

# 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) 51

ZX470/1411-1425

Zagreb, studeni-prosinac (November-December) 2009.

Broj (Number) 6

Stranica (Page) 525-694

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

Berislavićeva 6/1, 10000 Zagreb, Republic of Croatia;  
Telefon/telefaks +385 (0)1 487 24 97,  
www.hsbsis.hr; E-pošta: uprava@hsbsis.hr

## Osnivač i izdavač (Founder and Publisher):

Hrvatski strojarski i brodogradni inženjerski savez (Croatian Union of Mechanical Engineers and Naval Architects)

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

**Bernard FRANKOVIĆ**  
Uredništvo časopisa *Strojarstvo*, Berislavićeva 6/1, HR-10000 Zagreb,  
telefon/telefaks +385 (0) 1 487 24 97  
E-pošta: journal-strojarstvo@hsbsis.hr, journalst@hsbsis.hr

## Urednici rubrika (Contributing Editors):

Zvonko **BENČIĆ**, Žarko **BURIĆ**, Bernard **FRANKOVIĆ**, Aleksandar **GREGURIĆ**,  
Želimir **ORŠANIĆ**, Igor **SUTLOVIĆ** i/and Srećko **TURINA**

## Urednički odbor (Editorial Board):

Antun **GALOVIĆ** (Zagreb), Dražan **KOZAK** (Slavonski Brod), Vladimir **MEDICA**  
(Rijeka) i/and Ivica **VEŽA** (Split)

## Međunarodno uredničko vijeće (International Editorial Board):

Vatroslav **GRUBIŠIĆ** (Fraunhofer Institut - Darmstadt, Njemačka), Janez **GRUM**  
(Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani), Zygmunt **HADUCH SUSKI** (Uni-  
versidad de Monterrey - Monterrey, Meksiko), Branko **KATALINIĆ** (Technische  
Universität - Wien, Austrija), Jurij **KROPE** (Fakulteta za kemiju in kemijsko teh-  
nologiju, Univerza v Mariboru, Slovenija), Elso **KULJANIĆ** (University of Udine  
- Udine, Italija, & Tehnički fakultet - Rijeka, Hrvatska), Damir **PEČORNIK** (Teh-  
nische 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  
(**Željko STARČEVIĆ**); Brodogradilište Uljanik - Pula (**Renato FONOVIĆ**); Centar  
za transfer tehnologija, Zagreb (**Ivan JURAGA**); Đuro Đaković Holding d.d. Sla-  
vonski 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**, **Izvor GRUBIŠIĆ**,  
**Milan KOSTELAC**, **Osman MUFTIĆ**, **Nikola RUŽINSKI**, **Želimir SLADOLJEV**,  
**Dragutin TABORŠAK**); Hrvatska komora inženjera strojarstva (**Luka ČARAPOVIĆ**);  
Hrvatski registar brodova - Split (**Nenad VULIĆ**); Hrvatski strojarski i brodogra-  
dveni inženjerski savez - Zagreb (**Bernard FRANKOVIĆ**, **Ante KRSTULOVIĆ**); In-  
stitut Končar Zagreb (**Stjepan CAR**); INAS-Zagreb - Zagreb (**Branimir MILČIĆ**);  
Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa RH (**Dražen VIKIĆ TOPIĆ**); Strojarski  
fakultet Slavonski Brod Sveučilišta J.J. Strossmayer Osijek - Slavonski Brod (**Ivan  
SAMARDŽIĆ**); Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu - Zagreb (**Stjepan RISO-  
VIĆ**); Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci - Rijeka (**Tonči MIKAC**); i/and Uredniš-  
tvo časopisa *Strojarstvo* - Zagreb (**Ivica LIBRIĆ**)

## Lektori (Linguistic Advisers):

Leopoldina-Veronika **BANAŠ**, 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

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

**Uredjenje zaključeno (Preparation ended):** 2009-10-31

**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):**

*BEGIĆ HADŽI PAŠIĆ, Anita; BALEN, Igor; BARIŠIĆ, Branimir; BENČIĆ, Zvonko; BOŽIKOVA, Jana; CAR, Zlatan; ČORNÝ, Ivan; FAFANDJEL, Niša; FINK, Rok; FRANKOVIĆ, Bernard; GLAĐEŽ, Srećko; GLAŽAR, Vladimir; GREGOV, Goran; GRILEC, Krešimir; HADJINA, Marko; HERAKOVIĆ, Niko; HEROLD, Zvonko; LAKOTA, Miran; LENIĆ, Kristian; LOVRIN, Neven; KLARIN, Branko; KOSTELAC, Milan; KRAJCAR, Slavko; MAGAZINOVIC, Gojko; MALINA, Jadranka; MALINA, Marijan; MARUNIC, Gordana; MARO, Jelić; MATULJA, Tin; MEDICA, Vladimir; MEDVED, Sašo; MÜLLER, Andreas; OPALIĆ, Milan; PAVKOVIĆ, Branimir; PEČORNIK, Damir; PETROVIĆ, Predrag; POMENIĆ, Loreta; RAČIĆ, Nikola; REDE, Vera; SMOLJAN, Božo; STANIŠA, Branko; STAJNKO, Denis; STATON, Dave; STRAKA, L'uboslav; ŠKIFIĆ, Nedjeljko; ŠUŠNJIĆ, Livio; TEPIĆ, Jovan; TERZE, Zdravko; VEŽA, Ivica; VRDOLJAK, Milan i/and WOLF, Hinko.*

**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 2009.): 300 kn za pravne osobe iz Hrvatske (pojedini broj 50 kn); 120 kn za privatne osobe pretplatnike iz Hrvatske (pojedini broj 20 kn); 50 EUR za dostavu u Bosni i Hercegovini, Makedoniju i Sloveniju; 75 EUR za dostavu u ostale europske države; 100 EUR za dostavu u neeuropske države • Pretplatu prima: Uredništvo časopisa *Strojarstvo*, za tužemstvo 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 2009): 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 data 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, http:// hrcak.srce.hr, SCOPUS.

Naklada 1000 primjeraka/Printed in 1000 copies.

## Oglaš (Advertisements):

Ekonerger (Hrvatska)	II
Siemens	526
HSBIS-seminari	554, 656
Priručnik	596
Đuro Đaković Inženjering d.d.	622
Termocommerce	632
Đuro Đaković Holding d.d.	648
HSBIS-radionice	666
Energy and the Environment	683
Weishaupt (Hrvatska)	III
Viessmann (Hrvatska)	IV