

Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti –
Znanstveno vijeće za pomorstvo
*Croatian Academy of Sciences and Art –
The Scientific Council for Maritime Affairs*

Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci
Faculty of Engineering, University of Rijeka
Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci
Faculty of Maritime Studies, University of Rijeka
Fakultet za pomorstvo i promet Sveučilišta u Ljubljani
*Faculty of Maritime Studies and Transport
University of Ljubljana*
Udruga za proučavanje i razvoj pomorstva
*Association for Research and Development
of Maritime Industries*

VIII. MEĐUNARODNO SAVJETOVANJE
O MORSKOJ TEHNOLOGIJI
in memoriam akademiku
Zlatku Winkleru
15. – 16. studenog 2019.
na Tehničkom fakultetu Sveučilišta u Rijeci

8th INTERNATIONAL CONFERENCE
ON MARINE TECHNOLOGY
in memoriam of the academician
Zlatko Winkler
November 15 and 16, 2019
at the Faculty of Engineering
University of Rijeka

Zbornik radova

Conference Proceedings

Rijeka, MMXX.

TEHNIČKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI
Faculty of Engineering, University of Rijeka

POMORSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI
Faculty of Maritime Studies, University of Rijeka

UDRUGA ZA PROUČAVANJE I RAZVOJ POMORSTVA
Association for Research and Development of Maritime Industries

FAKULTET ZA POMORSTVO I PROMET SVEUČILIŠTA U LJUBLJANI
Faculty of Maritime Studies and Transport University of Ljubljana

Za nakladnika – For publisher
Prof. dr. sc. Duško Pavletić
Izv. prof. dr. sc. Siniša Vilke

Urednički odbor – Editorial Bord
Prof. dr. sc. Albert Zamarin
Prof. emeritus Julijan Dobrinić
Izv. prof. dr. sc. Marko Hadjina
Izv. prof. dr. sc. Tin Matulja
Izv. prof. dr. sc. Siniša Vilke

Glavni urednik – Editor-in-chief
Prof. dr. sc. Albert Zamarin

Tehnički urednik – Executive Editor
Marko Perčić

Recenzenti / Reviewers

Prof. emeritus Julijan Dobrinić	Prof. dr. sc. Špiro Ivošević
Prof. dr. sc. Elen Twrdy	Prof. dr. sc. Zoran Vukić
Prof. dr. sc. Andrzej Grzadzela	Prof. dr. sc. António M. Pascoal
Prof. dr. sc. Roko Dejhalla	Prof. dr. sc. Albert Zamarin
Prof. dr. sc. Tomislav Mrakovčić	Prof. dr. sc. Jakov Dulčić
Prof. dr. sc. Zoran Čarija	Prof. dr. sc. Radoslav Radonja
Prof. dr. sc. Lado Kranjčević	Prof. dr. sc. Robert Bašan
Prof. dr. sc. Branko Blagojević	Izv. prof. dr. sc. Jerko Škifić
Izv. prof. dr. sc. Dario Ban	Izv. prof. dr. sc. Boris Ljubenkov
Izv. prof. dr. sc. Goran Vukelić	Izv. prof. dr. sc. Jerolim Andrić
Izv. prof. dr. sc. Smiljko Rudan	Izv. prof. dr. sc. Marko Hadjina
Izv. prof. dr. sc. Siniša Družeta	Izv. prof. dr. sc. Lidija Runko Luttenberger
Izv. prof. dr. sc. Saša Sladić	Izv. prof. dr. sc. Tin Matulja
Izv. prof. dr. sc. Siniša Vilke	Doc. dr. sc. Vedran Mrzljak
Doc. dr. sc. Dunja Legović	Doc. dr. sc. Sunčana Smokvina
Doc. dr. sc. Bosiljka Mustać	Doc. dr. sc. Dario Iljkić
Doc. dr. sc. Stefan Ivić	Doc. dr. sc. Neven Hadžić
Doc. dr. sc. Nikola Vladimir	Doc. dr. sc. Ozren Bukovak
Doc. dr. sc. Anton Turk	Dr. sc. Zoran Mravak
Dr. sc. Stewart T. Schultz	

Grafičko oblikovanje i prijelom – Lay-out and graphic design
Marko Perčić

Tisak – Print
Tiskara i grafika Viškovo d.o.o.

Naklada – Issue
100 Primjeraka – 100 copies

**Organizatori
Host Organisation**

Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci

Faculty of Engineering University of Rijeka

Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci

Faculty of Maritime Studies University of Rijeka

Fakultet za pomorstvo i promet Sveučilišta u Ljubljani

Faculty of Maritime Studies and Transport University of Ljubljana

Udruga za proučavanje i razvoj pomorstva

Association for Research and Development of Maritime Industries

Pod pokroviteljstvom

Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti

Razred za tehničke znanosti

Under auspices of

The Croatian Academy of Sciences and Arts

The Department of Technical Sciences

Počasni odbor / Honorary Committee

Oleg Butković, dipl. ing., Ministar pomorstva, prometa i
infrastruktura / *Minister of Maritime Affairs, Transport and
Infrastructure*

Akademik Ivo Senjanović, predsjednik Znanstvenog vijeća
za pomorstvo HAZU / *Chairman of the Scientific Council for
Maritime Affairs - Croatian Academy of Sciences and Arts*

Zlatko Komadina, Župan Primorsko-goranske županije /
County President of Primorsko-goranske County

Mr.sc. Vojko Obersnel, gradonačelnik grada Rijeke / *City
of Rijeka Mayor*

Prof. dr. sc. Snježana Prijic-Samaržija, rektorica Sveučilišta
u Rijeci / *Rector, University of Rijeka*

Prof.dr.sc. Vidoje Vujić, predsjednik Hrvatske gospodarske
komore - Županijske komore Rijeka / *President of the Croatian
Chamber of Economy - County Chamber Rijeka*

Siniša Ostojić, direktor sektora komercijale i marketinga
Hrvatske brodogradnje-Jadranbrod d.d. / *Commercial &
Marketing Director, Croatian Shipbuilding Corporation*

Prof.dr.sc. Vladimir Androćec, Predsjednik Akademije
tehničkih znanosti Hrvatske / *President of the Croatian Academy
of Engineering*

Prof.dr.sc. Alen Jugović, dekan Pomorskog Fakulteta
Sveučilišta u Rijeci / *Dean, Faculty of Maritime Studies,
University of Rijeka*

Prof.dr.sc. Zvonimir Guzović, dekan Fakulteta strojarstva
i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu / *Dean of Faculty of
Mechanical Engineering and Naval Architecture, University
of Zagreb*

Prof.dr.sc. Duško Pavletić, dekan Tehničkog fakulteta
Sveučilišta u Rijeci / *Dean, Faculty of Engineering, University
of Rijeka*

Izvršni odbor / Executive Committee

Prof. dr. sc. Albert Zamarin predsjednik / *chairman*

Prof. emeritus Julijan Dobrinic,

Prof. dr. sc. Tomislav Mrakovčić,

Izv.prof.dr.sc. Marko Hadjina,

Izv.prof.dr.sc. Tin Matulja,

Marko Perčić, mag. ing. mech.

Organizacijski odbor / Organizing Committee

Prof.dr.sc. Albert Zamarin, predsjednik / *chairman*

Prof.dr.sc. Tomislav Mrakovčić, dopredsjednik / *vice chairman*

Izv.prof.dr.sc. Marko Hadjina, tajnik / *secretary*

Prof. emeritus Julijan Dobrinic

Dr. sc. Igor Rožanić

Prof.dr.sc. Elen Twrdy

Prof.dr.sc. Špiro Ivošević

Prof.dr.sc. Zoran Vukić

Prof.dr.sc. Jakov Dulčić

Izv.prof.dr.sc. Lidija Runko Luttenberger

Izv.prof.dr.sc. Goran Vukelić

Izv.prof.dr.sc. Tin Matulja

Izv.prof.dr.sc. Siniša Vilke

Marko Perčić, mag.ing.mech.

**Međunarodni znanstveni odbor / International Scientific
Committee**

Izv.prof.dr.sc. Jerolim Andrić, Fakultet strojarstva i
brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu / *Faculty of Mechanical
Engineering and Naval Architecture, University of Zagreb*

Prof. dr. sc. Branko Blagojević, Fakultet elektrotehnike,
strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu / *Faculty of
Electrical Engineering, Mechanical Engineering and Naval
Architecture University of Split*

Prof. dr. sc. Roko Dejhalla, Tehnički fakultet Sveučilišta u
Rijeci / *Faculty of Engineering, University of Rijeka*

Prof. emeritus Julijan Dobrinic, Tehnički fakultet Sveučilišta
u Rijeci / *Faculty of Engineering, University of Rijeka*

Prof. dr. sc. Jakov Dulčić, Institut za oceanografiju i
ribarstvo Split / *Institute of Oceanography and Fisheries Split*

Prof. dr. sc. Bernard Franković, Sveučilište u Puli /
University of Pula

Izv. prof. dr. sc. Marko Hadjina, Tehnički fakultet Sveučilišta
u Rijeci / *Faculty of Engineering, University of Rijeka*

Prof.dr.sc. Andrzej Grządziela, Faculty of Mechanical and
Electrical Engineering University of Gdynia, Poland

Prof.dr.sc. Špiro Ivošević, Pomorski fakultet Kotor, Crna
Gora / *Maritime Faculty Kotor, Montenegro*

Asist. Prof. dr.sc. Jasmin Jelovica, University of British
Columbia Faculty of Applied Science, Vancouver, Canada

Izv.prof.dr.sc. Lidija Runko Luttenberger, Politehnika
Sveučilište u Rijeci / *Polytechnics University of Rijeka*

Izv.prof.dr.sc. Boris Ljubenkov, Fakultet elektrotehnike,
strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu / *Faculty of
Electrical Engineering, Mechanical Engineering and Naval
Architecture University of Split*

Izv.prof. dr. sc. Tin Matulja, Tehnički fakultet Sveučilišta u
Rijeci / *Faculty of Engineering, University of Rijeka*

Prof. dr. sc. Tomislav Mrakovčić, Tehnički fakultet Sveučilišta
u Rijeci / *Faculty of Engineering, University of Rijeka*

Dr.sc. Zoran Mravak, Marine and Offshore Division, Offshore
Oper. & Services, Bureau Veritas, Paris, France

Prof. D.Sc. António M. Pascoal, Instituto Superior Técnico
(IST), Lisbon, Portugal

Izv.prof. dr. sc. Smiljko Rudan, Fakultet strojarstva i
brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu / *Faculty of Mechanical
Engineering and Naval Architecture, University of Zagreb*

Dr. sc. Gorenka Sinovčić, Sekcija za morsku tehnologiju
Znanstvenog vijeća za pomorstvo HAZU / *Section for Marine
Technology*

Prof.dr.sc. Elen Twrdy, Univerza v Ljubljani, Fakulteta
za pomorstvo in promet Slovenija / *University of Ljubljana,
Faculty of Maritime Studies and Transport, Slovenia*

Izv.prof.dr.sc. Siniša Vilke, Pomorski Fakulteti Sveučilišta u
Rijeci / *Faculty of Maritime Studies, University of Rijeka*

Izv.prof.dr.sc. Goran Vukelić, Pomorski Fakulteti Sveučilišta
u Rijeci / *Faculty of Maritime Studies, University of Rijeka*

Prof. dr. sc. Zoran Vukić, Fakultet elektrotehnike i
računarstva Sveučilišta u Zagrebu / *Faculty of Electrical
Engineering and Computing*

Prof. dr. sc. Albert Zamarin, Tehnički fakultet Sveučilišta u
Rijeci / *Faculty of Engineering, University of Rijeka*

Sponzori Sponsors

Ovo Savjetovanje su podržali /
This Conference is supported by:



Jadrolinija Rijeka / Jadrolinija Rijeka, Croatia



Ministarstvo znanosti i obrazovanja Republike Hrvatske /Ministry of
Science and Education of the Republic of Croatia



AITAC d.o.o. Kastav / AITAC



MACK d.o.o. za industrijske projekte / MACK d.o.o. Project Engineering Group



Zaklada Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti / The Foundation of the
Croatian Academy of Sciences and Arts



Pomorski zbornik / Journal of Maritime & Transportation Sciences



Mardesign – Ship Design & Marine Engineering, Rijeka



Brodogradilište Viktor Lenac d.d. / Shipyard Viktor Lenac



Hrvatska brodogradnja Jadranbrod d.d. / Croatian Shipbuilding Corporation Jadranbrod d.d.



Hrvatska gospodarska komora, Županijska komora Rijeka /Croatian Chamber of Economy – County Chamber Rijeka



Uljanik grupa / Uljanik Group



Primorsko-goranska županija / Primorsko-goranska County

UDK 338.47:656.61:504.054(05)

ISSN 0554-6397

IZDAVAČ:

PUBLISHER:

UDRUGA ZA PROUČAVANJE I
RAZVOJ POMORSTVA

ASSOCIATION FOR RESEARCH
AND DEVELOPMENT OF
MARITIME INDUSTRIES



POMORSKI ZBORNIK	Posebno izdanje	STR. 394
JOURNAL OF MARITIME & TRANSPORTATION SCIENCES	Special edition	PAGES 394

RIJEKA, 2020.

UREDNIŠTVO POMORSKOG ZBORNIKA

Glavni urednik:

dr.sc. Siniša Vilke, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, Hrvatska

dr. sc. Nikolai Atanasov Velikov, N. Y. Vaptsarov pomorska akademija, Fakultet za navigaciju, Bugarska

dr. sc. Mate Barić, Sveučilište u Zadru, Odjel za pomorstvo, Hrvatska

dr. sc. Željko Bartulović, Sveučilište u Rijeci, Pravni fakultet, Hrvatska

dr. sc. David Brčić, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, Hrvatska

dr. sc. Borna Debelić, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, Hrvatska

dr. sc. Aleksandra Deluka-Tibljaš, Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet, Hrvatska

dr. sc. Julijan Dobrinčić, Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet, Hrvatska

dr. sc. Daniela Gračan, Sveučilište u Rijeci, Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu Opatija, Hrvatska

dr. sc. Ana Gundić, Sveučilište u Zadru, Pomorski odjel, Hrvatska

dr. sc. Neven Grubišić, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, Hrvatska

dr. sc. Marko Hadjina, Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet, Hrvatska

dr. sc. Goran Kniewald, Institut Ruđer Bošković Zagreb, Hrvatska

dr. sc. Rob Konings, Delft Tehnološko sveučilište, Nizozemska

dr. sc. Ljudevit Krpan, Primorsko-goranska županija, Hrvatska

dr. sc. Željko Kurtela, Sveučilište u Dubrovniku, Pomorski odjel, Hrvatska

dr. sc. Livia Maglić, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, Hrvatska

dr. sc. Lovro Maglić, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, Hrvatska

dr. sc. Vladislav Maraš, Sveučilište u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Srbija

dr. sc. Marinko Maslarić, Sveučilište u Novom Sadu, Fakultet za tehničke znanosti, Srbija

dr. sc. Tin Matulja, Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet, Hrvatska

dr. sc. Tomislav Mrakovčić, Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet, Hrvatska

dr. sc. Vedran Mrzljak, Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet, Hrvatska

dr. sc. Emanuela Nan, Sveučilište u Genovi, Odjel za civilno, kemijsko i ekološko inženjerstvo, Italija

dr. sc. Josip Orović, Sveučilište u Zadru, Odjel za pomorstvo, Hrvatska

dr. sc. Helga Pavlić Skender, Sveučilište u Rijeci, Ekonomski fakultet, Hrvatska

dr. sc. Joško Parunov, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Hrvatska

dr. sc. Ana Perić Hadžić, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, Hrvatska

dr. sc. Edvard Tijan, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, Hrvatska

dr. sc. Elen Twrdy, Sveučilište u Ljubljani, Fakultet za pomorstvo i promet Portorož, Slovenija

dr. sc. Maja Uran Maravić, Sveučilište Primorska, Fakultet za turizam, Slovenija

dr. sc. Goran Vojković, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Hrvatska

dr. sc. Albert Zamarin, Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet, Hrvatska

dr. sc. Srđan Žuškin, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, Hrvatska

Lektori:

Zdenka Rogić (Engleski jezik)

Pomorski zbornik izlazi dva puta godišnje. Naklada ovog broja 100 primjeraka.

Priprema i tisak: Tiskara i grafika Viškovo d.o.o.

Tiskano u svibnju 2020.

EDITORIAL BOARD OF THE JOURNAL OF MARITIME & TRANSPORTATION SCIENCES

Editor in Chief:

Siniša Vilke, Ph. D., University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Croatia

Editorial board:

Nikolai Atanasov Velikov, Ph. D., N. Y. Vaptsarov Naval Academy, Faculty of Navigation, Bulgaria

Mate Barić, Ph. D., University of Zadar, Maritime Department, Croatia

Željko Bartulović, Ph. D., University of Rijeka, Faculty of Law, Croatia

David Brčić, Ph. D., University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Croatia

Borna Debelić, Ph. D., University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Croatia

Aleksandra Deluka-Tibljaš, Ph. D., University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering, Croatia

Julijan Dobričić, Ph. D., University of Rijeka, Faculty of Engineering, Croatia

Daniela Gračan, Ph. D., University of Rijeka, Faculty of Tourism and Hospitality Management Opatija, Croatia

Ana Gundić, mag. ing. naut., University of Zadar, Maritime Department, Croatia

Neven Grubišić, Ph. D., University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Croatia

Marko Hadjina, Ph. D., University of Rijeka, Faculty of Engineering, Croatia

Goran Kniewald, Ph. D., Ruder Bošković Institute Zagreb, Croatia

Rob Konings, Ph. D., Delft University of Technology, OTB Research Institute Delft, Netherlands

Željko Kurtela, Ph. D., University of Dubrovnik, Department of Maritime studies, Croatia

Ljudevit Krpan, Ph. D., Primorje-Gorski Kotar County, Croatia

Livia Maglić, Ph. D., University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Croatia

Lovro Maglić, Ph. D., University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Croatia

Vladislav Maraš, Ph. D., University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering, Serbia

Marinko Maslarić, Ph. D., University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Serbia

Tin Matulja, Ph. D., University of Rijeka, Faculty of Engineering, Croatia

Tomislav Mrakovčić, Ph. D., University of Rijeka, Faculty of Engineering, Croatia

Vedran Mrzljak, Ph. D., University of Rijeka, Faculty of Engineering, Croatia

Emanuela Nan, Ph. D., University of Genoa, Department of Civil, Chemical and Environmental Engineering, Italy

Josip Orović, Ph. D., University of Zadar, Maritime Department, Croatia

Helga Pavlič Skender, Ph. D., University of Rijeka, Faculty of Economics, Croatia

Joško Parunov, Ph. D., University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, Croatia

Ana Perić Hadžić, Ph. D., University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Croatia

Edvard Tijan, Ph. D., University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Croatia

Elen Twrdy, Ph. D., University of Ljubljana, Faculty of Maritime Studies and Transport, Slovenia

Maja Uran Maravić, Ph. D., University of Primorska, Faculty of Tourism Studies-Turistica, Slovenia

Goran Vojković, Ph. D., University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences, Croatia

Albert Zamarin, Ph. D., University of Rijeka, Faculty of Engineering, Croatia

Srđan Žuškin Ph. D., University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Croatia

Language Editor:

Zdenka Rogić (English language)

The Journal of Maritime & Transportation Science is issued twice a year. Current edition is 100 paperback copies.

Electronic typeface and print: Tiskara i grafika Viškovo d.o.o.

Printed in May 2020.

IZDAVAČI / PUBLISHERS:

UDRUGA ZA PROUČAVANJE I RAZVOJ POMORSTVA
ASSOCIATION FOR RESEARCH AND DEVELOPMENT OF MARITIME INDUSTRIES

Adresa / Address: Studentska 2, 51000 Rijeka, Croatia

Gsm: +385 (0)91 443 4475

E-mail: udruga.pomorstvo@gmail.com

PREDSJEDNIŠTVO UDRUGE ZA PROUČAVANJE I RAZVOJ POMORSTVA
PRESIDENCY OF ASSOCIATION FOR RESEARCH AND DEVELOPMENT OF MARITIME INDUSTRIES

Predsjednik / *President:*

Julijan Dobrinić, Ph. D., profesor emeritus, University of Rijeka, Faculty of Engineering, Croatia

Članovi Predsjedništva / *Presidency Members:*

Toni Bilić, Ph. D., Sveučilište u Zadru, Pomorski odjel /University of Zadar, Department of Maritime Studies, Croatia

David Brčić, Ph. D., Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet / University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Croatia

Josip Kasum, Ph. D., Sveučilište u Splitu, Sveučilišni odjel za forenzične znanosti / Department of Forensic Sciences, University of Split, Croatia

Saša Milanović, mag.ing.logist., Maersk Hrvatska / Maersk, Croatia

Ivan Jakšić, P.M.Oec, Lučka uprava Rijeka / Port of Rijeka authority, Croatia

Siniša Vilke, Ph. D., Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet /University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Croatia

Goran Vukelić, Ph. D., Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet / University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Croatia

Članovi Nadzornog odbora / *Supervisory Board:*

Loris Rak, dipl.iur., University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Croatia

Biserka Rukavina, Ph. D., University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Croatia

Jakov Karmelić, Ph. D., CMA-CGM Hrvatska / CMA-CGM Croatia

Tajnica / *Secretary:*

Saša Milanović, mag. ing. logist., Maersk Hrvatska / Maersk Croatia

pomorski zbornik

Journal of Maritime & Transportation Sciences

POSEBNO IZDANJE

RIJEKA, 2020.

RECENZENTI / REVIEWERS

(prema abecednom redu / in alphabetical order):

Dr. sc. Saša Aksentijević	Dr. sc. Svjetlana Hess	Dr. sc. Helga Pavlič - Skender
Dr. sc. Romina Alkier	Dr. sc. Bojan Hlača	Dr. sc. Ana Perić Hadžić
Dr. sc. Nikolai Atanasov Velikov	Dr. sc. Jakov Karmelić	Dr. sc. Tanja Poletan Jugović
Dr. sc. Lidija Bagarić	Dr. sc. Natalija Kavran	Dr. sc. Rene Prenc
Dr. sc. Mate Barić	Dr. sc. Blanka Kesić	Dr. sc. Boris Pritchard
Dr. sc. Hrvoje Baričević	Dr. sc. Goran Kniewald	Dr. sc. Jasna Prpić – Oštrić
Dr. sc. Željko Bartulović	Dr. sc. Pavao Komadina	Dr. sc. Radoslav Radonja
Dr. sc. Dean Bernečić	Dr. sc. Ines Kolanović	Dr. sc. Branko Rafajac
Dr. sc. Toni Bielić	Dr. sc. Vjekoslav Koljatić	Dr. sc. Tomislav Rožić
Dr. sc. Jasna Blašković Zavada	Dr. sc. Rob Konings	Dr. sc. Igor Rudan
Dr. sc. Dragan Bolanča	Dr. sc. Vesna Kovač	Dr. sc. Biserka Rukavina
Dr. sc. Mirjana Borucinsy	Dr. sc. Božidar Kovačić	Dr. sc. Tomislav Senčić
Dr. sc. David Brčić	Dr. sc. Mirjana Kovačić	Dr. sc. Đani Šabalja
Dr. sc. Nikolina Brnjac	Dr. sc. Maja Krčum	Dr. sc. Zvonimira Šverko Grdić
Dr. sc. Aleksandar Cuculić	Dr. sc. Ivan Kristek	Dr. sc. Vinko Tomas
Dr. sc. Jasmin Čelić	Dr. sc. Marinela Krstinić Nižić	Dr. sc. Elen Twrdy
Dr. sc. Borna Debelić	Dr. sc. Željko Kurtela	Dr. sc. Maja Uran Maravić
Dr. sc. Roko Dejhalla	Dr. sc. Boris Ljubenkov	Dr. sc. Siniša Vilke
Dr. sc. Aleksandra Deluka-Tibljaš	Dr. sc. Axel Luttenberger	Dr. sc. Tea Golja
Dr. sc. Julijan Dobrinčić	Dr. sc. Livia Maglić	Dr. sc. Goran Vojković
Dr. sc. Davor Dujak	Dr. sc. Lovro Maglić	Dr. sc. Duško Vrus
Dr. sc. Dragan Čišić	Dr. sc. Davor Mance	Dr. sc. Dubravko Vučetić
Dr. sc. Nastia Degiuli	Dr. sc. Vladislav Maraš	Dr. sc. Zrinka Zadel
Dr. sc. Nikša Fafandel	Dr. sc. Marinko Maslarić	Dr. sc. Damir Zec
Dr. sc. Vlado Frančić	Dr. sc. Ivan Mencer	Dr. sc. Ratko Zelenika
Dr. sc. Daniela Gračan	Dr. sc. Robert Mohović	Dr. sc. Zdenka Zenzerović
Dr. sc. Neven Grubišić	Dr. sc. Tomislav Mrakovčić	Dr. sc. Saša Žiković
Dr. sc. Draško Holcer	Dr. sc. Vedran Mrzljak	Dr. sc. Ranko Žugaj
Dr. sc. Iva Horvat	Dr. sc. Emanuela Nan	Dr. sc. Srđan Žuškin
Dr. sc. Alen Jugović	Dr. sc. Mijo Nikolić	
Dr. sc. Marko Hadžina	Dr. sc. Josip Orović	

Radovi objavljeni u Pomorskom zborniku uvrštavaju se u sljedeće baze podataka:

Papers published in the Journal of Maritime & Transportation Sciences are indexed in the following databases:

ASFA (CSA) Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts

TRID – the TRIS and ITRD database

EBSCO Academic Search Complete

PROQUEST - Natural Science Collection, SciTech Collection, Technology Collection Ulrich's Intl Periodicals Directory

News of New Electronic Journals

ZDB - Zeitschriftendatenbank

PROQUEST-ZDB – Zeitschriftendatenbank

Worldcat Libraries

HRČAK

Klasifikaciju UDK obavila Sveučilišna knjižnica Sveučilišta u Rijeci

UDC is performed by University Library Rijeka.

Conference Proceedings of the 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON
MARINE TECHNOLOGY in memoriam of the academician Zlatko Winkler

CONTENTS

Uvodna riječ Glavnog urednika / Foreword Chief Editor	17
Marko GOLNAR, Bojan BEŠKOVNIK; University of Ljubljana, Faculty of Maritime Studies and Transport, Portorož, Slovenia Green Maritime Transport as a Part of Global Green Intermodal Chains (<i>Preliminary communications</i>)	21
Lino Josip NOVAK, Darin MAJNARIĆ, Roko DEJHALLA, Albert ZAMARIN; University of Rijeka, Faculty of Engineering, Croatia An Analysis of Basic Parameters of Ro-Pax Ships and Double-ended Ferries as Basis for New Hybrid Ferries Designs (<i>Professional paper</i>)	33
Peter ČERIN; ACTUAL I.T. Plc., Koper, Slovenia Bojan BEŠKOVNIK; University of Ljubljana, Faculty of Maritime Studies and Transport, Portorož, Slovenia Impact of Container Vessels Capacity 15.000 TEU and More on Existing Container Terminals (<i>Review article</i>).....	49
Lino Josip NOVAK, Roko DEJHALLA; University of Rijeka, Faculty of Engineering, Croatia Preliminary Design of a Drinking-water Carrier for Water Supply to the Croatian Islands (<i>Professional paper</i>)	63
Radoslav RADONJA, Bruno RELJAC, Vladimir PELIĆ; University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Croatia Analysis of Opportunities to Reduce Environmental Impacts from the Natural Gas Regasification Terminal (<i>Conference paper</i>).....	77
Lidija RUNKO LUTTENBERGER; University of Rijeka, School of Polytechnics, Croatia Merica SLIŠKOVIĆ; University of Split, Faculty of Maritime Studies, Croatia Implementation Challenges for Marine Strategy Framework Directive in the Republic of Croatia (<i>Review article</i>)	89

Tomislav SUNKO, Luka MINAHOVIĆ, Ivica KODŽOMAN; Croatian Defence Academy “Dr Franjo Tuđman”, Croatia Readiness of the Croatian Navy in Case of Migrant Crisis Escalation at Sea (<i>Conference paper</i>)	103
Luka GRBČIĆ, Lado KRANJČEVIĆ, Ivan FILIPLIĆ, Kristijan MAVRIĆ; University of Rijeka, Faculty of Engineering, Croatia Numerical Simulation of River Inflows in Rijeka Bay Coastal Area (<i>Original scientific paper</i>).....	117
Lado KRANJČEVIĆ, Luka GRBČIĆ, Matija MRAZOVIĆ, Siniša DRUŽETA; University of Rijeka, Faculty of Engineering, Croatia Rijeka Bay 3D VOF Coastal Flow Model (<i>Conference paper</i>)	125
Stjepan PILIČIĆ, Luka TRAVEN, Teodora MILOŠEVIĆ, Igor KEGALJ; University of Rijeka, Faculty of Medicine, Croatia Ante SKOBLAR, Roberto ŽIGULIĆ; University of Rijeka, Faculty of Engineering, Croatia Noise Pollution – Introduction to the State of the Research and the Implementation in the Horizon 2020 Project Pixel (<i>Conference paper</i>)	133
Alex VILOTIJEVIĆ, Tin MATULJA, Marko HADJINA, Davor BOLJ; University of Rijeka, Faculty of Engineering, Croatia Modern Equipment for Waste Management on Cruise Ships (<i>Professional paper</i>)	147
Teodora MILOŠEVIĆ; University of Rijeka, Faculty of Medicine, Croatia Lado KRANJČEVIĆ; University of Rijeka, Faculty of Engineering, Croatia Stjepan PILIČIĆ; University of Rijeka, Faculty of Medicine, Croatia Marko ČVARAK; Teh-Projekt Oprema Ltd., Croatia Luka TRAVEN, Igor KEGALJ; University of Rijeka, Faculty of Medicine, Croatia Air Pollution Dispersion Modeling in Port Areas (<i>Professional paper</i>)	157
Marin PALAVERSA, Pero PREBEG, Jerolin ANDRIĆ; University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, Croatia Current State of Development of Ship Structural Design and Optimization Methods (<i>Review article</i>)	171
Darin MAJNARIĆ, Albert ZAMARIN; University of Rijeka, Faculty of Engineering, Croatia Stiffness Adjustment of Surface-Piercing Hydrofoils Within Fluid-Structure Interaction (<i>Preliminary communications</i>)	189
Aleksander GRM; University of Ljubljana, Faculty of Maritime Technology and Transport, Slovenia Analysis of Generic IGBEM for Lifting Hydrofoils (<i>Conference paper</i>)	205

Davor BOLF, Marko HADJINA, Tin MATULJA, Igor KNAPIĆ; University of Rijeka, Faculty of Engineering, Croatia Implementation of Advanced Collaborative Platform for Project Based Learning in Naval Architecture Studies (<i>Professional paper</i>)	217
Tomislav STANIČIĆ; TSI Ltd., Croatia Mirko TOMAN FERNANDEZ; SENER, Madrid, Spain Anton TURK, Damir KOLIĆ; University of Rijeka, Faculty of Engineering, Croatia Foran Application on Damage Stability Assessment on a Container Vessel (<i>Professional paper</i>)	227
Daniel ŽGOMBA, Anton TURK, Marko HADJINA; University of Rijeka, Faculty of Engineering, Croatia Dijana PRAŽIĆ, Ivan MARGIĆ; Shipyard “3. maj” Plc., Croatia Longitudinal Ship Launching (<i>Professional paper</i>)	239
Ante SIKIRICA; University of Rijeka, Center for Advanced Computing and Modelling, Croatia Ivana LUČIN, Zoran ČARIJA, Bože LUČIN; University of Rijeka, Faculty of Engineering, Croatia CFD Analysis of Marine Propeller Configurations in Cavitating Conditions (<i>Professional paper</i>)	251
Špiro IVOŠEVIĆ; University of Montenegro, Maritime Faculty Kotor, Montenegro Peter MAJERIĆ; University of Maribor, Mechanical Engineering Faculty, Slovenia Miroslav VUKIČEVIĆ; University of Montenegro, Maritime Faculty Kotor, Montenegro Rebeka RUDOLF; University of Maribor, Mechanical Engineering Faculty, Slovenia A Study of the Possible Use of Materials With Shape Memory Effect in Shipbuilding (<i>Conference paper</i>)	265
Darko FRANK, Arijana MILAT, Miloš BALUNOVIĆ, Darko BURLOVIĆ; Alveus Ltd., Croatia Study of Tube And Tank Specimens Repaired Using a Carbon Fibre Reinforced Epoxy (<i>Professional paper</i>)	279
Silvija MRAKOVČIĆ, Natalija BEDE; University of Rijeka, Faculty of Engineering, Croatia Ivan UŠIĆ; NRN-Inženjering Ltd., Croatia Analysis of Chloride Penetration Into High Performance Concrete (<i>Original scientific paper</i>)	295
Davor BOLF, Albert ZAMARIN, Robert BASAN; University of Rijeka, Faculty of Engineering, Croatia Composite Material Damage Processes (<i>Review article</i>)	307

Bosiljka MUSTAĆ, Gabrijela ZOJA CUKAR, Anita VIDOVIĆ; University of Zadar, Department of Ecology, Agronomy and Aquaculture, Croatia Comparison of Growth Parametres Between Sardine <i>Sardina Pilchardus</i> (Walbaum, 1792) and Anchovy <i>Engraulis Encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758) from the Eastern Adriatic Sea (<i>Original scientific paper</i>).....	325
Stewart T. SCHULTZ, Claudia KRUSCHEL; University of Zadar, Department of Ecology, Agronomy and Aquaculture, Croatia Viviane WOLFF, Klaus FRICKE-NEUDERTH; Fulda University of Applied Sciences, Fulda, Germany Dubravko PEJDO; University of Zadar, Department of Ecology, Agronomy and Aquaculture, Croatia Jonas JAEGER; Fulda University of Applied Sciences, Fulda, Germany Semantic Segmentation for <i>Posidonia Oceanica</i> Coverage Estimation (<i>Original scientific paper</i>).....	335
Maja PERČIĆ, Ivica ANČIĆ, Nikola VLADIMIR; University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, Croatia Lidija RUNKO LUTTENBERGER; University of Rijeka, School of Polytechnics, Croatia Comparative Life Cycle Assessment of Battery- And Diesel Engine-Driven Ro-Ro Passenger Vessel (<i>Professional paper</i>)	343
Vladimir PELIĆ; University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Croatia Tomislav MRAKOVČIĆ, Ozren BUKOVAC, Marko VALČIĆ; University of Rijeka, Faculty of Engineering, Croatia Development and Validation of 4 Stroke Marine Diesel Engine Numerical Model (<i>Original scientific paper</i>)	359
Jasminka BONATO, Biserka DRAŠČIĆ BAN, Antun KRAŠ; University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Croatia Statistical Methods in Theory of Technical Systems (<i>Conference paper</i>)	373
Andrzej GRZADZIELA, Marcin KLUCZYK; Polish Naval Academy, Poland A Non-invasive Method of Marine Engines Fuel System Diagnostics (<i>Preliminary communications</i>)	381
<i>Instructions to authors</i>	389

Uvodna riječ Glavnog urednika / Foreword Chief Editor

Poštovani Čitatelji,

specijalni broj Pomorskog zbornika kojeg držite u ruci rezultat je dugogodišnje suradnje Udruge za proučavanje i razvoj pomorstva i Organizacijskog odbora Međunarodnog Savjetovanja o morskoj tehnologiji – in memoriam akademiku Zlatku Winkleru, tj. Tehničkog fakulteta Sveučilišta u Rijeci kao glavnog organizatora Savjetovanja. Stoga su radovi, prikazani u ovom broju, upravo probрани i dodatno recenzirani radovi koji su bili prezentirani na VIII. Savjetovanju, a koje je održano 15.-16. studenog 2019. godine na Tehničkom fakultetu Sveučilišta u Rijeci. Uz organizatora, Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci i stalnih suorganizatora, Pomorskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci i Udruge za proučavanje i razvoj pomorstva, u organizaciji je sudjelovala i međunarodna visokoškolska institucija Fakultet za pomorstvo i promet Sveučilišta u Ljubljani, pri čemu zahvale idu tadašnjoj Dekanici fakulteta u Portorožu profesorici Elen Twrdy. Uz pojačani međunarodni znanstveni odbor i značajan broj radova stranih autora, Savjetovanje je tako dobilo međunarodni karakter. Pokrovitelj je već tradicionalno bila Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti – Razred za tehničke znanosti. Od prijavljenih 43 sažetaka pristiglo je 35 kompletnih radova, sa 95 autora i koautora. Dodatno su održana i tri plenarna predavanja i to iz područja: Zakonska regulativa kod projektiranja, konstrukcije i upotrebe objekata morske tehnologije, Luksuzne jahte i Onečišćenje

Dear Readers,

the special issue of the Journal of Maritime & Transportation Sciences held in your hand is the result of a long-standing collaboration between the Association for Research and Development of Maritime Industries and the Organizing Committee of the International Conference on Marine Technology - in memoriam academician Zlatko Winkler, i.e. the Faculty of Engineering, University of Rijeka, as the main organizer of the Conference. Therefore, the papers presented in this issue are just selected and additionally reviewed papers presented at Eighth International Conference on Marine Technology which was held on 15-16. November 2019 at the Faculty of Engineering in Rijeka, Croatia. This year, in addition to the organizer, the Faculty of Engineering of the University of Rijeka and co-organizers, the Faculty of Maritime Studies of the University of Rijeka and the Association for Research and Development of Maritime Industries, the international high education institution Faculty of Maritime Studies and Transport of the University of Ljubljana participated in the organization, thanks to Dean of the faculty in Portorož, professor Elen Twrdy. With an enhanced international scientific committee and a considerable number of papers by foreign authors, the conference shaped international character. The sponsor is traditionally the Croatian Academy of Sciences and Arts - The Department of Technical Sciences. Out of the 43 abstracts submitted, 35 complete

zraka sa brodova. Podneseno je 35 priopćenja kroz 6 sekcija, iz područja tehničkih znanosti različitih polja i grana, i to: Pomorski transport, Konstrukcija i projektiranje u brodogradnji (5), Zaštita okoliša (6), Zakonski okvir, pravila i propisi, standardizacija (3), Pomorske konstrukcije i inženjerstvo (8), Materijali i kemijsko inženjerstvo (4), Autonomna plovila i podvodni inteligentni sustavi (3), Akvakultura i pomorska biologija (2) i Brodostrojarstvo (4). Plenarna predavanja, priopćenja i diskusija su održani na engleskom jeziku, dok je ceremonija otvaranja održana paralelno na hrvatskom i engleskom jeziku. Savjetovanju je, tijekom dva dana prisustvovalo više od 150 sudionika, autora, koautora, organizatora, suorganizatora, sponzora, profesora, studenata, privrednika, uzvanika i gostiju. Veći dio članova organizacijskog odbora Savjetovanja čine, a tako je bilo i kroz protekle godine održavanja od 2005., članovi Zavoda za brodogradnju i inženjerstvo morske tehnologije Tehničkog fakulteta. Budući da je 2019-ta godina kada Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci obilježava 50 godina odvijanja studija brodogradnje, ova okrugla i značajna brojka u nacionalnim okvirima zaslužuje pažnju, pa koristim ovu priliku da kažem o tome par riječi. Motivacija ili poveznica je upravo akademik Zlatko Winkler u spomen kojem se i održavaju Savjetovanja o morskoj tehnologiji, a koji je, osim što je bio začetnik i organizator prvih šest konferencija o morskoj tehnologiji od 1979. do 1994. (vidi Posebno izdanje Pomorskog zbornika sa VII. Savjetovanja i pregledni rad akademika Ive Senjanovića o sudjelovanju i doprinosu HAZU-a na razvoju morske tehnologije u RH) bio je

papers were submitted, with 95 authors and co-authors. In addition, three plenary lectures were held in the field of: Regulations for the design, construction and use of marine technology facilities, Luxury yachts and Air pollution from ships. 35 communications were submitted through 6 sections, in the area of technical sciences from different fields and branches, namely: Maritime transport, Construction and design in shipbuilding (5), Environmental protection (6), Legislation, rules, standardization (3), Maritime Structures and Engineering (8), Materials and Chemical Engineering (4), Autonomous Vessels and Underwater Intelligent Systems (3), Aquaculture and Marine Biology (2) and Marine Engineering (4). Plenary lectures, announcements and discussions were held in English language, while the opening ceremony was held in parallel in Croatian and English. The conference was attended by more than 150 participants, authors, co-authors, organizers, co-organizers, sponsors, professors, students, businessmen and guests.

The majority of the members of the Organizing Committee of the Conference are, and so have been, for the past years since 2005, members of the Department of Naval Architecture and Ocean Engineering at the Faculty of Engineering. Since 2019 is the year when the Faculty of Engineering within the University of Rijeka celebrate the 50th anniversary of its naval architecture studies, this 'round' and significant figure in national contexts deserves attention, so I take this opportunity to say a few words. The motivation or link is precisely the academician Zlatko Winkler, in memory of which the Conference on Marine Technology are

i začetnik organizacije studiranja brodogradnje u Rijeci. Naime, najviše njegovim naporima 1969. godine je započela nastava II. jedinstvenog stupnja brodogradnje (današnji sveučilišni preddiplomski i diplomski studij), na tadašnjem Strojarskom fakultetu u Rijeci, a na zahtjev brodograđevne industrije. Tada je ocijenjeno da položaj fakulteta u središtu razvijene brodograđevne industrije pruža povoljne uvjete za razvoj kvalitetnog studija budući da riječka regija ima istaknute stručnjake za konstrukciju broda, organizaciju rada brodogradilišta i tehnologiju gradnje broda. Neposredno prije, 1967. i 1968. godine, akademik Winkler je bio i Dekan Tehničkog fakulteta (tadašnji Strojarski fakultet u Rijeci Sveučilišta u Zagrebu), a u godinama prije i glavni direktor brodogradilišta 3.Maj Rijeka. Imao je i 'administrativnog' iskustva, budući je bio član komisije za osnivanje Strojarskog fakulteta u Rijeci 1960. godine, kojom je rukovodio glavni direktor brodogradilišta 3.Maj Jure Vukasović. U to vrijeme je riječka regija bila središte najrazvijenijeg industrijskog područja na jadranskoj obali sa firmama Torpedo, Vulkan, Rikard Benčić, brodogradilištima 3.Maj, Kraljevica, Viktor Lenac, Kantrida, rafinerijom nafte, tvornicom papira, tvornicom konopa. Akademik Zlatko Winkler je u periodu od 1970.-1974. bio i predstojnik Zavoda za brodogradnju. U zvanje redovitog profesora izabran je 1972. godine. Od 1980. do 1983. bio je Prorektor Sveučilišta u Rijeci. Godine 1982. izabran je za suradnika, 1986. za dopisnog člana, a 1992. godine za akademika i stalnog člana HAZU-a.

U ovih 50 godina na Tehničkom fakultetu Sveučilišta u Rijeci diplome je steklo

held, which, apart from organizing the first six conferences from 1979 to 1994 (see the Special Issue of the Journal of Maritime & Transportation Sciences of the VII Conference and review work of academician Ivo Senjanović on the participation and contribution of the Croatian Academy of Sciences and Arts to the development of marine technology in the Republic of Croatia) was also the founder of the naval architecture study organization in Rijeka. Mostly by his efforts, in 1969 began teaching II. a unique degree in naval architecture (today's university undergraduate and graduate studies), at the, then, Mechanical Engineering Faculty in Rijeka, and at the request of the shipbuilding industry. At that time, it was assessed that the position of the faculty at the centre of the developed shipbuilding industry provides favourable conditions for the development of quality studies, since the Rijeka region has prominent experts in ship construction, shipyard organization and ship construction technology. Just before, 1967 and 1968, academician Zlatko Winkler was also the Dean of the Faculty of Engineering (then Faculty of Mechanical Engineering in Rijeka, University of Zagreb), and in the years prior to, the director-general of the shipyard '3.Maj' Rijeka. He also had 'administrative' experience, having been a member of the commission for the founding of the Faculty of Mechanical Engineering in Rijeka in 1960, chaired by Jure Vukasović, the director-general of the '3.Maj' shipyard. At that time, the Rijeka region was the centre of the most developed industrial area on the Adriatic coast with companies such as Torpedo, Vulcan, Rikard Benčić, shipyards 3.Maj, Kraljevica,

444 diplomiranih inženjera / magistra inženjera brodogradnje, 139 sveučilišnih prvostupnika inženjera brodogradnje i 458 stručnih prvostupnika inženjera brodogradnje. Trenutno, u akademskoj godini 2019./2020. na Tehničkom fakultetu na svim godinama i studijima studira 153 studenta brodogradnje.

Srdačan pozdrav

Glavni urednik / Editor-in-chief
Prof.dr.sc. Albert Zamarin

Viktor Lenac, Kantrida, oil refinery, paper factory, rope factory. In the period from 1970 to 1974, academician Zlatko Winkler was also the head of the Department of Naval Architecture. He was elected full professor in 1972. From 1980 to 1983 he was Vice-Rector of the University of Rijeka. In 1982 he was elected associate, in 1986 as a correspondent member, and in 1992 as an academic and permanent member of HAZU.

In the last 50 years, 444 masters of naval architecture engineers, 139 university bachelor of naval architecture engineers and 458 professional bachelor of naval architecture engineers have graduated from the Faculty of Engineering, University of Rijeka. Currently, in the academic year 2019/2020. 153 students of Naval Architecture study at the Faculty of Engineering in all years and studies.

Best regards

Glavni urednik / Editor-in-chief
Prof.dr.sc. Albert Zamarin