

**UNIWERSYTET TECHNOLOGICZNO-PRZYRODNICZY  
WYDZIAŁ INŻYNIERII MECHANICZNEJ**

---

**KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE  
NAUKI I TECHNIKI**

**CAX'2011**

**VIII WARSZTATY NAUKOWE**

Praca zbiorowa pod redakcją  
Tadeusza Mikołajczyka

---

Bydgoszcz – Duszniki Zdrój 2011

### **Komitet Naukowy**

Prof. dr hab. inż. Michał Styp-Rekowski – przewodniczący  
Prof. dr hab. inż. Marek Bieliński  
Prof. dr hab. inż. Józef Flizikowski  
Prof. ing. PhD Mikulas Hajduk, TU Kosice  
Dr hab. inż. Andrzej Harlecki, prof. ATH  
Dr hab. inż. Henryk Holka, prof. UTP  
Prof. dr hab. inż. Hubert Latoś  
Dr hab. inż. Zdzisław Ławrynowicz, prof. UTP  
PhD Ivan Oborskiy, Nat. University of Tech&Design, Kiev  
PhD Adrian Olaru, prof. Politechnika Bukareszt  
Dr hab. inż. Kazimierz Peszyński, prof UTP  
Prof. dr hab. inż. Eugeniusz Ranatowski  
Prof. dr hab. inż. Janusz Sempruch  
Dr hab. inż. Joachim Zimniak, prof. UTP  
Prof. dr hab. inż. Bogdan Żółtowski  
Dr inż. Tadeusz Mikołajczyk – sekretarz

### **Komitet Organizacyjny**

Dr inż. Tadeusz Mikołajczyk – przewodniczący  
Dr inż. Mirosław Dalak – wiceprzewodniczący  
Łukasz Romanowski – sekretarz

### **Redaktor naukowy**

Dr inż. Tadeusz Mikołajczyk

Zamieszczone prace zostały zrecenzowane przez członków Komitetu Naukowego

© Copyright

Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego  
Bydgoszcz 2012

ISBN 978-83-61314-98-1

Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego  
Redaktor Naczelny

prof. dr hab. inż. Józef Flizikowski

ul. Ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz, tel. 52 3749482, 52 3749426  
e-mail: wydawucz@utp.edu.pl <http://www.utp.edu.pl/~wyd>

## Spis treści – Contents

WPROWADZENIE .....	5
<b>KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE BADAŃ – CAEx</b>	
<i>Łukasz Lewandowski, Tadeusz Mikołajczyk</i> .....	7
Badania temperatury w zgrzewaniu tarciovym przez analizę promieniowania podczerwonego <i>The study of temperature during friction welding using infrared analysis</i>	
<i>Jarosław Mikołajczyk</i> .....	13
System rejestracji i wizualizacji warunków pracy stanowiska do badań tribologicznych <i>Registration and visualisation system of operation conditions in tribology research stand</i>	
<i>Janusz Musiał, Maciej Matuszewski, Ivan Oborskiy, Robert Polasik</i> .....	19
Wykorzystanie techniki komputerowej w wyznaczaniu relacji między warunkami a rezultatami obróbki <i>Computer techniques application in development of relationship between machining conditions and results</i>	
<i>Natalia Mashovets, Maciej Matuszewski, Janusz Musiał</i> .....	25
Techniki komputerowe w badaniach tribologicznych <i>Computer technology in tribology investigations</i>	
<b>KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE PROJEKTOWANIA – CAD</b>	
<i>Marek Chiliński</i> .....	31
Analiza numeryczna wirnika wiatrowego o pionowej osi obrotu <i>Numerical analysis of vertical axis wind turbine</i>	
<i>Marian Dolipski, Eryk Remiorz, Piotr Sobota, Jan Osadnik</i> .....	41
Komputerowe badania położenia ogniw łańcucha zużytego na bębnie napędowym przenośnika zgrzeblowego <i>Computer aided investigations of worn up chain links on a scraper conveyor's sprocket drum</i>	
<i>Daniel Janicki</i> .....	49
Aspekty konstrukcyjne komórki obróbkowej do badań procesu drążenia ECM powierzchni krzywoliniowych <i>The constructional aspects of a machining cell for a research on ECM electromachining process of curvilinear surfaces</i>	

<i>Marcin Figler, Karol Maliński, Adam Mroziński</i> .....	55
Analiza możliwości praktycznego wykorzystania wybranych aplikacji komputerowych do symulacji instalacji solarnych	
<i>Possibility analysis of practical use of choosen computer application to simulation of solar installation</i>	

## KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE WYTWARZANIA – CAM

<i>Artur Bartkowiak, Michal Kamiński, Tadeusz Mikołajczyk, Łukasz Romanowski, Paweł Wasiak</i> .....	63
Adaptacja drążarki EDEA 25 na obrabiarkę numeryczną	
<i>Adaptation of electro-discharge machine EDEA 25 on numerical control machining tool</i>	
<i>Maciej Dąbek, Marta Nożewnik</i> .....	71
Zastosowanie sieci Petriego do wizualizacji procesów zachodzących w firmie produkcyjnej	
<i>Petri nets application for visualization processes in manufacturing company</i>	

## MECHATRONIKA

<i>Paweł Dąbrowski, Piotr Kraiński, Arkadiusz Kulak, Tadeusz Mikołajczyk</i> .....	77
Adaptacyjny układ do wiercenia otworów	
<i>Adaptional system for drilling</i>	
<i>Dariusz Dorsz, Tadeusz Mikołajczyk</i> .....	83
Model manipulatora o kinematyce równoległej	
<i>Model of parallel kinematics manipulator</i>	
<i>Tadeusz Mikołajczyk, Łukasz Romanowski</i> .....	89
Frezarka numeryczna z osią obrotową	
<i>Numerical milling machine with rotational axis</i>	
INDEKS AUTORÓW .....	95

## SYSTEM REJESTRACJI I WIZUALIZACJI WARUNKÓW PRACY STANOWISKA DO BADAŃ TRIBOLOGICZNYCH

Jarosław Mikołajczyk

*Studia Doktoranckie*  
*Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy*

### Streszczenie

W pracy przedstawiono budowę i zasadę działania systemu rejestracji i wizualizacji warunków pracy stanowiska do badań tribologicznych. System zbudowano z wykorzystaniem układu ADAM firmy Advantech.

### 1. WPROWADZENIE

Procesy zużywania są nieodłącznie związane z istnieniem obiektów technicznych. Wpływają destrukcyjnie na ich stan techniczny i prowadzą do dających się obserwować uszkodzeń. Ze względu na to, że większość tych uszkodzeń zachodzi w warstwie wierzchniej (WW) współpracujących elementów, dlatego jej nadaje się właściwości zwiększające odporność na niszczące działanie wymuszeń podczas pracy maszyn i urządzeń. Warstwa wierzchnia jest zatem obiektem badań prowadzonych w wielu ośrodkach naukowych krajowych i zagranicznych [1-4].

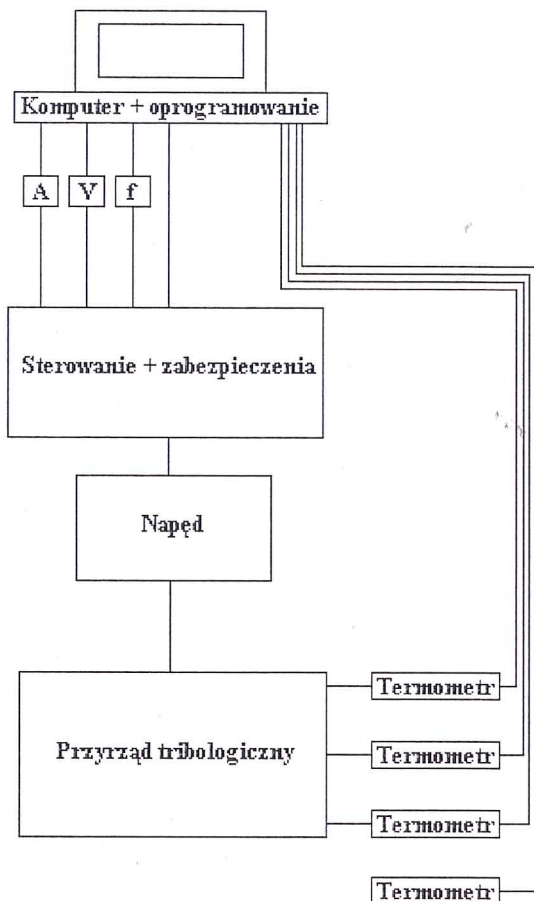
Z badaniami nad strukturą warstwy wierzchniej nierozzerwalnie związany jest problem z możliwością zapisu wyników badań oraz ich wizualizacji w czasie wykonywania pomiarów.

W pracy przedstawiono zaprojektowany i zbudowany system do wizualizacji i archiwizacji danych uzyskiwanych ze stanowiska do badań tribologicznych.

### 2. OPIS SYSTEMU

Przedstawiony na rysunku 1 układ pozwala m.in. na czteropunktowy pomiar temperatury (trzy punkty w oleju, czwarty punkt – temperatura otoczenia), jej zapis, zadawanie prędkości obrotowej, pomiar oraz zapis wielkości pobieranego przez napęd prądu, częstotliwości, napięcia, mocy.

Komputer jest połączony z modułem koncentratora ADAM 4019+ za pośrednictwem konwertera ADAM 4520 (RS485 – RS232). Przy użyciu oprogramowania ADAMView odczytywane są dane z koncentratora i przesyłane do komputera. Układ może posiadać kilka typów pulpityw do wizualizacji danych. Układ nie ma momentomierza oraz tachometru. Dzięki pobieraniu z falownika danych za pomocą wyjścia komunikacyjnego S+/-, dotyczących natężenia i częstotliwości prądu, możliwe jest określenie chwili zatarcia próbek. Dodatkowo, określając całkowity pobór mocy pobieranej przez napęd przyrzędu tribologicznego podczas badania danej kompozycji olejowej w tych samych warunkach eksploatacyjnych, można określić, która z badanych kompozycji olejowych jest lepsza pod względem własności smarnych.

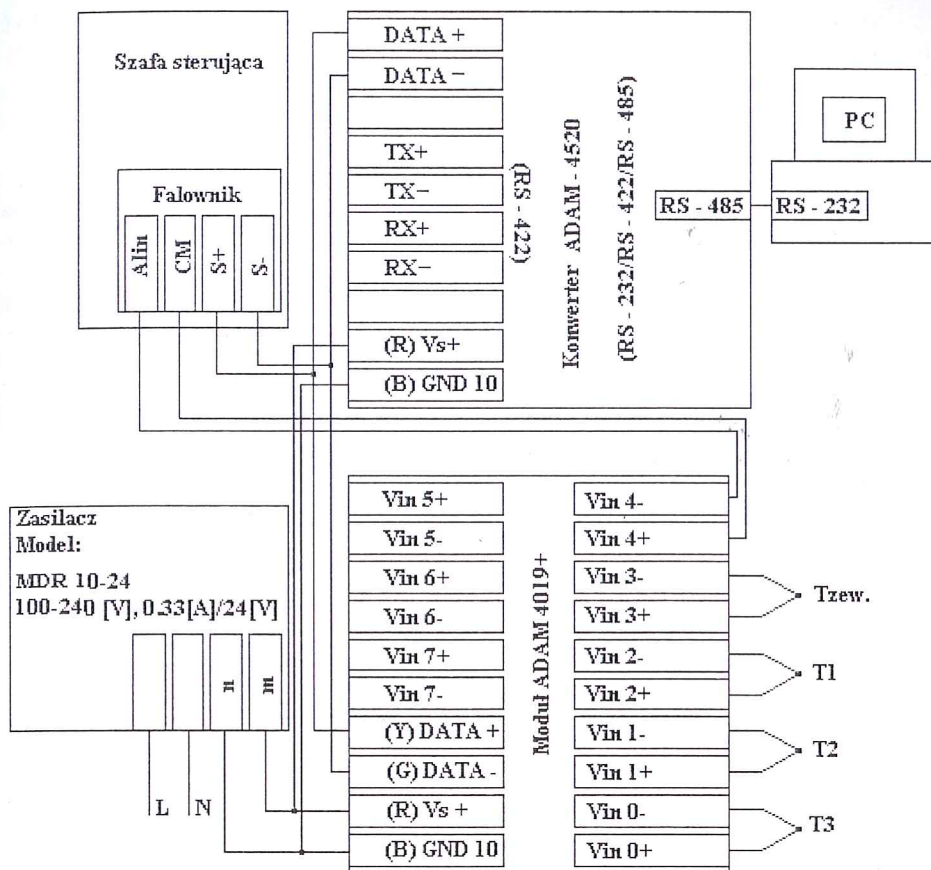


Rys. 1. Schemat blokowy układu do badań tribologicznych

Zaprojektowany i wykonany układ składa się z następujących części:

- przyrządu tribologicznego,
- napędu do przyrządu tribologicznego,
- szafy sterującej do napędu,
- modułu ADAM 4019+ wraz z konwerterem ADAM 4520 firmy Advantech,
- komputera PC z oprogramowaniem DriveView 3.3 (do komunikacji z falownikiem) oraz programem ADAMView.

Na rysunku 2 przedstawiono schemat połączeń pomiędzy poszczególnymi elementami układu. Zarówno moduł ADAM 4019+, jak i konwerter są zasilane z tego samego zasilacza 240/24 [V]. Do portów modułu ADAM 4019+ o numerach od 0 do 3 podłączone są 4 termopary. Port o numerze 4 jest połączony z wejściem analogowym falownika. Jego wyjście komunikacyjne S+/S- oraz port modułu DATA+/DATA- połączono z portem konwertera DATA+/DATA-. Konwerter jest natomiast połączony z komputerem PC portami RS-232/RS-485. Porty modułu 5, 6 i 7 nie są wykorzystane w badaniach.



Rys. 2. Schemat blokowy połączeń układu

Moduł 4019+ ma osiem wejść analogowych, z których wykorzystano cztery dla czujników temperatury. Termopary są umieszczone w pobliżu powierzchni styku próbek z przeciwpóbką (3 sztuki). Czwarta termopara mierzy temperaturę otoczenia. Port 4 modułu jest połączony z wyjściem analogowym falownika. Moduł 4019+ podłączony jest do komputera za pomocą konwertera ADAM 4520.

Z uwagi na to, że konwerter ADAM 4520 ma tylko jedną parę zacisków DATA+/DATA- (RS 485), do których są równocześnie podłączone i moduł ADAM 4019+ i falownik (zaciski S+/S-), konieczne jest posiadanie oprogramowania OPC Serwer. Umożliwia ono komunikację pomiędzy modułem, falownikiem i komputerem z wykorzystaniem protokołu MODBUS.

### 3. OPIS PROGRAMU ADAMView

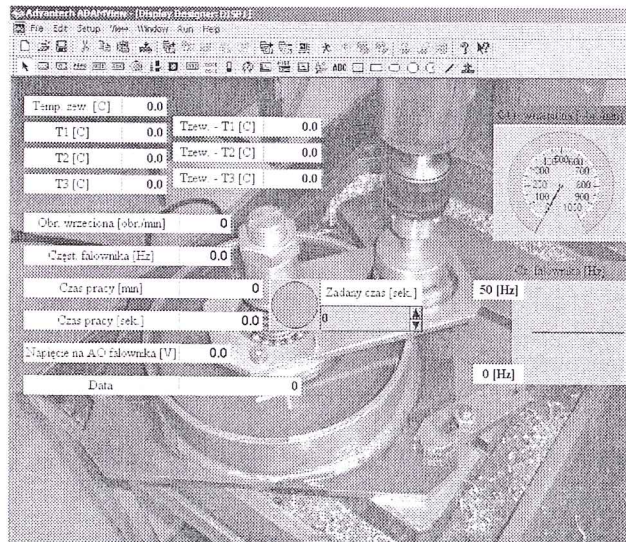
Działanie systemu do rejestracji i wizualizacji warunków pracy stanowiska do badań tribologicznych opiera się o na programie utworzonym w środowisku ADAMView oraz module koncentratora danych ADAM 4019+ z podłączonymi do jego wejść termoparami wraz z falownikiem.

Moduł ADAM 4019+ ma dwa tryby pracy: INIT oraz NORMAL. Tryb NORMAL służy do ustawiania parametrów poszczególnych portów. Tryb INIT służy do ustawiania parametrów modułu do pracy w pojedynkę, albo wspólnie z innymi modułami (falownikami) – w zależności od potrzeb użytkownika. W badaniach wykorzystywano oba tryby. Każdy program ADAMView w dowolnym trybie pracy składa się z dwóch głównych części:

- panelu użytkownika, który pełni rolę zintegrowanej płyty czołowej przyrządów tworzących przyrząd wirtualny (np. płyta czołowa stanowiska do badań tribologicznych),
- schematu blokowego z naniesionymi ikonami bloków funkcyjnych i połączeniami między blokami funkcjonalnymi przyrządu wirtualnego. Schemat blokowy jest kodem źródłowym programu sterowania dla przyrządu wirtualnego.

Tworzenie programu w języku ADAMView polega na złożeniu schematu blokowego przez przenoszenie (metodą przeciągnij i puść – ang. *drag and drop*) na panel ikon, obiektów lub ikon funkcyjnych zebranych na górnym pasku menu. Następnie należy skonfigurować dany moduł, aby pełnił on zadaną funkcję.

Na rysunku 3 przedstawiono panel główny modułu podczas pracy autonomicznej. Dane pobierane są w tym przypadku tylko z portów podłączonych do modułu ADAM 4019+. Są to cztery termopary (porty 0÷3) oraz jedno wejście analogowe falownika (port 4).

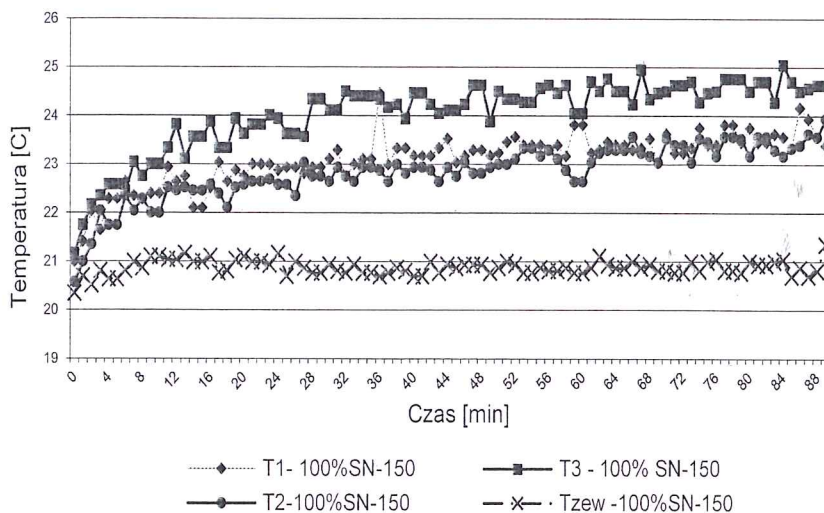


Rys. 3. Panel główny stanowiska zbudowany z wykorzystaniem programu ADAMView dla pracy autonomicznej



#### 4. PRZYKŁADOWE WYNIKI

Na rysunku 4 przedstawiono przebieg temperatur w komorze olejowej dla oleju SN-150 bez dodatków. Warunki badania:  $p = 2 \text{ MPa}$ ,  $n = 500 \text{ obr/min}$ ,  $t = 90 \text{ min}$ , próbkowanie co 1 minutę.



Rys. 4. Przebieg temperatur dla bazy olejowej SN-150 bez dodatków dla czterech termopar

#### 5. PODSUMOWANIE

Zbudowane stanowisko do wizualizacji i archiwizacji danych pomiarowych z przyrządu tribologicznego umożliwia pomiar i zapis m.in.: temperatur w komorze olejowej tribotestera, temperatury zewnętrznej, wartości mocy czynnej, natężenia prądu pobieranego przez napęd przyrządu tribologicznego, częstotliwości wyjściowej falownika, częstotliwości zadanej falownika, prędkości obrotowej silnika, prędkości obrotowej wrzeciona napędu. Niewątpliwą zaletą niniejszego stanowiska jest możliwość rejestracji danych szybkozmiennych. Ma to szczególne znaczenie podczas dynamicznych badań par trących, gdzie następuje częsta zmiana prędkości obrotowej wrzeciona i zadanej siły nacisku na powierzchnie trące. Sam system wizualizacji i archiwizacji danych ułatwia zbieranie danych, opracowanie wyników badań i ich szybką interpretację.

Wyniki prowadzonych na przyrządzie tribologicznym badań przyczynią się niewątpliwie do poszerzenia wiedzy o intensywności i przebiegu zużycia.

#### LITERATURA

- [1] Godet M., 1984. The third body approach: A mechanical view of wear. *Wear* 100, 437-452.
- [2] Piekoszewski W., Szczerek M., Wiśniewski M., 2000. Charakterystyki tribologiczne chropowatości powierzchni elementów maszyn. *Zagadnienia Eksploatacji Maszyn* 3, 43-69.
- [3] Rigney D.A., Gleaser W., 1978. The significance of near surface microstructure in the wear process. *Wear* 46, 241-250.
- [4] Styp-Rekowski M., 2001. Znaczenie cech konstrukcyjnych dla trwałości skośnych łożysk kulkowych. Wyd. Uczeln. ATR Bydgoszcz. Rozprawy 103.

## REGISTRATION AND VISUALISATION SYSTEM OF OPERATION CONDITIONS IN TRIBOLOGY RESEARCH STAND

### Summary

In paper was presented construction and principles of a data logging and visualization system for tribology research assistance. This system was build using ADAM modul of Advantech.

## INDEKS AUTORÓW

**Artur Bartkowiak**

*student, Kolo Naukowe Mechaników, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz*

**Marek Chiliński**

*student, Kolo Naukowe Mechaniki i Informatyki Stosowanej, Wydział Mechaniczny, Politechnika Białostocka*

**Maciej Dąbek**

*student, Kolo Naukowe Mechaników, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz*

**Paweł Dąbrowski**

*student, Kolo Naukowe Mechaników, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz*

**Marian Dolipski**

*prof. dr hab. inż., Dziekan Wydziału Górnictwa i Geologii, Politechnika Śląska, Gliwice*

**Dariusz Dorsz**

*mgr inż., Kolo Naukowe Mechaników, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz*

**Marcin Figler**

*student, Kolo Naukowe TOPgran, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz*

**Daniel Janicki**

*mgr inż. Studium Doktoranckie, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz*

**Michał Kamiński**

*student, Kolo Naukowe Mechaników, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz*

**Piotr Kraiński**

*mgr inż., Kolo Naukowe Mechaników, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz*

**Arkadiusz Kulak**

*student, Kolo Naukowe Mechaników, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz*

**Łukasz Lewandowski**

*mgr inż., Studium Doktoranckie, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz*

**Karol Maliński**

*student, Kolo Naukowe TOPgran, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz*

**Maciej Matuszewski**

*dr inż., Zakład Inżynierii Produkcji, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz*

**Natalia Mashovets**

*phd, Khmelnytsky National University, Ukraine*

**Jarosław Mikołajczyk**

*mgr inż., Studium Doktoranckie, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz*

**Tadeusz Mikołajczyk**

*dr inż., Zakład Inżynierii Produkcji, Opiekun Koła Naukowego Mechaników, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz*

**Adam Mroziński**

*dr inż., Zakład Systemów Technicznych i Ochrony Środowiska, Opiekun Koła Naukowego TOPgran, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz*

**Janusz Musiał**

*dr inż., Zakład Inżynierii Produkcji, Zastępca dyrektora Instytutu Techniki Wytwarzania, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz*

**Marta Nożewnik**

*student, Koło Naukowe Mechaników, Wydział Zarządzania i Inżynierii Produkcji, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz*

**Ivan Oborskiy**

*phd, National University of Technology and Design, Kiev, Ukraina*

**Jan Osadnik**

*mgr inż., Wydział Górnictwa i Geologii, Politechnika Śląska, Gliwice*

**Robert Polasik**

*dr inż., Zakład Inżynierii Produkcji, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz*

**Eryk Remiorz**

*dr inż., Wydział Górnictwa i Geologii, Politechnika Śląska, Gliwice*

**Piotr Sobota**

*dr inż., Wydział Górnictwa i Geologii, Politechnika Śląska, Gliwice*

**Łukasz Romanowski**

*mgr inż., Zakład Inżynierii Materiałowej, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz*

**Paweł Wasiak**

*student, Koło Naukowe Mechaników, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz*

ISBN 978-83-61314-98-1