecessarily. Avoid complex writing. Two or three short sentences are generally preferable to a long and complicated one.

Finally, the quality of English must be of a high standard. Few journal editors will spend time rewriting poor English. Every non-native speaker of English should

have his or her article professionally edited before submission. It is wise to budget adequate funds for editing when making grant applications. Also, be aware that "native English speaker" does not always mean "professional editor". Editing by an unskilled person can easily make your text poorer rather than better.

Having one's work criticised is fundamental to the scientific method. Ask colleagues to review your study design and the first and final drafts of the article before it is submitted – and be ready to review their work in return.

Once accepted, an article will almost always require some revision. Remember that reviewers want the paper published, too. Their advice is intended to improve the paper. Always respond to reviewers' comments positively, thoroughly and politely. Should your paper not be accepted by the journal, do not despair. This happens to even the best of scientists. Be objective and learn from any advice given. After addressing any weaknesses pointed out by the reviewers, the paper can be reformatted and perhaps submitted to another journal.

English Editorial Services' qualified editors help authors over the hurdles they sometimes face in the competitive area of scientific publishing. For more advice, please see the Downloads section of our website at www.englisheditorialservices.com or contact our customer care specialist, Regina Kirkingova, at Regina@englisheditorialservices.com or +420 545 212 872.

By Dr. Kevin Roche, Life Sciences Editor
English Editorial Services s.r.o.
Černopolní 57, 613 00 Brno, Czech Republic
www.englisheditorialservices.com
kevin@englisheditorialservices.com

BIBLIOGRAPHY OF ARTICLES, REVIEWS, TECHNICAL INFORMATION AND REPORTS PUBLISHED IN THE "DRVNA INDUSTRIJA" JOURNAL IN VOLUME 59 (2008), UDC AND ODC

630*30 Work science (work studies): general for business and industrial organization and management

Jelačić, D.; Grladinović, T.; Sujova, A.; Galajdova, V.: Motivation factors in wood processing and furniture manufacturing, No. 1, pp. 11 – 21.

Motik, D.; Moro, M.; Ojurović, R.; Pirc, R.; Sušnik, H.: Research of educational structure in wood processing and furniture production sector, No. 2, pp. 81 – 85.

630*79 Economics of the forest product industries

Jelačić, D.; Grladinović, T.; Sujova, A.; Galajdova, V.: Motivation factors in wood processing and furniture manufacturing, No. 1, pp. 11 – 21.

Jelačić, D.; Pirc, A.; Hornakova, R.: Innovative potential of Croatian enterprises in wood processing and furniture manufacturing, No. 3, pp. 99 – 105.

Motik, D.; Carev-Laškarić, V.; Kocbek-Nižetić, M.; Grladinović, T.: Analysis of the Importance of Crafts and Freelance Businesses in the Development of Wood Industry, No. 4, pp. 163 – 167.

630*81 Wood and bark, structure and properties

Trajković, J.; Šefc, B.: Species on the cover (Hoop Pine), No. 1, pp. 49.

Trajković, J.; Šefc, B.: Species on the cover (*Flindersia australis*, R.Br.), No. 2, pp. 93.

Trajković, J.; Šefc, B.: Species on the cover (Brush box), No. 3, pp. 145.

Trajković, J.; Šefc, B.: Species on the cover (Mengkang), No. 4, pp. 209 – 210.

630*812.23 Shrinkage and swelling

Živković, V.; Prša, I.; Turkulin, H.; Sinković, T.; Jirouš-Rajković, V.: Dimensional stability of heat treated wood floorings, No. 2, pp. 69 – 73.

630*822.03 History and development of saws

Ištvančić, J.; Antonović, A.; Greger, K.; Pervan, S.; Jambreković, V.; Benković, Z.: Sawmilling in Croatia. Part 1 – Historical Review of Croatian Sawmilling, No. 3, pp. 121 – 130.

Ištvančić, J.; Antonović, A.; Greger, K.; Pervan, S.; Jambreković, V.; Benković, Z.; Kavran, M.: Sawmilling in Croatia. Part 2 – Croatian Sawmilling in New Millennium, No. 4, pp. 169 – 180.

630*822.33 Circular saws

Siklienka, M.; Mišura, L.: Influence of saw blade clearance over the workpiece on tool-wear, No. 4, pp. 151 – 155.

630*823.1 Machining with knives

Barčik, Š.; Pivolusková, E.; Kminiak, R.: Effect of technological parameters and wood properties on cutting power in plane milling of juvenile poplar wood, No. 3, pp. 107 – 112.

630*824.4 Joint formation

Župčić, I.; Mihulja, G.; Bogner, A.; Grbac, I.; Hrovat, B.: Welding of solid wood, No. 3, pp. 113 – 119.

630*829 Finishing

Očkajová, A.; Beljaková, A.; Lupáková, J.: Selected properties of spruce dust generated from sanding operations, No. 1, pp. 3 – 10.

630*832 Mills, their functions and products

Ištvančić, J.; Antonović, A.; Greger, K.; Pervan, S.; Jambreković, V.; Benković, Z.: Sawmilling in Croatia. Part 1 – Historical Review of Croatian Sawmilling, No. 3, pp. 121 – 130.

Ištvančić, J.; Antonović, A.; Greger, K.; Pervan, S.; Jambreković, V.; Benković, Z.; Kavran, M.: Sawmilling in Croatia. Part 2 – Croatian Sawmilling in New Millennium, No. 4, pp. 169 – 180.

630*832.17 Pollution and its control (noise, air water)

Očkajová, A.; Beljaková, A.; Lupáková, J.: Selected properties of spruce dust generated from sanding operations, No. 1, pp. 3 – 10.

630*833 Timber in buildings and engineering structures

Detvaj, J.; Argay, A.; Ruman, D.: Hollow wooden post and its interaction with metal structural members, No. 4, pp. 181 – 186.

630*836.1; 674.23 Furniture and cabinet making

Smardzewski, J.; Grbac, I.; Prekrat, S.: Nonlinear mechanics of hyper elastic polyurethane furniture foams, No. 1, pp. 23 – 28.

630*841.112. Treated wood

Despot, R.; Hasan, M.; Jug, M.; Šefc, B.: Biological durability of wood modified by citric acid, No. 2, pp. 55 – 59.

Živković, V.; Prša, I.; Turkulin, H.; Sinković, T.; Jiroš-Rajković, V.: Dimensional stability of heat treated wood floorings, No. 2, pp. 69 – 73.

630*841.6. Nontoxic methods of protecting wood

Despot, R.; Hasan, M.; Jug, M.; Šefc, B.: Biological durability of wood modified by citric acid, No. 2, pp. 55 – 59.

630*844.1 Sap-staining and mould fungi

Humar, M.; Vek, V.; Bučar, B.: Properties of blue-stained wood, No. 2, pp. 75 – 79.

630*846 Steaming

Pervan, S.; Draščić, G.; Antonović, A.: Ecological issues of byproducts in hydrothermal wood processing, No. 1, pp. 29 – 34.

630*847.2 Kiln drying

Pervan, S.; Draščić, G.; Antonović, A.: Ecological issues of byproducts in hydrothermal wood processing, No. 1, pp. 29 – 34.

630*863.21 Particleboard processes and properties

Del Menezzi, C.H.S.; Ribeiro, B.R.; Sternadt, G.H.; Teixeira, D.E.; Okino Yoschico Araki, E.: Effect of thermal post-treatment on some surface-related properties of oriented strandboards, No. 2, pp. 61 – 67.

Balducci, F.; Harper, C.; Meinschmidt, P.; Dix, B.; Sanasi, A.: Development of Innovative Particleboard Panels, No. 3, pp. 131 – 136.

Lübke, H.; Borůvka, V.; Babia, M.: Fibers of secondary ligno-cellulose materials and their influence on properties of insulating fiberboards, No. 4, pp. 157 – 162.

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

Despot, R.; Bihar, Z.: Bibliography of articles, reviews, technical information and reports published in *Drvna industrija* journal in volume 58 (2007); No. 1, pp. 35 – 38.

Matošević, R.: FSC Certification of the forests and of the wooden products, No. 1 pp. 45.

*** Croatian Forestry Society, No. 1, pp. 46.

*** Forestry journal, No. 1, pp. 47.

Matošević, R.: FSC Certification of the forests and of the wooden products, No. 2, pp. 89.

*** Croatian Forestry Society, No. 2, pp. 90.

*** Forestry journal, No. 2, pp. 91.

Motik, D.: Investment projects, new book by authors Jelačić, D. i Drabek, J., No. 3, pp. 141.

Matošević, R.: FSC Certification of the forests and of the wooden products, No. 3, pp. 142.

*** Croatian Forestry Society, No. 3, pp. 143.

*** Forestry journal, No. 3, pp. 144.

Bublić, A.: New chalanges and trends on Ambianta 2008, No. 4, pp. 189 – 195.

Matošević, R.: FSC Certification of the forests and of the wooden products, No. 4, pp. 206.

*** Croatian Forestry Society, No. 4, pp. 207.

*** Forestry journal, No. 4, pp. 208.

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

Jiroš-Rajković, V.: Retrospection on international symposium Ambianta 2008: Wood is first – properties, technology, valorization, usage, No. 3, pp. 137 – 140.

Domljan, D.; Kajapi, M.: Design exhibitions in october, No. 4, pp. 196 – 202.

Jug, M.: WEINIG – once dream, today reality and future, No. 4, pp. 203 – 205.

674.093 Sawmills. Sawmilling

Ištvančić, J.; Antonović, A.; Greger, K.; Pervan, S.; Jambrečević, V.; Benković, Z.: Sawmilling in Croatia Part 1 – Historical Review of Croatian Sawmilling, No. 3, pp. 121 – 130.

Ištvančić, J.; Antonović, A.; Greger, K.; Pervan, S.; Jambrečević, V.; Benković, Z., Kavrana, M.: Sawmilling in Croatia Part 2 – Croatian Sawmilling in New Millenium, No. 4, pp. 169 – 180.

674.815 Compressed wood chip materials in the form of boards, battens, planks, mouldings etc.

Del Menezzi, C.H.S.; Ribeiro, B.R.; Sternadt, G.H.; Teixeira, D.E.; Okino Yoschico Araki, E.: Effect of thermal post-treatment on some surface-related properties of oriented strandboards, No. 2, pp. 61 – 67.

BIBLIOGRAFIJA ČLANAKA, STRUČNIH INFORMACIJA I IZVJEŠTAJA OBJAVLJENIH U “DRVNOJ INDUSTRIJI” U VOLUMENU 59 (2008. GODINA), UDK I ODK

630*30 Studij rada: općenito za organizaciju i upravljanje u poduzetništvu i industriji

Jelačić, D.; Grladinović, T.; Sujova, A.; Galajdova, V.: Motivirajući čimbenici u preradi drva i proizvodnji namještaja, br. 1, str. 11 – 21.

Motik, D.; Moro, M.; Ojurović, R.; Pirc, R.; Sušnik, H.: Istraživanje strukture obrazovanja na području prerade drva i proizvodnje namještaja, br. 2, str. 81 – 85.

630*79 Ekonomska i organizacijska pitanja drvne industrije

Jelačić, D.; Grladinović, T.; Sujova, A.; Galajdova, V.: Motivirajući čimbenici u preradi drva i proizvodnji namještaja, br. 1, str. 11 – 21.

Jelačić, D.; Pirc, A.; Hornakova, R.: Inovacijski potencijal hrvatskih tvrtki za preradu drva i proizvodnju namještaja, br. 3, str. 99 – 105.

Motik, D.; Carev-Laškarin, V.; Kocbek-Nižetić, M.; Grladinović, T.: Analiza značenja obrta i slobodnih zanimanja u razvoju drvne struke, br. 4, str. 163 – 167.

630*81 Drvo, kora i svojstva

Trajković, J.; Šefc, B.: Uz sliku s naslovnice (Hoop Pine), br. 1, str. 49.

Trajković, J.; Šefc, B.: Uz sliku s naslovnice (*Flin-dersia australis*, R.Br.), br. 2, str. 93.

Trajković, J.; Šefc, B.: Uz sliku s naslovnice (Brush box), br. 3, str. 145.

Trajković, J.; Šefc, B.: Uz sliku s naslovnice (Menkulang), br. 4, str. 209 – 210.

630*812.23 Utezanje i bubrenje

Živković, V.; Prša, I.; Turkulin, H.; Sinković, T.; Jirović-Rajković, V.: Dimenzijska stabilnost podnih obloga od pregrijanog drva, br. 2, str. 69 – 73.

630*822.03 Povijest i razvoj pila

Ištvančić, J.; Antonović, A.; Greger, K.; Pervan, S.; Jambrečković, V.; Benković, Z.: Pitanarstvo u Republici Hrvatskoj, 1 dio – Povijesni pregled hrvatskog pilanarstva, br. 3, str. 121 – 130.

Ištvančić, J.; Antonović, A.; Greger, K.; Pervan, S.; Jambrečković, V.; Benković, Z.; Kavran, M.: Pitanarstvo u Republici Hrvatskoj, II dio – Hrvatsko pilanarstvo u novom tisućljeću, br. 4., str. 169 – 180.

630*822.33 Kružne pile

Siklić, M.; Mišura, L.: Utjecaj ispona lista kružne pile iznad obratka na trošenje oštrica alata, br. 4, str. 151 – 155.

630*823.1 Blanjanje, glodanje

Barčić, Š.; Pivolusková, E.; Kminiak, R.: Utjecaj tehnoloških parametara obrade i svojstava drva na snagu rezanja pri blanjanju juvenilnog drva topole, br. 3, str. 107 – 112.

630*824.4 Spajanje i sklapanje

Župčić, I.; Mihulja, G.; Bogner, A.; Grbac, I.; Hrovat, B.: Zavarivanje masivnog drva, br. 3, str. 113 – 119.

630*829 Svojstva drva i drvnih proizvoda

Očkajová, A.; Beljaková, A.; Lupáková, J.: Neka svojstva prašine smrekovine dobivene procesom brušenja, br. 1, str. 3 – 10.

630*832 Pilane, njihove funkcije i proizvodi

Ištvančić, J.; Antonović, A.; Greger, K.; Pervan, S.; Jambrečković, V.; Benković, Z.: Pitanarstvo u Republici Hrvatskoj I dio – Povijesni pregled hrvatskog pilanarstva, br. 3, str. 121 – 130.

Ištvančić, J.; Antonović, A.; Greger, K.; Pervan, S.; Jambrečković, V.; Benković, Z.; Kavran, M.: Pitanarstvo u Republici Hrvatskoj, II. dio – Hrvatsko pilanarstvo u novom tisućljeću, br. 4, str. 169 – 180.

630*832.17 Onečišćenje i njegova kontrola (buka, zrak, voda)

Očkajová, A.; Beljaková, A.; Lupáková, J.: Neka svojstva prašine smrekovine dobivene procesom brušenja, br. str. 3 – 10.

630*833 Drvo u graditeljstvu i građevinskim strukturama

Detvaj, J.; Argay, A.; Ruman, D.: Šuplji drveni stupovi i njihovo spajanje metalnim okovima, br. 4., str. 181 – 186.

630*836.1; 674.23 Proizvodnja namještaja

S m a r d z e w s k i, J.; G r b a c, I.; P r e k r a t, S.: Nelinearna mehanika hiperelastičnih poliuretanskih pjena za namještaj, br. 1, str. 23 – 28.

630*841.112. Modificirano drvo

D e s p o t, R.; H a s a n, M.; J u g, M.; Š e f c, B.: Biološka otpornost drva modificiranoga limunskom kiselinom, br. 2, str. 55 – 59.

Ž i v k o v i ć, V.; P r š a, I.; T u r k u l i n, H.; S i n k o v i ć, T.; J i r o u š- R a j k o v i ć, V.: Dimenzijska stabilnost podnih obloga od pregrijanog drva, br. 2; str. 69 – 73.

630*841.6. Netoksične metode zaštite drva

D e s p o t, R.; H a s a n, M.; J u g, M.; Š e f c, B.: Biološka otpornost drva modificiranoga limunskom kiselinom, br. 2, str. 55 – 59.

630*844.1 Gljive plijesni i promjene boje

H u m a r, M.; V e k, V.; B u č a r, B.: Svojstva drva zaraženoga gljivama plavila, br. 2, str. 75 – 79.

630*846 Parenje drva

P e r v a n, S.; D r a š č i ć, G.; A n t o n o v i ć, A.: Ekološka problematika nusprodukata hidrotermičkih procesa obrade drva, br. 1, str. 29 – 34.

630*847.2 Sušenje

P e r v a n, S.; D r a š č i ć, G.; A n t o n o v i ć, A.: Ekološka problematika nusprodukata hidrotermičkih procesa obrade drva, br. 1, str. 29 – 34.

630*863.21 Ploče iverice, proizvodnja i svojstva

D e l M e n e z z i, C. H. S.; R i b e i r o, B. R.; S t e r n a d t, G. H.; T e i x e i r a, D. E.; O k i n o Y o s c h i c o A r a k i, E.: Utjecaj toplinske obrade na neka svojstva površine iverice s orijentiranim iverjem, br.2, str. 61 – 67.

B a l d u c c i, F.; H a r p e r, C.; M e i n l s c h m i d t, P.; D i x, B.; S a n a s i, A.: Razvoj inovativnih ploča iverica, br. 3, str. 131 – 136.

L ü b k e, H.; B o r ũ v k a, V.; B a b i a k, M.: Vlakanca sekundarnih ligno-celuloznih materijala i njihov utjecaj na svojstva izolacijskih ploča vlaknatica, br. 4, str. 157 – 162.

630*945 Informativna i savjetodavna služba

D e s p o t, R.; B i h a r, Z.: Bibliografija članaka, stručnih informacija i izvještaja objavljenih u *Drvnoj industriji* u volumenu 58 (2007 godina), UDK i ODK, br.1, str. 35 – 38.

B o g n e r, A.; P e r v a n, S.: Ustrojstvo primjene međunarodnog fitosanitarnog standarda ISPM, br.1, str. 39 – 41.

*** Spačva, d.d. – jedna od vodećih drvnoprerađivačkih tvrtki u Hrvatskoj, br.1, str. 43.

M a t o š e v i ć, R.: FSC certifikacija šuma i drvnih proizvoda, br. 1, str. 45.

*** Hrvatsko šumarsko društvo (HŠD), br. 1, str. 46.

*** Šumarski list, br. 1, str. 47.

S v e t i n a, T.: Groove – elegancija koja nadahnjuje, br. 2, str 87 – 88.

M a t o š e v i ć, R.: FSC certifikacija šuma i drvnih proizvoda, br. 2, str. 89.

*** Hrvatsko šumarsko društvo (HŠD), br. 2, str. 90.

*** Šumarski list, br. 2, str. 91.

M o t i k, D.: Investment projects, nova knjiga autora Jelačić, D. i Drabek, J., br. 3, str. 141.

M a t o š e v i ć, R.: FSC certifikacija šuma i drvnih proizvoda, br. 3, str. 142.

*** Hrvatsko šumarsko društvo (HŠD), br. 3, str. 143.

*** Šumarski list, br. 3, str. 143.

B u b l i ć, A.: Novi izazovi i trendovi na Ambijenti 2008., br. 4, str. 189 – 195.

M a t o š e v i ć, R.: FSC certifikacija šuma i drvnih proizvoda, br. 4, str. 206.

*** Hrvatsko šumarsko društvo (HŠD), br. 4, str. 207.

*** Šumarski list, br. 4, str. 208.

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

J i r o u š- R a j k o v i ć, V.: Osvrt na međunarodno savjetovanje Ambijenta 2008: Drvo je prvo – svojstva, tehnologija, valorizacija, primjena, br. 3, str. 137 – 140.

D o m l j a n, D.; K a j a p i, M.: Listopad u znaku izložbi dizajna, br. 4, str. 196 – 202.

J u g, M.: WEINIG – nekada san, danas stvarnost i budućnost, br. 4, str. 203 – 205.

674.093 Pilane. Piljenje

I š t v a n i ć, J.; A n t o n o v i ć, A.; G r e g e r, K.; P e r v a n, S.; J a m b r e k o v i ć, V.; B e n k o v i ć, Z.: Pilanarstvo u Republici Hrvatskoj, 1. dio – Povijesni pregled hrvatskog pilanarstva, br. 3, str. 121 – 130.

I š t v a n i ć, J.; A n t o n o v i ć, A.; G r e g e r, K.; P e r v a n, S.; J a m b r e k o v i ć, V.; B e n k o v i ć, Z.; K a v r a n, M.: Pilanarstvo u Republici Hrvatskoj, 2. dio – Hrvatsko pilanarstvo u novom tisućljeću, br. 4, str. 169 – 180.

674.815 Materijali od stlačenog drvnog iverja u obliku ploča, podnih obloga, kalupa

D e l M e n e z z i, C. H. S.; R i b e i r o, B. R.; S t e r n a d t, G. H.; T e i x e i r a, D. E.; O k i n o Y o s c h i c o A r a k i, E.: Utjecaj toplinske obrade na neka svojstva površine iverice s orijentiranim iverjem, br. 2, str. 61 – 67.

dr. sc. Bogoslav Šefc
Zlatko Bihar

Saman

NAZIVI I NALAZIŠTE

Saman je vjerojatno najčešći trgovački naziv za botaničku vrstu *Samanea saman* (Jacq.) Merr. iz porodice *Fabaceae* (mahunarke). Postoji mnoštvo botaničkih sinonima među kojima su *Acacia propinqua* A.Rich., *Albizzia saman* (Jacq.) Merr. (orth.var), *Calliandra saman* (Jacq.) Griseb., *Enterolobium saman* (Jacq.) Prain, *Feuillea saman* (Jacq.) Kuntze, *Inga cinerea* Willd., *Inga salutaris* Kunth, *Inga saman* (Jacq.) Willd., *Mimosa pubifera* Poir., *Mimosa saman* Jacq., *Pithecellobium cinereum* Benth., *Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth., *Pithecellobium saman* var. *saman* (Jacq.) Benth., *Pithecolobium saman* (Jacq.) Benth., *Zygia saman* (Jacq.) A.Lyons. Prevladavajuće trgovačko ime saman potječe od riječi **zamang**, što na jednome od karipskih jezika označava stablo iz potporodice Mimosoideae. Saman je prirodno rasprostranjen u Srednjoj i Južnoj Americi, a unesen je na otočja u Tihom oceanu, uključujući Havaje, kao i u jugoistočnu Aziju, gdje je dobio ime Rain Tree (kišno stablo), vjerojatno zato što se za oblačna vremena listovi sklapaju i omogućuju kiši da navlaži tlo ispod njegove krošnje. Uz to nektariji lisnih peteljki izlučuju slatkasti sok koji povremeno kaplje sa stabla kao kiša.

STABLO

Samanea saman veliko je zimzeleno stablo koje može izrasti do visine 50 m. Debla vrlo starih stabala mogu imati prsni promjer 250 cm, a krošnja im može imati promjer oko 60 m. Obično su stabla 25 do 35 m visoka, s deblima prsnog promjera od 40 do 120 cm. Krošnja stabla je široka i kupolasta, veće širine nego visine. Deblo je nepravilno usukano i svinuto, a na donjoj trećini nema grana. Kora je crnkastosiva, s uzdužnim žljebovima i poprečnim pukotinama koje na starim stablima stvaraju uske ljsuke.

DRVO

Makroskopska obilježja

Bjeljika je svijetlo žućkastosiva u sirovom stanju, a srž je crvenkastosmeđa. U prosušenom stanju bjeljika je narančastosiva, a srž je između srčike i bjeljike različitih sivkasto smeđih do zlatnosmeđih tonova. Drvo je blago dvostruko usukane žice, sa širokim prugama i grube teksture, bez određenog okusa i mirisa. Pore sadržavaju sjajne smeđe tvari. Drvo je srednjeg sjaja. Često ima plave točke od napada gljiva. Rastresito je porozno. Pore su dobro vidljive golim okom, na poprečnom su presjeku u skupinama i radijalnim nizovima, gustoće do 4 pore/mm². Drvni su traci uži od pora.

Aksijalni parenhim je paratrahealan, aliforman do konfluentan.

Mikroskopska obilježja

Perforacije članaka traheja su jednostavne. Promjer traheja je veći od 200 mikrometara. Intervaskularne jažice su bradavičaste. Traheje u srži ispunjene su gumastim tvarima. Drvni su traci homocelularni. Česte su vretenaste stanice parenhima i pretinjene stanice s romboidnim kristalima.

Fizikalna i mehanička svojstva

Prosječna gustoća prosušenog drva (ρ_{12-15}) kreće se oko 550 kg/m³, a gustoća sirovoga od 720 do 880 kg/m³. Totalno radijalno utezanje iznosi oko 2 %, tangencijalno oko 3 %, a volumno oko 6 %.

TEHNOLOŠKA SVOJSTVA

Obradivost

Drvo samana lako se pili, ali površine s dvostruko usukanom žicom mogu ispasti hrapave i kovrčave. Slično vrijedi za bušenje, blanjanje i tokarenje. Sirovo se drvo lakše tokari. Drvo samana općenito je dobre kakvoće za duborez. Utori se lako izrađuju, osim u materijalu s dvostruko usukanom žicom. Brusi se dobro, a politira odlično. Općenito se dobro obrađuje ručnim alatima.

Sušenje

Saman se suši lako, s vrlo malo grešaka. Za vrijeme sušenja mogu se pojaviti sitne pukotine na čelima, te neznatna koritavost i vitoperenje.

Trajnost i zaštita

Bjeljika je vrlo podložna napadu ksilofagnih insekata i gljiva uzročnica truleži, dok je srž srednje otporna. Srž je otporna na napad termita. Drvo samana podložno je napadu gljiva uzročnika plavila. Bjeljika se lako, potpuno i jednolično impregnira zaštitnim sredstvima, a srž se umjereno teško impregnira.

Uporaba

Drvo *Samanea saman* upotrebljava se uglavnom za proizvodnju posuda, pladnjeva, rezbarije, izradu namještaja, furnira, drvenih stupova (impregnirano), obloga i tokarenih proizvoda.

Napomena

Saman je u trgovini poznat i cijenjen po tome što se od njega proizvode drvene posude i slični proizvodi, po čemu je dobio jedno od trgovačkih imena *monkey-pod tree'* Stablo je omiljeno zbog široke sjene koju stvara.

Literatura

1. Brazier, J. D.; Franklin, G. L. 1961: Identification of Hardwoods - A microscope key, FPR Bulletin No. 46, HMSO, London.
2. *** 1964: Wood dictionary, Elsevier publishing company, Amsterdam.
3. *** 1994: Woods of the world, Tree talk, Inc., 431 Pine Street, Burlington, VT 05402.
4. *** 1960: Identification of Hardwoods - A lens key, FPR Bulletin No. 25, HMSO, London.
5. <http://www.rngr.net/Publications/ttsm/Folder.2003-07-11.4726/PDF.2004-03-16.2148/file>

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

Upute autorima

Sve autore molimo da prije predaje rukopisa pažljivo prouče sljedeća pravila. To će poboljšati suradnju urednika i autora te pridonijeti skraćenju 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 recenzije.

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 drvni proizvodi, uključivši i proizvodnu, upravljačku i tržišnu problematiku u drvnoj industriji.

Predaja rukopisa razumijeva uvjet da rad nije već predan negdje drugdje radi objavljivanja i da nije već objavljen (osim sažetka, dijelova objavljenih 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 prihvatanju članka (prema preporukama recenzenata) donosi Urednički odbor.

Svi prilogi 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 izvijestaviti 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 1/2 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 obdaju se slijedno. 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 podcrтана.

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 omogući 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 slijedno obdaju 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 obdajene 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 listu, 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 poledini 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. (Badun, 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: *Badun, S. 1965: Fizička i mehanička svojstva hrastovine iz šumskih predjela Ludbrenik, Lipovljani. Drvna 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.

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 A4 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 let-

ters 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 Holzerzeugnisse*. 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.

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.