

# strojarstvo

Časopis za teoriju i praksu u strojarstvu = Journal for Theory and Application  
in Mechanical Engineering = Журнал для машиностроительной теории и  
практики = Zeitschrift zur Theorie und Praxis des Maschinenwesens

Godište (Volume) 53

ZX470/1506-1515

Zagreb, svibanj-lipanj (May-June) 2011.

Broj (Number) 3

Stranica (Page) 149-238

## Uredništvo i uprava (Head and Editorial Office):

Berislavićeva 6/I, 10000 Zagreb, Republic of Croatia;

Telefon/telefaks +385 (0)1 487 24 97,

www.hsbs.hr; E-pošta: uprava@hsbs.hr

## Osnivač i izdavač (Founder and Publisher):

Hrvatski strojarški i brodograđevni inženjerski savez (Croatian Union of Mechanical Engineers and Naval Architects)

## Glavni urednik (Editor-in-Chief):

Bernard FRANKOVIĆ

Uredništvo časopisa *Strojarstvo*, Berislavićeva 6/I, HR-10000 Zagreb,

telefon/telefaks +385 (0) 1 487 24 97

E-pošta: journal-strojarstvo@hsbs.hr, journalst@hsbs.hr

## Urednici rubrika (Contributing Editors):

Zvonko BENČIĆ, Zarko BURIĆ, Bernard FRANKOVIĆ, Željimir ORŠANIĆ, Igor SUTLOVIĆ i/and Srećko TURINA

## Urednički odbor (Editorial Board):

Antun GALOVIĆ (Zagreb), Vladimir MEDICA (Rijeka), Ivica VEŽA (Split) i/and Marija Živić (Slavonski Brod)

## Međunarodno uredničko vijeće (International Editorial Board):

Vatroslav GRUBIŠIĆ (Fraunhofer Institut - Darmstadt, Njemačka), Janez GRUM (Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani), Zygmunt HADUCH SUSKI (Universidad de Monterrey - Monterrey, Meksiko), Branko KATALINIĆ (Technische Universität - Wien, Austrija), Jurij KROPE (Fakulteta za kemiju in kemijsko tehnologiju, Univerza v Mariboru, Slovenija), Elso KULJANIĆ (University of Udine - Udine, Italija, & Tehnički fakultet - Rijeka, Hrvatska), Stanislaw LEGUTKO (Politechnika Mechanicznej, Poznańska Instytut Technologii - Poznań, Poljska), Damir PEČORNIK (Technische Hochschule Mannheim, Njemačka), Adolf ŠOSTAR (Tehniška fakulteta - Maribor, Slovenija) i/and Roman WIELGOSZ (Politechnika Krakowska - Kraków, Poljska)

## Savjet časopisa (Journal Council):

Akademija tehničkih znanosti (Stanko TONKOVIĆ); Brodogradilište 3. maj - Rijeka (Edi KUČAN); Brodogradilište Uljanik - Pula (Renato FONOVIĆ); Centar za transfer tehnologija, Zagreb (Mladen ŠERCER); Đuro Đaković Holding d.d. Slavonski Brod (Zdravko STIPETIĆ); Energetski Institut Hrvoje Požar Zagreb (Goran GRANIĆ); Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu - Split (Boženko BILIĆ, Željko DOMAZET, Tomislav KILIĆ); Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu - Zagreb (Tonko ČURKO, Ivan JURAGA, Milan KOSTELAC, Nikola RUŽIŃSKI, Željimir SLADOLJEV, Dragutin TABORŠAK); Hrvatska komora inženjera strojarstva (Luka ČARAPOVIĆ); Hrvatski registar brodova - Split (Nenad VULIĆ); Hrvatski strojarški i brodograđevni inženjerski savez - Zagreb (Bernard FRANKOVIĆ, Ante KRSTULOVIĆ); Institut Končar Zagreb (Stjepan CAR); INAS-Zagreb - Zagreb (Branimir MILČIĆ); Institut Ruder Bošković - Zagreb (Dražen VIKIĆ TOPIĆ); Strojarški fakultet Slavonski Brod Sveučilišta J.J. Strossmayer Osijek - Slavonski Brod (Dražan Kozak); Sveučilište J.J. Strossmayer Osijek - Slavonski Brod (Ivan SAMARDŽIĆ); Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu - Zagreb (Stjepan RISOVIĆ); Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci - Rijeka (Vladimir MEDICA) i/and Uredništvo časopisa *Strojarstvo* - Zagreb (Ivica LIBRIĆ)

## Lektori (Linguistic Advisers):

Leopoldina-Veronika BANAIŠ, Betty BONETTI i/and Zdravko VNUČEC

## Korektori (Proofreaders):

Anka GLAVAN, Sanja HEBERLING-DRAGIČEVIĆ, Zdenka HERCEGOVAC, Anita HEROLD, Mira HORVATEK-MRŠIĆ, Mario ŠLOSAR, Elisa VELČIĆ i/and Zdravko VNUČEC

## Mjeriteljski pregled (Measuring survey):

Branimir BARIŠIĆ i/and Zdravko VNUČEC

## Tehnički urednik (Technical Editor):

Igor SUTLOVIĆ

## Časopis izlazi dvomjesečno (Journal published bimonthly)

## Računalni slog i prijelom (Computer typesetting and screen break):

Fintrade&tours d.o.o. - Brestovice 50, HR - 51215 Kastav

Tisak (Print): Fintrade&tours d.o.o. - Brestovice 50, HR - 51215 Kastav

Uređenje zaključeno (Preparation ended): 2011-04-30.

Abecedni popis autora i suradnika koji su, osim stalnih suradnika, sudjelovali u formiranju ovog broja - autori članaka i prikaza tiskani su *kurzivom*. (An alphabetical list of the authors and contributors who, beside the permanent contributors, have participated in forming this issue - the authors of the papers and reviews are printed in *italics*):

BENČIĆ, Zvonko; BERK, Peter; BLECICH, Paolo; BONEFAČIĆ, Igor; BOŠNJAKOVIĆ, Branko; BUDIMIR, Marko; BULIĆ, Neven; BURZIĆ, Zijah; ČARIJA, Zoran; ČORAK CVJETIČANIN, Zrinka; DOLŠAK, Bojan; ĐORĐEVIĆ, Amelija; FRANKOVIĆ, Bernard; GALOVIĆ, Antun; GERIĆ, Katarina; GLAŽAR, Vladimir; HARMAN, Blahoslav; KALJUN, Jasmijn; KLARIN, Branko; KOSTELAC, Milan; KROPE, Jurij; LAKOTA, Miran; LEGUTKO, Stanislav; LENIĆ, Kristian; MAKSIMOVIĆ, Mirko; MAKSIMOVIĆ, Stevan; MEDICA, Vladimir; MILOŠEVIĆ, Špiro; MURŠEC, Bogomir; NOVAK, Peter; OBAD, Milenko; OPALIĆ, Milan; ORLIĆ, Ivica; ORUĆ, Vedat; ÖZDINIÇ ÇARPINLIOĞLU, Melda; PAVLOVIĆ, Milan; PAVKOVIĆ, Branimir; PEČORNIK, Damir; PETOŠIĆ, Antonio; PRELEC, Zmagoslav; RADAKOVIĆ, Zoran; RAOS, Miomir; RADOSAVLJEVIĆ, Jasmina; RAKUN, Jurij; RUNKO-LUTENBERGER, Lidija; SKOK, Srdan; SMOLJAN, Božo; STAJNKO, Denis; SUMINA, Damir; STAŠEVIĆ, Milenko; STANIŠA, Branko; TODOROVIĆ, Branimir; VEREŠ, Miroslav; VEŽA, Ivica; VINDIS, Peter; WOLF, Igor; ŽIVKOVIĆ, Ljiljana i/and ŽIVKOVIĆ, Nenad.

Mikrofilmovi ili preslike svih originalnih radova objavljenih u časopisu *Strojarstvo* mogu se naručiti preko ovlaštenog posrednika (Microfilms or hard copies of all published original papers in the journal *Strojarstvo*, can be ordered through our representative): Bowker A & I Publishing, 245 West 17<sup>th</sup> Street, New York, NY 10011, Tel. 212/337-0174, USA.

Uredništvo sve radove prihvaća i provjerava u najboljoj namjeri, ali ne odgovara za autorske sadržaje priloga u cjelini ili u bilo kojem dijelu, kao niti za eventualne autorske pravne povrede.

Editors accept and check the works with the best of intentions. They have, however, no responsibility for the contents of the work given by the author, either in whole or in part nor for any possible legal violation of authors' rights.

Časopis većim dijelom sufinancira Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske - Zagreb. Evidentiran je u javnim glasilima Ministarstva informiranja Republike Hrvatske pod brojem 523-90-2 od 6. srpnja 1990. godine.

*Strojarstvo* izlazi u pravilu u šest brojeva godišnje • Godišnja pretplata (za 2011.): 300 kn za pravne osobe iz Hrvatske (pojedini broj 50 kn); 120 kn za privatne osobne pretplatnike iz Hrvatske (pojedini broj 20 kn); 50 EUR za dostavu u Bosnu i Hercegovinu, Makedoniju i Sloveniju; 75 EUR za dostavu u ostale europske države; 100 EUR za dostavu u neeuropske države • Pretplatu prima: Uredništvo časopisa *Strojarstvo*, za tuzemstvo na žiro-račun u Zagrebačkoj banci, d.d., Zagreb, broj 2360000-1101563353, a za inozemstvo na devizni račun: Zagrebačka banka d.d. 2500-3229718 • Rukopise ne vraćamo.

As a rule *Strojarstvo* is published 6 times annually • Annual subscription (for 2011): for registered persons (abroad) 100 EUR, for private persons 50 EUR; an additional 25 EUR for air or registered mail • Subscriptions are to be addressed in favour of Editorial office of Journal *Strojarstvo*, with bank account No. 2500-3229718 in Zagrebačka banka d.d., Zagreb, Croatia • Manuscripts are not returned.

Časopis *Strojarstvo* prenose sljedeći sekundarni izvori odnosno baze podataka (Journal *Strojarstvo* is referred through the following secondary sources and date bases): Chemical Abstracts, Current Contents: Engineering, Technology & Applied Sciences, Engineering Index Monthly, Metal Abstracts, Corrosion Abstracts, C A D - C A M Abstracts, Environment Abstracts, Fluidex, Mechanical Engineering Abstracts, Aluminium Industry Abstracts, VINITI, World Textile Abstracts.

Naklada 1000 primjeraka/Printed in 1000 copies.

## Oglaš (Advertisements):

Ekonerg (Hrvatska)	II
Siemens	150
HSBIS - seminari	220, 238
Weishaupt (Hrvatska)	III
Viessmann (Hrvatska)	IV