

seria wydawnicza:  
**PRACE**  
**INSTYTUTU MATERIAŁÓW**  
**INŻYNIERSKICH I BIOMEDYCZNYCH**

# PRACE INSTYTUTU MATERIAŁÓW INŻYNIERSKICH I BIOMEDYCZNYCH

## Kolegium Redakcyjne:

prof. dr hab. inż. Ryszard Nowosielski  
dr hab. inż. Marcin Adamiak, prof. nzw. w Pol. Śl.  
dr hab. inż. Rafał Babilas, prof. nzw. w Pol. Śl.  
dr hab. inż. Grzegorz Chladek, prof. nzw. w Pol. Śl.  
dr hab. inż. Adam Grajcar, prof. nzw. w Pol. Śl.  
dr hab. inż. Waldemar Kwaśny, prof. nzw. w Pol. Śl.  
dr hab. inż. Grzegorz Matula, prof. nzw. w Pol. Śl.  
dr hab. inż. Marek Roszak, prof. nzw. w Pol. Śl.  
dr hab. inż. Tomasz Tański, prof. nzw. w Pol. Śl.  
dr hab. inż. Jarosław Żmudzki, prof. nzw. w Pol. Śl.  
dr hab. inż. Klaudiusz Gołombek  
dr hab. inż. Mariusz Krupiński  
dr hab. inż. Sabina Lesz  
dr hab. inż. Krzysztof Lukaszewicz  
dr hab. inż. Janusz Mazurkiewicz  
dr hab. inż. Daniel Pakuť  
dr hab. inż. Wojciech Sitek

dr inż. Mirosław Bonek  
dr inż. Marta Dudek-Burlikowska  
dr inż. Tatiana Karkoszka  
dr inż. Anna Kloc-Ptaszna  
dr inż. Łukasz Reimann  
dr inż. Marek Sroka  
dr inż. Marcin Staszuk  
dr Agata Śliwa  
dr inż. Bogusław Ziębowicz  
mgr inż. Wiktor Matysiak

Gliwice, 2017

PRACE IMiB Nr 4, 2017



# ZESZYTY STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

Redaktor:  
dr Inż. Mirosław Bonek

Gliwice, 2017r.

Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych  
Wydział Mechaniczny Technologiczny  
Politechnika Śląska  
ul. Konarskiego 18a, 44-100 Gliwice  
tel. +48 (32) 2371322  
fax. +48 (32) 2372281

Redaktor naukowy serii wydawniczej  
dr inż. Mirosław Bonek

Redakcja techniczna i skład komputerowy  
dr inż. Mirosław Bonek, mgr inż. Liwia Sozańska-Jędrasik

Materiały są opublikowane na podstawie oryginałów dostarczonych przez Autorów, zaopiniowanych przez Zespół Recenzentów

Wydano za zgodą  
Dyrektora  
Instytutu Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych  
Wydział Mechaniczny Technologiczny  
Politechnika Śląska

Wydawca:



Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych  
Wydział Mechaniczny Technologiczny  
Politechnika Śląska

© Copyright by IMiB  
Gliwice 2017

Wszystkie opublikowane materiały stanowią utwór podlegający ochronie na mocy prawa autorskiego. Utwór ten w całości ani we fragmentach nie może być powielany ani rozpowszechniany za pomocą urządzeń elektronicznych, mechanicznych, kopiujących, nagrywających i innych. Ponadto utwór ten nie może być umieszczany ani rozpowszechniany w postaci cyfrowej zarówno w Internecie, jak i w sieciach lokalnych, bez pisemnej zgody posiadacza praw autorskich.

**Seria wydawnicza:**

Prace Instytutu Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych  
Wydział Mechaniczny Technologiczny  
Politechnika Śląska

ISBN 978-83-65138-21-7