

Chairman of the Cracow University of Technology Press Editorial Board
Przewodniczący Kolegium Redakcyjnego Wydawnictwa Politechniki Krakowskiej

Tadeusz Tatara

Editor-in-chief
Redaktor naczelny

Józef Gawlik
jgawlik@mech.pk.edu.pl

Scientific Council
Rada Naukowa

Jan Błachut – University of Liverpool (UK)
Wojciech Bonenberg – Poznan University of Technology (Poland)
Tadeusz Burczyński – Silesian University of Technology (Poland)
Massimo Corcione – Sapienza University of Rome (Italy)
Leszek Demkowicz – The University of Texas at Austin (USA)
Joseph El Hayek – University of Applied Sciences (Switzerland)
Ameen Farooq – Technical University of Atlanta (USA)
Zbigniew Florjańczyk – Warsaw University of Technology (Poland)
Marian Giżejowski – Warsaw University of Technology (Poland)
Sławomir Gzell – Warsaw University of Technology (Poland)
Allan N. Hayhurst – University of Cambridge (UK)
Maria Kušnierova – Slovak Academy of Sciences (Slovakia)
Krzysztof Magnucki – Poznan University of Technology (Poland)
Herbert Mang – Vienna University of Technology (Austria)
Arthur E. McGarity – Swarthmore College (USA)
Antonio Monestiroli – Polytechnic of Milan (Italy)
Ivor Samuels – University of Birmingham (UK)
Miroslaw J. Skibniewski – University of Maryland (USA)
Günter Wozny – Technical University in Berlin (Germany)
Roman Zarzycki – Lodz University of Technology (Poland)

Native Speakers

Weryfikacja językowa

Tim Churcher
Robin Gill
Mike Timberlake

Section Editor
Sekretarz Sekcji

Dorota Sapek
dsapek@wydawnictwo.pk.edu.pl

Editorial Compilation
Opracowanie redakcyjne

Aleksandra Urzędowska
aurzedowska@pk.edu.pl

Typesetting
Skład i łamanie

Anna Basista

Design
Projekt graficzny

Michał Graffstein

Series Editors
Redaktorzy Serii

ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING

Mateusz Gyurkovich
mgyurkovich@pk.edu.pl

CHEMISTRY

Radomir Jasiński
radomir@chemia.pk.edu.pl

CIVIL ENGINEERING

Marek Piekarczyk
mpiekar@pk.edu.pl

ELECTRICAL ENGINEERING

Piotr Drozdowski
pdrozdow@usk.pk.edu.pl

ENVIRONMENTAL ENGINEERING

Michał Zielina
mziel@vistula.wis.pk.edu.pl

**PHYSICS, MATHEMATICS
AND COMPUTER SCIENCES**

Włodzimierz Wójcik
puwojczik@cyf-kr.edu.pl

MECHANICS

Andrzej Sobczyk
andrzej.sobczyk@mech.pk.edu.pl

www.ejournals.eu/Czasopismo-Techniczne
www.technicaltransactions.com
www.czasopismotechniczne.pl

© 2018 Cracow University of Technology
ISSN 0011-4561

Creative Commons (CC BY-NC-SA 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.pl>

Basic version of each Technical Transactions magazine is its online version
Pierwotną wersją każdego zeszytu Czasopisma Technicznego jest jego wersja online