

# Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

## Modern material technologies in aerospace industry

### Modelowanie, konstruowanie i kontrolowanie procesu HSM z uwzględnieniem skonfigurowanego układu maszyna-przyrząd-detale

#### Modeling, construction and control of the HSM process taking into consideration the configured machine-instrument-detail system

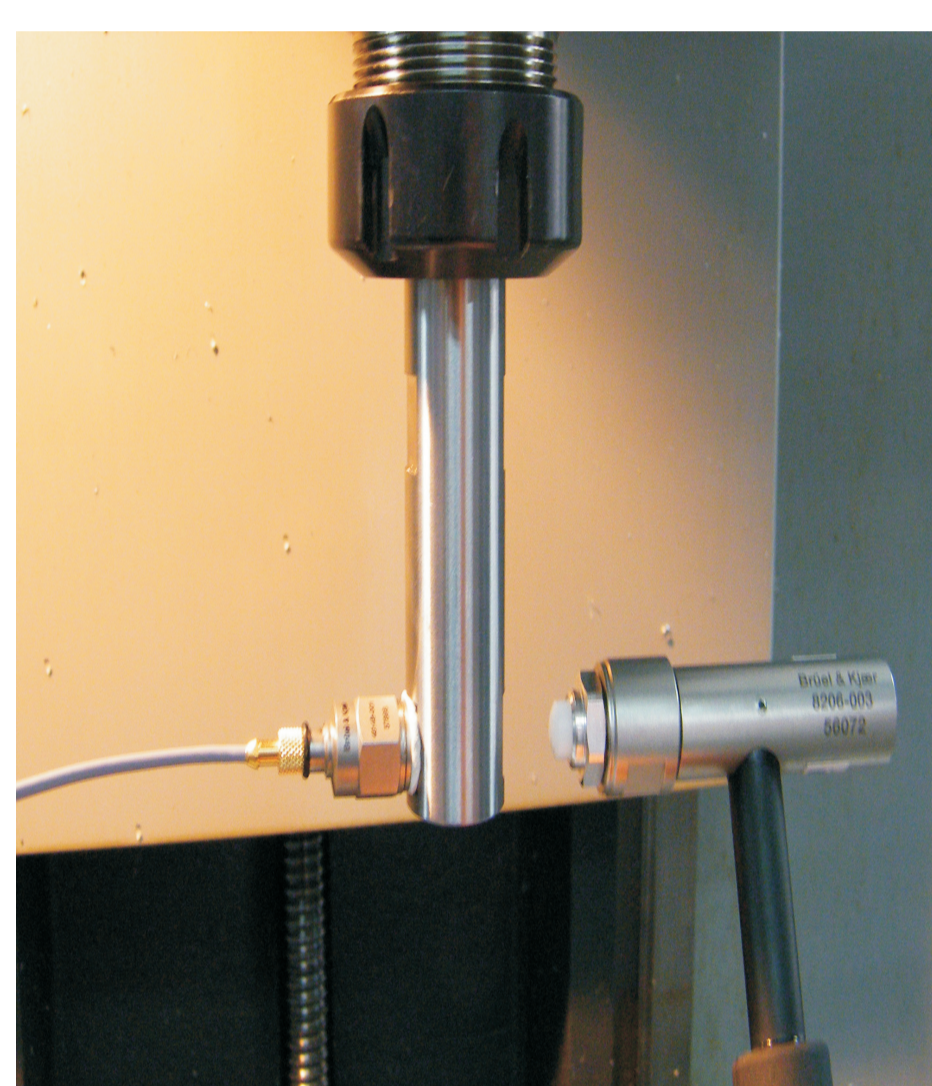
Politechnika Warszawska, Politechnika Rzeszowska

**Tytuł rozwiązania Innowacyjnego**  
Title of the innovative solution

**Badania oraz analiza właściwości dynamicznych centrów frezarskich**  
Test and analysis of dynamic properties of milling machines

**Krótki opis rozwiązania**  
Brief description of the solution

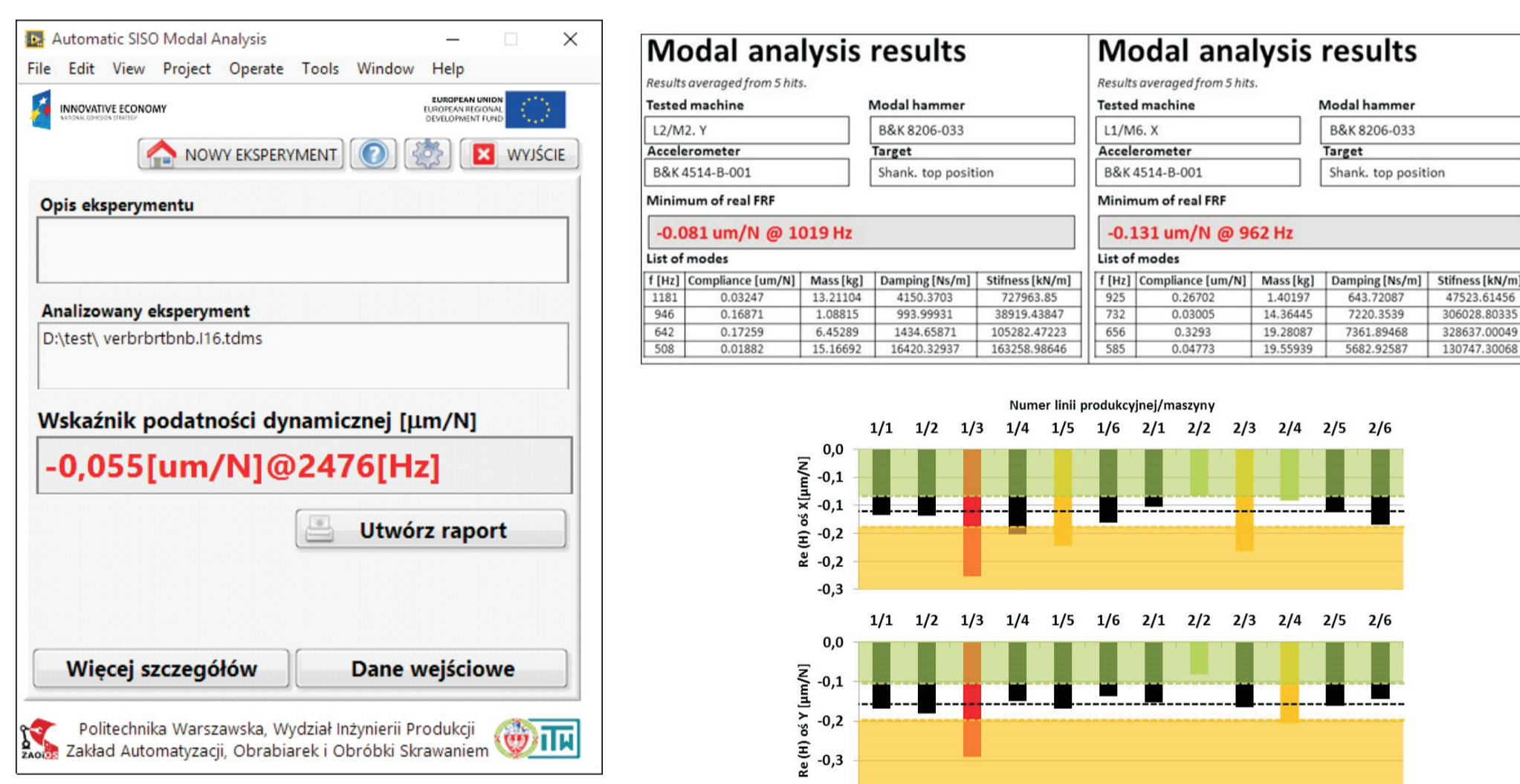
Opracowane oprogramowanie, bazujące na automatycznej ekstrakcji sygnałów uderzenia i odpowiedzi, detekcji postaci drgań i obliczania parametrów modalnych umożliwia wykonanie testów modalnych przez operatora nie posiadającego doświadczenia w analizie modalnej.  
Developed software based on the automatic extraction of hit and response signals, modes detection and modal parameters estimation allows for performing modal testing by an operator not experienced in the modal analysis.



Rys.1. Ekran główny komercyjnej wersji oprogramowania  
Fig.1. Main screen of commercial software version

Rys.2. Badania analizy modalnej  
Fig.2. Modal analysis test

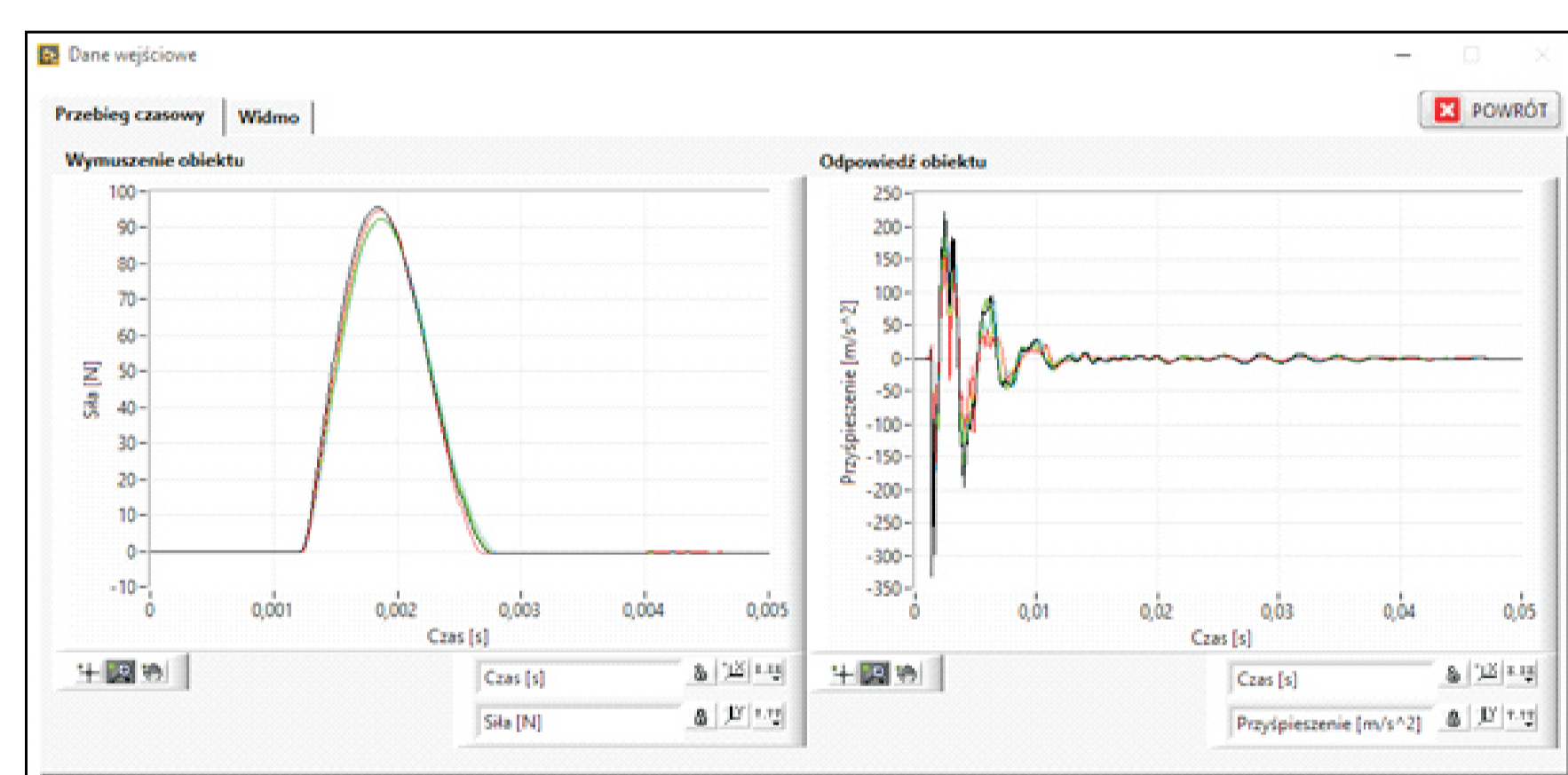
Uzyskanie wyników wymaga jedynie dokonania uderzeń testowych. Oprogramowanie dokona całej analizy samodzielnie i przedstawi wyniki, z których głównym jest wskaźnik podatności dynamicznej.  
Obtaining results only requires impact test performed. Commercial software made all the analysis required and present the results, with dynamic compliance indicator.



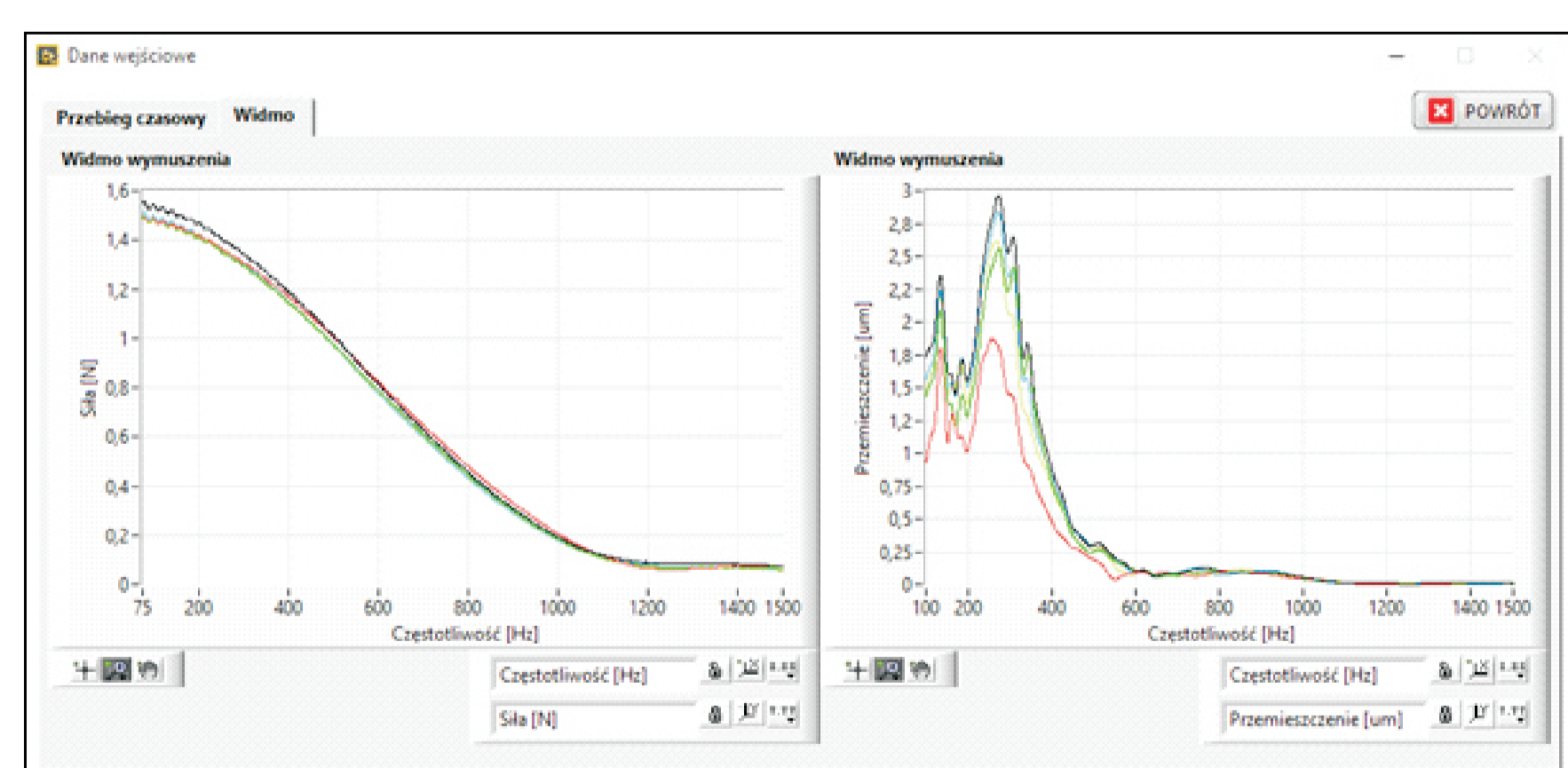
Rys.3. Wyniki analizy modalnej – wskaźnik podatności dynamicznej  
Fig.3. Results of modal analysis – dynamic compliance indicator

Możliwe jest zobaczenie danych wejściowych, choć nie wymagane do obsługi programu, jako przebiegów siły i przyspieszenia oraz ich widm.  
It is possible to see the data input, but is not required to handle the software, as force and acceleration in time domain and their spectra.

**Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego**  
Visualization of the innovative solution

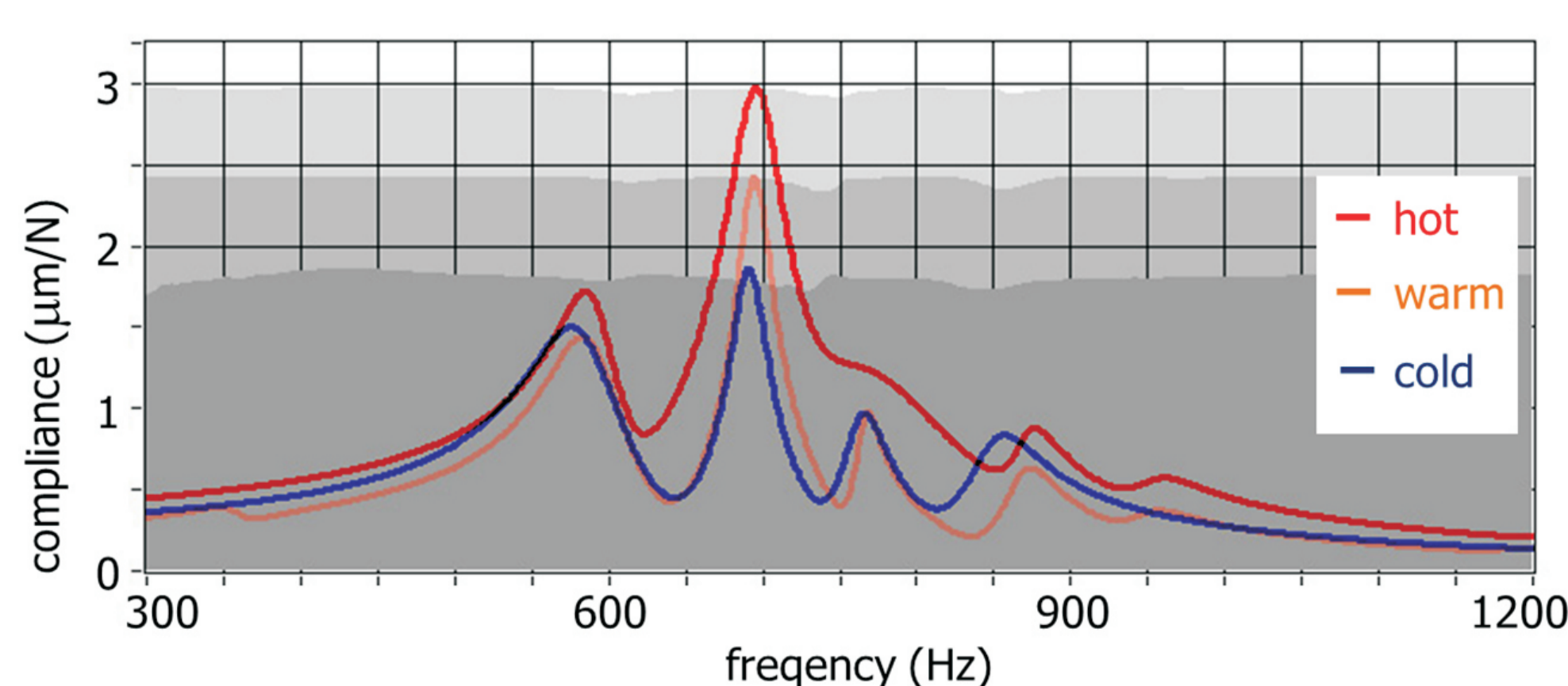


Rys.4. Podgląd przebiegów czasowych danych wejściowych  
Fig.4. Preview of input data over time



Rys.5. Podgląd danych wejściowych - widmo  
Fig.5. Preview of input data - spectrum

Użytkownik zainteresowany szczegółami analizy może zobaczyć szczegółowe wyniki w postaci różnych charakterystyk modalnych.  
The user interested in the details of analysis can see detailed results in the form of various modal characteristics.



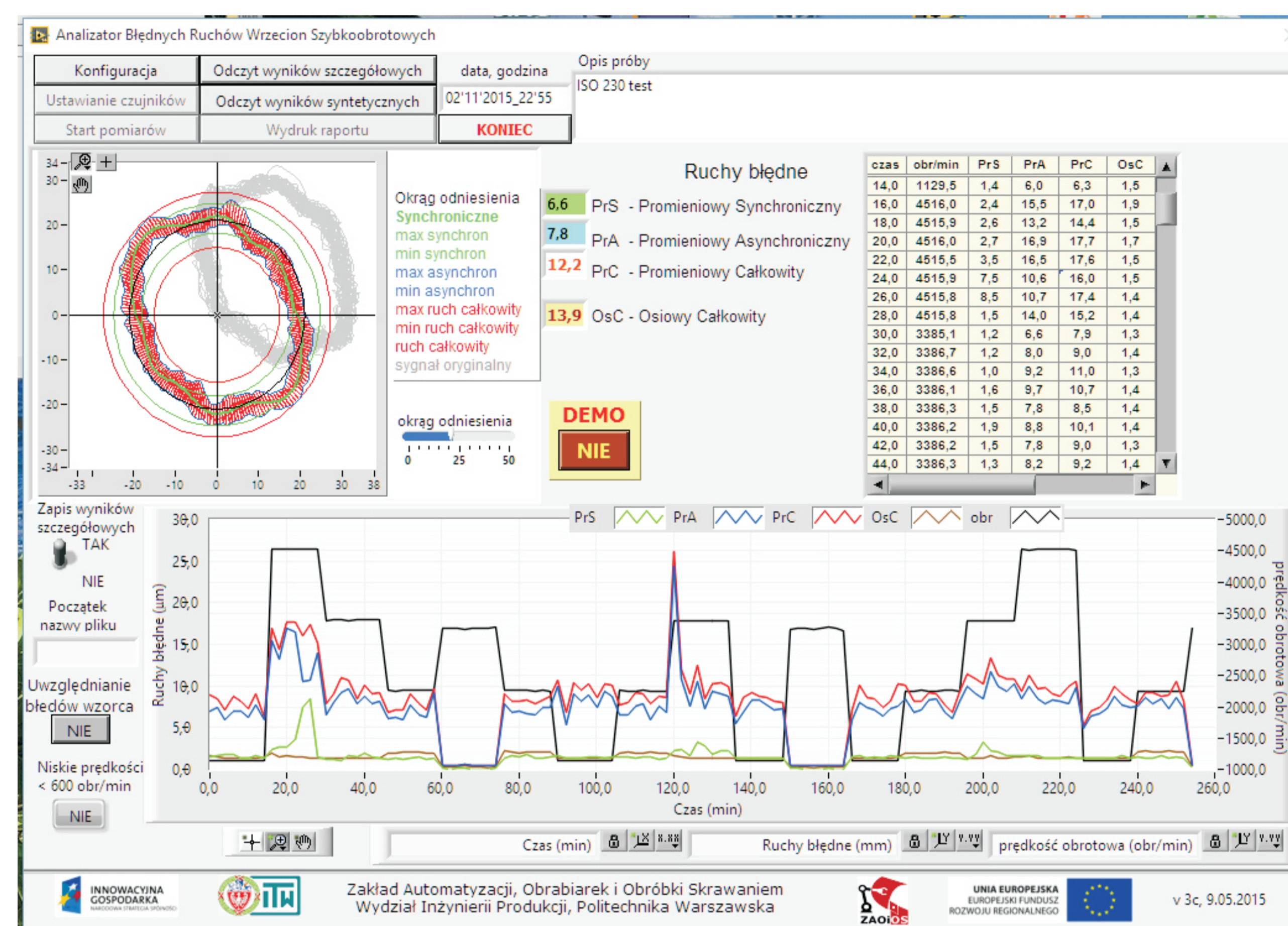
Rys.6. Charakterystyki modalne – szczegółowe wyniki analizy  
Fig.6. Modal characteristic – detailed analysis results

**Tytuł rozwiązania Innowacyjnego**  
Title of the innovative solution

**Badania błędnych ruchów wrzecion szybkoobrotowych**  
High speed spindle error analysis

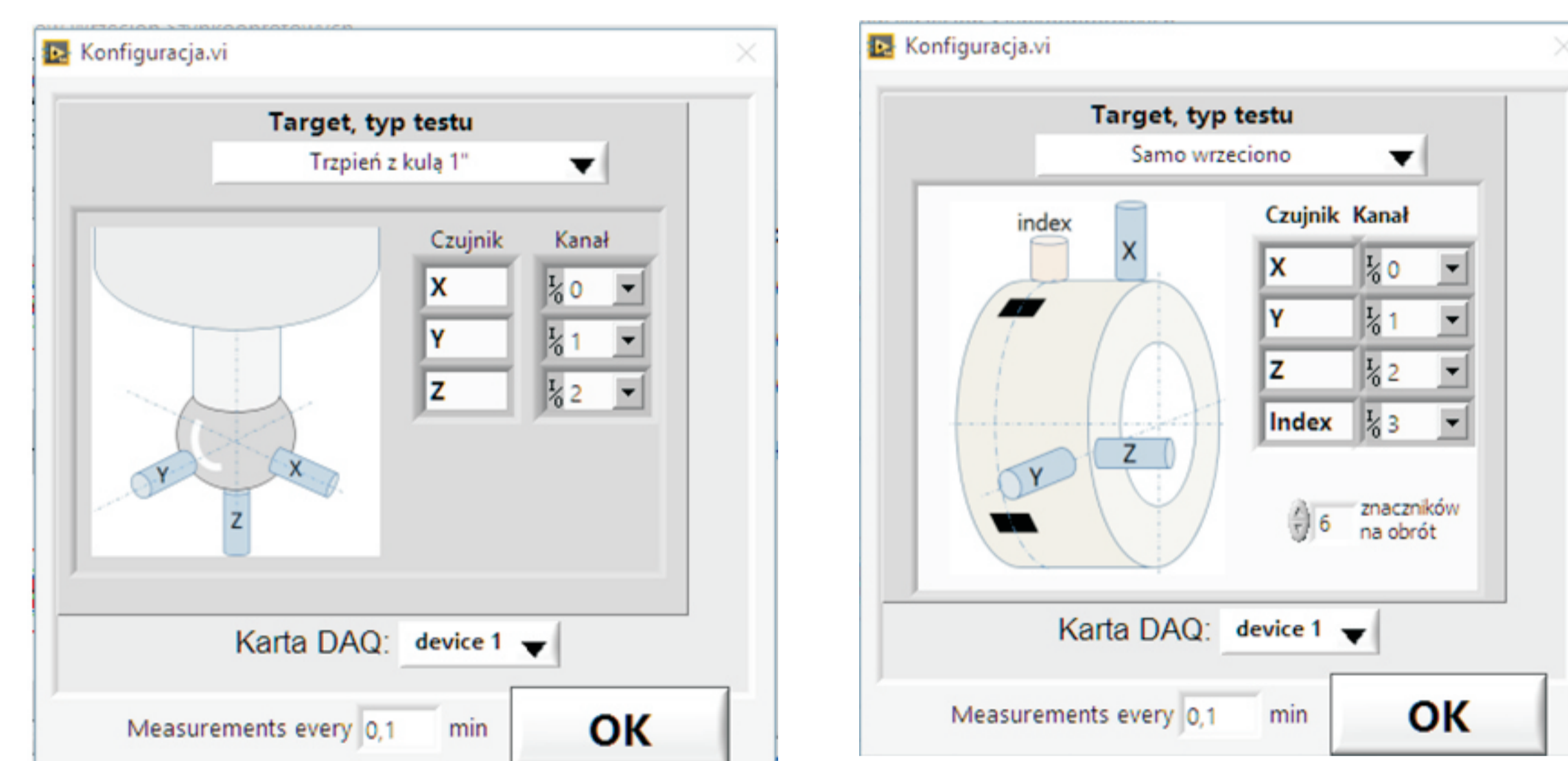
**Krótki opis rozwiązania**  
Brief description of the solution

Analizator Błędnych Ruchów Wrzecion Szybkoobrotowych (ABRWS) jest oprogramowaniem autorskim, pozwalającym szybko i w sposób automatyczny, zgodnie z normami ISO 230-7 oraz B89.3.4 przeprowadzić pomiary wrzeciona i wygenerować raporty. Program jest przystosowany do badań wrzecion wolno- i szybkoobrotowych.  
Analyser of High-speed Spindles Error Movements (ABRWS) was created by authors. The program allows quickly and automatically, in accordance to standards ISO 230-7 and B89.3.4, make a tests and generate reports. The program is designed to test slow- and high-speed spindles.



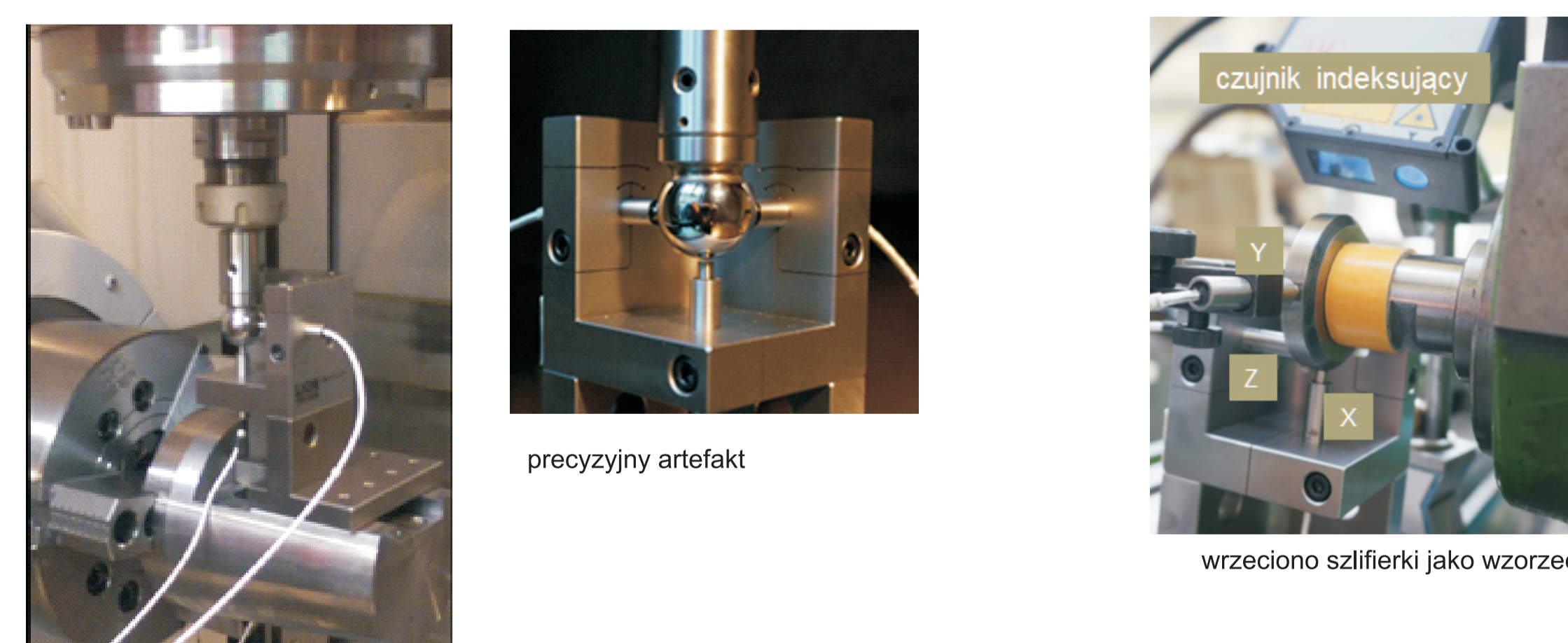
Rys.7. Ekran główny autorskiego oprogramowania (ABRWS) do pomiarów ruchów błędnych wrzecion  
Fig.7. Main screen of Analyser of High-speed Spindle Error Movements (ABRWS)

Program jest przystosowany do badań ruchów błędnych wrzecion z wykorzystaniem precyzyjnego wzorca (wrzeciona tokarskie i frezarskie) jak i powierzchni niedokładnej (np. kołnierz wrzeciona szlifierki). Pomiar można wykonywać trzema lub pięcioma czujnikami. Zaimplementowano wpływ temperatury na dryft wrzeciona.  
The program is designed to test the spindle error motions using precise artefact (lathes and milling spindles) and inaccurate surfaces (eg. grinder spindle). The measurement can be performed three or five sensors. Implemented influence of the temperature on the spindle drift.



Rys.8. Konfiguracja programu do pomiarów przy użyciu dokładnego wzorca lub kołnierza wrzeciona  
Fig.8. Program configuration to perform test with precise ball or spindle flange

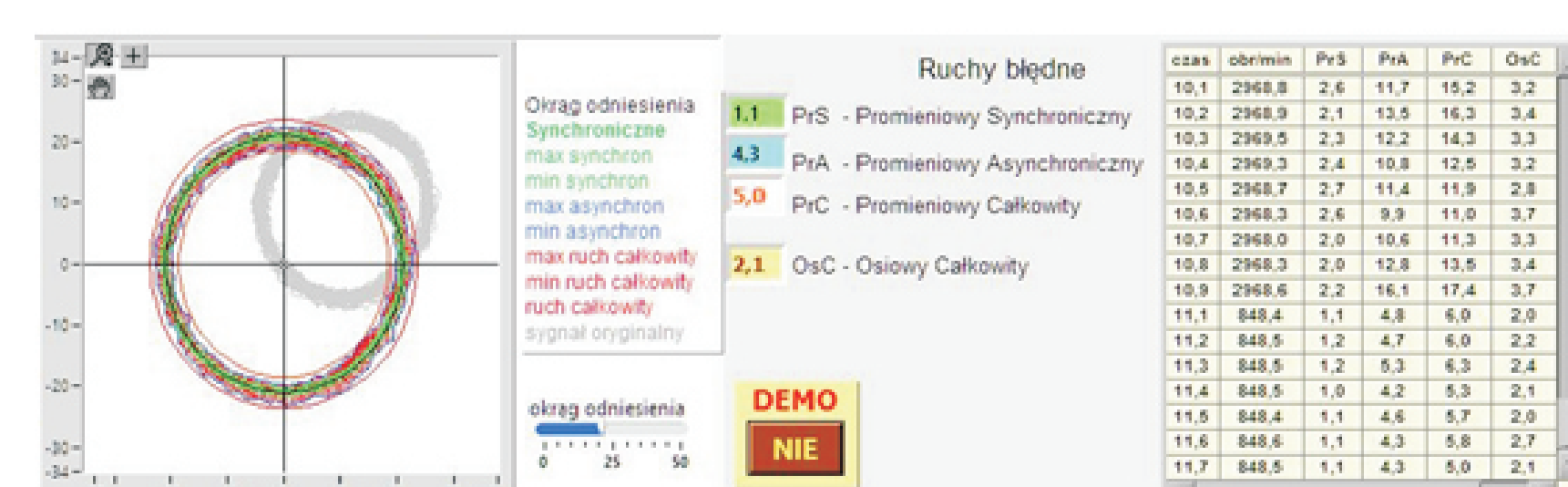
Oprogramowanie korzysta ze standardowych sterowników kart pomiarowych. Może współpracować z osprzętem dowolnej firmy. W opcji Konfiguracja jest rozpoznana karta pomiarowa, ustawiane kanały wejściowe dla czujników poszczególnych osi i opcjonalnie kanał dla czujnika indeksującego.  
The software uses standard measuring card drivers. It can work with accessories of most manufacturers. The Setup is recognized measurement card, set the input channels for each axis sensors and an optional indexing channel sensor.



Rys.9. Zestawy do pomiarów przy użyciu dokładnego wzorca i kołnierza wrzeciona  
Fig.9. Hardware sets to perform test with precise ball or grinding spindle flange

Dobór parametrów karty DAQ odbywa się automatycznie w tle. Nie jest wymagana wiedza z zakresu metrologii i przetwarzania sygnałów. Program automatycznie rozpoznaje prędkość obrotową wrzeciona i dostosowuje częstotliwość próbkowania. Wyniki bieżącego badania wyświetlane są na ekranie pod głównym menu.  
DAQ card parameter selection is done automatically in the background. It is not required knowledge in the field of metrology and signal processing. The program automatically recognizes the spindle speed and adjusts the sample rate. The results of performed test are shown on the screen below the main menu.

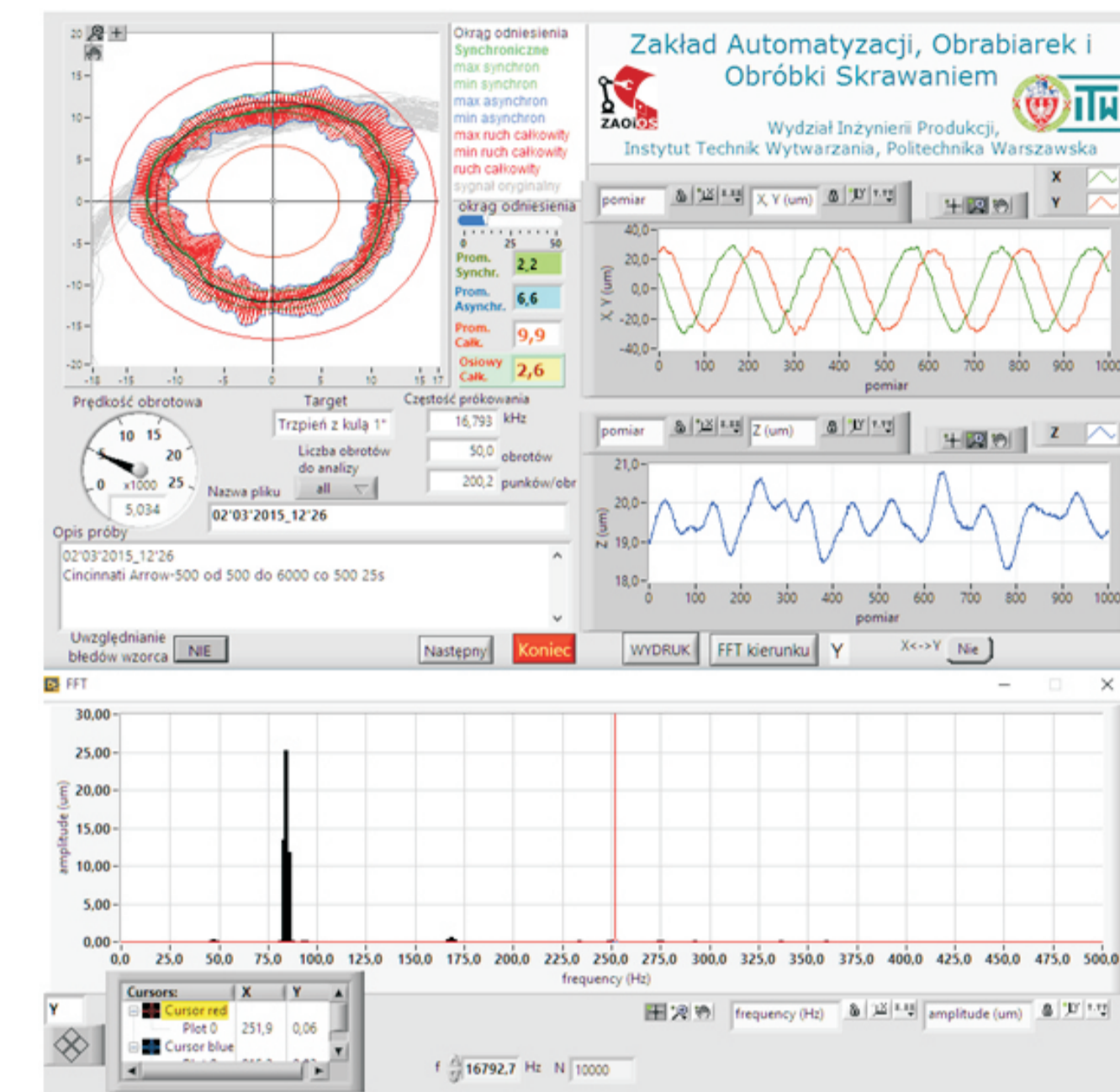
DAQ card parameter selection is done automatically in the background. It is not required knowledge in the field of metrology and signal processing. The program automatically recognizes the spindle speed and adjusts the sample rate. The results of performed test are shown on the screen below the main menu.



Rys.10. Widok ekranu z bieżącymi wynikami podczas pomiarów  
Fig.10. Preview of the current data during the test

**Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego**  
Visualization of the innovative solution

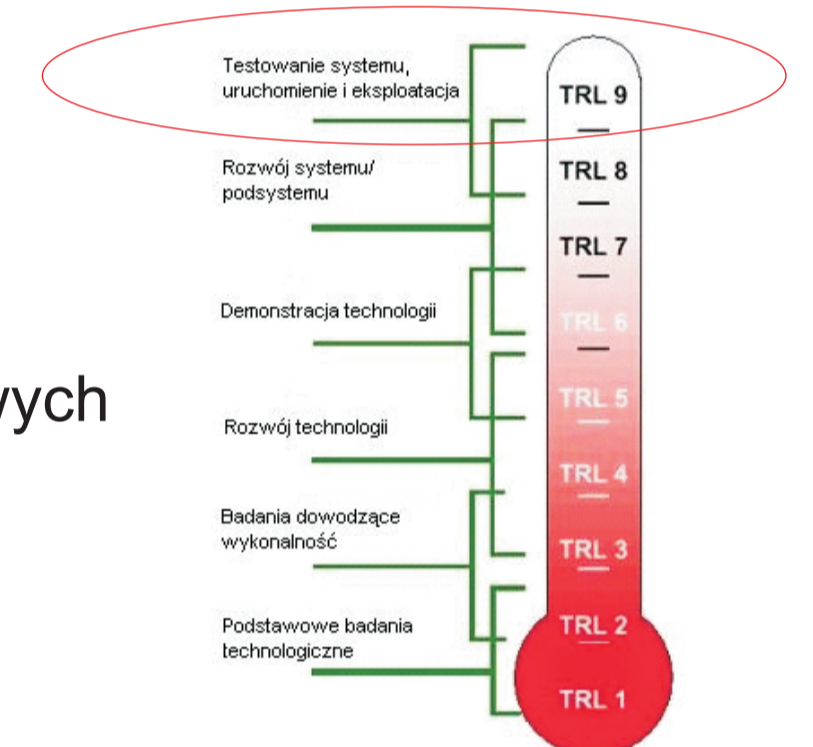
Informacje o stanie wrzeciona i ewentualnych przyczynach problemów, można wnioskować na podstawie analizy wyników szczegółowych.  
Informations about the state of the spindle and the possible causes of problems, can be concluded on the analysis of the detailed results.



**Zalety i ograniczenia rozwiązań innowacyjnych**  
Advantages and restrictions of innovative solutions

- Znaczne uproszczenie diagnostyki wrzecion
- Łatwa obsługa programów nie wymagająca specjalistycznej wiedzy i szkoleń
- Generowanie raportów
- Automatykny dobór parametrów pomiaru
- Współpraca ze sprzętem dowolnego producenta
- Intuicyjne interfejsy, prosta obsługa
- Elastyczne dostosowanie do różnych opcji pomiaru
- ABRWS - przystosowanie do współpracy z dowolną powierzchnią

Systemy w pełni funkcjonalne, przetestowane w warunkach przemysłowych



**Możliwe zastosowania w lotnictwie i innych gałęziach gospodarki**  
Examples of application in aviation and other branches

Opracowane oprogramowania umożliwiają ocenę stanu wrzeciona przez wykonanie testów modalnych, a także pomiarów błędnych ruchów wrzecion, w bardzo krótkim czasie, bez specjalnych szkoleń, nie wpływając na harmonogram pracy maszyn.  
Developed softwares for automatic modal analysis and spindle error movements enables assessment of the spindle through performing tests in short time and without additional training or without any influence on machine work schedule.

**Oferata dla przemysłu**  
The offer for industry

**Oferujemy:**

- Licencję niewyłączną na oryginalne oprogramowania
- Pomoc w kompletacji niezbędnego sprzętu
- Wsparcie we wdrożeniach badań wrzecion w zakładzie przemysłowym
- Dostosowanie interfejsu użytkownika, raportów oraz funkcjonalności do potrzeb zakładu
- Zaawansowane, sprawdzone w warunkach przemysłowych programy diagnostyczne
- Wdrożenie w firmie, szkolenia
- Doradztwo przy doborze sprzętu pomiarowego
- Połączenie z innymi systemami diagnostyki maszyn

**Kontakt:**

Politechnika Warszawska Instytut Techniki Wytwarzania  
Zakład Automatyki, Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem  
02-524 Warszawa, ul. Narbutta 86 pok. 107

tel.: 22 234 86 56  
fax: 22 849 02 85  
e-mail: zaaios.itw@zaaios.pw.edu.pl  
www.zaaos.pw.edu.pl

**Kierownik:**  
prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak  
tel.: 22 234 86 56  
e-mail: k.jemielniak@zaaios.pw.edu.pl

**Koordynatorzy techniczni:**

**Badania ruchów błędnych wrzecion**  
dr inż. Jarosław Chrzanowski  
tel.: 22 234 84 73  
e-mail: j.chrzanowski@zaaios.pw.edu.pl

**Analiza modalna**  
mgr inż. Piotr Andrzej Bąk  
tel.: 22 234 83 97  
e-mail: piotr.andrzej.bak@zaaios.pw.edu.pl