

TECHNICAL TRANSACTIONS

CIVIL ENGINEERING

CZASOPISMO TECHNICZNE

BUDOWNICTWO

ISSUE 2-B (12)
YEAR 2015 (112)

ZESZYT 2-B (12)
ROK 2015 (112)

Chairman of the Cracow University
of Technology Press Editorial Board

Jan Kazior

Przewodniczący Kolegium
Redakcyjnego Wydawnictwa
Politechniki Krakowskiej

Chairman of the Editorial Board

Józef Gawlik

Przewodniczący Kolegium
Redakcyjnego Wydawnictwa
Naukowych

Scientific Council

**Jan Błachut
Tadeusz Burczyński
Leszek Demkowicz
Joseph El Hayek
Zbigniew Florjańczyk
Józef Gawlik
Marian Giżejowski
Sławomir Gzell
Allan N. Hayhurst
Maria Kuśnierova
Krzysztof Magnucki
Herbert Mang
Arthur E. McGarity
Antonio Monestiroli
Günter Wozny
Roman Zarzycki**

Rada Naukowa

Civil Engineering Series Editor

Marek Piekarczyk

Redaktor Serii Budownictwo

Section Editor

Dorota Sapek

Sekretarz Sekcji

Editorial Compilation

Aleksandra Urzędowska

Opracowanie redakcyjne

Typesetting

Tomasz Lipecki

Skład i łamanie

Native Speaker

Tim Churcher

Weryfikacja językowa

Cover Design

Michał Graffstein

Projekt okładki

Cover Photo

Jan Zych

Zdjęcie na okładce

Basic version of each Technical Transactions magazine is its online version

Pierwotną wersją każdego zeszytu Czasopisma Technicznego jest jego wersja online

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

Civil Engineering Series

2-B/2015

Editor-in-Chief:

Marek Piekarczyk, Cracow University of Technology, Poland

Editorial Board:

Marek Cała, AGH University of Science and Technology, Poland
Roberto Capozucca, Marche Polytechnic University, Italy
Andrzej Cholewicki, Building Research Institute, Poland
Wit Derkowski, Cracow University of Technology, Poland
Jean-François Destrebecq, French Institute for Advanced Mechanics, France
Grzegorz Dzierżanowski, Warsaw University of Technology, Poland
Andrzej Flaga, Cracow University of Technology, Poland
Dariusz Gawin, Lodz University of Technology, Poland
Jacek Gołaszewski, Silesian University of Technology, Poland
Kocsán Lajos György, University of Miskolc, Hungary
Klaudiusz Holeczek, Dresden University of Technology, Germany
Bożena Hoła, Wrocław University of Technology, Poland
Hartwig Künzel, Fraunhofer Institute for Building Physics, Germany
Maria E. Kamińska, Lodz University of Technology, Poland
Oleg Kapliński, Poznan University of Technology, Poland
Tadeusz Kasprowicz, Military University of Technology, Poland
Renata Kotynia, Lodz University of Technology, Poland
Robert Kowalski, Warsaw University of Technology, Poland
Mária Kozlovská, Technical University of Košice, Slovakia
Andrzej Łapko, Białystok University of Technology, Poland
Marco Menegotto, Sapienza University of Rome, Italy
Peter Mesároš, Technical University of Košice, Slovakia
Piotr Noakowski, TU Dortmund University, Germany
Andrzej Nowak, University of Michigan, United States
Zygmunt Orłowski, AGH University of Science and Technology, Poland
Hartmut Pasternak, Brandenburg University of Technology Cottbus–Senftenberg, Germany
Edyta Plebankiewicz, Cracow University of Technology, Poland
Maria Polak, University of Waterloo, Canada
Elżbieta Radziszewska-Zielina, Cracow University of Technology, Poland
Charles Rodrigues, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Tomasz Siwowski, Rzeszow University of Technology, Poland
Anna Sobotka, AGH University of Science and Technology, Poland
Marcela Spišáková, Technical University of Košice, Slovakia
Zuzana Struková, Technical University of Košice, Slovakia
Maria Szerszeń, University of Nebraska – Lincoln, United States
Jolanta Tamošaitienė, Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania
Alena Tažiková, Technical University of Košice, Slovakia
Balázs Tóth, University of Miskolc, Hungary
Martins Vilnītis, Riga Technical University, Latvia
Szczepan Woliński, Rzeszow University of Technology, Poland

Executive Editors:

Andrzej Flaga, Cracow University of Technology, Poland
Tomasz Lipecki, Lublin University of Technology, Poland