

# 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

ZX470/1498-1505

Zagreb, ožujak-travanj (March-April) 2011.

Broj (Number) 2

Stranica (Page) 69-148

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

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

## Urednici rubrika (Contributing Editors):

Zvonko BENCIĆ, Žarko 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 (Uni-  
versidad de Monterrey - Monterrey, Meksiko), Branko KATALINIĆ (Technische Uni-  
versität - 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 (Politehnika  
Mechanicznej, Poznańska Instytut Technologii - Poznań, Poljska), Damir PE-  
ČORNIK (Technische Hochschule Mannheim, Njemačka), Adolf ŠOSTAR (Tehniška  
fakulteta - Maribor, Slovenija) i/and Roman WIELGOSZ (Politehnika Krakowska  
- Kraków, Poljska)

## Savjet časopisa (Journal Council):

Akademija tehničkih znanosti (*Stanko TONKOVIĆ*); Brodogradilište 3. maj - Ri-  
jeka (*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*); Hrvat-  
ski 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 Ko-  
zak*); 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 BANAS, Betty BONETTI i/and Zdravko VNUČEĆ

## Korektori (Proofreaders):

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

## Mjeriteljski pregled (Measuring survey):

Branimir BARIŠIĆ i/and Zdravko VNUČEĆ

## 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

Urednje zaključeno (Preparation ended): 2011-02-28/

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):

ARSOVSKI, Slavko; ARSOVSKI, Zora; BRATKO, Ivan; BUDIMIR, Marko;  
BENCIĆ, Zvonko; BOŠNJAKOVIĆ, Branko; ČARIJA, Zoran; ČATIĆ, Igor;  
ČAVRAK, Marko; ČORAK CVJETIČANIN, Zrinka; DOBRINIĆ, Julijan;  
FAFANDJEL, Nikša; FRANKOVIĆ, Bernard; GALOVIĆ, Antun; HADJINA,  
Marko; ILEŠ, Davor; KAŠAĆ, Josip; KATAVIĆ, Boris; KIROLA, Marijo;  
KLARIN, Branko; KOLIĆ, Damir; KOSTELAC, Milan; KOZAK, Dražan;  
KOZIĆ, Mirko; LAZIĆ, Miodrag; LEGUTKO, Stanislav; LENIĆ, Kristian;  
MARTINOVIĆ, Goran; MARKOVINA, Roko; MATULJA, Tin; MEDICA,  
Vladimir; MILOŠEVIĆ, Špiro; MIROVIĆ, Zora; NOVAKOVIĆ, Branko;  
ORLIĆ, Ivo; PAVLOVIĆ, Milan; PAVKOVIĆ, Branimir; PEČORNIK, Damir;  
PRELEC, Zmagoslav; PUHARIĆ, Mirjana; RISTIĆ, Slavica; RUBEŠA,  
Rajko; RUNKO-LUTENBERGER, Lidija; SLUGA, Alojzij; SRDOČ, Alira;  
STANIŠA, Branko i/and VAVROUS, Matija.

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  
2010.): 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 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 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 2010): 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.

## Oglasi (Advertisements):

Ekoneg (Hrvatska)	II
Siemens	70
Hrvatska komora	112
Weishaupt (Hrvatska)	III
Viessmann (Hrvatska)	IV