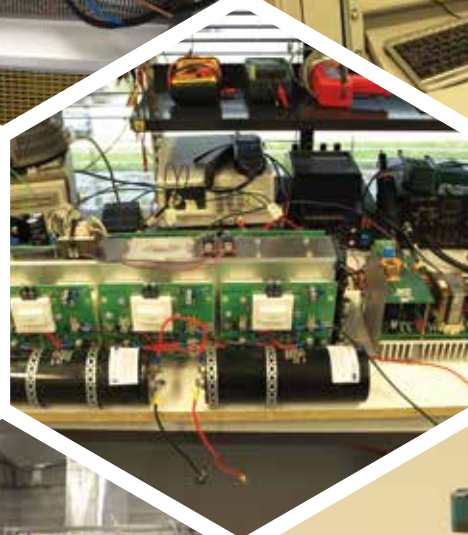


# CENTRALNE LABORATORIUM WDROŻEŃ



## POLITECHNIKI LUBELSKIEJ

Katalog laboratoriów i stanowisk badawczych





# CENTRALNE LABORATORIUM WDROŻEŃ POLITECHNIKI LUBELSKIEJ

## Katalog laboratoriów i stanowisk badawczych

### WSTĘP

Prezentowany *Katalog laboratoriów i stanowisk badawczych* jest podsumowaniem realizowanego w latach 2013-2015 w ramach Programu Operacyjnego Rozwój Polski Wschodniej Projektu Centralne Laboratorium Wdrożeń Politechniki Lubelskiej.

Efektem realizowanego Projektu jest utworzenie 191 stanowisk badawczych i powstanie 23 specjalistycznych laboratoriów za łączną kwotą ok. 52 mln zł, w tym dofinansowanie z funduszy Unii Europejskiej – ok. 47 mln zł.

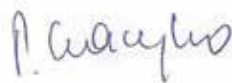
Bez przesady można powiedzieć, że zakupiona aparatura, urządzenia, sprzęt i programy, powstałe stanowiska i laboratoria to realizacja wieloletnich marzeń i planów naukowych wielu pracowników Politechniki. Poziom wyposażenia naszych laboratoriów konkuruje aktualnie z najlepszymi ośrodkami naukowymi w Polsce.

Bardzo serdecznie pragnę podziękować wszystkim tym, którzy realizowali projekt CLW PL. Dziękuję przede wszystkim pracownikom katedr i instytutów, w których głowach powstały koncepcje stanowisk, zespołom przygotowującym aplikacje o fundusze UE i zespołowi zarządzającemu realizacją Projektu. Dziękuję wszystkim pracownikom pozostałych komórek organizacyjnych Politechniki, którzy bezpośrednio lub pośrednio zaangażowani byli w realizację Projektu.

Składając podziękowania, wyrażam jednocześnie przekonanie, że wszyscy pracownicy, doktoranci i studenci Politechniki, w których dyspozycji pozostają utworzone stanowiska i laboratoria, z całą odpowiedzialnością i starannością będą prowadzili prace naukowe i badania służące realizacji celów Projektu.

Jestem przekonany, że dzięki rozwojowi współpracy przedsiębiorstw z Politechniką Lubelską zwiększy się poziom innowacyjności i konkurencyjności gospodarki na obszarze Polski Wschodniej. Liczę również na to, że profesjonalna kadra naukowców-specjalistów zostanie w naszym regionie, wspierając go swoją aktywnością i skutecznością. Naszym celem jest także umocnienie wizerunku Uczelni jako wiarygodnego i kompetentnego partnera dla podmiotów gospodarczych.

Tworzone, z wykorzystaniem powstałych stanowisk badawczych, innowacyjne technologie będą miały za zadanie wspieranie oraz promocję przedsiębiorczości opartej na nowoczesnej, innowacyjnej wiedzy i technologii oraz zapewnienie ich transferu do przedsiębiorstw regionu. Prowadzone badania i prace wdrożeniowe pozwolą na zwiększenie potencjału wiedzy, kwalifikacji, zaawansowania technologicznego i innowacyjności firm Lubelszczyzny, co w efekcie przyczyni się do inkubacji i akceleracji pomysłów biznesowych – wpisując się w realizację celów strategicznych rozwoju województwa lubelskiego.



Rektor Politechniki Lubelskiej  
Prof. dr hab. inż. Piotr Kacejko

## 1. Laboratorium Badań Strukturalnych

### Stanowisko 1. Dyfraktometr rentgenowski

#### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

Badania struktury cienkich warstw i układów wielowarstwowych.

#### Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

Badania wspierające projekty w zakresie inżynierii nowych materiałów.

#### Opis stanowiska

Dyfraktometr rentgenowski – Empyrean firmy PANalytical, wyposażony jest w lampę miedzową o mocy 1,8 kW, filtr  $K\beta$  Ni i monochromator krystaliczny. Optyka pozwala na pomiary w geometrii wiązki zbieżnej Bragg-Brentano oraz wiązki równoległej. Goniometr pracuje w układzie pionowym w geometrii Theta-Theta o rozdzielczości kątowej 0.0001 i zakresie kątowym od  $-110^\circ$  do  $168^\circ$ . Pomiary wykonywane mogą być z użyciem detektora punktowego lub półprzewodnikowego (detektor rastrowy 2D Pixel). Aparat wyposażony jest w stolik próbek proszkowych, do pomiaru próbek płaskich w geometrii odbiciowej i transmisyjnej oraz w 3-osiowe koło z przesuwem w kierunku normalnej do powierzchni próbki, obrotem wokół osi Z (kąt  $\chi$ ) oraz osi prostopadłej do osi Z w płaszczyźnie próbki (kąt  $\Phi$ ). Zakres obrotu  $\Phi$   $540^\circ$ ,  $\chi$   $95^\circ$ . Maksymalne rozmiary próbki: średnica 140 mm, wysokość 64 mm, waga 2 kg.



### Stanowisko 2. Mikroskop sił atomowych (AFM)

#### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

Badanie własności mechanicznych materiałów metodą mikroskopii sił atomowych (AFM).

#### Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

Badania wspierające projekty w zakresie inżynierii nowych materiałów.

#### Opis stanowiska

AFM umożliwia obrazowanie powierzchni próbek (maksymalny rozmiar próbki 10x10x5mm)

\* gdzie 1 oznacza numer stanowiska

w powietrzu, cieczach i gazach poprzez skanowanie powierzchni próbki w osiach XY. Zakres skanowania: 130x130 $\mu$ m.

Tryby pracy AFM: tryb kontaktowy – obrazowanie w oparciu o kontakt ostrza z powierzchnią; Tryb próbkowania - obrazuje topografię powierzchni próbki przez ostrze dotykające powierzchni z częstotliwością rezonansową; Tryb niekontaktowy - obrazuje topografię próbki poprzez siły Van der Waalsa pomiędzy powierzchnią a ostrzem utrzymywanym ponad powierzchnią; Mikroskopia sił lateralnych - mierzy siły tarcia między ostrzem i powierzchnią próbki.

Zastosowanie: obrazowanie morfologii powierzchni, badanie chropowatości powierzchni, siły tarcia występujące pomiędzy ostrzem a powierzchnią próbki, określenie właściwości materiałów takich jak moduł Younga, lepkości, mikrotwardości i adhezja.

## KONTAKT:

**STANOWISKO 1**  
dr Dariusz Chocyk  
tel.: 81 538 45 08  
e-mail: d.chocyk@pollub.pl

**STANOWISKO 2**  
dr Adam Prószyński  
tel.: 81 538 45 05  
e-mail: a.proszynski@pollub.pl

**STANOWISKO 4**  
dr Jarosław Borc  
tel.: 81 538 45 05  
e-mail: j.borc@pollub.pl

## Stanowisko 4. Nanotwardościomierz z micro scratch testerem

### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

Badanie własności mechanicznych materiałów metodą nanoindentacji oraz testu zarysowania.

### Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

Badania wspierające projekty w zakresie inżynierii nowych materiałów.

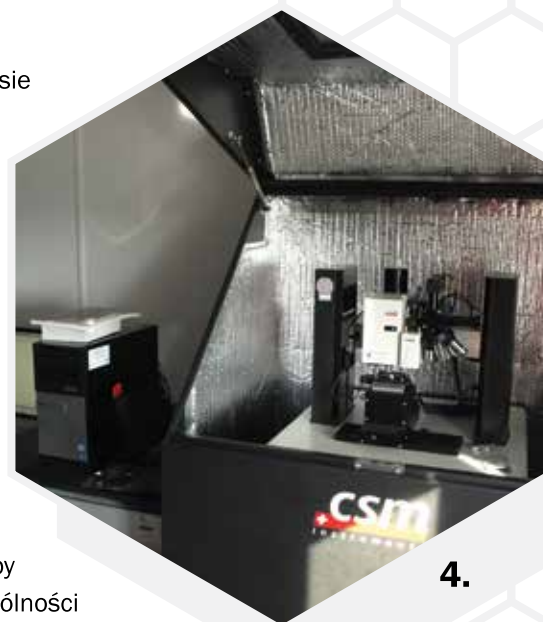
### Opis stanowiska

Zestaw składa się z modułów UNHT i NST oraz mikroskopu optycznego sprzężonego z kamera cyfrową, zamontowanych na platformie antywibracyjnej. Wyposażony jest w elektronicznie sterowany stolik XYZ o przesuwie (120mm, 70mm, 30mm) i rozdzielczość 0,25  $\mu$ m w kierunkach X i Y oraz o rozdzielczości 10 nm w kierunku Z.

UNHT pracuje na zasadzie wgniatania wgłębnika z siłą nacisku w zakresie od 0 do 50 mN z rozdzielczością 1 nN. Szybkość zmiany obciążenia do 10 N/min. Maksymalna głębokość 100  $\mu$ m. Moduł wyposażono w wgłębniki Berkovich'a i Vickers'a. System umożliwia testy pojedyncze, cykliczne, sinusoidalne oraz definiowane przez użytkownika.

NST działa na zasadzie zarysowania powierzchni. Umożliwia pracę w dwóch zakresach głębokości: 200  $\mu$ m oraz 2 mm z rozdzielczością 0.3 nm. Zakres obciążenia to 15 mN lub 100 mN z prędkością do 100 N/min. Maksymalna siła pomiaru tarcia wynosi 1 N z rozdzielczością 6  $\mu$ N. Długość/prędkość zarysowania: 0-60 mm/0.4-600 mm/min.

Zastosowanie: UNHT służy do badania właściwości mechanicznych powłok, cienkich warstw oraz materiałów objętościowych na podstawie próby twardości. Pozwala na określenie twardości i modułu Younga. NST w szczególności umożliwia charakteryzowanie adhezji cienkich warstw i powłok o grubości do 800 nm. NST umożliwia pomiar takich parametrów jak siły tarcia oraz głębokości penetracji wgłębnika.



4.



## Wykaz utworzonych stanowisk i zakupionego sprzętu

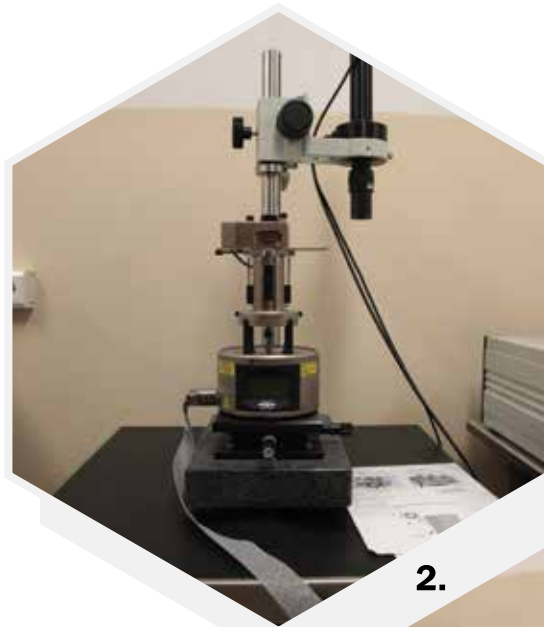
Stanowisko 1: Dyfraktrometr rentgenowski

Stanowisko 2: Mikroskop sił atomowych (AFM)

Stanowisko 3: Stanowisko w strukturach Wydziału Podstaw Techniki

Stanowisko 4: Nanotwardościomierz i mikrotwardościomierz z micro scratch testerem

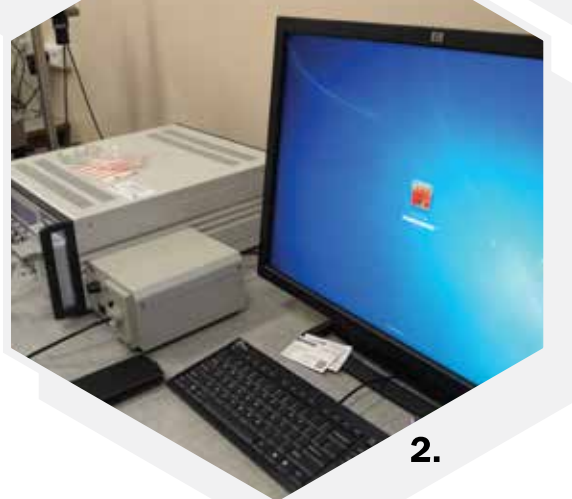




2.



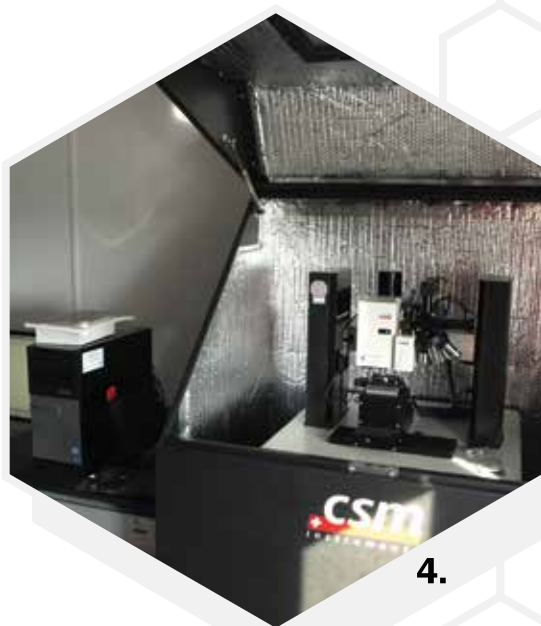
2.



2.



4.



4.

## 2. Laboratorium Nowych Technologii i Maszyn Technologicznych

### Stanowisko 1. Siłomierz frezarski składowych sił skrawania



#### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

Głównym zastosowaniem zestawu jest:

- pomiar sił i momentów skrawania,
- oceny stopnia zużycia narzędzi skrawających na podstawie wartości sił skrawania,
- analizy częstotliwościowej procesu skrawania.



#### Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

Pomiar sił skrawania może być wykorzystany do oceny stabilności procesu skrawania jak również do doboru i optymalizacji technologicznych parametrów obróbki. Jest również źródłem informacji o skrawalności obrabianego materiału.



#### Opis stanowiska

Zestaw firmy Kistler umożliwia pomiar trzech składowych  $F_x$ ,  $F_y$  i  $F_z$  siły skrawania dla procesów: frezowania, toczenia, wiercenia, szlifowania, itp. W skład tego zestawu wchodzi:

- siłomierz piezoelektryczny 9257B zbudowany z czterech piezoelektrycznych czujników pomiarowych. Umożliwia pomiar sił skrawania w trzech przełączalnych zakresach. Maksymalny zakres pomiarowy od -5 kN do 5 kN dla osi X i Y oraz od -5 kN do 10 kN dla osi Z. Konstrukcja siłomierza jest odporna na korozję i zabezpieczona przed wnikaniem cieczy obróbkowych (stopień ochrony IP 67 wg EN60529). Posiada powłokę izolującą ciepło, eliminującą wpływ temperatury na działanie siłomierza. Temperatura pracy siłomierza w zakresie od 0 °C do +70 °C;
- system kondycjonowania sygnału 5070A - 4-kanalowy wzmacniacz ładunku dedykowany do zbierania danych z urządzeń do pomiaru sił i momentów skrawania. Przekształca ładunek generowany w czujniku piezoelektrycznym na proporcjonalną wartość napięcia. Wzmacniacz posiada górno- i dolnoprzepustowy filtr sygnału;
- moduł DAQ 5697A z wbudowaną kartą A/D zapewniający komunikację i zbieranie danych z dwóch wielokanałowych wzmacniaczy ładunku lub kondycjonerów sygnałów (dwa łańcuchy pomiarowe). Duża rozdzielczość systemu oraz bardzo wysoka częstotliwość próbkowania umożliwia wykonywanie pomiarów dla procesów wysoko dynamicznych;
- oprogramowanie DynoWare służące do zbierania, analizy i przetwarzania danych pomiarowych (uśrednianie, integracja, filtrowanie, wyodrębnianie min-max), obrazowania wyników w postaci graficznej, tworzenia i drukowania dokumentacji oraz





zapisywania, importowania i eksportowania danych w formatach: ASCII dla Excel, Dia Dago, Dia Dem, LabVIEW, MathLab. Umożliwia również konfigurację i kontrolę obsługiwanych urządzeń za pomocą interfejsów RS-232C, IEEE-488 lub USB.

## KONTAKT:

**STANOWISKO 1,3,4,9**  
dr inż. Paweł Pieśko  
tel.: 81 538 47 23  
e-mail: p.piesko@pollub.pl

**STANOWISKO 8**  
mgr inż. Michał Lelen  
tel.: 81 538 47 23  
e-mail: m.lelen@pollub.pl

Zestaw do pomiaru sił jest urządzeniem mobilnym i może być wykorzystywany do pomiarów na:

- tokarkach konwencjonalnych i CNC,
- frezarkach konwencjonalnych i CNC,
- szlifierkach konwencjonalnych i CNC,
- wiertarkach, itp.

## Stanowisko 8. Stanowisko badawcze procesów cięcia hydroabrazyjnego - wycinarka Opal WaterJet Combo

### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

W warunkach laboratoryjnych głównym zastosowaniem maszyny jest:

- ocena jakości powierzchni po cięciu hydroabrazyjnym i plazmowym,
- ocena dokładności obróbki po cięciu hydroabrazyjnym i plazmowym,
- ocena stanu warstwy wierzchniej po cięciu hydroabrazyjnym,
- przygotowywania próbek m.in. do badań procesów obróbki skrawaniem i łączenia materiałów.

### Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

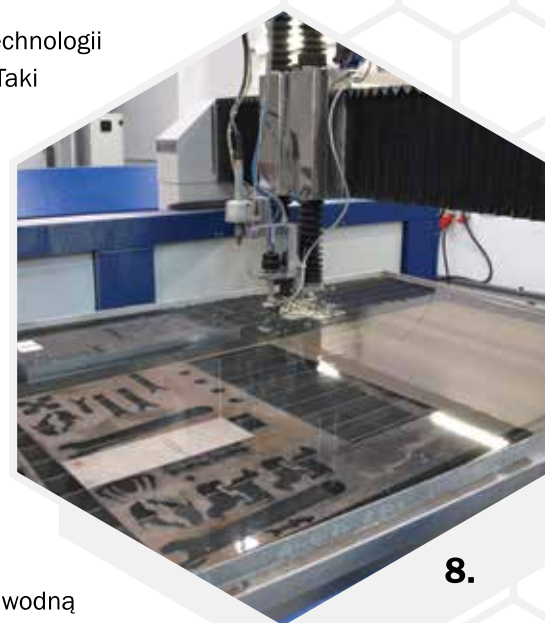
Prowadzone badania pozwolą zoptymalizować parametry cięcia hydroabrazyjnego i plazmowego, na podstawie oceny dokładności geometrycznej oraz stanu warstwy wierzchniej obrabianych elementów. Informacja o doborze optymalnych parametrów technologicznych cięcia jest bardzo istotna dla skrócenia czasu obróbki przy jednoczesnym zachowaniu wymaganych parametrów jakościowych.

### Opis stanowiska

Wycinarka do cięcia wodą i plazmą Opal WaterJet Combo łączy zalety technologii ultraszybkiego cięcia plazmowego i dokładność cięcia strumieniem wody. Taki układ maszyny pozwala w pełni wykorzystać atuty każdej z tych technologii w zależności od stawianych wymagań. Dzięki swojej uniwersalności precyzyjna wycinarka Opal WaterJet Combo sprawdza się zarówno w wielkich fabrykach, jak i małych przedsiębiorstwach, realizujących różnorodne zlecenia.

Główne cechy urządzenia to:

- innowacyjne połączenie technologii wodnej i plazmowej, umożliwiające zautomatyzowane cięcie elementów obiema technologiami,
- uniwersalne narzędzie do cięcia każdego rodzaju materiału,
- dowolność w wyborze technologii podczas cięcia różnych krawędzi pojedynczego elementu,
- grubość ciętych materiałów: palnikiem plazmowym do 12 mm, głowicą wodną do 150 mm,
- mocna konstrukcja i niezawodność maszyny,
- możliwość cięcia wyłącznie wodą lub wodą z użyciem ścierniwa.



8.

## Stanowisko 3. Kamera wizyjna

### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

Typowym obszarem zastosowań kamer szybkich jest:

- analiza procesów skrawania,
- testy zderzeniowe,
- testy poduszek powietrznych,
- analiza procesów szybkozmiennych na taśmach produkcyjnych wytwarzających tysiące elementów w ciągu minuty,
- ocena pracy linii i urządzeń pakujących,
- testy uzbrojenia (w tym np. kryminalistyka),
- prace badawczo-rozwojowe z napędami szybkoobrotowymi.



### Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

Uzyskiwane wyniki badań mogą stanowić w wielu przypadkach jedyną odpowiedź o prawidłowości pracy danego urządzenia bądź maszyny gdzie dokonanie takiej analizy nie może być możliwe z uwagi na ultra-krótkie czasy, w jakim zachodzi obserwowane zjawisko. Dodatkowo oprogramowanie do analizy ruchu zapewnia ilościowy opis w postaci odpowiednich parametrów ruchu, jakie mogą być wyznaczone z zapisanego materiału filmowego. Stąd też wynika możliwość zastosowania tego zestawu w analizie zaawansowanych technologii dla szeroko rozumianego przemysłu, medycyny, wojskowości. To także coraz częściej zastosowania mniej naukowe, skierowane na produkcję filmową szczególnie w branży reklamowej.

Główne zastosowania to:

- przemysł motoryzacyjny (crash testy, badanie właściwości poduszek powietrznych),
- przemysł lotniczy,
- badania eksplozji i zjawisk balistycznych,
- badanie obiektów poruszających się z bardzo dużą prędkością,
- deformacje poudzeniowe,
- testy wytrzymałościowe,
- wyładowania elektryczne.



### Opis stanowiska

Parametry techniczne szybkiej kamery wizyjnej Phantom v1610 z oprogramowaniem i wyposażeniem:

- przepustowość 16 Gpx/s,
- rozdzielczość maksymalna 1 280 x 800 pikseli,
- prędkość rejestracji w pełnej rozdzielczości 16 600 klatek na sekundę,
- prędkość maksymalna 1 000 000 fps przy rozdzielczości 128 x 16 pikseli,
- głębia bitowa 12bit,
- minimalny czas ekspozycji 500 ns,
- komunikacja z komputerem poprzez 10-Gigabit Ethernet 24GB ultraszybkiej pamięci RAM,
- zestaw obiektywów i teleobiektywów Nikon o ognikowej od 28 - 200mm,
- zestawy oświetleniowe o mocy do 3 kW, w tym światła zimnego o natężeniu 2,3 mln.

Oprogramowanie TEMA daje możliwość pomiarów przyspieszenia, prędkości i przemieszczenia obiektu w zadanym układzie współrzędnych.

Mobilne stanowisko badań procesów szybkozmiennych składa się z:

- szybkiej kamery Phantom v1610,
- 3 zestawy oświetleniowe o różnej mocy i natężeniu strumienia świetlnego,
- komputera z oprogramowaniem TEMA.

## **Stanowisko 4. Zestaw do pomiarów chropowatości 2D i topografii 3D oraz kształtu wraz z oprogramowaniem - profilometr**

### **⚙️ Rodzaj i zakres prowadzonych badań**

- pomiary chropowatości powierzchni
- topografia 3D
- pomiary konturu

### **💡 Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań**

Urządzenie może być wykorzystane w badaniach chropowatości powierzchni i konturu elementów konstrukcyjnych oraz elementów maszyn technologicznych.

### **📄 Opis wybranych stanowisk badawczych**

Stanowisko laboratoryjne umożliwiające pomiar chropowatości powierzchni, topografii oraz konturu.

## **Stanowisko 9. Mikroskop pomiarowy ze skanowaniem w osi-Z**

### **⚙️ Rodzaj i zakres prowadzonych badań**

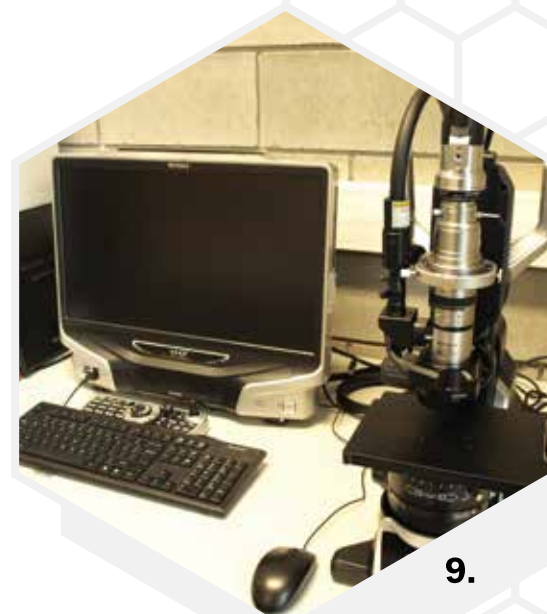
- badania zużycia narzędzi skrawających
- badania promieni zaokrąglenia krawędzi przedmiotów obrabianych
- badania promieni zaokrąglenia krawędzi skrawających narzędzi
- badania metalograficzne
- analiza wad powierzchniowych
- badania składu powierzchniowego

### **💡 Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań**

Mikroskop może być wykorzystany w badaniach zużycia wielostrzowych narzędzi skrawających bezpośrednio na maszynie technologicznej podczas obróbki ubytkowej także w warunkach przemysłowych, (np. produkcyjnych).

### **📄 Opis stanowiska**

Stanowisko laboratoryjne do badań mikroskopowych 3D za pomocą urządzenia cyfrowego Keyence VHX-5000.





## Wykaz utworzonych stanowisk i zakupionego sprzętu

1. Silomierz frezarski składowych sił skarwania
2. Zestaw do pomiaru odkształceń
3. Szybka kamera wizyjna do analizy procesów skarwania z oprogramowaniem i wyposażeniem
4. Zestaw do pomiarów chropowatości 2D i topografii 3D oraz kształtu wraz z oprogramowaniem
5. Waga analityczna
6. Tokarka sterowana numerycznie z napędzanymi narzędziami
7. Wyważarka do narzędzi
8. Stanowisko badawcze procesów cięcia hydroabrazyjnego
9. Mikroskop pomiarowy ze skanowaniem w osi Z





6.



6.

### 3. Laboratorium Inżynierii Powierzchni

#### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

W laboratorium prowadzone są prace związane z badaniem właściwości oraz oceną jakości wszelkiego rodzaju materiałów inżynierskich.

W laboratorium znajdują się następujące pracownie:

pracownia mikroskopii elektronowej,

pracownia badań właściwości mechanicznych materiałów,

pracownia badań nieniszczących.

W pracowni mikroskopii elektronowej badania wykonywane za pomocą elektronowego mikroskopu skaningowego pozwalają na pełną i wszechstronną analizę struktury materiałów, procesów zniszczenia, charakteryzacji topografii, morfologii i faktografii powierzchni, przeprowadzenia dokładnych analiz składu chemicznego oraz fazowego badanych materiałów.

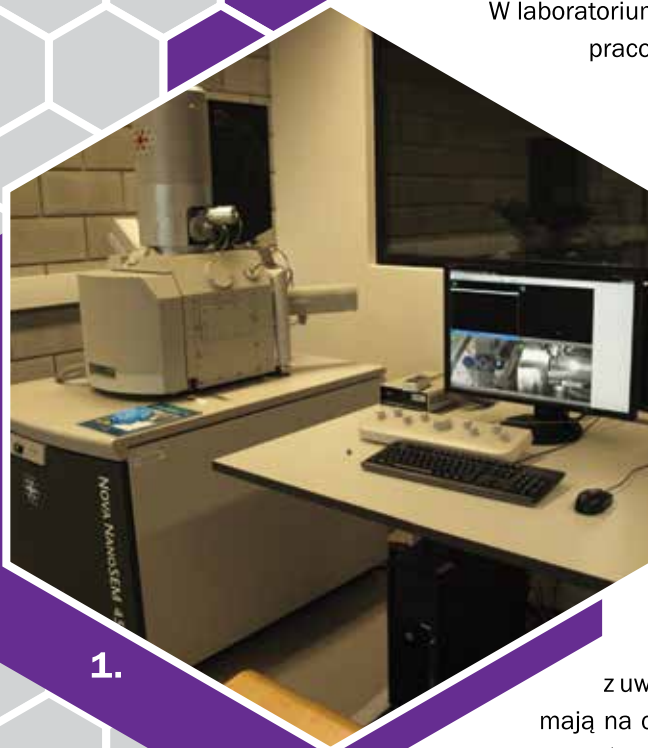
W pracowni badań właściwości mechanicznych materiałów na stanowisku do badań dynamicznych materiałów kompozytowych i biomateriałów realizowane jest szerokie spektrum badań wytrzymałościowych dynamicznych i statycznych materiałów litych, warstwowych, gradientowych i powłok związanych z możliwością ich modyfikacji oraz charakteryzacja właściwości materiałów kompozytowych, z uwzględnieniem zjawisk na granicy rozdziału faz. Prowadzone badania mają na celu pełniejsze zrozumienie właściwości materiałów, identyfikację mechanizmów ich degradacji oraz opracowanie nowych materiałów i powłok.

W pracowni badań nieniszczących prowadzone są badania w szerokim zakresie materiałów i konstrukcji. Zakres prac obejmuje detekcję, identyfikację, opis i wymiarowanie defektów w materiałach na etapie ich wytwarzania i eksploatacji metodami NDT.

#### Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

Specjalistyczna i nowoczesna aparatura badawcza stanowi niezbędne narzędzie we współczesnych pracach badawczo-rozwojowych prowadzących do wdrożeń innowacji w każdej dziedzinie techniki, również w medycynie oraz do wykonywania ekspertyz i opracowań zleczanych przez jednostki B+R i przedsiębiorców.

Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania badań obejmują: prowadzenie analiz jakości półproduktów, wyrobów i konstrukcji na każdym etapie wytwarzania oraz diagnozowania oraz oceny stanu materiałów i konstrukcji w warunkach eksploatacji. Wyniki badań mogą także stanowić podstawę do opracowywania procedur diagnozowania materiałów, wyrobów i konstrukcji do celów porównawczych, opiniowania i certyfikacji. Mogą także być narzędziem do szkolenia personelu w zakresie badań materiałowych. Uzyskane wyniki badań mogą być wykorzystane do tworzenia nowych materiałów



i technologii będących przedmiotem wdrożenia w warunkach przemysłowych.

## **Opis stanowisk badawczych**

### **Stanowisko 1. Elektronowy mikroskop skaningowy z zintegrowanymi systemami analizy EDS i EBSD**

Stanowisko badawcze, na którym znajduje się skaningowy mikroskop elektronowy z działem elektronowym z termiczną emisją polową (emiter Schottky'ego), ma możliwość badania powierzchni różnorodnych materiałów w tym nieprzewodzących lub silnie odgazowujących, bez ich wstępnego przygotowania. Mikroskop wyposażony jest w detektory obrazowe do pracy w trybie wysokiej i niskiej próżni. Istnieje możliwość obserwacji topografii powierzchni z wykorzystaniem sygnałów elektronów wtórnych (SE) i wstecznie rozproszonych (BSE), bazując również na detektorze wewnątrzsoczewkowym TLD. Mikroskop posiada rentgenowski spektrometr EDS umożliwiającą detekcję pierwiastków oraz system do dyfrakcji elektronów wstecznie rozproszonych (EBSD). System EBSD pozwala na akwizycję map orientacji oraz analizę fazową powierzchni próbki.

### **Stanowisko 2. Stanowisko do badań dynamicznych materiałów kompozytowych i biomateriałów**

Stanowisko umożliwia przeprowadzanie badań właściwości mechanicznych - statycznych i dynamicznych w zakresie sił do  $\pm 100$  kN. Wysoka dokładność pomiarów pozwala na badanie różnych grup materiałowych, takich jak np. metale, ceramika, kompozyty, materiały naturalne, polimery. Stanowisko umożliwia integrację z dodatkowym oprzyrządowaniem pomiarowym. Wysoka dokładność, szeroki zakres możliwych do wykonania testów oraz wykwalifikowany personel to największe zalety prezentowanego stanowiska badawczego.

### **Stanowisko 3. Stanowisko do nieniszczących badań materiałów metodą ultradźwiękową z oprogramowaniem**

Na stanowisku prowadzone są prace związane z bezinwazyjną diagnostyką wszelkiego rodzaju materiałów i konstrukcji w oparciu o ultradźwięki. Z wykorzystaniem stanowiska możliwa jest jakościowo-ilościowa ocena stanu struktury wewnętrznej materiałów (metali, ceramiki, polimerów, kompozytów i biomateriałów), ocena jakości powłok oraz kompozycji warstwowych i złożonych. Pozwala wykrywać, charakteryzować i wymiarować defekty struktury takie jak pęknięcia, wtrącenia, niedoklejenia, rozwarstwienia, pustki. Możliwości realizowanych badań obejmują nieniszczącą ocenę jakości półproduktów, wyrobów i detali na wielu etapach wytwarzania oraz ocenę stopnia zużycia i uszkodzeń materiałów po i w trakcie eksploatacji. Wyniki badań mogą służyć do opracowywania procedur diagnozowania materiałów, wyrobów i konstrukcji do celów porównawczych i certyfikacji.

## **Wykaz utworzonych stanowisk**

1. Elektronowy mikroskop skaningowy z zintegrowanymi systemami analizy EDS i EBSD
2. Stanowisko do badań dynamicznych materiałów kompozytowych i biomateriałów
3. Stanowisko do nieniszczących badań materiałów metodą ultradźwiękową z oprogramowaniem

## **KONTAKT:**

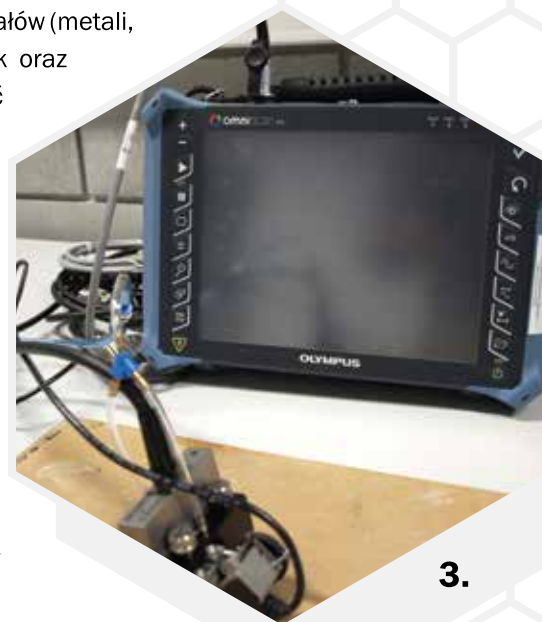
dr inż. Jarosław Bieniaś  
tel.: 81 538 42 14  
e-mail: j.bienias@pollub.pl

dr inż. Monika Ostapiuk  
tel.: 81 538 42 18  
e-mail: m.ostapiuk@pollub.pl

dr inż. Patryk Jakubczak  
tel.: 81 538 42 18  
e-mail: p.jakubczak@pollub.pl

mgr inż. Krzysztof Majerski  
tel.: 81 538 42 18  
e-mail: k.majerski@pollub.pl

mgr inż. Andrzej Trzcinski  
tel.: 81 538 4217  
e-mail: a.trzcinski@pollub.pl



## 4. Laboratorium Automatyki

### Pracownia Napędów i Sterowania Pneumatycznego i Hydraulicznego

#### 9.2. Stanowisko do oceny jakości cieczy hydraulicznych



##### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

Badanie i ocena jakości cieczy hydraulicznych, cieczy smarujących oraz paliw płynnych. Możliwe badanie i ocena innych zbliżonych cieczy pod kątem spełnienia wymagań jakościowych (zgodność z normą) oraz pod kątem ilości zanieczyszczeń, lepkości i innych podobnych cech jakościowych.



##### Potencjalne możliwość praktycznego wykorzystania wyników badań

Świadczenie usług w zakresie weryfikacji jakości cieczy (zgodność odbiorcza), dopuszczenie cieczy do stosowania (charakterystyka jakości) oraz ocena jakości cieczy (lub pośrednia ocena przebiegu procesu).



Laboratorium wyposażone jest w specjalistyczne urządzenia do oceny jakości cieczy np. pomiar liczby cząstek stałych w zależności od ich rozmiarów, pomiar lepkości cieczy, pomiar liczby kwasowej.

### Pracownia do projektowania i budowy mikroprocesorowych systemów wbudowanych oraz torów pomiarowych

#### 9.1. Stanowisko wspomagania projektowania i budowy mikroprocesorowych systemów wbudowanych oraz torów pomiarowych



##### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

Projektowanie i budowa prototypów mikroprocesorowych systemów wbudowanych, w szczególności: inteligentnych przetworników pomiarowych, sterowników, regulatorów, przetwornic energoelektronicznych, automatycznych systemów wizyjnych.





## Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

Świadczenie usług w zakresie projektowania i budowy prototypów mikroprocesorowych systemów wbudowanych.



## Opis wybranych stanowisk badawczych

Laboratorium wyposażone jest w specjalistyczne urządzenia oraz programy do projektowania i budowy prototypów mikroprocesorowych systemów wbudowanych: oscyloskopy cyfrowe (w tym czterokanałowy 200MHz z pełną izolacją galwaniczną wejść do 1000V), skopometr, generator funkcyjny, analizator stanów logicznych, stację lutowniczą/rozlutowującą, program do projektowania i przygotowania produkcji obwodów drukowanych, kompilatory C dla mikrokontrolerów prod. Atmel oraz Freescale, zestaw modułów do szybkiego prototypowania mikroprocesorowych systemów wbudowanych (sterowników zadaniowych).

W ramach Stanowiska 9.1. funkcjonują następujące podstanowiska badawcze:

9.1.1. Stanowisko do projektowania i przygotowania produkcji obwodów drukowanych (zestaw komputerowy PC z programem CadSoft Eagle),

9.1.2. Stanowisko do budowy prototypów systemów wbudowanych (stacja lutownicza/rozlutowująca oraz zestaw modułów elektronicznych z mikrokontrolerami produkcji Atmel oraz Freescale),

9.1.3. Stanowisko do programowania systemów wbudowanych (zestaw komputerowy PC z programami Freescale CodeWarrior, MCS-Electronics BASCOM, oraz programatory mikrokontrolerów),

9.1.4. Stanowisko do uruchamiania, testowania i diagnostyki prototypów systemów wbudowanych (oscyloskopy cyfrowe, skopometr, generator funkcyjny, analizator stanów logicznych).

## Pracownia robotyki i napędów przemysłowych

**8.2. Stanowisko automatyki przemysłowej i robotyki**

**9.4. Stanowisko do projektowania i testowania algorytmów sterowania napędami technologicznymi**

**9.5. Elastyczne stanowisko wytwórcze o wysokim stopniu automatyzacji**



## Rodzaj i zakres prowadzonych badań

Projektowanie i budowa prototypowych systemów napędowych maszyn oraz jednostek transportowych. Projektowanie układów sterowania dla autonomicznych systemów transportowych oraz robotów przemysłowych. Interakcja człowieka z maszyną, innowacyjne metody sterowania maszynami, problem współdzielenia środowiska pracy człowieka i maszyny. Układy sterowania położeniem i orientacją w przestrzeni 3D. Praktyczna implementacja algorytmów planowania trasy przejazdu i trajektorii ruchu uwzględniających ograniczenia dynamicznie zmieniającego się środowiska.

## KONTAKT

dr inż. Krzysztof Przystupa  
tel.: 81 538 42 67  
e-mail: k.przystupa@pollub.pl

dr Paweł Stączek  
tel.: 81 538 42 67  
e-mail: p.staczek@pollub.pl

dr inż. Radosław Cechowicz  
tel.: 81 538 42 67  
e-mail: r.cechowicz@pollub.pl



8.2.



## Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

Projektowanie systemów sterowania napędami maszyn. Projektowanie algorytmów sterowania dla systemów sterowania maszyn oraz systemów autonomicznych (robotów, platform mobilnych). Projektowanie inteligentnych układów pomiarowych i układów wykonawczych.



## Opis wybranych stanowisk badawczych

Laboratorium wyposażone jest w modułowy, system do modelowania, symulacji i testowania algorytmów sterowania robotami (robot typu SCARA, 2 roboty 6-osiowe) oraz urządzeniami mobilnymi (autonomiczna platforma mobilna). W laboratorium znajduje się również stanowisko do testowania systemów sterowania napędami przemysłowymi (sterowniki osi i wrzecion maszyn CNC, serwo sterowniki do silników szczotkowych prądu stałego, stanowisko do badania napędów falownikowych). Laboratorium wyposażone jest w zestawy inteligentnych, programowanych czujników do pomiaru położenia, prędkości obrotowej i orientacji w przestrzeni. Laboratorium dysponuje dwoma drukarkami 3D (technologie SHS i FDM) do produkcji prototypów elementów układów wykonawczych, obudów, elementów konstrukcyjnych itp.

W ramach stanowiska 9.4. funkcjonują następujące podstanowiska badawcze:

- 9.4.1. Stanowisko do testowania napędów maszyn CNC (wyposażone w serwo-napędy prądu stałego i falowniki, oprogramowanie Linux CNC)
- 9.4.2. Stanowisko do testowania algorytmów sterowania robotami przemysłowymi (robot typu SCARA, robot przemysłowy Kawasaki, robot 6-osiowy z otwartym interfejsem, system operacyjny ROS)
- 9.4.3. Stanowisko do testowania algorytmów sterowania autonomicznymi systemami transportu (dwie autonomiczne platformy mobilne, system operacyjny ROS)
- 9.4.4. Stanowisko do projektowania układów pomiaru pozycji i orientacji w przestrzeni 3D (zestawy programowalnych 9-osiowych czujników IMU, skaner Kinect)
- 9.4.5. Stanowisko wytwarzania prototypów (drukarka proszkowa 3D - technologia SHS, drukarka 3D FDM)



## Wykaz utworzonych stanowisk i zakupionego sprzętu

1. Komputerowy zestaw termowizyjny
2. Sterownik PLC przystosowany do wykonywania pomiarów wizyjnych
3. Zintegrowane czujniki wizyjne tzw. „inteligentne kamery” z możliwością programowania
4. Zestawy wizyjne
5. Program Automation Studio lub równoważny
6. Uniwersalny robot przemysłowy
7. Oprogramowanie do symulacji procesów technologicznych
8. Stanowisko wizyjnych systemów pomiarowych:
  - 8.1. Zautomatyzowane stanowisko pomiarów optycznych - maszyna pomiarowa CNC
  - 8.2. Stanowisko automatyki przemysłowej i robotyki
9. Stanowisko automatyki przemysłowej i robotyki:
  - 9.1. Stanowisko wspomaganie projektowania i budowy mikroprocesorowych

systemów i wbudowanych i torów pomiarowych

9.2. Stanowisko do oceny jakości cieczy hydraulicznych

9.3. Stanowisko badań numerycznych, modelowania i symulacji

9.4. Stanowisko projektowania i stestowania algorytmów sterowania napędami technologicznymi

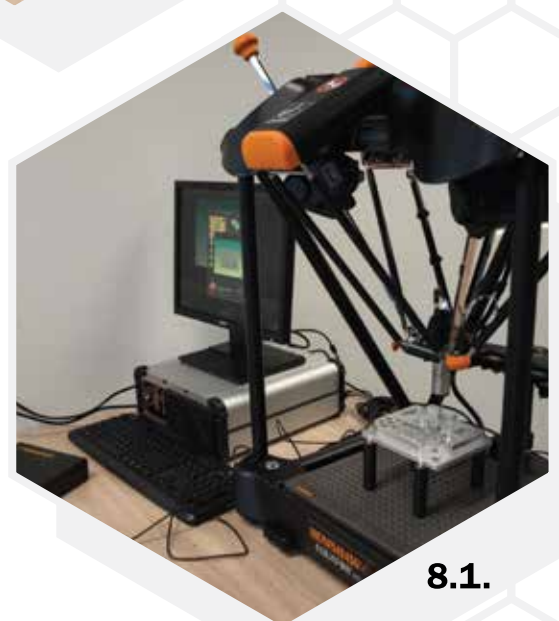
9.5. Elastyczne stanowisko wytwórcze o wysokim stopniu automatyzacji



**2.**



**9.5.**



**8.1.**

## 5. Laboratorium Inżynierskich Zastosowań Technik Informatycznych

### Rodzaj i zakres prowadzonych badań oraz potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

Realizacja badań nad systemami produkcyjnymi w wybranych zakładach produkcyjnych. Modelowanie systemów produkcyjnych z wykorzystaniem skanera 3D do jak najdokładniejszego odwzorowania rzeczywistych warunków pracy.

#### Inne przykładowe zastosowania aparatury:

- modelowanie zautomatyzowanych procesów produkcyjnych (wizualizacje i analiza linii montażowej),
- prowadzenie badań w zakresie integracji robota z systemem wizyjnym oraz oprogramowaniem komputerowym,
- modelowanie i analiza zautomatyzowanych procesów wytwarzania (współpraca maszyn CNC z robotem),
- badania w zakresie wykorzystania robota do prac wykonywanych z dużą precyzją,
- zwiększanie efektywności aplikacji typu „pick&place”,
- prowadzenie badań w zakresie głosowego sterowania robotem przemysłowym,
- modelowania zautomatyzowanych procesów produkcyjnych,
- możliwość realizacji prac badawczych nad obiektami z wykorzystaniem narzędzi inżynierii odwrotnej,
- możliwość prowadzenia symulacji rzeczywistych procesów regulacji występujących w przemyśle, min. sortownia, mieszalnik, paletyzarka, maszyna pakująca, magazyn automatyczny oraz pozwalać na symulację awarii czujników oraz elementów wykonawczych. Do wymiany informacji między sterownikiem PLC a komputerem wykorzystywany jest konwerter I/O z separowanymi kanałami oraz interfejs USB. System umożliwia współpracę ze sterownikami wszystkich znaczących producentów sterowników.

Laboratorium umożliwia również realizację prac badawczych z zakresu badań dotyczących analiz sygnału bioelektrycznego, odzwierciedlającego aktywność mózgu. Urządzenia do cyfrowego zapisu i analizy sygnału EEG pozwolą na przeprowadzanie badań związanych z siecią organizacją funkcji mózgu, w których szczególnie ocenia się parametry sygnału w zakresie współpracy różnych ośrodków neuronalnych ze sobą, co może przyczynić się do precyzyjnego modelowania aktywności mózgu zachodzącej w precyzyjnej skali czasowej.



5.

## Opis wybranych stanowisk badawczych

### **Stanowiska: 4. i 5. Stanowisko sterowników PLC oraz Stanowisko techniki i regulacji**

Stanowisko umożliwia symulację rzeczywistych procesów regulacji występujących w przemyśle, min. sortownia, mieszalnik, paletyzarka, maszyna pakująca, magazyn automatyczny oraz pozwala na symulację awarii czujników oraz elementów wykonawczych. Do wymiany informacji między sterownikiem PLC a komputerem wykorzystywany jest konwerter I/O z separowanymi kanałami oraz interfejs USB. System umożliwia współpracę ze sterownikami wszystkich znaczących producentów sterowników.

Przeznaczeniem zestawu jest programowanie sterowników PLC (w odróżnieniu od symulatorów) według standardów obecnie wykorzystywanych w przemyśle. Sterowanie sterownikiem PLC oraz możliwość współpracy z robotem.

### **Stanowiska: 6. i 7. Zestaw do symulacji procesów przemysłowych**

- Harmonogramowanie

System umożliwia planowanie zleceń produkcyjnych w sposób pozwalający na minimalizację przebrojeń w wyniku grupowania jednorodnych operacji z różnych zleceń w ramach danego stanowiska roboczego. Ponadto daje możliwość przypisania przez planistę poszczególnych pracowników do zleceń i zwiększenie wydajności pracy. Planowanie pracy dla konkretnych stanowisk roboczych przy zbilansowaniu dostępnych mocy produkcyjnych.

- Zbieranie bieżących danych z produkcji

System zapewnia możliwość prostego zgłaszania wykonanych operacji w czasie rzeczywistym co pozwala na pozyskanie aktualnych informacji o postępie zleceń produkcyjnych. Informacje te w połączeniu z wymaganymi terminami dostaw wynikającymi z zamówień klientów pozwolą w systemie na śledzenie postępu realizacji produkcji, a także analizę zagrożeń dla terminów realizacji produkcji i ich przyczyn (braki materiałowe, „wąskie gardła”). System zapewni także informacje o stopniu zaawansowania a także kompletną dokumentację technologiczną bezpośrednio na halach produkcyjnych.

- Kontrola zakupów

Kalkulacje zapotrzebowania materiałowego w które zapewnią uruchomienie zakupu materiałów w sposób zapewniających ich dotarcie do firmy na żądany czas, przy zachowaniu zaplanowanych stanów magazynowych i kosztów z nimi związanych.

- Opis rozwiązania dla symulacji procesów przemysłowych

Stanowiska do raportowania produkcji (Data Collection – MES).

### **Stanowisko 19. Stanowisko EEG z oprogramowaniem**

Laboratorium umożliwi realizację prac badawczych w zakresie analizy sygnału EEG rejestrowanego u osób zdrowych i z wybranymi zakłóceniami psychicznymi i neurologicznymi. Planowane jest rozwijanie metod analizy koherencji, tj. wskaźnika funkcjonalnych połączeń w ludzkim mózgu, tworzących – jak się współcześnie uznaje – najważniejszy schemat działania ludzkiego mózgu – sieci neuronowe, organizujące pracę centralnego układu nerwowego i odpowiedzialne za regulację przetwarzania informacji i zachowanie człowieka. Planowane są także prace nad możliwościami wykorzystania EEG do całkowicie nowych zadań eksploracyjnych, związanych z próbami modelowania aktywności struktur podkorowych mózgu, co jest możliwe wyłącznie dzięki cyfryzacji sygnału

#### **KONTAKT:**

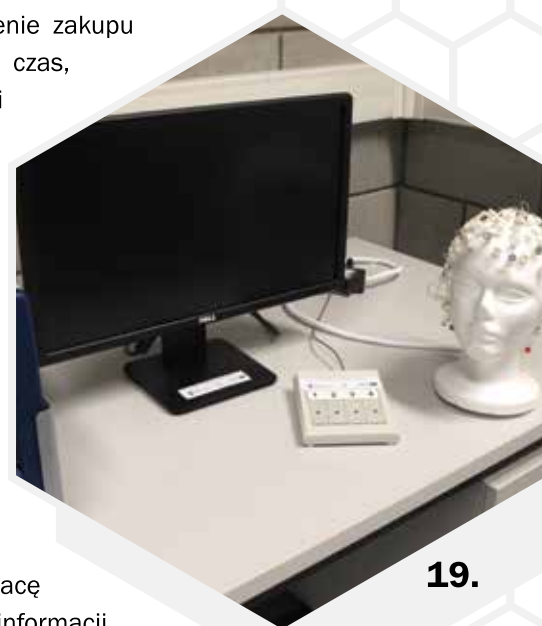
dr inż. Jarosław Zubrzycki  
tel.: 81 538 45 85  
e-mail: j.zubrzycki@pollub.pl

mgr inż. Daniel Gąska  
tel.: 81 538 45 84  
e-mail: d.gaska@pollub.pl

mgr inż. Łukasz Wojciechowski  
tel.: 81 538 45 85  
e-mail: l.wojciechowski@pollub.pl

mgr inż. Kamil Jonak  
tel.: 81 538 45 85  
e-mail: k.jonak@pollub.pl

mgr inż. Łukasz Sobaszek  
tel.: 81 538 45 85  
e-mail: l.sobaszek@pollub.pl



**19.**

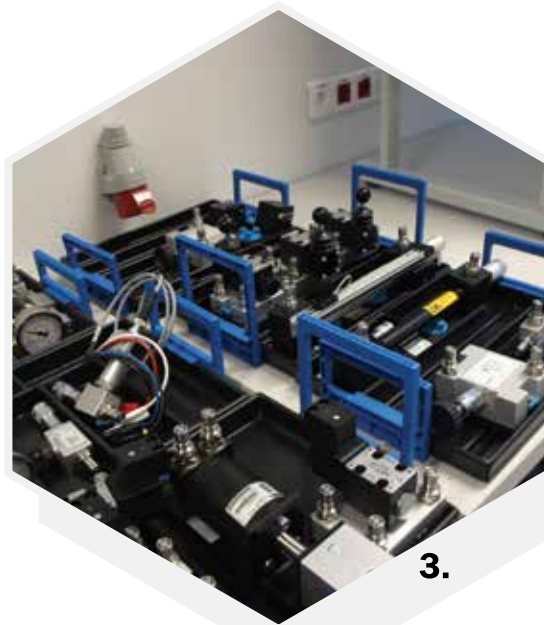
elektrycznego i odtwarzania jego dynamiki za pomocą nowoczesnego oprogramowania (np. analiza dipoli, analiza niektórych aspektów potencjałów wywołanych i lokalizowanie ich w mózgu).

W laboratorium będą również prowadzone badania związane z BCI oraz opracowaniem metod pomagających w normalnym funkcjonowaniu dla osób dotkniętych różnego rodzaju niepełnosprawnościami.



## Wykaz utworzonych stanowisk i zakupionego sprzętu

1. Stanowisko sensoryki
2. Stanowisko pneumatyki i elektropneumatyki
3. Stanowisko hydrauliki i elektrohydrauliki
4. Stanowisko sterowników PLC
5. Stanowisko techniki i regulacji
6. Zestaw do symulacji procesów przemysłowych: 1 stanowisko
7. Zestaw do symulacji procesów przemysłowych : 6 stanowisk
8. Stanowisko pozycjonowania pneumatyki ze sterownikiem SPC200
9. Stanowisko robotyki
10. Zestawy komputerowe
11. Tokarka przystosowana do współpracy z robotem z wymiennym oprogramowaniem, osłoniętą przestrzenią roboczą, 8-gniazdową głowicą narzędziową, zestawem narzędzi
12. Frezarka wraz z magazynem narzędziowym i sprężarką powietrza wyposażona do współpracy z robotem przemysłowym
13. Oprogramowanie Mimics lub równoważne
14. Stanowisko manipulatora kartezjańskiego
15. Stanowisko symulacyjne dla automatyki przemysłowej
16. Stanowisko mechatronicznego podsystemu demontażu dla robota Kawasaki wraz z przegrodami
17. Stanowisko stacji obróbczej
18. Stanowisko projektowania graficznego i wizualizacji
19. Stanowisko EEG z oprogramowaniem
20. Stanowisko mobilnej stacji roboczej Dell Alinware z oprogramowaniem



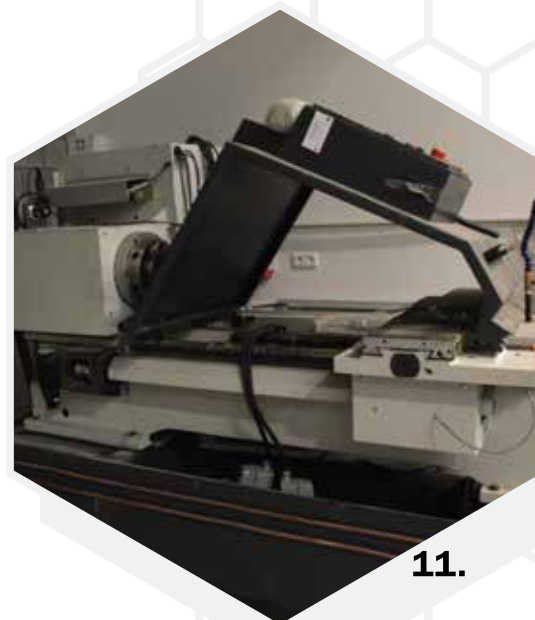
3.



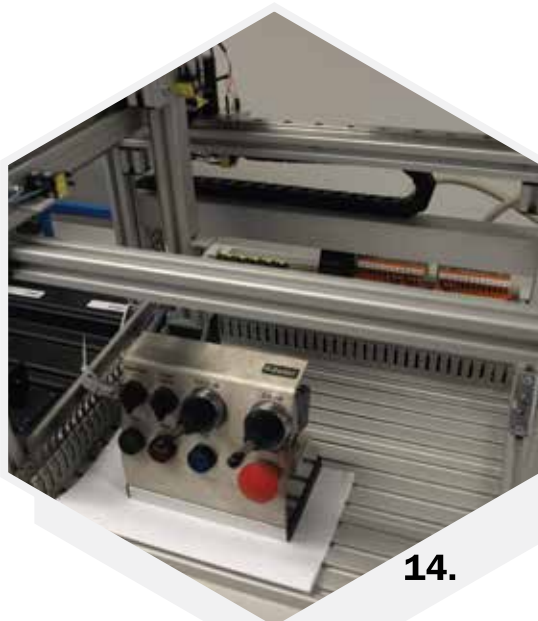
5.



9.



11.



14.



19.

## **6. Laboratorium Silników Spalinowych i Transportu**



### **Rodzaj i zakres prowadzonych badań**

W laboratorium prowadzone są prace badawczo-rozwojowe nad przyszłościowymi napędami pojazdów, wykorzystującymi silniki spalinowe. Nadrzędnym celem badań jest redukcja zużycia energii oraz poprawa właściwości ekologicznych silników. Realizowane prace obejmują między innymi nowatorskie systemy niskotemperaturowego spalania, a także sterowanie silnikami oraz ich zasilanie paliwami alternatywnymi.



### **Opis stanowisk badawczych**

W laboratorium znajdują się dwa nowoczesne stanowiska do dynamometrycznych badań silników. Jedno stanowisko przeznaczone jest do badań silników samochodowych o mocy do 240 kW, zaś na drugim znajduje się jednocylindrowy silnik badawczy przeznaczony do specjalistycznych badań systemów spalania niskotemperaturowego.

Stanowiska dynamometryczne wyposażone są w kompletne oprzyrządowanie pomiarowe, w którego skład wchodzi m.in. systemy pomiarowe ciśnienia w cylindrze, wieloskładnikowy system analizy spalin oraz urządzenia do pomiaru zużycia paliwa wraz z kondycjonowaniem temperatury. Ponadto w laboratorium znajduje się stanowisko do badań układów zasilania silników Diesla.



### **Wykaz utworzonych stanowisk i zakupionego sprzętu**

1. Jednocylindrowy silnik badawczy
2. System automatycznego sterowania hamowni silnikowej
3. Zestaw do pomiarów ciśnienia indykowanego w cylindrze silnika
4. Stanowisko pomiaru masowego zużycia paliwa
5. Stanowisko do badań układów wtryskowych



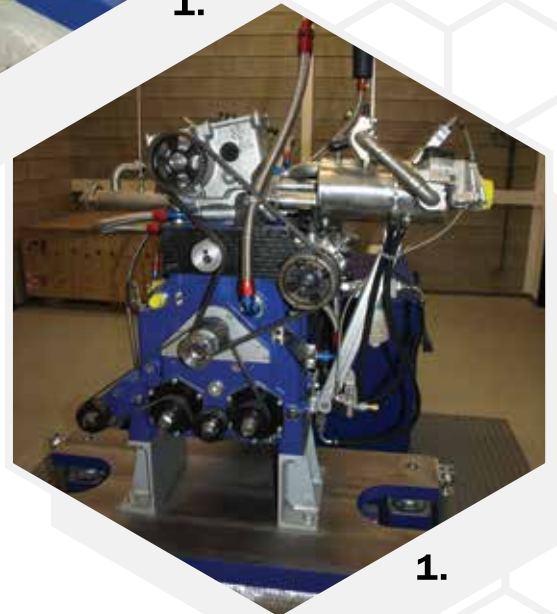


**KONTAKT:**

dr hab. inż. Jacek Hunicz,  
prof. PL  
tel.: 81 538 41 75, -46 75  
e-mail: j.hunicz@pollub.pl



**1.**



**1.**

## **7. Laboratorium Metod Wysokociśnieniowej Obróbki CUN**

### **Rodzaj i zakres prowadzonych badań**

Aparatura umożliwia wytwarzanie, analizę stabilności, charakterystykę skoncentrowanych emulsji, zawiesin i pian stosowanych i otrzymywanych w przemyśle: spożywczym, farmaceutycznym, kosmetycznym, rafineryjnym i ochronie środowiska. Badania pozwolą na poznanie i opisanie procesów fizycznych zachodzących w próbkach oraz na porównanie zachowania się różnych produktów w następstwie modyfikacji ich składu, jak również zmian parametrów konstrukcyjno-eksploatacyjnych urządzeń do wytwarzania układów dyspersyjnych. Aparatura umożliwia także optymalizację procesu rozdrabniania odpadów wykorzystywanych do produkcji m.in. paliwa alternatywnego.

Badania w zakresie homogenizacji wysokociśnieniowej wysokodyspergowanych emulsji i zawiesin, mogą być wykorzystane w procesach inaktywacji bakterii w ciekłych produktach przemysłu spożywczego, farmaceutycznego czy biotechnologii. Rozwijane będą także prace nad optymalizacją konstrukcji urządzeń do obróbki wysokociśnieniowej ze względu na kryterium energochłonności procesu.

Aparatura pozwala na prowadzenie badań w zakresie oceny właściwości fizykochemicznych surowców i materiałów przetwórczych.

### **Potencjalna możliwość praktycznego wykorzystania wyników badań**

Działania prowadzone z wykorzystaniem aparatury mają zastosowanie praktyczne i ich wyniki mogą być wykorzystane do realizacji priorytetowych zadań rozwojowych w takich zakładach przemysłowych, jak: oczyszczalnia ścieków, kopalnie węgla, zakłady zagospodarowania i recyklingu odpadów, cementownie itp.

Realizowane badania dotyczą w szczególności:

- oceny wpływu parametrów konstrukcyjnych i eksploatacyjnych urządzeń do dyspergowania emulsji i zawiesin na jakość i energochłonność procesu,
- analizy układów dyspersyjnych z zastosowaniem komputerowego systemu pomiarowego,
- techniczno-technologicznych aspektów rozdrabniania materiałów, produktów i odpadów,
- technik i technologii wykorzystania odpadów,
- opracowania nowoczesnych technologii zagospodarowania osadu z oczyszczalni ścieków.



## Opis wybranych stanowisk badawczych

### KONTAKT:

dr inż. Konrad Kowalik  
tel.: 81 538 42 64  
e-mail: k.kowalik@pollub.pl

### Stanowisko 1. Analizator skanujący TURBISCAN TLAB Export

Turbiscan to analizator skanujący do badania stabilności emulsji, zawiesin i pian oraz ich właściwości fizykochemicznych: wielkości cząstek, stężenia cząstek, średniej średnicy cząstek w badanej próbce. Aparat znajduje zastosowanie do badania takich zjawisk jak: pienienie, śmietankowanie, separacja faz, flokulacja, sedymentacja, koalescencja, agregowanie. Pozwala na charakteryzowanie cząstek, ocenę stabilności układów zdyspergowanych oraz optymalizowanie procesów technologicznych (szybka ocena stabilności próbek bez potrzeby rozcieńczania, dobór surfaktantów przemysłowych i spożywczych stabilizatorów, dobór oleju). Daje możliwość oceny stabilności i kontrola jakości nowych formuł emulsyjnych i dyspersyjnych. Znajduje zastosowanie w przemyśle farmaceutycznym, kosmetycznym, żywnościowym, rafineryjnym, farbiarskim, papierniczym, włókienniczym, ochronie środowiska.

### Stanowisko 3. Aparat do oznaczania lepkości MINI AV

Automatyczny aparat jednostanowiskowy do pomiaru lepkości polimerów, olejów, paliw, itp wg ASTM D 445&446 oraz PN-ISO3104. Lepkość cieczy ciemnych i nieprzeźroczystych jest mierzona z tą samą dokładnością jak cieczy przeźroczystych.

### Stanowisko 9. Uniwersalny młyn tnący SM 2000 (RETSCH)

Służy do rozdrabniania produktów sprężystych, ciągliwych, włóknistych oraz mieszanin produktów objętościowych w porcjach lub w sposób ciągły. Materiały rozdrabniane: odpady przemysłowe, tworzywa sztuczne, puszki aluminiowe, żywność, drewno, skóra.

### Stanowisko 16. Stanowisko do badania stabilności ciekłych układów niejednorodnych

W skład stanowiska wchodzi m.in.:

- homogenizator wysokociśnieniowy APV 2000 - służy do testowania technologii homogenizacji w skali mikro w branży mleczarskiej, spożywczej, kosmetycznej, chemicznej, farmaceutycznej i biotechnologicznej. Zapewnia uzyskanie jednolitych cząstek o żądanych rozmiarach, które mogą być substratem dla zarówno nowych jak i istniejących już aplikacji;
- homogenizator ultradźwiękowy Hielscher UP 400St – umożliwia pracę z objętościami 5 do 4000 ml. Może być użyty do przeprowadzania takich czynności jak: dezintegracja lub homogenizacja cieczy, drobne odsiewanie substancji granulowanych i intensywne czyszczenie płaskiego podłoża, usuwanie warstw ochronnych;
- homogenizator obrotowy – urządzenie do wytwarzania emulsji lub dyspersji dla prób o objętości 50-5000 ml.

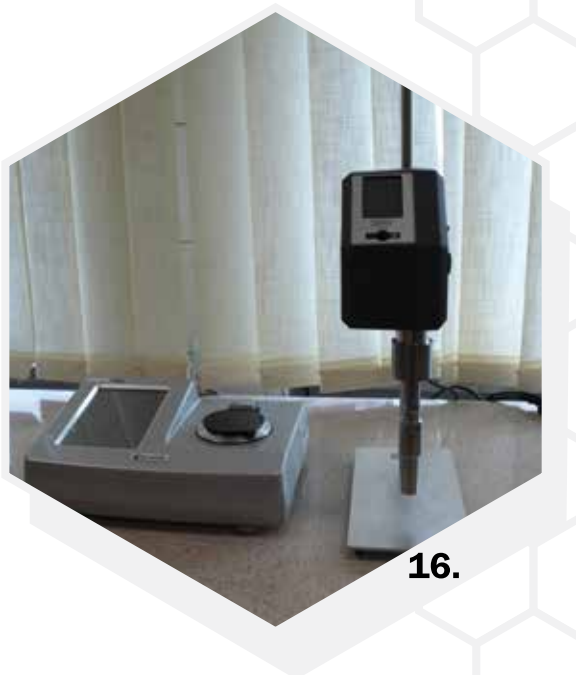
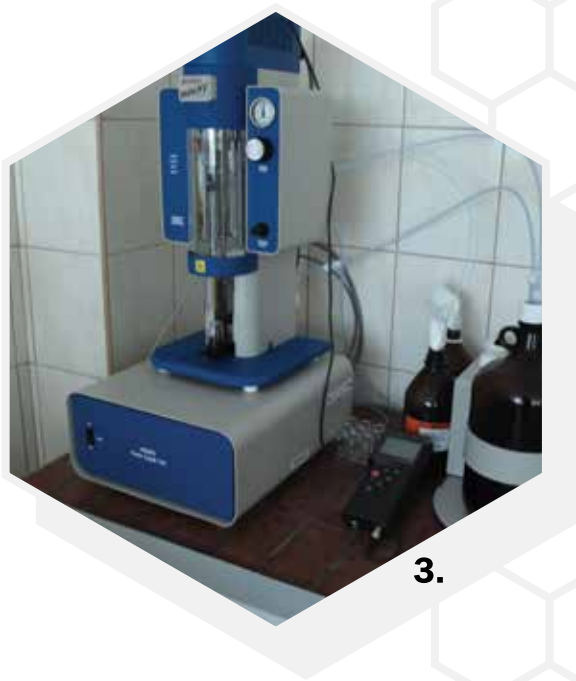


16.



## Wykaz utworzonych stanowisk i zakupionego sprzętu

1. Analizator skanujący do badania stabilności emulsji, zawiesin i pian
2. Polarymetr
3. Automatyczny aparat do oznaczania lepkości
4. Wyparka próżniowa
5. Stacja robocza ze specjalistycznym pakietem oprogramowania PTV VISION PLANNING&SIMULATION
6. Refraktometr
7. Waga techniczna
8. Waga analityczna
9. Uniwersalny młyn tnący
10. Spektrofotometr
11. Mętnościomierz laboratoryjny
12. Przenośny analizator gazów CO, SO<sub>2</sub>, NO
13. Pyłomierz do pomiaru zawartości pyłu w powietrzu
14. Kolorymetr
15. Bezprzewodowy zestaw do pomiaru i rejestracji temperatury
16. Stanowisko do badania stabilności ciekłych układów niejednorodnych



# 8. Laboratorium Mechaniki

## Rodzaj i zakres prowadzonych badań

Katedra Mechaniki Stosowanej specjalizuje się w badaniach dynamiki układów mechanicznych, teorii drgań nieliniowych, bifurkacji i chaosu deterministycznego.



## Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

Prowadzone badania znajdują zastosowanie w przedsiębiorstwach zajmujących się inżynierią lotniczą, mechaniczną lub mechatroniką. Wyniki badań adresowane są również do wszystkich przedsiębiorstw, które do produkcji używają materiały kompozytowe, np. firma Agusta – Westland w Świdniku.



## Opis stanowisk badawczych

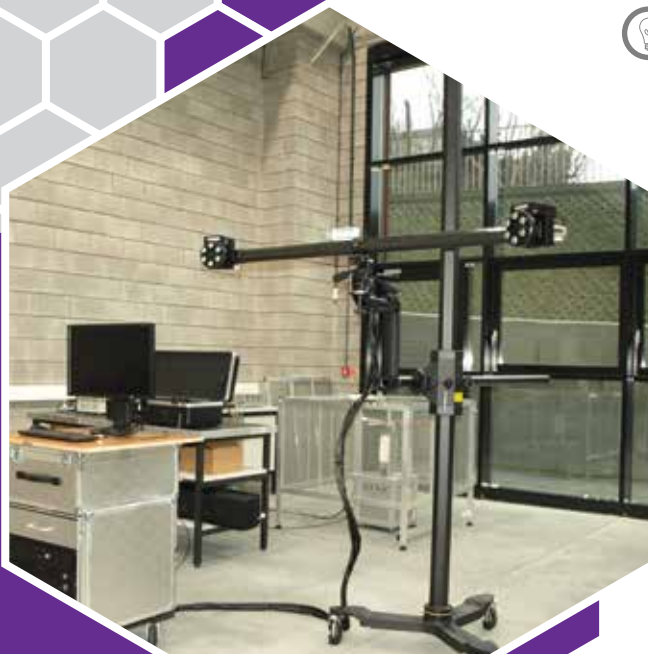
### Stanowisko 1. Wibrometr z oprogramowaniem

Bezdotykowy wibrometr skanujący jest istotnym uzupełnieniem aparatury badawczej Politechniki i Katedry Mechaniki Stosowanej, wykorzystywanej do analizy dynamiki układów. Wibrometr skanujący znajduje zastosowanie do bezdotykowego systemu pomiaru przemieszczeń zarówno przy badaniach poszczególnych elementów czy zespołów jak i całych konstrukcji. Wibrometr jest systemem mobilnym i umożliwia badanie obiektów w naturalnym otoczeniu, co ma wpływ na koszty badań i pełne odzwierciedlenie rzeczywistych warunków obciążeń i pracy.

Na stanowisku będą prowadzone badania własności dynamicznych struktur kompozytowych oraz innych elementów podatnych, a zakupione oprogramowanie pozwoli na wykonanie takich analiz jak analiza modalna, analiza częstotliwościowa, analiza deformacji konstrukcji, ocenę zmian w postaci drgań i wiele innych.

### Stanowisko 2. Stereoskopowy system do pomiaru i analizy przemieszczeń oraz odkształceń 3D – z możliwością pomiaru drgań elementów podatnych w obrotowym ruchu unoszenia ( np. wirników )

Na stanowisku prowadzone są pomiary i analiza przemieszczeń oraz odkształceń 3D podatnych elementów konstrukcyjnych wykonanych z materiałów klasycznych lub kompozytowych. Stanowisko umożliwia też wykonanie pomiarów szybkozmiennych drgań elementów podatnych w obrotowym ruchu unoszenia np. wirników śmigłowca, wentylatorów, elektrowni wiatrowych. Wykonane pomiary pozwalają na analizę odkształceń, przemieszczeń, prędkości i przyśpieszeń dowolnie wybranych punktów struktury. W rezultacie możliwa jest ocena efektywności algorytmów sterowania łopatkami wirnika śmigłowca lub turbiny wiatrowej oraz optymalne zaprojektowanie konstrukcji tak aby występowały możliwie najmniejsze obciążenia dynamiczne.



2.



## Wykaz utworzonych stanowisk i zakupionego sprzętu

1. Bezdotkowy wibrometr skanujący 1D z układem sterowania i oprogramowaniem
2. Stereoskopowy system do pomiarów i analizy przemieszczeń oraz odkształceń 3D z możliwością pomiarów drgań elementów podatnych w obrotowym ruchu unoszenia (np. wirników)

### KONTAKT:

Prof. dr hab. inż. Jerzy Warmiński  
tel.: 81 538 41 97  
e-mail: [j.warmiński@pollub.pl](mailto:j.warmiński@pollub.pl)

Dr hab. inż. Rafał Rusinek,  
prof. PL  
tel.: 81 538 45 71  
e-mail: [r.rusinek@pollub.pl](mailto:r.rusinek@pollub.pl)



1.



1.

## 9. Laboratorium Badań i Edukacji Przetwarzania Tworzyw Polimerowych



**Rodzaj i zakres prowadzonych badań oraz potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania**

### Stanowisko 1.

Stanowisko do badań rozciągania próżniowego służy do formowania próżniowego elementów z tworzyw sztucznych w postaci folii oraz płyt o maksymalnym wymiarze 700mm x 500 mm i grubości do 5 mm. Wchodząca w skład stanowiska termoformierka B-2F działa w systemie półautomatycznym oraz posiada możliwość wstępnego rozdmuchu materiału oraz możliwość wyposażenia w dodatkowy stempel górny.

Badania z wykorzystaniem urządzenia QC- 639 F należą do grupy pomiarów dynamicznych, określających zdolności próbek zdolności próbek z materiałów polimerowych do odporności na gwałtowne obciążenia typu uderzeniowego. Charakteryzują one te właściwości mechaniczne materiału, których nie można ocenić przy pomocy badań prowadzonych w warunkach statycznych. Badania mogą być prowadzone na różnego rodzaju próbkach o znormalizowanych kształtach i wymiarach, pozyskanych na przykład w procesie wytłaczania, wtryskiwania lub prasowania.

Z wykorzystaniem maszyny wytrzymałościowej Zwick /Roell Z010 TH jest możliwe wyznaczanie właściwości materiałów i dostarczanie danych liczbowych, określających odporność materiału na działanie siły. Badania te, prowadzą do wyznaczania np. granicy plastyczności, wielkości stałych charakteryzujących materiały (moduł Younga, współczynnik Poissona) oraz wskaźników określających zdolności materiału do maksymalnych odkształceń plastycznych (wydłużenie, przewężenie). Dzięki temu możliwe jest porównywanie różnych materiałów, kwalifikowanie ich przydatności do tworzenia z nich wytworów lub obliczanie przewidywanych odkształceń i nośności konstrukcji technicznych. Podczas badań próbki poddawane są naprężeniom prowadzącym do odkształcenia w warunkach statycznego jednoosiowego rozciągania, ściskania, zginania, pełzania, oddzierania, a także badania tarcia i zużycia (wg ISO 8295). Ponadto poprzez możliwość umieszczenia badanej próbki w komorze cieplnej, możliwe są badania zmian wytrzymałości w układach zmiennych cykli zmian temperatury.

### Stanowisko 2.

Badania z wykorzystaniem wytłaczarki dwuślimakowej:

- sporządzanie kompozycji polimerowych wzmocnianych proszkami i włóknami,
- określanie charakterystyki procesu wytłaczania kompozytów polimerowych,



- badania zmian konstrukcyjnych ślimaka na efektywność procesu wyłaczania,
- sporządzanie granulatu o zmiennych cechach geometrycznych.

## KONTAKT:

mgr inż. Jerzy Runowicz  
tel.: 81 538 42 24  
e-mail: j.runowicz@pollub.pl

### Stanowisko 3.

Badania z wykorzystaniem wtryskarki:

- wykonywanie próbek do badań właściwości mechanicznych (wytrzymałości na rozciąganie i udarność) materiałów polimerowych oraz ich kompozytów i nanokompozytów,
- określanie efektywności procesu wtryskiwania tworzyw przy zmiennych parametrach.

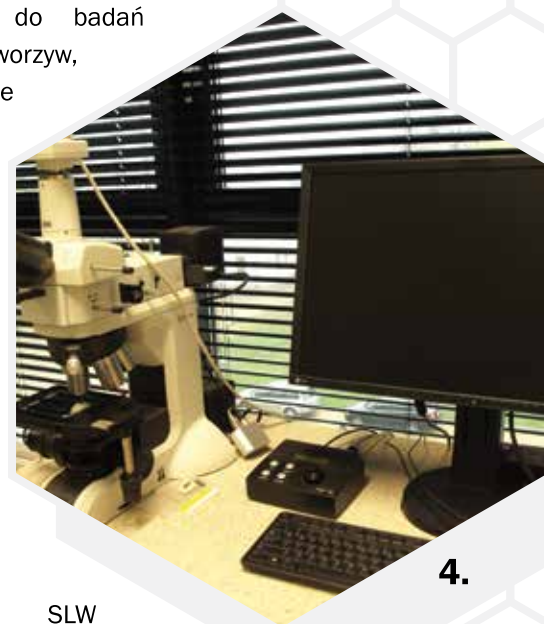
### Stanowisko 4.

Spektrofotometr Ci 4200, X-RITE jest niezbędnym urządzeniem do badania barwy, połysku oraz nasycenia. Tworzywa polimerowe, kompozyty polimerowe są często barwione i stopień rozproszczenia barwnika bądź pigmentu pośrednio informuje o jakości mieszaniny. Badania wykonywane za pomocą spektrofotometru są również niezbędne w ocenie jakości wytworów polimerowych określające zgodność wizualną powierzchni wytworu z zaleceniami odpowiednich norm i ustaleń krajowych, międzynarodowych. Badania realizowane z wykorzystaniem nowoczesnego spektrofotometru, będą zgodne z najnowszymi normami, a ich interpretacja będzie wysoce miarodajna i obiektywna. Uwzględnienie czynników zmiennych określających barwę i połysk jest bardzo ważne w przypadku prowadzeniu badań dotyczących między innymi: wszechstronnych właściwości i jakości materiałów, degradacji termicznej tworzyw, eksploatacji i trwałości materiałów konstrukcyjnych, efektywności procesu mieszania, ustalania i optymalizacji warunków procesów przetwórczych tworzyw polimerowych.

Stanowisko umożliwia przeprowadzanie pomiarów temperatury odkształcenia tworzyw polimerowych HDT zgodnie z normami (ISO 75, ASTM D648, DIN 53461) lub temperatury mięknięcia tworzyw VICATA zgodnie z normami (ISO 306, ASTM D 1525). Pomiar mogą być przeprowadzane niezależnie dla trzech próbek przy szybkości ogrzewania wynoszącej 120°C/godz lub 50°C/godz. Przebieg pomiarów oraz rejestracja wyników jest nadzorowana przez oprogramowanie komputerowe VisualTHERM.

Mikroskop laboratoryjny z oprzyrządowaniem przeznaczony jest do badań struktury cząsteczkowej, nadcząsteczkowej i makroskopowej tworzyw, wizualizacji przemian stanów skupienia, właściwości tworzyw, głównie mechanicznych i cieplnych, odporności chemicznej. Dodatkowo, w badaniach struktury materiałów kompozytowych, badania mikroskopowe wspomagane analizą właściwości powierzchniowych osnowy oraz napełniacza, umożliwią odczytanie ilościowego i jakościowego składu mieszaniny. Wyznaczenie składu mieszaniny jest niezwykle ważne w badaniach mających na celu określenie efektywności procesu mieszania składników kompozytu w różnorodnych procesach przetwórczych. Poznanie właściwości polimerów, które można ocenić między innymi poprzez wszechstronną analizę połączoną z obserwacją i rejestracją zmian zachodzących podczas topienia i krystalizacji, służy dokładnemu poznaniu i przewidywaniu zachowania się tworzywa polimerowego podczas przetwórstwa.

Badania prowadzone z wykorzystaniem komory cieplnej SLW 115 TOP są niezbędne przy ocenie właściwości, fizyko-chemicznych, mechanicznych oraz struktury materiałów polimerowych: termoplastycznych i utwardzanych, napełnionych i bez napełniaczy, nowych oraz starzonych



4.

w środowisku intensyfikującym powstawanie degradacji wieloczynnikowej. Analiza wpływu temperatury, szybkości i częstotliwości jej zmiany jest pomocna przy ocenie właściwości tworzywa mających znaczenie po procesie przetwórstwa podczas użytkowania. Nastąpi poznanie właściwości materiałów polimerowych, które można ocenić między innymi poprzez wszechstronną analizę cieplną połączoną z obserwacją i przewidywaniem zachowania się tworzywa polimerowego podczas przetwórstwa. W laboratoryjnej komorze cieplnej można wytworzyć zróżnicowane warunki klimatyczne potrzebne do badań starzeniowych. Zadane warunki mogą mieć charakter długotrwałego oddziaływania temperatury i wilgotności o stałych bądź zmiennych wartościach. Komora cieplna jest również niezbędnym urządzeniem wykorzystywanym podczas procesów przetwórstwa tworzyw. Stosowane do przetwórstwa tworzywa polimerowe muszą bowiem charakteryzować się określoną minimalną wilgotnością. Urządzeniem wykorzystanym do suszenia tworzywa jest opisana komora cieplna.

### Stanowisko 5.

Badania prowadzone z wykorzystaniem jednoczesnego analizatora termicznego STA są niezbędne przy określeniu przemian fazowych występujących w tworzywach polimerowych podczas ich ogrzewania i ochładzania. Urządzenie STA umożliwia prowadzenie kompleksowych badań cieplnych tworzyw polimerowych. Ma to szczególne znaczenie przy określaniu właściwości cieplnych nowych materiałów (modyfikowanych różnego typu środkami pomocniczymi).



### Opis wybranych stanowisk badawczych

#### Stanowisko 1.

Urządzenie do badań udarności QC- 639 F przeznaczone jest do badań dynamicznych umożliwia prowadzenie badań udarności według metody Charpy'ego, metody Izoda, oraz zrywania udarowego.

Działanie urządzenia jest zgodnie z normami: ISO-13802, ASTM D256, ISO180, ASTM D6110, ISO179, ISO 8256. Możliwe jest badanie próbek o szerokości 10 mm, grubości 4 mm, mających długości od 50 do 160mm. Bezpośrednio po wykonanym pomiarze możliwy jest eksport danych pomiarowych w różnych formatach do komputera PC. Energia uderzenia jest obliczana w urządzeniu zgodnie z normą ISO 13802. Poszczególne uchwyty i bijaki młota dobiera się w zależności od przyjętej metody badań i wytycznych norm.

- Metoda Charpiego: Masa wahadła 1,38 kg, kąt wyzwolenia 150°, długość wahadła 230 mm, wysokość opadania 429 mm, prędkość uderzenia w próbkę 2,90 m/s,
  - Metoda Izod'a: Masa wahadła 1kg, kąt wyzwolenia 150°, długość wahadła 335 mm, wysokość opadania 625 mm, prędkość uderzenia w próbkę 3,5 m/s.
- Metoda zrywania udarowego: Energia wahadła 2 J przy wraz z poprzecznym jarzmiem o masie 15 g, Komplet uchwytów do zrywania udarowego jest wykonany zgodnie z normą ISO 8256 dla metoda A.

Uniwersalna maszyna do badań wytrzymałościowych Zwick /Roell Z010 TH charakteryzuje się zakresem obciążeń na rozciąganie i ściskanie o maksymalnej wartości 10 kN. Wymiary przestrzeni roboczej mocowania próbek wynoszą: wysokość 1400 mm oraz szerokość

430 mm. Podczas badań podstawowymi kanałami pomiarowymi są: siła, droga i czas. Maszyna jest wyposażona w głowice do pomiaru siły o maksymalnym zakresie: 10 kN, 500 N oraz 20 N. Próbki badawcze w zależności od grubości i rodzaju materiału mogą być mocowane w uchwytach mechanicznych śrubowych lub w uchwytach mechanicznych szczypcowych – na przykład do badania próbek z elastomerów. Wartości zmian wymiarów próbek -wydłużenia oraz szerokości w wyniku działania siły można mierzyć z wykorzystaniem bezdotykowego ekstensometru wideo, przy rozdzielczość liniowej 1  $\mu\text{m}$  dla pola widzenia 200 mm, mającego klasę dokładności 1 (wg EN ISO 9513). Maszyna wytrzymałościowa jest wyposażona w komorę cieplną (z chłodzeniem ciekłym azotem) z zakresem zmian temperatury od  $-80$  do  $+250^\circ\text{C}$ , przy dokładność jej regulacji  $\pm 1^\circ\text{C}$ . Oprogramowanie badawcze firmy Zwick TestXpert II zapewnia możliwość rejestracji oraz archiwizacji wyników pomiarów, a także bezpośredni eksport danych pomiarowych do plików tekstowych (ASCII), PDF, arkuszy kalkulacyjnych (np. MS Excel), edytorów tekstu (np. MS Word) oraz baz danych (np. MS Access).

## **Stanowisko 2.**

Wytłaczarka dwuślimakowa współbieżna wyposażona jest w otwierany horyzontalnie cylinder z wkładkami wykonanymi w technologii HIP, dwa walcowe ślimaki o stosunku  $L/D = 40$  i średnicy 20 mm z wymiennymi segmentami oraz głowicę wytłaczarską. Uzupełnieniem są dwa dozowniki wolumetryczne, wanna chłodząca i mobilny układ granulacji.

## **Stanowisko 3.**

Wtryskarka wraz z robotem wsięgnikowym ma układ uplastyczniający ze ślimakiem o średnicy 30 mm, termostatowaną formę z wymienną dwu- lub czterogniazdową wkładką, siła zamykania formy 500 kN, możliwość zmiany wszystkich parametrów procesu. Uzupełnieniem jest robot wsięgnikowy i transporter taśmowy.

## **Stanowisko 4.**

Spectrofotometr Ci 4200, X-RITE, posiada pojemność pamięci: 1024 referencji kolorów. Umożliwia pomiary: stopień krycia i siłą koloru próbki, stopień bieli i żółci dla geometrii pomiarowej:  $d/8$ . Typy oświetleń pomiarowych to: C, D50, D65, D75, A, F2, F7, F11, F12. Detektor urządzenia stanowi fotodioda krzemowa z podwyższoną czułością w zakresie światła niebieskiego zaś źródłem światła jest lampa wolframowa napełniona gazem. Zakres spektralny pomiaru wynosi 400-700 nm. Zestaw sterowania i zapisu obrazu Color Designer Plus 2.1 oraz Color IQC 8.3 umożliwia odczyt, wizualizację graficzną, archiwizację wyników prowadzonych badań.

Mikroskop metalograficzny Nikon LV 100ND, stanowiący główny element stanowiska zapewnia pracę w świetle przechodzącym i odbitym, z płynną regulacją natężenia światła z funkcją rozbudowy mikroskopu o skanującą głowicę konfokalną oparta na oświetleniu strukturalnym oraz interferometrycznym. Technika pracy mikroskopu to: Jasne/Ciemne Pole, Polaryzacja, Kontrast Nomarskiego, zarówno w świetle odbitym i Jasne Pole w świetle przechodzącym. Układ optyki mikroskopu CFI 60 posiada obiektywy klasy Epi Plan Fluor (6 sztuk) dedykowanymi do pracy w świetle odbitym w technikach Jasne/Ciemne Pole i kontraście Nomarskiego. Stolik grzewczy ma zakres nastawianych temperatur min od 20 do 50 oC, dokładność wskazań  $\pm 0,1$  oC) oraz motoryzację osi Z (napęd silnik krokowy, kontroler osi Z). Kamera video Nikon DS-Fi2-03 wraz z oprogramowaniem umożliwia zapis w formatach: BMP, TIFF, JPEG, oraz przesył obrazu na żywo z szybkością określoną dla każdej rozdzielczości. Oprogramowanie do analizy obrazu NIS-BR umożliwia: pełne sterowanie



kamerą – rozdzielczości, balans bieli, wzmocnienia, sposób pomiaru ekspozycji, pomiary stereologiczne, dokonywanie przeliczeń na wybrane parametry stereologiczne, archiwizacja i wizualizacja wyników w postaci tabel i wykresów, binaryzacja obrazu w reprezentacji RGB lub HSI, automatyczne i manualne pomiary: pola powierzchni, długości, średnic, obwodu, kąta, środka ciężkości, okrągłości, wydłużenia, objętości względnej, współczynników kształtu, objętości, składanie i analizę obrazów 3D z funkcją automatycznego składania zdjęć i pomiarów 3D o zmiennej głębi ostrości.

Komora cieplna typu SLW 115 TOP posiada pojemność 112 l oraz wymiary komory roboczej w mm (szer. x wys. x głęb.), minimum 540 x 460 x 450. Obudowa komory roboczej i półki wykonane są ze stali nierdzewnej. Charakterystyka pracy komory jest następująca: wymuszony obieg powietrza, zakres temp. pracy: od +5 °C powyżej To do +300 °C, dokładność nastawienia temperatury 0,1 °C (do +99,9 °C); 0,5 °C (od +100 °C). Sterowanie komory odbywa się poprzez mikroprocesorowy programator temperatury z wyświetlaczem TFT i przyciskami dotykowymi, umożliwiającymi programowanie: temperatury, czasu pracy programowalnego od 1 min do 90 dni, sterowanie stopnia otwarcia klap, obrotów wentylatora.

### **Stanowisko 5.**

Jednoczesny analizator termiczny (STA) to metoda polegająca na jednoczesnym zastosowaniu dwóch technik badawczych: termogravimetrii (TG/DTA) i skaningowej kalorymetrii różnicowej (DSC) w stosunku do jednej próbki. Metoda analizy termicznej wykorzystana zostanie do badania reakcji chemicznych i przemian fazowych zachodzących w czasie ogrzewania/chłodzenia tworzywa. Pozwoli to na wyznaczenie parametrów termodynamicznych i kinetycznych reakcji, jakościowego i ilościowego określenia składu fazowego i chemicznego materiału polimerowego, trwałości termicznej, jak również czystości tworzywa.



### **Wykaz utworzonych stanowisk i zakupionego sprzętu**

1. Stanowisko laboratoryjne do badań właściwości mechanicznych wytworów z tworzyw do badań:
  - 1.1. Stanowisko do badań rozciągania próżniowego B-2F wraz z formą
  - 1.2. Młot do badania udarność
  - 1.3. Maszyna wytrzymałościowa
  - 1.4. Mobilny zestaw do uzyskiwania niskich temperatur
2. Laboratoryjna linia wyciązarska dwuślimakowa do badań:
  - 2.1. Dwuślimakowa wyciązarka laboratoryjna
3. Stanowisko laboratoryjno-technologiczne wtryskiwania tworzyw termoplastycznych do badań:
  - 3.1. Wtryskarka laboratoryjna
  - 3.2. Robot wysięgnikowy o pionowej osi działania z trzema osiami serwoelektrycznymi
4. Stanowisko do badań właściwości fizyko-chemicznych warstwy wierzchniej wytworów z tworzyw do badań:
  - 4.1. Spektrofotometr
  - 4.2. Komora termiczna do badań właściwości termicznych oraz wyznaczania temperatury mięknięcia i ugięcia tworzyw -80 do +250 OC
  - 4.3. Mikroskop laboratoryjny z kamerą video, stolikiem grzewczym oraz oprogramowaniem

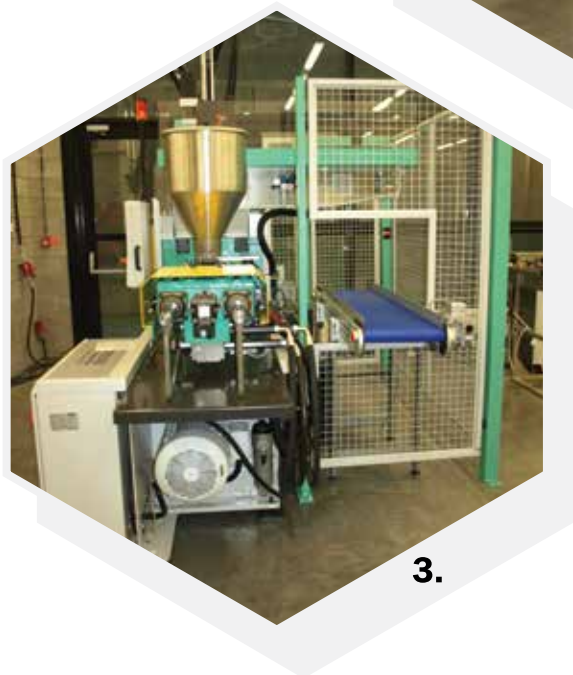
4.4. Komora cieplna

5. Stanowisko badań właściwości cieplnych i fazowych tworzyw polimerowych:

5.1. Jednoczesny analizator termiczny STA (TG/DTA/DSC)



3.



3.

## 10. Laboratorium Badań Pojazdów Samochodowych i Rekonstrukcji Wypadków

### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

Badania parametrów pojazdów samochodowych. Badania i analiza energochłonności pojazdów z napędem elektrycznym. Badania właściwości tribologicznych materiałów oraz cienkich warstw.

### Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

Wykonywanie ekspertyz sądowych w zakresie wypadków drogowych. Wykonywanie ekspertyz w zakresie energochłonności oraz eksploatacyjnego zużycia energii przez pojazdy z napędem elektrycznym. Publikowanie wyników badań naukowych i zdobywanie stopni i tytułów naukowych.

### Opis stanowisk badawczych

#### **Stanowisko 1. Hamownia podwoziowa dwuosiowa**

Hamownia podwoziowa Dynorace typu DF4FS-HLS, dla pojazdów z napędem na jedną i na dwie osie (4WD), umożliwia odwzorowanie rzeczywistych oporów ruchu samochodu na drodze. Hamownia DF4FS-HLS pozwala na pomiar mocy do 400 kW oraz hamowanie pojazdów o mocy na kołach do 300 kW na poszczególnej oś przy średnich temperaturowych warunkach użytkowania. Maksymalny moment obrotowy podczas hamowania w temperaturze otoczenia wynosi 1600 Nm na oś. Prędkość maksymalna podczas przeprowadzania pomiarów na hamowni wynosi 300 km/h. Wytwarzane podczas pracy na hamowni spaliny są odprowadzane z pomieszczenia hamowni za pomocą odpowiedniego odciągu spalin.

#### **Stanowisko 2. Stanowisko do badań statycznych**

Stanowisko do badań statycznych pojazdów samochodowych zawiera linię diagnostyczną MAHA Eurosystem dla pojazdów o DMC do 3,5t, elektrohydrauliczny podnośnik nożycowy z podnośnikiem podprogowym, szarpakiem, obrotnicami i płytami rolkowymi do pomiaru geometrii kół. Zawiera zestaw John Bean V2300 do pomiaru geometrii oraz wyważarkę i montażownicę do kół samochodów osobowych i dostawczych. Ponadto wyposażone jest w analizator spalin z dymomierzem MAHA Met 6.3, miernik natężenia dźwięku AS-200, przenośny, elektroniczny tester akumulatorów Bosch, przepływowy miernik zużycia paliwa i zestaw do obsługi układu hamulcowego oraz mobilny podnośnik jednokolumnowy. Stanowisko to umożliwia kompleksową diagnostykę samochodów osobowych



i dostawczych.

## KONTAKT:

dr inż. Zbigniew Kiernicki  
tel.: 81 538 42 53  
e-mail: z.kiernicki@pollub.pl

### **Stanowisko 3. Stanowisko do badań alternatywnych źródeł napędu**

Stanowisko zawiera diagnoskop Bosch FSA 740, wielofunkcyjny miernik parametrów instalacji elektrycznych, miernik małych rezystancji, oscyloskop cyfrowy wraz z sondami pomiarowymi i przetwornikami prądowymi, tester urządzeń elektrycznych, laboratoryjny generator funkcyjny z częstotściomierzem, anemometr - miernik prędkości i przepływu powietrza oraz tachometr optyczny/dotykowy. Stanowisko umożliwia pomiary różnorodnych parametrów napędów elektrycznych i hybrydowych samochodów.

### **Stanowisko 4. Stanowisko do badań zjawisk i skutków procesów tribologicznych**

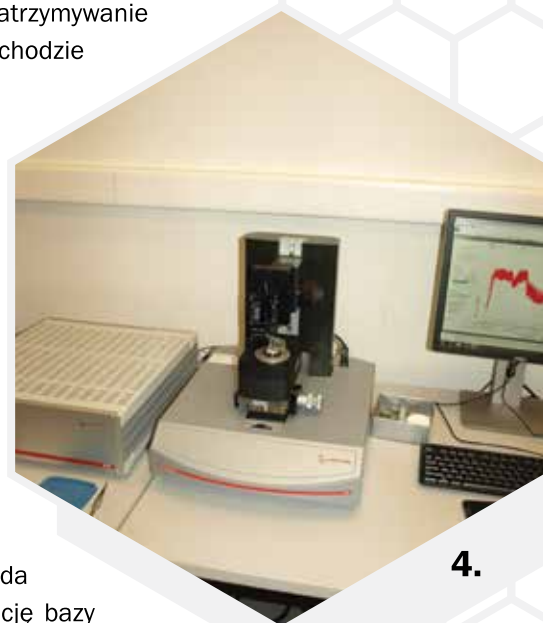
Stanowisko zawiera nanotribometr NTR2 typu pin-on-disk firmy Anton Paar, umożliwiający pomiar współczynnika tarcia oraz zużycia materiałów w warunkach tarcia suchego pod obciążeniem do 1000 mN. Możliwe są pomiary w warunkach ruchu obrotowego na średnicy od 30  $\mu\text{m}$  do 20 mm z rozdzielczością promienia wytarcia wynoszącą 3  $\mu\text{m}$  i z prędkością obrotową w zakresie 1÷200 obr/min oraz ruchu posuwisto-zwrotnego na długości od 10  $\mu\text{m}$  do 5 mm z częstotliwością 0,01 ÷ 10Hz. Uzupełnienie stanowiska stanowi profilometr Form Talysurf Intra firmy Taylor Hobson, umożliwiający pomiar chropowatości powierzchni i falistości, a także kształtu – promienia, kąta i odległości w zakresie do 1000  $\mu\text{m}$ . Rozdzielczość pionowa profilometru wynosi od 3 do 16 nm.

### **Stanowisko 5. Mobilne stanowisko do badań dynamiki ruchu samochodu**

Przenośny, wielokanałowy modułowy system akwizycji danych pomiarowych Dewetron, dostosowany do użycia w badaniach drogowych i poligonowych pojazdów samochodowych i maszyn samojezdnych. System ma budowę modułową, umożliwiającą łatwą instalację poszczególnych modułów funkcjonalnych, oraz łatwą zmianę konfiguracji kanałów pomiarowych w zależności od potrzeb użytkownika. Ekran zewnętrzny instalowany na szybie przedniej pojazdu. Zasilanie zewnętrzne z instalacji pojazdu samochodowego. System jest wyposażony w preinstalowane oprogramowanie umożliwiające zarządzanie pomiarami (wybór kanałów, ustawienia pomiarowe, uruchamianie i zatrzymywanie pomiarów, podgląd wyników). System zainstalowany jest wstępnie w samochodzie FIAT QUBO.

### **Stanowisko 6. Stanowisko do badań statycznych nadwozi samochodowych**

Stanowisko zawiera elektroniczny system pomiarowy Pointx firmy Car-o-liner do pomiaru deformacji płyty podłogowej i nadwozia pojazdu. Ramię pomiarowe ma zakres 300-2000 mm i jest wykonane z włókna węglowego. Ramię pomiarowe obsługuje się jedną ręką dzięki magnetycznym przystawkom mocującym. Przekaz impulsów z ramienia pomiarowego do systemu odbywa się bezprzewodowo za pomocą bluetooth. System ma możliwość automatycznego doboru parametrów domyślnych i pomiaru wysokości, a także możliwość pomiaru nadwozia metodą od punktu do punktu. Baza danych systemu Car-O-Data posiada 14000 kart pomiarowych samochodów. System ma dożywotnią aktualizację bazy danych na najnowsze modele samochodów.



4.

## Stanowisko 7. Zestaw aparatury do badań silników spalinowych oraz paliw silnikowych

Stanowisko do badań silników spalinowych oraz paliw silnikowych zawiera mobilny system do indykowania silnika w warunkach dynamicznych INDIMICRO 602 firmy AVL. System zamontowany w pojeździe umożliwia pomiary parametrów pracy silnika w rzeczywistych warunkach ruchu drogowego pojazdu.

Aparatura do badań paliw silnikowych obejmuje łaźnię wiskozymetryczną 3-stanowiskową typu CC-130A Visco 3 firmy HUBER i SI ANALYTICS z uchwytem na kapilary Ubbelohde. Łaźnia wykonana z poliwęglanu posiada zakres regulacji temperatury od +15oC do +100oC zaś rozdzielczość wskazania temperatury 0,1° C.

### Wykaz utworzonych stanowisk i zakupionego sprzętu

1. Hamownia podwoziowa dwuosiowa
2. Stanowisko do badań statycznych
3. Stanowisko do badań alternatywnych źródeł napędu
4. Stanowisko do badań zjawisk i skutków procesów tribologicznych
5. Mobilne stanowisko do badań dynamiki ruchu samochodu
6. Stanowisko do badań statycznych nadwozi samochodowych
7. Zestaw aparatury do badań silników spalinowych oraz paliw silnikowych







2.



2.



2.

## 11. Laboratorium Nowych Technologii Plastycznego Kształtowania Metali

### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

Główny obszar działalności naukowo - badawczej zespołu badawczego Katedry stanowi szeroko rozumiana obróbka plastyczna metali w szczególności w zakresie: teorii i technologii procesów walcowania skośnego i poprzecznego, kucia matrycowego stali i stopów aluminium, magnezu i tytanu, zwiększenia trwałości narzędzi do kształtowania plastycznego metali, wykorzystania technik komputerowych (modelowanie i symulacje numeryczne) w procesach wytwarzania oraz poszukiwania nowych metod kształtowania metali. Tematyka prac badawczych realizowanych w Katedrze w dużej mierze wynika z licznych projektów badawczych własnych i celowych finansowanych z budżetu państwa, krajowych zakładów przemysłowych oraz funduszy unijnych.

### Opis stanowisk badawczych

#### Stanowisko 1. Walcarka poprzeczno - klinowa

Walcarka przeznaczona jest do plastycznego kształtowania wyrobów osiowosymetrycznych za pomocą narzędzi w kształcie klinów, które zamontowano na płaskich płytach. Proces walcowania najczęściej realizowany jest na gorąco. Metoda walcowania poprzeczno - klinowego (WPK) znajduje zastosowanie przede wszystkim w przygotowaniu odkuwek wydłużonych typu stopniowane osie i wałki. Równie często WPK wykorzystuje się do wykonania przedkuwek do kucia matrycowego wyrobów takich jak: klucze maszynowe, korbowody, dźwignie, widełki, korby pedałów rowerowych. Do innych wyrobów kształtowanych zalicza się m.in. rdzenie izolatorów wysokiego napięcia, odkuwki części stosowanych w przemyśle motoryzacyjnym (czopy mechanizmów kierowniczych, czopy układów zawieszenia itp.), korpusy noży obrotowych, wkręty szynowe oraz kule do młynów.

Walcarka poprzeczno - klinowa to urządzenie składające się z trzech podstawowych podzespołów, tj. konstrukcji mechanicznej, układu zasilania hydraulicznego umożliwiającego realizację ruchów roboczych urządzenia (zgodnie z tab. 1.1), jak również z układu sterowania. Umożliwia on m.in. płynną regulację prędkości przemieszczania się tłoczyska siłownika głównego i pomocniczego oraz ustawienie skoków wspomnianych siłowników w czasie ruchu roboczego i jałowego.

Tab. 1.1.

Prędkość ruchu tłoka siłownika głównego	0,35 [m/s]
Nominalna siła nacisku tłoka	120 kN
Nominalne ciśnienie robocze	15 [MPa]
Skok roboczy siłownika głównego	2000 [mm]
Skok tłoczyska siłownika pomocniczego	125 [mm]

## Stanowisko 2. Uniwersalna maszyna wytrzymałościowa o nacisku 1000 kN

Urządzenie wytrzymałościowe do badań obciążeń statycznych w zakresie +/-1000 kN, wyposażone zostało w zestaw uchwytów hydraulicznych, klinowych do testów rozciągania, stolik do testów zginania oraz tarcze umożliwiające przeprowadzenie badań ściskania. Maszynę wytrzymałościową wyposażono w układ sterujący - pomiarowy, umożliwiający zaprogramowanie całego procesu doświadczalnego, m.in. poprzez ustalanie wartości siły działającej na próbkę, czasu jej trwania, bądź prędkości testowych (od 0,05 mm/min do 100 mm/min). Uzyskane wyniki przedstawiane są w postaci zbioru parametrów. Badania wytrzymałościowe przeprowadzać można na próbkach wykonanych z metali, (m.in. prętach, rurach, blachach, belkach, drutach), betonu, drewna i innych elementach złącznych.

## Stanowisko 3. Stanowisko do badań procesu walcowania skośnego

Proces kształtowania odkuwek w walcarkach skośnych realizowanych jest bezpośrednio z pręta pomiędzy dwoma jednakowymi walcami z naciętymi na ich powierzchniach po linii śrubowej bruzdami. Bruzdy rozdzielone są od siebie kołnierzami, które stopniowo zwiększają swoją szerokość i wysokość. Na ostatnich kołnierzach umieszcza się noże, które oddzielają ukształtowane odkuwki od łączących je mostków. Osie walców nachylone są ukośnie względem osi walcowania. Podczas walcowania materiał jest utrzymywany w kotlinie walcowniczej za pomocą prowadnic umieszczonych pomiędzy walcami.

Walcowanie śrubowe odkuwek osiowosymetrycznych w walcarkach skośnych charakteryzuje się niewielkimi stratami materiałowymi, większą dokładnością w stosunku do półfabrykatów kutych lub odlewanych oraz korzystnym układem struktury, co wpływa na poprawę własności wytrzymałościowych oraz podniesieniem trwałości ukształtowanych wyrobów.

Walcarka skośna ma budowę segmentową i składa się z ramy nośnej, układu napędowego (dwubiegowy silnik, umożliwiający zwiększenie wydajności walcowania w przypadku kształtowania drobnych odkuwek), układu przeniesienia napędu oraz klatki walcowniczej. W klatce tej umieszczono walce robocze wraz z narzędziami, prowadnice utrzymujące półfabrykat podczas walcowania w przestrzeni roboczej oraz oprzyrządowanie służące do ustawiania położenia walców. Walce robocze mają możliwość regulacji położenia w dość dużym zakresie, co zwiększa możliwości technologiczne maszyny. Walcarka wyposażona jest również w układ pomiaru momentu obrotowego a także siły nacisku walców.

Więcej danych technicznych zawarto w tabeli 3.1.

Tab. 3.1.

Średnica nominalna walców	320 mm
Długość robocza beczki walców	400 mm
Minimalna odległość osi walców	300 mm
Maksymalna odległość osi walców	350 mm
Możliwość skrócenia osi wałów względem osi walcowania	+/- 12°



### Wykaz utworzonych stanowisk

1. Walcarka poprzeczno - klinowa
2. Uniwersalna maszyna wytrzymałościowa o nacisku 1000 kN
3. Stanowisko do badań procesu walcowania skośnego

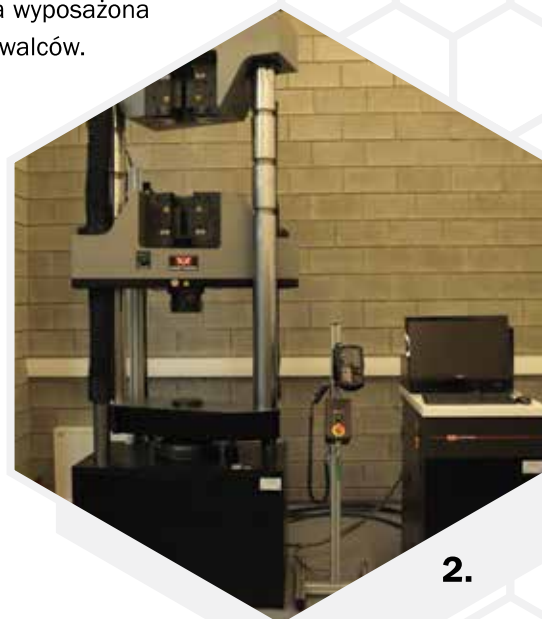
### KONTAKT:

Kierownik Katedry:  
prof. dr hab. inż. Zbigniew Pater  
tel.: 81 538 42 42  
e-mail: z.pater@pollub.pl

Osoba odpowiedzialna za dobór urządzenia:  
STANOWISKO 1 i 2  
dr hab. inż. Andrzej Gontarz,  
prof. PL  
tel.: 81 538 42 45  
e-mail: a.gontarz@pollub.pl

STANOWISKO 3  
dr inż. Janusz Tomczak  
tel.: 81 538 42 44  
e-mail: j.tomczak@pollub.pl

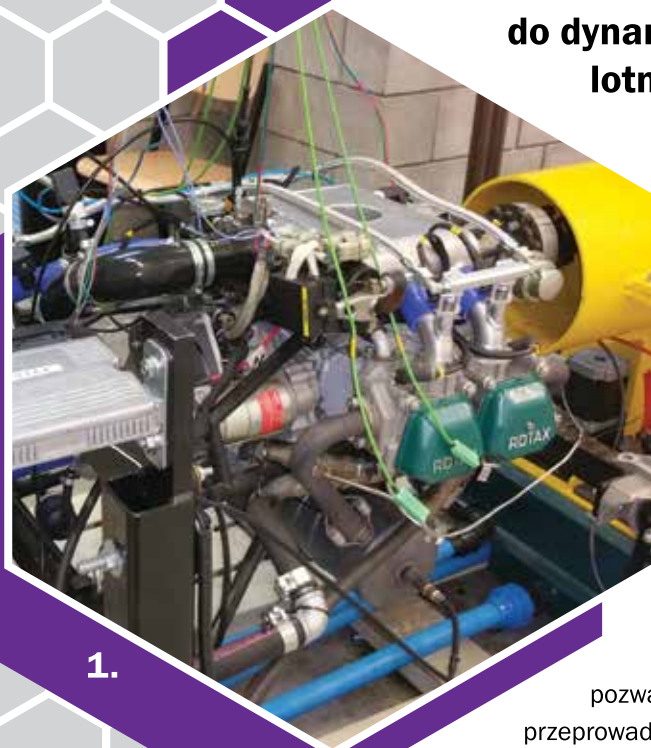
Osoba odpowiedzialna materialnie:  
mgr inż. Konrad Lis  
tel.: 81 538 42 43  
e-mail: k.lis@pollub.pl



2.

## 12. Laboratorium Innowacji, Transferu i Monitorowania Rozwoju Technologii Napędów Alternatywnych

### Stanowisko 1. Stanowisko hamowania do dynamometrycznych badań tłokowych silników lotniczych o mocy od 50 kW do 500 kW wraz z osprzętem



#### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

Stanowisko przeznaczone jest do prac związanych z wdrażaniem (projektowaniem, badaniem i wykonywaniem) alternatywnych systemów zasilania silników lotniczych, samochodowych oraz silników przeznaczonych do napędu generatorów prądu.

#### Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

Stanowisko składa się z hamowni przeznaczonej do prowadzenia prac z zakresu silników spalinowych. Stanowisko pozwala na precyzyjną kalibrację systemów sterowania jak również przeprowadzanie prac z zakresu diagnostyki procesu spalania.

#### Opis stanowiska

Hamownia silnikowa składa się z następujących elementów:

- hamulca elektrowirowego o mocy 200kW wraz z układem sterowania,
- systemu do pomiaru mocy i momentu,
- uniwersalnego zestawu mocowania różnych typów silników,
- układu chłodzenia stanowiska (chłodzenie silnika, hamulca elektrowirowego, układ stabilizacji temperatury oleju),
- czujników pomiarowych,
- paliwomierza wagowego z kondycjonowaniem temperatury,
- wyciągu spalin,
- układu do pomiaru składu mieszaniny paliwo-powietrznej.

### Stanowisko 2. Mobilny system do analizy składników spalin (FTIR)

#### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

Układ do analizy składu spalin w czasie rzeczywistym z pojazdów wyposażonych w silniki

o spalaniu wewnętrznym zasilanych paliwami typu: Diesel, benzyna, alkohol, LPG, CNG itp.



### Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

System analizy emisji składników toksycznych spalin firmy Sensors Inc. pozwala na rejestrację zawartości składników toksycznych spalin CO, CO<sub>2</sub>, HC, NO, NO<sub>2</sub>, THC, NO<sub>x</sub>, PM oraz masowego natężenia przepływu spalin i stężenia O<sub>2</sub>, z samochodu osobowego, dostawczego, ciężarowego, autobusu, maszyny budowlanej i wielu innych podczas jazdy pojazdem oraz w warunkach stacjonarnych z uwzględnieniem pozycji GPS oraz parametrów pracy silnika.



### Opis stanowiska

Składa się on z produktów Ecostar Semtech i zawiera szereg indywidualnych modułów, z których każdy charakteryzuje się określoną funkcjonalnością. Moduły te mogą być wykorzystywane jako urządzenia analityczne do pomiarów autonomicznych lub mogą zostać użyte w ramach w pełni zintegrowanego pakietu pomiarowego. System oferuje optymalną elastyczność, wydajność i łatwość obsługi podczas badań rzeczywistych oraz w trudnych warunkach testowych. Pozwala na przeprowadzanie pomiarów emisji toksycznych składników spalin zgodnie z normami UN-ECE.R-49 and (EU) No. 582/2011 jak również CFR40 part 1065. System spełnia normy ISO 9001-2000 oraz EN 14181:2004. Jedno z pięciu takich urządzeń w Europie.

## Stanowisko 3. Stanowisko do prowadzenia badań modelowych (system analizy emisji akustycznej)



### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

Kamera akustyczna posłużyła do przeprowadzenia badań mających na celu zlokalizowanie głównych źródeł hałasu w modelu wiatrakowca Gyro-One kid. Pomiar wykonano dla wirnika nośnego w czasie prerotacji, jak również w czasie pracy głównego silnika napędowego. Przeprowadzone zostały również badania z zakresu analizy dźwięku modelu quadrokoptera Quadrokopter Patriot AR. Drone 2.0 Uzyskane wyniki pozwoliły stworzyć mapę poziomu ciśnienia akustycznego w czasie startu oraz lotu ze stałą prędkością.



### Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

Uzyskane wyniki z badań zostaną wykorzystane w czasie konstruowania nowego statku powietrznego „Safe-Gyro” mającego na celu zwiększenie bezpieczeństwa lotu wiroplątów, jak również możliwość pionowego startu i lądowania wiatrakowcem.



### Opis stanowiska

Wizualizacja źródeł dźwięku opiera się na wykorzystaniu zdjęć lub obrazów video z kamery z jednoczesnym pomiarem poziomu dźwięku. Zastosowanie innowacyjnych rozwiązań w systemie Noise Inspector pozwala na konwersję emisji dźwięku do postaci obrazu. Dzięki temu źródła dźwięku stają się widoczne i mogą zostać zlokalizowane. Wizualizacja źródła dźwięku na zdjęciu lub filmie video pozwala znacząco skrócić czas badań w przeciwieństwie do tradycyjnych metod natężeniowych, które są bardzo czasochłonne i kosztowne. Szybka i precyzyjna lokalizacja

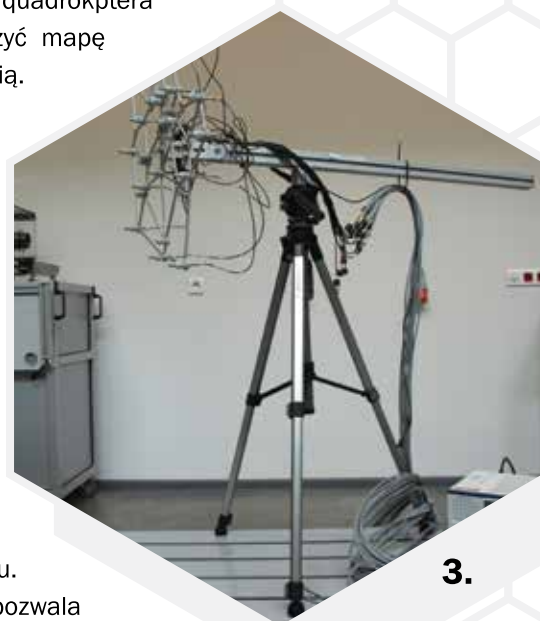
### KONTAKT:

**STANOWISKO 1**  
Grzegorz Barański  
tel.: 81 538 47 64  
e-mail: g.baranski@pollub.pl

**STANOWISKO 2**  
Paweł Magryta  
tel.: 81 538 47 64  
e-mail: p.magryta@pollub.pl

**STANOWISKO 3**  
Krzysztof Skiba (doktorant)  
tel.: 81 538 47 64  
e-mail: k.skiba@pollub.pl

**STANOWISKO 4**  
Marcin Szlachetka  
tel.: 81 538 47 64  
e-mail: m.szlachetka@pollub.pl



3.

źródła dźwięku daje również możliwość przeprowadzenia dokładnej analizy badanego obiektu. Określenie głównych źródeł hałasu jest bowiem kluczowym zagadnieniem w ich zwalczaniu. Lokalizacja newralgicznych obszarów pozwoli zawęzić obszar badań drgań do określonego miejsca. Badania prowadzone są metoda bezinwazyjną. Badany obieg nie zawiera dodatkowych urządzeń pomiarowych mogących wpłynąć na wynik pomiaru. Oprogramowanie Noise Inspector V6.0 jest również kompatybilne ze środowiskiem programu Lab VIEW umożliwiające tworzenie autorskich algorytmów do badań.

Elementy wchodzące w skład Kamery akustycznej:

- platforma National Instruments PXIe-1073,
- karta pomiarowa PXI card 4496,
- szesnaście mikrofonów kierunkowych G.R.A.S. 40PH,
- cyfrowa kamera HD Microsoft LifeCam Studio 1080p,
- oprogramowanie CAE Noise Inspector V6.0.

## **Stanowisko 4a. System pomiaru emisji cząstek stałych przez silniki spalinowe - zestaw do pomiaru masy filtrów o średnicy 47 mm**

### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

Zestaw pomiarowy pozwala na ważenie filtrów o maksymalnej średnicy 70mm. Filtry te są używane w badaniach środowiskowych oraz analizie masy cząstek stałych w powietrzu lub w spalinach z pojazdów samochodowych.

### Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

Zestaw ten współpracuje z Systemem analizy emisji składników toksycznych spalin w celu pomiaru masy cząstek stałych, które osadziły się na filtrze o średnicy 47 mm podczas pomiaru.

### Opis stanowiska

Zestaw wagowy składa się z wagi firmy Mettler Toledo XP2U/Z o dokładności 0,1 mikrogram i maksymalnym obciążeniu 2,1g, stołu wagowego, elektrody eliminującej ładunki elektrostatyczne na filtrze oraz oprogramowania LabX do archiwizacji danych pomiarowych.

## **Stanowisko 4b. System pomiaru emisji cząstek stałych przez silniki spalinowe - system do diagnostyki pokładowej silników o zapłonie iskrowym i samoczynnym**

### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

System wykorzystywany jest między innymi do monitorowania pracy silników spalinowych o zapłonie iskrowym oraz zapłonie samoczynnym pojazdów samochodowych. System umożliwia odczyt i zapis w pamięci urządzenia wybranych parametrów pracy silnika oraz kasowanie kodów błędów. Wykorzystywany jest podczas testów na hamowni podwoziowej oraz w badaniach drogowych.



## Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

System ten współpracuje z systemem analizy emisji składników toksycznych w spalinach w celu pomiaru masy cząstek stałych. Rejestruje wybrane parametry pracy silnika, które zapisywane są łącznie z wynikami zadymienia w spalinach a w przypadku wystąpienia usterki umożliwia szybką diagnozę, co ułatwia naprawę wadliwie działającego układu. System umożliwia pełną diagnostykę silnika.



## Opis stanowiska

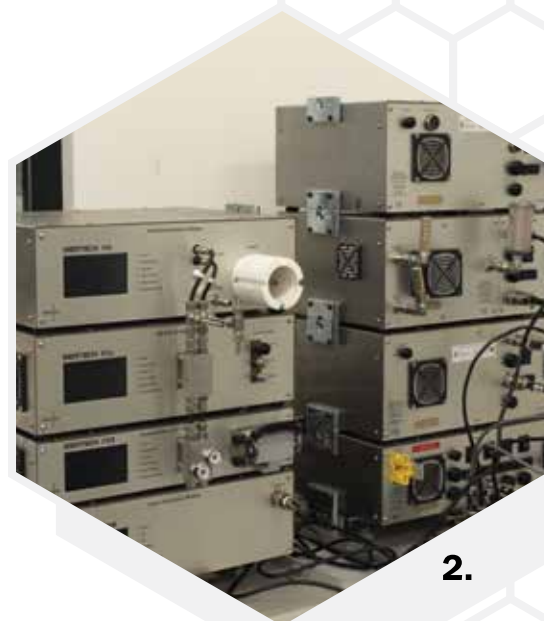
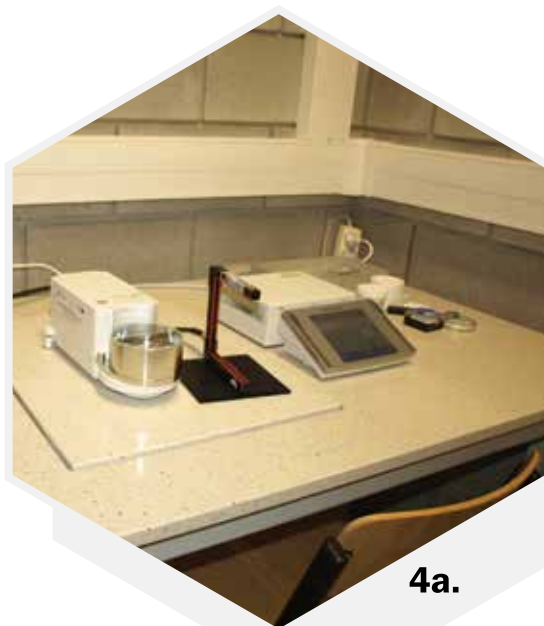
System diagnostyki składa się z następujących stanowisk badawczych:

- przenośnej jednostki wyświetlającej Axone 4 oraz współpracującym z nią module Tribbox TXTs wraz z kompletem złącz umożliwiających diagnostykę samochodów osobowych, ciężarowych oraz maszyn roboczych wyposażonych w silniki o ZI i ZS;
- przenośnego czytnika diagnostycznego Matrix OBD umożliwiającego rejestrację w czasie rzeczywistym w pojeździe wybranych parametrów pracy silnika oraz stacja dokująca umożliwiająca programowanie czytnika.



## Wykaz utworzonych stanowisk

1. Stanowisko hamowania do dynamometrycznych badań tłokowych silników lotniczych o mocy od 50 kW do 500 kW wraz z osprzętem
2. System do analizy składników spalin metodą FTIR
3. System analizy emisji akustycznej
4. System pomiaru emisji cząstek stałych przez silniki spalinowe



## 13. Laboratorium Optoelektroniki i Techniki Laserowej oraz Mikro- i Nanoelektroniki

### Zakład Optoelektroniki i Sieci Teleinformatycznych



#### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

W Zakładzie Optoelektroniki i Sieci Teleinformatycznych prowadzone są badania z zakresu technologii i techniki światłowodowej.

W części technologicznej na wyposażeniu jednostki znajdują się linie do wytwarzania światłowodowych struktur periodycznych, w tym światłowodowych siatek Bragga (FBG). Wyposażenie pozwala na wytwarzanie siatek długookresowych (LPG) zapisywanych na włóknach ze szkła kwarcowego i wieloskładnikowego oraz szerokiego zakresu siatek Bragga zapisywanych za pomocą metody maski fazowej na włóknach telekomunikacyjnych, dwójłomnych i fotonicznych.

W obszarze techniki światłowodowej prowadzone są m.in. badania nad czujnikowymi zastosowaniami światłowodów. Prowadzone badania obejmują grupy czujników amplitudowych, fazowych oraz opartych na siatkach Bragga. Zakres mierzonych wielkości fizycznych, obejmuje pomiar naprężenia, wydłużenia liniowego, nacisku bocznego, zgięcia, ciśnienia hydrostatycznego i temperatury. Jednostka badawcza specjalizuje się również w wysoko rozdzielczych pomiarach rozkładu naprężeń liniowych w małych obiektach z użyciem światłowodowych siatek Bragga. Pomiary te wykorzystują nową metodę pomiarową opracowaną w zespole badawczym.

Prowadzone są również badania w zakresie sensorów chemicznych wykorzystujących technikę światłowodową. Zakres prowadzonych badań obejmuje pomiary pH oraz stężenia gazów, m.in. tlenku węgla. W obszarze zastosowań telekomunikacyjnych prowadzone są prace nad nowym typem przełącznikooptycznego, który pozwala na w pełni światłowodową transmisję sygnałów w torach optycznych z wyłączeniem konwersji sygnału optycznego na elektryczny.

W Zakładzie prowadzone są również zaawansowane obliczenia numeryczne światłowodowych struktur periodycznych, pozwalające na projektowanie wytwarzanych układów światłowodowych.



7.





## Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

Do głównych obszarów badań o wysokim potencjale praktycznego zastosowania należy obszar opracowywanych światłowodowych przełączników optycznych. Przewiduje się wykorzystanie tego rozwiązania w sieciach optycznych, ale również w układach regeneracji sygnałów, układach logiki optycznej, układach pamięci optycznych, układach konwersji długości fali z regeneracją sygnału jak również możliwości budowy nowej elektroniki, opartej na nowoczesnych urządzeniach fotonicznych.

Również w obszarze sensoryki światłowodowej, potencjalne zastosowanie wyników prowadzonych badań jest obiecujące. Prace prowadzone nad czujnikami wybranych wielkości fizycznych znajdują obecnie szerokie zastosowanie w pomiarach m.in. naprężeń w konstrukcjach budowlanych czy lotnictwie. Opracowana metoda pomiaru naprężeń liniowych jest unikatowa i nie znajduje obecnie odpowiednika w dziedzinie czujników światłowodowych. Ma ona również szereg właściwości, które stanowią jej istotną przewagę nad stosowanymi obecnie czujnikami elektronicznymi. Kolejnym obszarem o dużym potencjale jest detekcja, za pomocą absorpcyjnych czujników światłowodowych, stężenia substancji chemicznych np. gazów.



## Opis wybranych stanowisk badawczych

### **Stanowisko 7. Stanowisko do nanoszenia i badania nowych struktur przełączników optycznych na światłowodach telekomunikacyjnych.**

Stanowisko umożliwia m.in. transmisyjne pomiary spektralne światłowodowych układów przełączających do zastosowań w telekomunikacji. Najważniejszymi elementami stanowiska jest szerokopasmowe źródło światła typu SuperContinuum wraz z osprzętem oraz analizator widma optycznego. Źródło światła o mocy 6W wyposażone jest w dzielnik mocy optycznej umożliwiający selektywny rozdział emitowanego promieniowania na zakres światła widzialnego VIS (450 – 800nm) oraz podczerwieni IR (900 – 2400nm). Analizator widma optycznego będący na wyposażeniu stanowiska pozwala na spektralny pomiar mocy optycznej. Rozdzielczość wynosząca do 0,02nm pozwala na precyzyjną charakteryzację elementów światłowodowych w zakresie 650-1750nm.

### **Stanowisko 8. Stanowisko do wytwarzania i badania przełączników fonicznych.**

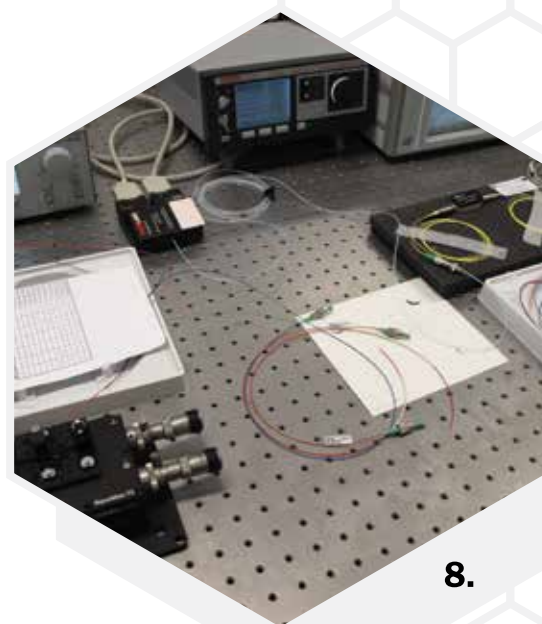
Stanowisko zostało zbudowane na potrzeby badania przełączników optycznych bazujących na światłowodowych siatkach Bragga. Układ umożliwia określenie występowania zjawiska histerezy optycznej oraz pomiar jej kluczowych parametrów, takich jak szerokość pętli histerezy oraz wartość mocy przełączania. Stanowisko wyposażone jest m.in. w półprzewodnikowy laser przestrajany umożliwiający zmianę długości fali w zakresie 1510-1610nm, źródło 980nm o mocy 300mW, stanowiące pompę optyczną, sprzęgacze światłowodowe oraz miernik mocy optycznej wraz z zestawem fotodetektorów umożliwiających pomiar mocy optycznej w zakresie spektralnym od 200 do 1800nm

### **Stanowisko 9. Stanowisko do wytwarzania i charakteryzacji struktur periodycznych na włóknach standardowych, mikrostrukturalnych oraz polimerowych**

Głównym elementem stanowiska jest specjalistyczna spawarka światłowodowa firmy Vytran.

## KONTAKT:

dr hab. inż. Piotr Kisała, prof. PL  
tel.: 81 538 43 17  
e-mail: p.kisala@pollub.pl



8.

Wyposażenie dodatkowe układu stanowi komputer PC wraz z oprogramowaniem, pompa próżniowa, układ zasilania argonem. Stanowisko wyposażone jest w zestaw przygotowania światłowodów do procesu zapisu struktur periodycznych wyposażony w narzędzia do mechanicznego i chemicznego usuwania powłok ochronnych oraz w laboratoryjną łaźnię ultradźwiękowa do oczyszczania przetwarzanych włókien światłowodowych. Urządzenie pozwala na wytwarzanie periodycznych struktur złożonych z punktowych przewężeń włókien światłowodowych (LPG). Wykorzystywana żarnikowa metoda rozgrzewania włókna umożliwia wytwarzanie przewężeń na włóknach specjalnych, w tym fonicznych. Zakres posuwu wzdłuż osi włókna zapewnia możliwość tworzenia siatek o długości do 180mm z rozdzielczością 250nm.

### **Stanowisko 11. Stanowisko do projektowania, wytwarzania i badania czujników fonicznych nieczułych na zmiany temperaturowe**

Wyposażenie stanowiska umożliwia przeprowadzenie badań klimatycznych dla światłowodowych przełączników optycznych oraz czujników światłowodowych. Wyposażone jest ono w komorę klimatyczną o zmienności temperatury w zakresie -40 do 180°C, oraz o zakresie zmiany wilgotności od 10 % do 95 %. Na wyposażeniu stanowiska znajduje się również oprogramowanie umożliwiające projektowanie sensorów wykorzystujących siatki Bragga, modelowanie siatek długookresowych, modelowanie układów multiplexerówadd/drop WDM, wąsko- i szerokopasmowych filtrów światłowodowych. Stanowisko pomiarowe umożliwia przeprowadzanie obliczeń numerycznych badanych struktur, a następnie ich praktyczną weryfikację w zadanych warunkach klimatycznych.

## **Instytut Informatyki Pracownia Analizy Ruchu i Ergonomii Interfejsów**



### **Rodzaj i zakres prowadzonych badań**

#### **Stanowisko 4. Stanowisko badawcze do analizy ruchu (Motion Capture)**

wykorzystywane jest do prowadzenia badań z zakresu biomechaniki wybranych części ciała człowieka, zależności pomiędzy schorzeniami, a sposobem poruszania się oraz diagnostyki ilościowej oceny postępów rehabilitacji. Drugim kierunkiem badań jest analiza ruchu sportowców z różnych dyscyplin (sportów indywidualnych i zespołowych) pod kątem wybranych parametrów, które dotyczą ich poziomu sprawności psychomotorycznej oraz zakresu ruchowości.

#### **Stanowisko 5a. Stanowisko badawcze okulografii (Eyetracking)**

wykorzystywane jest do prowadzenia badań w obszarze: użyteczności oraz ergonomii interfejsów systemów komputerowych oraz paneli kontrolno-sterowniczych, ruchów oczu na potrzeby diagnostyki oraz terapii medycznej, percepcji oraz uwagi wzrokowej dla specjalistów różnych dziedzin oraz w procesie uczenia się, zachowania się kierowców i pilotów związanego z uwagą wzrokową oraz procesami przetwarzania informacji z otoczenia. Część badań prowadzona jest w połączeniu z systemami analizy ruchu oraz EEG w celu utworzenia wielowymiarowego modelu zachowania człowieka.

5a.

**Stanowisko 5b. Stanowisko badawcze elektroencefalografii (EEG)** wykorzystywane jest do badań z zakresu: analizy reakcji mózgu człowieka na prezentowane bodźce wzrokowe i dźwiękowe, realizacji eksperymentów o charakterze psychologicznym i poznawczym, tworzenia i testowania interfejsów mózg-komputer pozwalających na sterowanie obiektem, metod analizy i klasyfikacji danych EEG w rozpoznawaniu intencji i emocji, integracji danych EEG, EKG oraz danych pochodzących z eksperymentów eyetrackingowych.

## KONTAKT:

tel.: 81 525 20 46

Kierownik  
dr inż. Marek Miłosz  
e-mail: m.milosz@pollub.pl

Stanowisko badawcze  
do analizy ruchu  
dr inż. Maria Skublewska  
-Paszowska  
e-mail:  
maria.paszowska@pollub.pl

Stanowisko badawcze  
okulografii  
mgr Magdalena Borys  
e-mail: m.borys@pollub.pl

Stanowisko do badania  
fal mózgowych  
dr inż. Małgorzata Plechawska  
-Wójcik  
e-mail: m.plechawska@pollub.pl

## Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

- Precyzyjna diagnostyka schorzeń układu chodzenia
- Dokładny pomiar efektów rehabilitacji
- Badanie poziomu sprawności ogólnorozwojowej i specjalistycznej zawodnika (sportowca)
- Wszystkie badania eyetrackingowe i elektroencefalograficzne prowadzone są w zespołach interdyscyplinarnych i mają praktyczne zastosowanie w dziedzinach tj.: neurologia, psychiatria, sport, radiologia, edukacja, informatyka.

## Opis stanowisk

**Stanowisko 4. Stanowisko badawcze do analizy ruchu (Motion Capture):** system akwizycji ruchu składa się z: 8 kamer T40S pracujących w bliskiej podczerwieni o maksymalnej częstotliwości 515Hz, 2 kamer referencyjnych wideo Bonita, stacji Giganet i komputera sterującego. Laboratorium wyposażone jest także w dwie platformy biomechaniczne AMTI, bezprzewodowy 16-kanalowy system EMG (Elektromiografia) firmy myon oraz specjalistyczne oprogramowanie firmy Vicon.

**Stanowisko 5a. Stanowisko badawcze okulografii** złożone jest z dwóch eye-trackerów: Tobii TX300 oraz SMI EyeTrackingGlasses 2 (ETG2). Eye-tracker stacjonarny Tobii TX300 jest nieinwazyjnym urządzeniem pracującym w podczerwieni posiadającym częstotliwość próbkowania 300Hz. Eye-tracker ten może pracować w połączeniu z 23" monitorem lub jako samodzielna jednostka rejestrująca we współpracy z dowolnym bodźcem wizualnym (obraz z rzutnika, eksponat muzealny, wystawa okienna). Sygnał z eye-tracker Tobii TX300 może zostać zsynchronizowany z sygnałem EEG. Urządzenie ETG2 ma postać okularów, które umożliwiającą rejestrację ruchu obu oczu z częstotliwością 30Hz każde, jednocześnie zapewniając pełną mobilność osoby biorącej udział w badaniu dzięki niewielkiej jednostce rejestrującej.

**Stanowisko 5b. Stanowisko badawcze elektroencefalografii** wyposażone jest w 21-kanalowy elektroencefalograf Mitsar 201 w postaci głowicy wzmacniającej sygnał oraz czepka i zestawu elektrod EEG. Wzmacniacz umożliwia pracę w połączeniu z bodźcami wzrokowymi i dźwiękowymi. Urządzenie umożliwia też rejestracji dodatkowych sygnałów biomedycznych takich jak EKG.



5b.

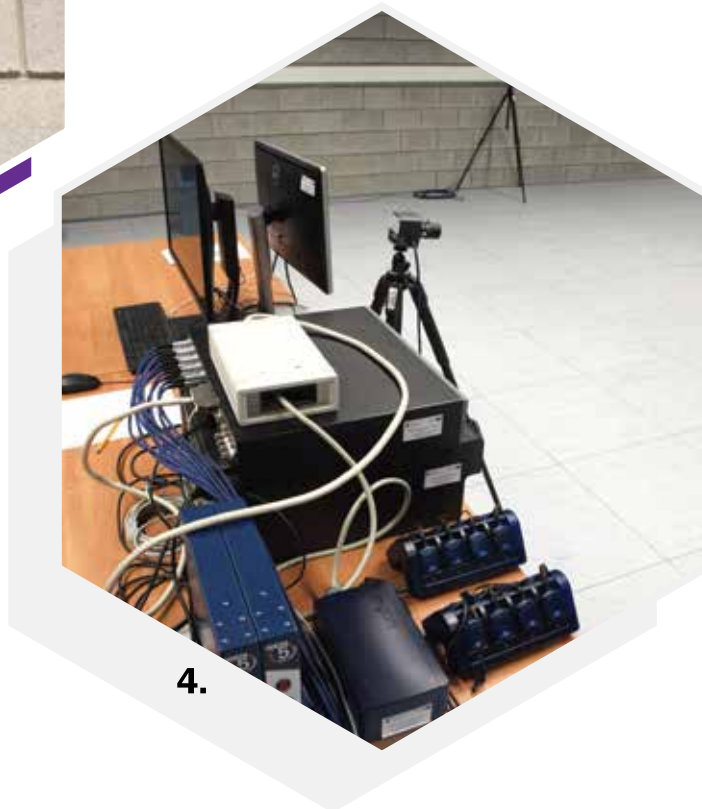


## Wykaz utworzonych stanowisk

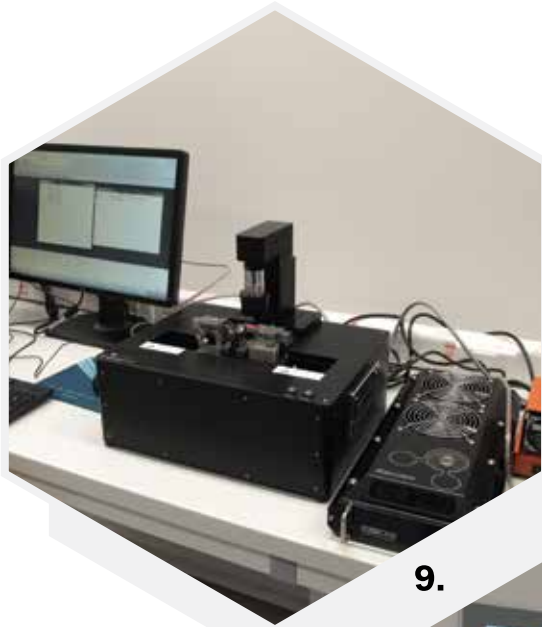
1. Stanowisko do testowania elementów optoelektronicznych dla zastosowań czujnikowych i telekomunikacyjnych
2. Stanowisko do wytwarzania i testowania elementów mikro- i nano mechanicznych oraz mikro- i nanoelektronicznych dla zastosowań czujnikowych i mikrorobotyki
3. Stanowisko do testowania systemów monitoringu, diagnostyki i sterowania przemysłowymi procesami cieplnymi
4. Stanowisko badawcze do analizy ruchu (Motion Capture)
5. Stanowisko badawcze okulografii (EyeTracking)
6. Klaster komputerowy
7. Stanowisko do nanoszenia i badania nowych struktur przełączników optycznych na światłowodach telekomunikacyjnych
8. Stanowisko do wytwarzania i badania przełączników fotonicznych
9. Stanowisko do wytwarzania i charakteryzacji siatek Bragga na włóknach standardowych, mikrostrukturalnych oraz polimerowych
10. Stanowisko do domieszkiwania światłowodów
11. Stanowisko do projektowania, wytwarzania i badania czujników fotonicznych nieczułych na zmiany temperatury i pola elektromagnetycznego



4.



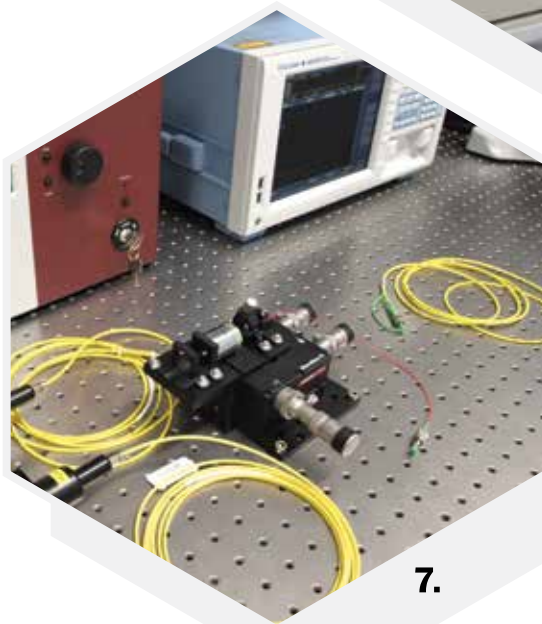
4.



9.



11.



7.



5.

## 14. Laboratorium Energetyki Odnawialnej i Rozproszonej

### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

Laboratorium energetyki odnawialnej i rozproszonej zajmuje się prowadzeniem badań nad produkcją energii w małych, niezależnych od centralnej dyspozycji źródłach energii wytwórczych. W ostatnich latach obserwuje się duże zainteresowanie różnych podmiotów i osób fizycznych inwestowaniem w źródła energii, głównie pokrywające ich własne zapotrzebowanie. Źródła tego typu mogą wykorzystywać różne zasoby energii – gaz ziemny, biomasę, wiatr, słońce. W celu umożliwienia poprawnej pracy źródeł oraz sprzedaży energii często wymagana jest współpraca źródeł z publiczną siecią elektroenergetyczną. Tradycyjnie, sieci elektroenergetyczne nie były projektowane i budowane do takiej współpracy. W związku z tym konieczne jest prowadzenie badań w zakresie możliwości technicznych przyłączenia nowych podmiotów wytwórczych oraz bezpieczeństwa pracy układu w nowych warunkach.

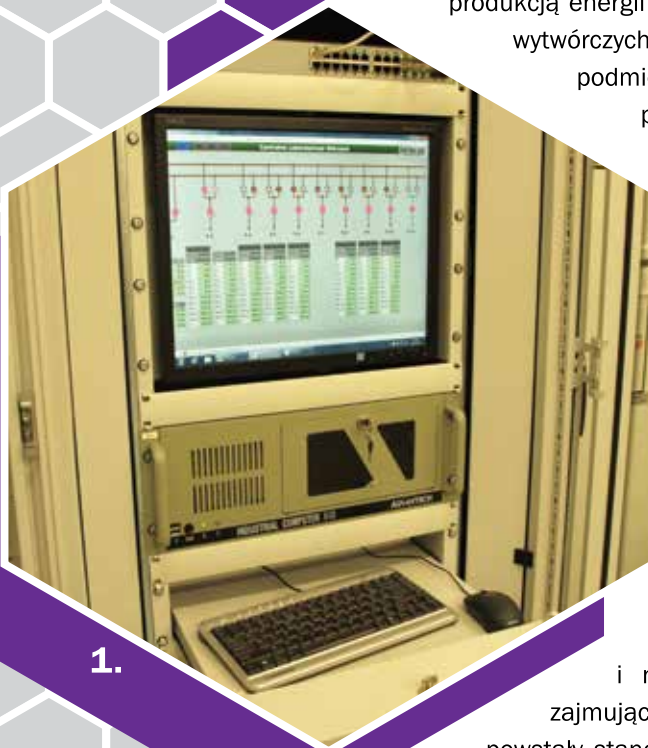
Laboratorium umożliwia prowadzenie analiz i symulacji komputerowych pracy rozległych sieci elektroenergetycznych. Zainstalowana aparatura pozwala na zbieranie, archiwizowanie i analizę danych odnośnie pracy instalacji w różnych warunkach.

Laboratorium zostało wyposażone w system sterowania i nadzoru identyczny z wykorzystywanym w przedsiębiorstwach zajmujących się eksploatacją sieci elektroenergetycznych. W laboratorium powstały stanowiska pozwalające na badanie jakości energii elektrycznej oraz układów elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej i regulacyjnej.

Wyposażenie Laboratorium Energetyki Odnawialnej i Rozproszonej pozwala na prowadzenie badań naukowych oraz działalności dydaktycznej i szkoleniowej.

### Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

Wyposażenie laboratorium umożliwia prowadzenia badań nad współpracą różnego rodzaju źródeł energetycznych z siecią elektroenergetyczną oraz funkcjonowaniem samej sieci elektroenergetycznej w różnych stanach jej pracy – normalnych i awaryjnych. Badania mogą być prowadzone zarówno na rzeczywistych obiektach jak i stanowiskach pozwalających na symulowanie pracy rzeczywistych obiektów elektroenergetycznych. Możliwe jest prowadzenie badań nad pracą źródeł odnawialnych, kogeneracyjnych i rozproszonych. Laboratorium umożliwia prowadzenie badań nad optymalizacją wykorzystania pozyskanej energii elektrycznej. Wyposażenie laboratoriów pozwala na tworzenie układów współpracujących z publiczną siecią elektroenergetyczną oraz autonomicznych układów wyspowych. Aparatura pomiarowa pozwala na rejestrowanie stanów ustalonych jak i stanów przejściowych w czasie pracy źródeł i sieci. Laboratorium zostało wyposażone w pracownię komputerową oraz oprogramowanie umożliwiające symulowanie pracy układów elektroenergetycznych. Na stanowisku do generacji i pomiarów



sygnałów wzorcowych i odkształconych można symulować różne stany pracy sieci i badać działanie układów regulacyjnych i zabezpieczeniowych. Rozdzielnica laboratoryjna została wyposażona w szereg nowoczesnych rozwiązań zapewniających bezpieczeństwo obsługi oraz bezpieczeństwo dla badanych urządzeń.

## Opis wybranych stanowisk badawczych

### **Stanowisko 1. System dyspozytorski do sterowania i nadzoru nad laboratorium, badań symulacyjnych oraz gromadzenia i archiwizacji danych**

System dyspozytorski został zbudowany na bazie sprzętu firmy Elkomtech i Moxa. Podobne rozwiązania są stosowane przez wielu operatorów sieci elektroenergetycznych w Polsce. Wyposażenie stanowiska pozwala na nadzór nad układem laboratorium poprzez współpracę z rozdzielnicą elektryczną oraz, przy wykorzystaniu oddzielnej aparatury, na prowadzenie badań nad samym układem telemechaniki i telesterowania. Stanowisko, oprócz prowadzenia badań, pozwala na prowadzenie szerokiej działalności dydaktycznej i szkoleniowej.

### **Stanowisko 3. Agregat kogeneracyjny z osprzętem**

Agregat kogeneracyjny jest małym urządzeniem zbudowanym na bazie silnika spalinowego pozwalającym na produkcję energii elektrycznej i ciepła z gazu ziemnego. Dzięki pracy w skojarzeniu instalacja posiada wysoką sprawność energetyczną wynoszącą ponad 90%. Cała instalacja oprócz samego mikrokogeneratora składa się z układu dystrybutora ciepła, zasobnika ciepła, układu odbioru ciepła oraz układu odprowadzenia spalin. Energia elektryczna z urządzenia, podobnie jak ciepło może być oddawane do instalacji budynku i tym samym wpływać pozytywnie na ogólny bilans zapotrzebowania obiektu na nośniki energii. Instalacja pozwala na prowadzenie badań nad efektywnością wykorzystania małych instalacji kogeneracyjnych oraz optymalizacją pracy układów kogeneracyjnych przez zastosowanie układów magazynowania ciepła. Ze względu na niewielką moc urządzenia badania prowadzone w długim okresie czasu nie będą generowały znacznych kosztów finansowych.

### **Stanowisko 4. Agregat prądowórczy z osprzętem**

Agregat prądowórczy jest urządzeniem wyposażonym w silnik diesla i prądnicę synchroniczną oraz instalację elektryczną, układ chłodzenia i odprowadzenia spalin. Moc urządzenia wynosi 24 kW. Stanowisko pozwala na autonomiczną pracę źródła lub na współpracę układu z publiczną siecią elektroenergetyczną. Układ może być także wykorzystany jako źródło zasilania awaryjnego z układem samoczynnego załączenia rezerwy. W ramach prowadzonych badań agregat może służyć jako układ symulujący pracę publicznej sieci elektroenergetycznej, jako źródło rozproszone lub jako źródło pracujące wyspowo.

### **Stanowisko 5. Ogniwa elektryczne z osprzętem**

Ogniwa elektryczne są układem zasobnika energii elektrycznej. Ogniwa zostały zbudowane na bazie nowoczesnych baterii akumulatorów elektrycznych oraz przekształtników elektronicznych pozwalających na zasilanie trójfazowych i jednofazowych sieci i odbiornik energii elektrycznej o mocy do 15 kW. W ramach prowadzonych badań ogniwa mogą być wykorzystane jako źródło zasilania awaryjnego, układ pozwalający na

## **KONTAKT:**

**prof. dr hab. inż. Piotr Kacejko**  
tel.: 81 538 47 35  
e-mail: p.kacejko@pollub.pl

**dr inż. Sylwester Adamek**  
tel.: 81 538 47 38  
e-mail: s.adamek@pollub.pl


**dr inż. Marek Wancerz**  
tel: 81 538 47 36  
e-mail: m.wancerz@pollub.pl

**dr inż. Michał Wydra**  
tel.: 81 538 47 38  
e-mail: m.wydra@pollub.pl

**dr inż. Robert Jędrzychowski**  
tel.: 81 538 47 38  
e-mail: r.jedrzychowski@pollub.pl



**4.**



optymalizację wykorzystania energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii oraz bazę do tworzenia niezależnej od publicznej sieci elektroenergetycznej instalacji wyspowej zasilanej z źródeł odnawialnych.

### **Stanowisko 6. Ogniwa słoneczne z układem przekształtnikowym**

Ogniwa słoneczne z układem przekształtnikowym stanowią układ rzeczywistej instalacji fotowoltaicznej. Stanowisko składa się z paneli fotowoltaicznych zainstalowanych na dachu budynku Centrum Innowacji i Zaawansowanych Technologii oraz przekształtnika energoelektronicznego pozwalającego na współpracę instalacji z publiczną siecią elektroenergetyczną. Moc znamionowa instalacji to 15 kW. Stanowisko może być wykorzystane do badania pracy rzeczywistego układu fotowoltaicznego. Ponadto, we współpracy z innymi stanowiskami zainstalowanymi w laboratorium układ pozwala na badanie efektywności wykorzystania energii ze słońca przy współpracy z zasobnikiem energii elektrycznej oraz tworzenie układu wyspowego, pracującego niezależnie od publicznej sieci elektroenergetycznej. Stanowisko wyposażono w układ pomiaru warunków pogodowych. Wraz ze stanowiskiem 12 – stacją pogody, umożliwia to badanie efektywności energetycznej instalacji oraz warunków produkcji energii elektrycznej na terenie Lublina.

### **Stanowisko 9. Rozdzielnia niskiego napięcia z wyposażeniem**

Rozdzielnica elektryczna niskiego napięcia stanowi centralny element Laboratorium Energetyki Odnawialnej i Rozproszonej. Rozdzielnica umożliwia przyłączanie innych stanowisk do wspólnego układu. Rozdzielnica pozwala na współpracę z publiczną siecią elektroenergetyczną za pośrednictwem wewnętrznej sieci CliZT. Dzięki zastosowaniu nowoczesnej aparatury zabezpieczeniowej przyłączane urządzenia są zabezpieczone na wypadek awaryjnych stanów pracy. Rozdzielnica została wyposażona w układy do rejestracji parametrów jakości energii elektrycznej oraz do rejestracji produkcji i zużycia energii w poszczególnych stanowiskach. Układ rozdzielnic umożliwia tworzenie i badanie różnych układów pracy pozostałych stanowisk oraz badanie pracy urządzeń wytwórczych i odbiorczych w krótkich i długich okresach czasu zarówno w stanach normalnych jak i zakłóceń. Rozdzielnica stanowi także bazę do instalacji układu synchronizatora podsieci (Stanowisko 7) i układu mikrokomputerowego zabezpieczenia generatora synchronicznego małej mocy (Stanowisko 8). Stanowisko zostało przystosowane do współpracy z układami sterowania i nadzoru sieci elektroenergetycznej (Stanowisko 1).



### **Wykaz utworzonych stanowisk badawczych i zakupionego sprzętu**

1. System dyspozytorski do sterowania i nadzoru nad urządzeniami laboratorium, badań symulacyjnych oraz do gromadzenia i archiwizacji danych
2. Lokalna sieć terminali komputerowych (6 stanowisk) z oprogramowaniem do badań symulacyjnych systemu elektroenergetycznego współpracujących z nim źródeł
3. Agregat kogeneracyjny z osprzętem
4. Agregat prądotwórczy z osprzętem
5. Ogniwo paliwowe z osprzętem
6. Ogniwo słoneczne z układem przekształtnikowym
7. Mikrokomputerowy synchronizator generatora synchronicznego z siecią
8. Mikrokomputerowy układ zabezpieczeń generatora synchronicznego
9. Rozdzielnia niskiego napięcia z wyposażeniem
10. Aparatura rejestracyjna
11. Układ do generacji i pomiarów sygnałów wzorcowych i odkształconych
12. Stacja pogody
13. System obliczeń równoległych i rozproszonych



14. Model turbiny wiatrowej z oprogramowaniem
15. System fotowoltaiczny z układem sterowania wraz z oprogramowaniem
16. System oświetlenia ulicznego LED z panelem wraz z oprogramowaniem
17. Zestaw obciążeń do paneli słonecznych z oprogramowaniem
18. Symulator turbiny wiatrowej przyłączonej do sieci energetycznej z oprogramowaniem
19. Przekładnik zabezpieczeniowy z funkcją sterowania pola z oprogramowaniem



6.



9.



3.

## 15. Środowiskowe Laboratorium Prototypowania i Diagnostyki Zaawansowanych Systemów Mechatronicznych

### Pracownia Badań i Diagnostyki Urządzeń Mechatronicznych

#### Stanowisko 1. Stanowisko Badań i Diagnostyki Urządzeń Mechatronicznych



#### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

W Pracowni prowadzone są badania:

- pomiary sygnałów resztkowych maszyn w celu diagnozy, prognozy i genezy stanu technicznego,
- opracowanie systemów diagnostycznych maszyn,
- pomiary poziomu hałasu, wizualizacja i identyfikacja źródeł dźwięku,
- pomiary, rejestracja i testowanie obwodów elektronicznych, pomiary sygnałów szybkodziennych w ramach diagnostyki i regulacji,
- badania sił, naprężeń, uszkodzeń struktury materiału,
- pomiar momentu obrotowego i prędkości obrotowej,
- identyfikacja biegunów i pomiar rozkładu natężeń pól elektromagnetycznych i magnetycznych,
- pomiar parametrów środowiskowych.



#### Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

Wyniki badań na przedmiotowym stanowisku wykorzystywane będą do :

- optymalizacji konstrukcji mająca na celu redukcję drgań i hałasu,
- tworzenia algorytmów diagnostycznych urządzeń,
- weryfikacji działania obwodów elektronicznych w urządzeniach mechatronicznych,
- formowania oddziaływania pól magnetycznych w celu poprawy sprawności urządzeń,
- szkoleń z zakresu diagnostyki technicznej.

Rezultaty i efekty badań znajdują zastosowanie w przemyśle zajmującym się konstrukcją maszyn w których hałas i drgania są ważnym parametrem świadczącym o jakości konstrukcji, również w firmach w których zastosowanie systemów diagnostycznych przynosi realne korzyści. Tworzenie systemów diagnostycznych urządzeń technicznych.



1.

W Pracowni zostały utworzone 4 stanowiska :

- 1.1. Aparatura i oprogramowanie do badania oraz diagnostyki maszyn
- 1.2. Zestaw urządzeń badawczo-diagnostycznych do układów elektronicznych
- 1.3. Mobilny zestaw pomiarowy do badań sygnałów szybkodziennych
- 1.4. Zestaw pomiarowy do badań urządzeń wykorzystujących pole EM

## Pracownia Badań Strukturalnych

### Stanowisko 2. Stanowisko Badań Strukturalnych



#### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

#### Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

W Pracowni Badań Strukturalnych prowadzone są prace badawcze w zakresie :

- testowania właściwości wytrzymałościowych nowoczesnych materiałów konstrukcyjnych, zwłaszcza w obszarze opisu zjawiska zniszczenia tych materiałów
- badań cienkościennych struktur wykonanych z materiałów kompozytowych, znajdujących szerokie zastosowanie m.in. w konstrukcjach lotniczych, czy motoryzacyjnych.
- opisu stanów głęboko pokrytycznych oraz granicznych konstrukcji cienkościennych, zwłaszcza w odniesieniu do materiałów kompozytowych
- badań dynamicznych prowadzonych na cienkościennych strukturach poddanych obciążeniom udarowym. Zakres powyższych badań obejmuje projektowanie ustrojów nośnych o właściwości energoabsorbujących, wykonanych z materiałów izotropowych, kompozytowych oraz hybrydowych.

Badania prowadzone na rzeczywistych obiektach rozszerzają możliwości modelowania numerycznego zagadnień dotyczących nieliniowej stateczności i nośności cienkościennych ustrojów nośnych, jak również mechaniki pękania i zniszczenia nowoczesnych materiałów konstrukcyjnych. Rezultaty prowadzonych badań pozwolą na rozszerzenie wiedzy jednocześnie w kilku obszarach naukowych, jak m.in.: mechaniki kompozytów, nieliniowej stateczności i nośności konstrukcji cienkościennych czy metodach symulacyjnych z wykorzystaniem MES.

Badania prowadzone w Pracowni ukierunkowane są na współpracę z przemysłem w zakresie projektowania i optymalizacji konstrukcji, wykorzystania nowych materiałów konstrukcyjnych oraz prowadzenia symulacji numerycznych złożonych zagadnień inżynierskich występujących podczas projektowania systemów mechatronicznych. Wiedza z obszaru nauk podstawowych dotycząca mechaniki materiałów kompozytowych oraz mechaniki zniszczenia zostanie pogłębiona o jakościowy i ilościowy opis zjawisk mechanicznych, powodujących utratę stateczności i statyczny oraz dynamiczny opis zniszczenia cienkościennych konstrukcji nośnych.

Uzupełnieniem i efektem prowadzonych w pracowni badań są prace projektowe, badawcze i rozwojowe w pełnym zakresie, które pozwolą tworzyć modele CAD maszyn i urządzeń o dużym stopniu skomplikowania, budować wirtualne prototypy, testować ich prawidłowość i funkcjonalność. Na tym etapie rozwijane również będą nowoczesne metody projektowe-projektowania oparte na wiedzy – Knowledge Based Development. Powstaną tzw. bazy wiedzy oraz modele - szablony konstrukcyjne i modele autogenerujące.

Kolejnym obszarem badawczym, który po zwiększeniu możliwości obliczeniowych będzie realizowany to analizy wytrzymałościowe MES wirtualnych prototypów maszyn i urządzeń. Wykorzystanie stanowisk będzie związane z realizacją prac badawczo-rozwojowych dla przemysłu. Przedsiębiorstwa z przemysłu górniczego, lotniczego, maszynowego, w tym

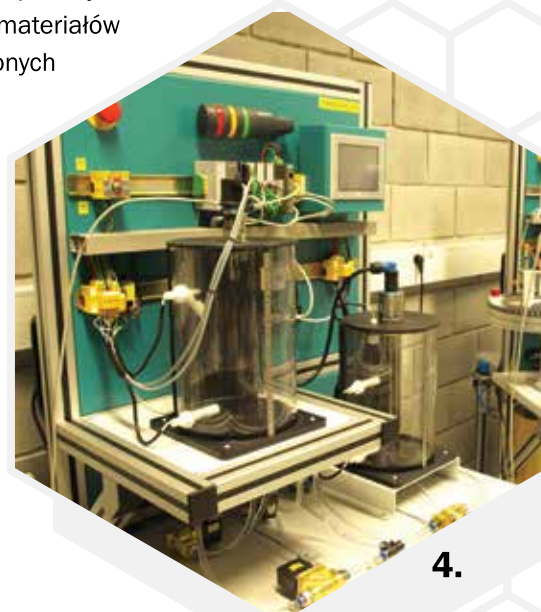
#### KONTAKT:

dr hab. inż. Hubert Dębski,  
prof. PL  
tel.: 81 538 42 01  
e-mail: h.debski@pollub.pl

dr inż. Przemysław Filipek  
tel.: 81 538 44 99  
e-mail: p.filipek@pollub.pl

mgr inż. Andrzej Wójcik  
tel.: 81 538 42 01  
e-mail: a.wojcik@pollub.pl

mgr inż. Karol Szklarek  
tel.: 81 538 42 04  
e-mail: k.szklarek@pollub.pl



4.

zwłaszcza zainteresowane w uruchomieniu innowacyjnych wyrobów mechatronicznych.

W Pracowni zostały utworzone 3 stanowiska :

- 2.1. Wielokanałowy system do badań tensometrycznych 8 kanałów
- 2.2. Wieża udarowa: Zrzutowa Maszyna Wytrzymałościowa
- 2.3. Stanowisko stacji roboczej z oprogramowaniem

### **Stanowisko 3. Stanowisko Projektowo-Diagnostyczne Aktuatorów- Maszyn Wyporowych**



#### **Rodzaj i zakres prowadzonych badań**

Stanowisko do prac projektowych i analiz CFD pozwala na prowadzenie prac projektowych w zaawansowanym systemie CAD z możliwością ich komercjalizacji.

Symulacje przepływów (CFD) jako nowoczesne narzędzie są integralną częścią procesu projektowego w wielu firmach. Możliwość przewidywania wydajności i specyfikacji produktu zanim zostanie on wyprodukowany znacznie skraca czas projektowania oraz ogranicza ilość budowanych prototypów. Symulacja procesów daje możliwość optymalizacji już istniejących konstrukcji, a także testowania różnych rozwiązań oraz ich wpływu na charakterystykę produktu. Stacja robocza z oprogramowaniem ANSYS Fluent zostanie wykorzystana do prowadzenia analiz numerycznych (CFD) maszyn wyporowych, w szczególności prototypowych maszyn z czterema współbieżnymi rotorami.



#### **Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań**

Ze względu na szeroki wachlarz wykorzystania sprężarek, pomp i silników hydraulicznych, zachodzi ciągle zapotrzebowanie na ich nowe opracowania konstrukcyjne. Szacuje się że stanowisko będzie w pełni wykorzystane do prac badawczych i diagnostycznych dla przemysłu (lotniczego, motoryzacyjnego, górniczego). Przewiduje się współpracę z PZL-Świdnik Augusta Westland, PGNiG, WSK Tomaszów Lubelski.

### **Stanowisko 4. Mobilne Stanowiska do Badań Mechatronicznych**



#### **Rodzaj i zakres prowadzonych badań Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań**

Mobilne stanowiska mechatroniczne wykorzystywane są w pracach badawczych z zakresu budowy i eksploatacji maszyn, mechaniki i inżynierii produkcji. Stanowiska te umożliwiają przede wszystkim wykonywanie prac B+R w zakresie automatyki, programowania PLC oraz mechatroniki.

Mobilne stanowiska mechatroniczne umożliwiają przeprowadzanie doświadczeń w zakresie: regulacji ciśnienia, transportu technologicznego, regulacji układu pneumatyczno-hydraulicznego oraz sterowania serwowotorem. W oparciu o wymienione stanowiska wykonywane są prace badawcze w zakresie projektowania i programowania, montażu, użytkowania oraz eksploatacji urządzeń i systemów mechatronicznych.

Dla mobilnych stanowisk mechatronicznych istnieje możliwość zdalnego dostępu przez internet, co umożliwia wykonanie doświadczeń przez zespół znajdujący się w innej lokalizacji. Mobilne stanowiska mechatroniczne stanowią uzupełnienie aparatury badawczej przede wszystkim w zakresie programowania sterowników PLC.



## Wykaz utworzonych stanowisk i zakupionego sprzętu

1. Stanowisko Badań i Diagnostyki Urządzeń Mechatronicznych:
  - 1.1. Aparatura i oprogramowanie do badania oraz diagnostyki maszyn
  - 1.2. Zestaw urządzeń badawczo-diagnostycznych do układów elektronicznych
  - 1.3. Mobilny zestaw pomiarowy do badań sygnałów szybkodziennych
  - 1.4. Zestaw pomiarowy do badań urządzeń wykorzystujących pole EM
2. Stanowisko Badań Strukturalnych:
  - 2.1. Wielokanałowy system do badań tensometrycznych 8 kanałów
  - 2.2. Wieża udarowa: Zrzutowa Maszyna Wytrzymałościowa
  - 2.3. Stanowisko stacji roboczej z oprogramowaniem
3. Stanowisko Projektowo-Diagnostyczne Aktuatorów - Maszyn Wyporowych
4. Mobilne stanowisko do badań mechatronicznych



4.

## 16. Laboratorium Czujników i Inteligentnych Systemów Optoelektronicznych



### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

Celem Laboratorium Czujników Inteligentnych i Systemów Optoelektronicznych jest projektowanie czujników oraz inteligentnych systemów optoelektronicznych, do zastosowań w szczególności w energetyce i ochronie środowiska. Obejmuje ono wszystkie niezbędne etapy tj. projektowanie, prototypowanie, syntezę i optymalizację, prowadzące do uzyskania produktu gotowego do komercjalizacji. Stanowi ważne uzupełnienie Grupy Laboratoriów Zaawansowanych z Mikroelektroniką, ze względu na stanowiska projektowania, nadzoru i walidacji oraz zlokalizowanie certyfikowanej, eksperymentalnej linii technologicznego wytwarzania, składającej się z modularnych stanowisk umożliwiających również niezależny tryb pracy.



3.

Do realizacji procesu wytwarzania czujników i inteligentnych systemów optoelektronicznych istotne jest przeprowadzenie prac związanych z projektowaniem, modelowaniem numerycznym czy też prototypowaniem HIL (ang. Hardware In the Loop) z wykorzystaniem programowalnych układów FPGA (ang. Field-Programmable Gate Array).

Laboratorium oferuje dostęp do urządzeń i zestawów w postaci wyspecjalizowanych komputerów przemysłowych oraz stacji roboczych o zwiększonych możliwościach obliczeniowych wraz ze specjalistycznym oprogramowaniem.

Obecnie, większość systemów FMS (ang. Flexible Manufacturing System) wyposażane jest dodatkowo w pamięci masowe oraz we wyspecjalizowane serwery obliczeniowe na potrzeby realizacji podejścia określanego zbiorczo jako Big Data. Termin ten odnosi się do dużych, zmiennych i różnorodnych zbiorów danych, których przetwarzanie i analiza jest trudna ale jednocześnie wartościowa, ponieważ prowadzi do zdobycia nowej wiedzy. Big Data ma zastosowanie wszędzie tam, gdzie dużej ilości danych cyfrowych potrzeba zdobywania nowych informacji lub wiedzy, wykorzystywanych do optymalizacji rozwiązań.

Zarówno wytwarzane urządzenia, jak i poszczególne stanowiska (moduły) zlokalizowane w laboratorium linii technologicznego wytwarzania muszą się ze sobą komunikować (efektywnie wymieniać ze sobą informacje). Zostało to realizowane z wykorzystaniem wybranych, przemysłowych standardów komunikacyjnych (m.in. CAN, PROFIBUS).

Zlokalizowana w laboratorium eksperymentalna linia technologiczna (ang. Flexible Manufacturing System, FMS) umożliwia realizację nakreślonych zadań.



## Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

Laboratorium Czujników Inteligentnych i Systemów Optoelektronicznych pozwala na integrację etapu modelowania i wytwarzania sensorów optoelektronicznych, realizowanych głównie w Laboratorium Optoelektroniki i Technologii Laserowej oraz Mikro i Nanoelektroniki z uzyskaniem gotowych rozwiązań prototypowych czujników optoelektronicznych. Działanie takich czujników będzie mogło być poddane weryfikacji w trakcie badań przeprowadzanych w Laboratorium Komputerowych Systemów Diagnostyki i Sterowania Procesów Ciepłych. W dalszej kolejności, możliwy będzie proces optymalizacji elementów projektowanych systemów (np. sensora, układów kondycjonowania, podsystemów komunikacji), a następnie powtórnej weryfikacji tych elementów.

Projektowane i wytwarzane elementy będą zatem komplementarne z posiadaną aparaturą i oprogramowaniem. W znaczącym stopniu rozszerzą jej możliwości w zakresie badań procesów projektowanych urządzeń i układów mechatronicznych, systemów automatyki i sterowania oraz dedykowanych zastosowań układów fonicznych i mechatronicznych, także w przypadku innych zastosowań np. w ochronie środowiska, medycynie, budownictwie. Dzięki zgromadzeniu w jednej lokalizacji wszystkich etapów opracowywania nowych rozwiązań czujnikowych, począwszy od prac koncepcyjnych, aż po uzyskanie rozwiązania optymalnego, istotnemu skróceniu ulega czas opracowania prototypu. Dostępna infrastruktura naukowo-badawcza może mieć znaczenie ponadregionalne. Zagwarantuje to zarówno wysoki poziom innowacji, jak również umożliwi wykorzystanie efektu synergii.



## Opis wybranych stanowisk badawczych

Poszczególne stanowiska zostały wyposażone w nowoczesne sterowniki programowalne PLC Siemens z rodziny S7-1500, panele operatorskie HMI, trenażery i stacje operatorskie z oprogramowaniem narzędziowym. Ponadto urządzenia do projektowania, prototypowania i diagnostyki firmy National Instruments.

### **Stanowisko 4. Stanowisko wejściowego magazynu z surowcami (elementami, półproduktami) oraz przedprocesową stacją pomiarową**

Moduł wejściowy proponowanego eksperymentalnego Elastycznego Systemu Produkcyjnego (synonim pojęcia FMS w kontekście badawczej linii produkcyjnej) stanowi przedprocesowa stacja pomiarowa wraz z wejściowym magazynem surowców, wykorzystującą elementy mikro- i nano- mechaniczne oraz mikro- i nano- elektroniczne dla zastosowań czujnikowych, głównie w ochronie środowiska i energetyce.

### **Stanowisko 5. Stanowisko z montażową stacją roboczą (zintegrowaną z procesem)**

Kolejny istotny moduł układu to zintegrowana z procesem montażowa stacja robocza, wyposażona w elementy wykonawcze, pozwalająca na wykonywanie złożonych prac produkcyjnych i testowych w pełni automatycznie lub półautomatycznie.

### **Stanowisko 6. Stanowisko z robotem zadaniowym i stacją buforującą**

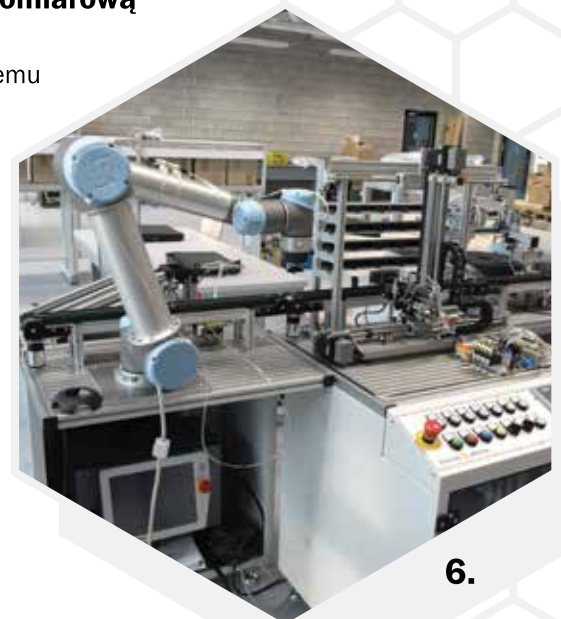
Zadania wymagające dużej precyzji lub rygorystycznych warunków środowiskowych realizowane będą przez moduł z robotem zadaniowym, firmy Universal Robots.

## KONTAKT

prof. dr hab. inż. Waldemar  
Wójcik  
tel.: 81 538 43 09  
e-mail:  
waldemar.wojcik@pollub.pl

prof. PL, dr hab. inż. Andrzej  
Kotyra  
tel.: 81 538 43 17  
e-mail: a.kotyra@pollub.pl

dr inż. Konrad Gromaszek  
tel.: 81 538 43 17  
e-mail: k.gromaszek@pollub.pl



6.

Zintegrowana wraz z nim stacja buforująca zapewni płynność przeprowadzania pomiarów i testów jakościowych w module czwartym FMS.

### **Stanowisko 7. Stanowisko pomiaru jakości wytworzonych elementów**

Stanowisko ma zapewnić zagwarantowanie wysokiej efektywności oraz jakości urządzeń wytworzonych na linii produkcyjnej.

### **Stanowisko 8. Stanowisko selekcji/segregacji i składowania**

Stanowisko pozwala na realizację zadań selekcji i składowania wytwarzanych elementów w warunkach zbliżonych do przemysłowych.

### **Stanowisko 9. Stanowisko do wytwarzania i testowania elementów.**

Ostatni etap procesu uwzględnia weryfikację w warunkach zbliżonych do warunków przemysłowych.



## **Wykaz utworzonych stanowisk**

Wszystkie stanowiska Laboratorium można podzielić na dwie grupy:

A. Stanowiska do projektowania, modelowania i prototypowania HIL oraz nadzoru i walidacji czujników i inteligentnych systemów optoelektronicznych:

1. Stanowiska do projektowania, modelowania i prototypowania HIL, złożone z kontrolerów czasu rzeczywistego, systemów modularnych PLC, stacji roboczych o zwiększonych możliwościach obliczeniowych i specjalistycznym oprogramowaniem
2. Systemy modularnych PLC, z programatorem oraz modułami wybranych przemysłowych standardów komunikacyjnych (CAN, Profibus) - zestaw 6 szt.
3. Stanowisko zestawów serwerów obliczeniowych

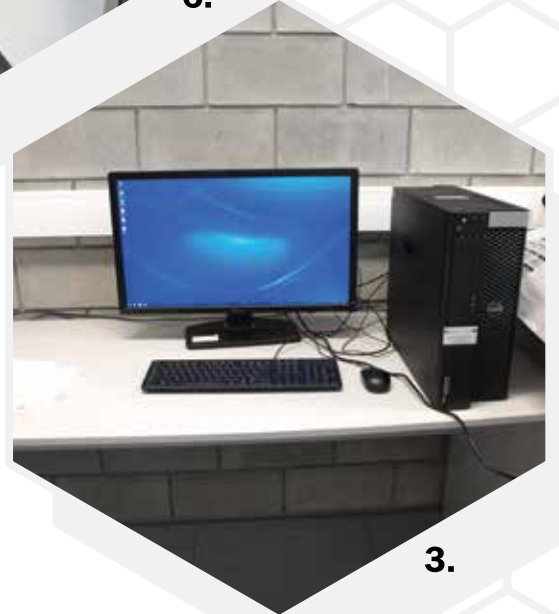
B. Eksperymentalna linia technologiczna wytwarzania czujników i inteligentnych systemów optoelektronicznych:

4. Stanowisko wejściowego magazynu z surowcami (elementami, półproduktami) oraz przedprocesową stacją pomiarową
  5. Stanowisko z montażową stacją roboczą (zintegrowaną z procesem)
  6. Stanowisko z robotem zadaniowym i stacją buforującą wraz z oprzyrządowaniem
  7. Stanowisko pomiaru jakości wytworzonych elementów
  8. Stanowisko selekcji/segregacji i składowania
  9. Stanowisko do wytwarzania i testowania elementów mikro- i nanomechanicznych oraz mikro- i nanoelektronicznych dla zastosowań czujnikowych i mikrorobotyki
10. System instalacji elektrycznych i komputerowych oraz redundanthy układ chłodzenia (konieczny do funkcjonowania stanowisk 1-9).





6.



3.

## 17. Laboratorium Programowania Systemów Inteligentnych i Komputerowych Technologii 3D

### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

Laboratorium odpowiada na rosnące potrzeby w dziedzinach inteligentnego sterowania ruchem pojazdów autonomicznych, technologii rozszerzonej rzeczywistości, digitalizacji i rekonstrukcji trójwymiarowej. Szeroki zakres wymienionych dziedzin jest powodem do rozdzielenia aspektów badawczych laboratorium na część związaną z programowaniem i sterowaniem oraz część obejmującą szeroko pojętą rekonstrukcję 3D. Części te zajązają się w niektórych aspektach prowadząc do wielotorowego wykorzystania stanowisk laboratoryjnych.

Zakres badań części związanej z rekonstrukcją 3D skupia się obecnie na rozwoju technologii rozszerzonej rzeczywistości, analizy, syntezy i rekonstrukcji 3D obiektów dziedzictwa kulturowego.



### Opis wybranych stanowisk badawczych

#### **Stanowisko 1. Stanowisko mobilne skanowania obiektów małogabarytowych, z wykorzystaniem skanerów 3D w technologii światła strukturalnego**

Głównym zadaniem tego stanowiska jest umożliwienie pozyskiwania precyzyjnych danych o ukształtowaniu trójwymiarowym obiektów z naciskiem na zasoby dziedzictwa kulturowego (eksponaty muzealne i archeologiczne). Pozyskane dane posłużą do rekonstrukcji 3D obiektów dziedzictwa kulturowego poprzez opracowanie autorskich algorytmów oraz ich implementacji komputerowych, dzięki którym będzie możliwe przygotowanie wirtualnych rekonstrukcji (zastosowanie inżynierii odwrotnej w grafice 3D) różnego typu dóbr kultury materialnej (np. pochodzących z wykopalisk archeologicznych, militariów, niszczących obiektów drewnianej architektury sakralnej i wiejskiej oraz obiektów murowanych).

Stanowisko wyposażone jest w dwa ręczne skanery o standardowej i wysokiej precyzji do skanowania w bliskiej odległości wykorzystujące światło strukturalne: Artec Eva (technologia światła białego, rozdzielczość 3D do 0,5 mm, dokładność 3D 0,15% na 100 cm, zakres pracy 0,4-1 m) i Artec Spider (technologia światła niebieskiego, rozdzielczość 3D do 0,1 mm, dokładność 3D 0,03% na 100 cm, zakres pracy 0,17-0,35 m). Stanowisko

umożliwia uzyskanie zarówno chmur punktów jak i gotowych siatek 3D skanowanych obiektów. Stanowisko wyposażone jest również w stacjonarny układ skanujący o mniejszej precyzji, przeznaczony do celów edukacyjno-rozwojowych.

Pozyskane za pomocą tego stanowiska dane pozwolą m. in. na realizację zadań:

- opracowanie metod i algorytmów wspomagających wirtualną rekonstrukcję uszkodzonych obiektów dziedzictwa kulturowego (np. eksponaty muzealne, niszczone budynki),
- opracowanie i wdrożenie metodyki digitalizacji dóbr kultury w technologii trójwymiarowej,
- stworzenie metod wspomagających komputerowe opracowywanie znalezisk archeologicznych poprzez automatyzację procesu wirtualnej rekonstrukcji,
- stworzenie zaplecza badawczego umożliwiającego kształcenie młodych informatyków specjalizujących się w zakresie nowoczesnej grafiki trójwymiarowej z wykorzystaniem skanowania 3D, szybkiego prototypowania oraz rozszerzonej rzeczywistości.

## **Stanowisko 2. Stanowisko mobilne skanowania przestrzeni i obiektów wielkogabarytowych, na bazie skanera 3D w technologii laserowej**

Głównym zadaniem tego stanowiska jest umożliwienie pozyskiwania wiarygodnych danych o ukształtowaniu trójwymiarowym obiektów o znacznej kubaturze, w tym przede wszystkim obiektów architektonicznych. Podstawowym obszarem badawczym branym pod uwagę są szeroko rozumiane zasoby dziedzictwa kulturowego (obiekty historyczne, architektoniczne, itp.). Wykorzystywane urządzenia i oprogramowanie pozwalają jednak na skanowanie 3D dowolnych obszarów i obiektów architektonicznych.

Podstawowym elementem wyposażenia stanowiska jest skaner pracujący w technologii lasera podczerwonego Faro Focus X330 (technologia lasera podczerwonego klasy 1, rozdzielczość 40 960 piks/360°, błąd pomiaru odległości do 2 mm, zasięg pracy do 330 m). Umożliwia on uzyskanie „chmury punktów” skanowanej przestrzeni wraz z nałożoną kolorystyką. Dołączone oprogramowanie pozwala na łączenie chmur z kolejnych skanów w celu uzyskania pełnego kształtu skanowanego obiektu.

Stanowisko uzupełnia dron wyposażony w kamerę wysokiej rozdzielczości (4K) umożliwiający wykonanie dokumentacji wideo zarówno rozległych obszarów, których skanowanie z wykorzystaniem stacjonarnego skanera było by zbyt uciążliwe, jak i obszarów niedostępnych dla skanera (np. dachy budynków). Pozyskana dokumentacja służy do uzyskania chmur punktów 3D metodami SFM. Mimo mniejszej precyzji mogą one posłużyć do uzupełniania braków w skanach wykonywanych skanerem stacjonarnym.

Pozyskane za pomocą tego stanowiska dane pozwolą m. in. na realizację zadań:

- opracowanie zestawu narzędzi do tworzenia nowoczesnych ekspozycji edukacyjnych w oparciu o technologię inżynierii odwrotnej 3D,
- badania nad metodami wirtualnej rekonstrukcji obiektów architektonicznych z uwzględnieniem modeli fizycznych ich degradacji,
- stworzenie zaplecza badawczego umożliwiającego kształcenie młodych informatyków specjalizujących się w zakresie nowoczesnej grafiki trójwymiarowej z wykorzystaniem skanowania, rekonstrukcji i symulacji 3D.

### **KONTAKT:**

**STANOWISKO 1**  
dr hab. inż. Jerzy Montusiewicz,  
prof. PL  
tel.: 81 538 43 50  
e-mail:  
j.montusiewicz@pollub.pl

**STANOWISKO 2, 3**  
dr inż. Jacek Kęsik  
tel.: 81 538 46 82  
e-mail: j.kesik@pollub.pl

**STANOWISKO 4**  
dr inż. Tomasz Szymczyk  
tel.: 81 538 46 08  
e-mail: t.szymczyk@pollub.pl

**STANOWISKO 5**  
dr hab. Tomasz Zientarski  
prof. PL,  
tel.: 81 538 47 65  
e-mail: t.zientarski@pollub.pl

**STANOWISKO 6**  
dr hab. inż. Dariusz Czerwiński,  
prof. PL  
tel.: 81 538 43 49  
e-mail: d.czerwinski@pollub.pl



**2.**

### Stanowisko 3. Stanowisko replikacji 3D

Stanowisko to spełnia niejako rolę pomocniczą w badaniach opierających się na wykorzystaniu stanowisk opisanych wcześniej. Głównym zadaniem tego stanowiska jest umożliwienie fizycznej rekonstrukcji skanowanych obiektów po wykonaniu korekt i rekonstrukcji powstałych modeli 3D. Podstawowym obszarem badawczym branym pod uwagę są szeroko rozumiane zasoby dziedzictwa kulturowego (obiekty historyczne, architektoniczne, itp.).

Na stanowisko składają się dwa replikatory (drukarki 3D) o zróżnicowanych parametrach. Pierwszy z nich to DigitalWax 020X, wytwarzający obiekty za pomocą laserowego utwardzania żywicy. Urządzenie oferuje bardzo wysoką precyzję odwzorowania obiektu (warstwy rzędu 0,01mm) przy stosunkowo szybkim procesie wydruku dzięki sterowaniu promieniem lasera za pomocą galwanometru. Pozwala to na precyzyjne odtworzenie kształtu skomplikowanego obiektu. Rozmiary obiektu są jednak ograniczone do 130x130x90mm.

Drugi replikator to MakerBot Z18, wytwarzający obiekty klasyczną metodą FDM. Urządzenie oferuje jedną z najwyższych dla tej technologii precyzję (warstwy rzędu 0,1mm) i dużą przestrzeń roboczą 30,5 x 30,5 x 45,7cm. Pozwala to na odtwarzanie obiektów nawet znacznej wielkości.

Wytworzone z pomocą tego stanowiska obiekty będą m. in. wykorzystywane w realizacji zadań:

- badania nad prezentacją treści dla osób z upośledzeniami, w celu zapewnienia równego dostępu do informacji i zasobów dziedzictwa narodowego,
- stworzenia metod wspomagających komputerowe opracowywanie znalezisk archeologicznych poprzez ich zautomatyzowany, wirtualny montaż oraz rekonstrukcję braków metodami szybkiego prototypowania.



4.

### Stanowisko 4. Stanowisko do wizualizacji przestrzennej obiektów 3D i badania rozszerzonej rzeczywistości

Głównym zadaniem tego stanowiska jest umożliwienie prezentacji badanych obiektów w przestrzeni trójwymiarowej. Badane będą tutaj naturalne interfejsy człowiek komputer w oparciu o wirtualną i rozszerzoną rzeczywistość. Stanowisko wykorzystywane będzie także do szybkiego prototypowania obiektów 3D, a w szczególności do ich wizualizacji 3D.

W skład stanowiska wchodzi:

- stanowisko wizualizacji 3D - zSpace,
- Oculus Rift DK2 wraz z kontrolerem Leap Motion
- projektor 3D,
- zestaw okularów i smartfonów do testowania aplikacji Augmented Reality,
- specjalistyczne rękawice 5DT Data Glove 5 Ultra.

Urządzenie zSpace to specjalistyczny, interaktywny, trójwymiarowy monitor. Umożliwia on nie tylko śledzenie ruchów głowy użytkownika, a przez to modyfikowanie widzianej perspektywy, wyświetlanie stereoskopowego obrazu dla pasywnych okularów ale przede wszystkim dzięki trójprzyciskowemu manipulatorowi interakcję z wirtualnymi obiektami. Dzięki oprogramowaniu Quazar3D istnieje możliwość tworzenia różnych symulacji,

za pomocą których można badać reakcje i zachowanie użytkownika.

W wirtualnym środowisku (ang. Virtual Reality) a także w środowisku rozszerzonej rzeczywistości (ang. Augmented Reality) wytworzonym przez specjalistyczne okulary istnieje możliwość badania nowych, naturalnych interfejsów, które istnieją jedynie w wirtualnej przestrzeni.

Stanowisko posłuży m. in. do realizacji badań:

- badań interakcji człowieka z wirtualną i rozszerzoną rzeczywistością,
- badań naturalnych interfejsów VR,
- wizualizacji prototypów w VR i AR.

### **Stanowisko 5. Stanowisko inteligentnych robotów (inteligentnych algorytmów sterowania)**

Stanowisko umożliwia przeprowadzenie badań w zakresie modelowania zachowania stadnego grupy robotów wykonujących powierzone zadanie. Drugim zastosowaniem może być zbieranie danych telemetrycznych i wizualnych na potrzeby dalszego wykorzystania w aparaturze posiadanej przez nasz zespół.

W skład stanowiska badawczego wchodzi:

- grupa mobilnych i programowalnych pojazdów opartych na systemie LEGO MIDSTORMS wyposażonych w czujniki dotyku, kolorów, przyspieszenia, kamery oraz moduły WiFi,
- grupa mobilnych, inteligentnych robotów opartych na technologii Arduino i komunikacji bezprzewodowej,
- zestaw profesjonalnych dronów umożliwiających pozyskiwanie wysokiej rozdzielczości materiałów wizualnych,
- zestaw bezprzewodowych czujników inercyjnych rejestrujących dane ruchu robotów, dronów lub operatorów w czasie rzeczywistym.

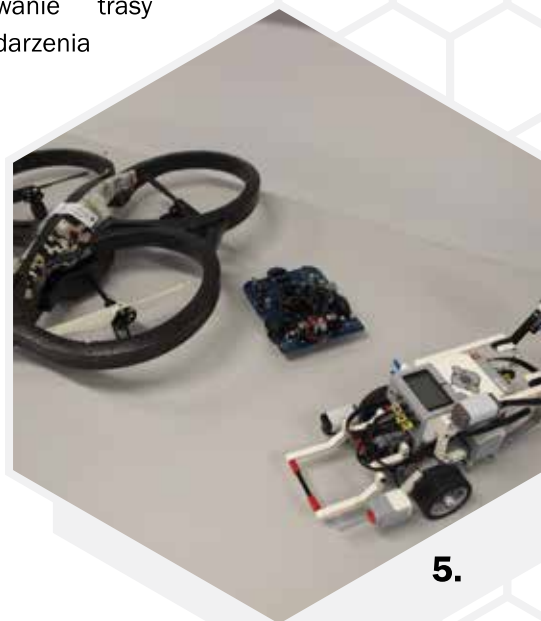
Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań to m. in.:

- usprawnienie algorytmów służących do optymalnego planowania trasy przejazdu/przelotu mobilnego robota,
- opracowanie metod i algorytmów wspomagających planowanie trasy grupowego (stadnego) zachowania robotów oraz ich reakcji na zdarzenia losowe powstałe w trakcie wykonywania powierzonej misji,
- optymalizacja ruchu robota ze względu na dopuszczalne przechylenia, przyspieszenia i przeciążenia oparta o pomiary inercyjne,
- opracowanie metod rejestracji położenia przestrzennego robotów w funkcji czasu na podstawie danych telemetrycznych,
- opracowanie sterowania robotami za pomocą interfejsu naturalnego opartego na ruchu ciała operatora,
- opracowanie metod przetwarzania otrzymanych danych wizualnych na potrzeby użycia w skanowaniu obiektów rzeczywistych 3D.


Posiadane roboty mogą zostać również wykorzystane przy rekonstrukcji 3D obiektów i miejsc zdarzeń historycznych.

### **Stanowisko 6. Stanowisko analizy BigData**

Stanowisko to, podobnie jak Stanowisko replikacji 3D spełnia rolę pomocniczą w badaniach opierających się na wykorzystaniu stanowisk opisanych wcześniej. Stanowisko umożliwia przeprowadzenie badań na ogromnych zbiorach danych



**5.**



(tzw. Big Data). Zbiory takie przekraczają możliwości analityczne dostępnych na rynku systemów klasy Enterprise a specyfika analizowanych danych wykracza poza oferowane na rynku biznesowym rozwiązania. Opracowywane algorytmy i rozwiązania wykorzystują nowoczesne rozwiązania chmurowe do analizy i przetwarzania danych.

Stanowisko badawcze składa się ze stacji roboczej Dell Precision Tower 7910 połączonej poprzez sieć komputerową z chmurą obliczeniową klastra. Stacja robocza posiada dwa procesory Intel® Xeon® wyposażone w 8 rdzeni na procesor, 64 GB RAM oraz wydajne karty graficzne NVIDIA® Quadro K2200. Pozwala to na wizualizację danych 3D oraz ogromnych zbiorów w krótkim czasie. Stacja robocza stanowi stanowisko akwizycji i częściowego przetwarzania danych. Ogromne zbiory danych przetwarzane są w chmurze obliczeniowej, ze skonfigurowanym systemem Hadoop, zaimplementowanej na serwerach umiejscowionych w Centralnym Laboratorium Wdrożeń.

Powyższe stanowisko będzie m. in. wykorzystywane w realizacji zadań:

- przetwarzanie chmury punktów 3D przy zastosowaniu paradygmatu MapReduce z wykorzystaniem infrastruktury rozwiązań klasy Cloud Computing,
- rekonstrukcja obiektów 3D,
- rekonstrukcja zdarzeń historycznych, wykorzystujących symulację fizyki w obszarze 3D, takich jak: powódzie, pożary, trzęsienia ziemi, działania wojenne,
- przetwarzanie ogromnych zbiorów danych zawierających tekst i/lub liczby w znacznie krótszym czasie w porównaniu do konwencjonalnych metod.



## Wykaz utworzonych stanowisk

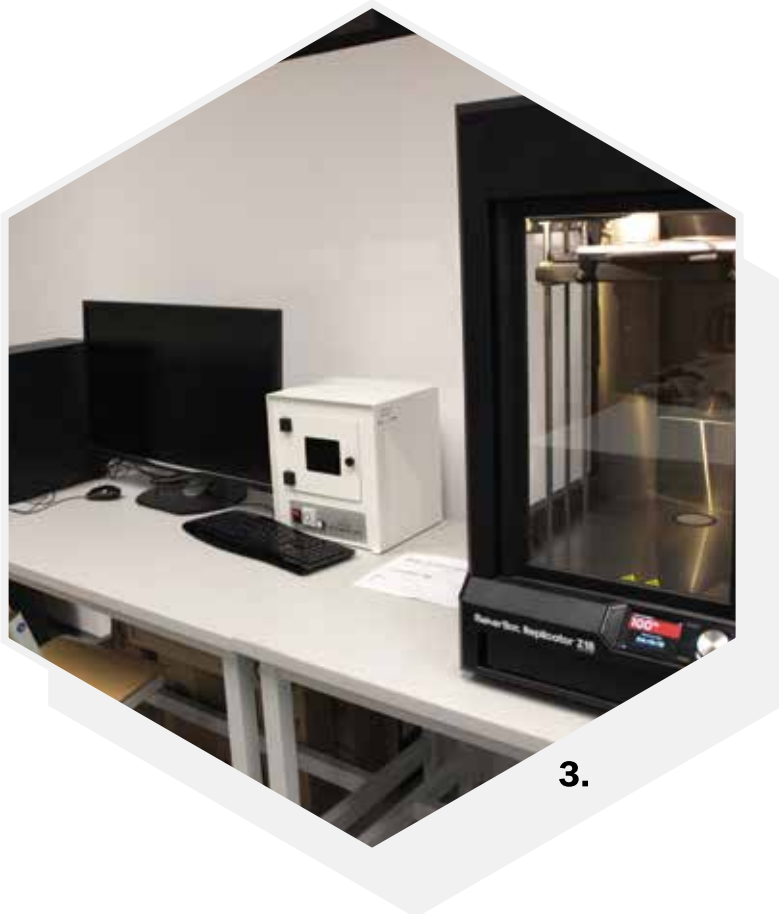
1. Stanowisko mobilne skanowania obiektów małogabarytowych, z wykorzystaniem skanerów 3D w technologii światła strukturalnego
2. Stanowisko mobilne skanowania przestrzeni i obiektów wielkogabarytowych, na bazie skanera 3D w technologii laserowej
3. Stanowisko replikacji 3D
4. Stanowisko do wizualizacji przestrzennej obiektów 3D i badania rozszerzonej rzeczywistości
5. Stanowisko inteligentnych robotów (inteligentnych algorytmów sterowania)
6. Stanowisko analizy BigData



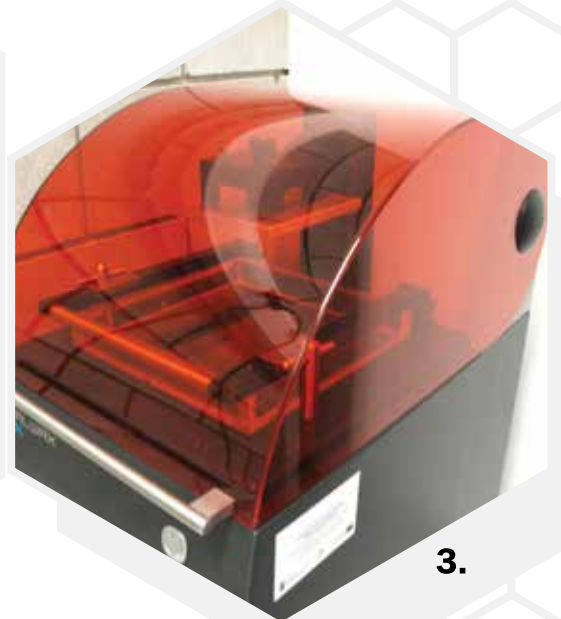
2.



2.



3.



3.

## 18. Laboratorium Diagnostyki Nietermicznej Plazmy do Zastosowań w Inżynierii Biomedycznej i Środowiskowej

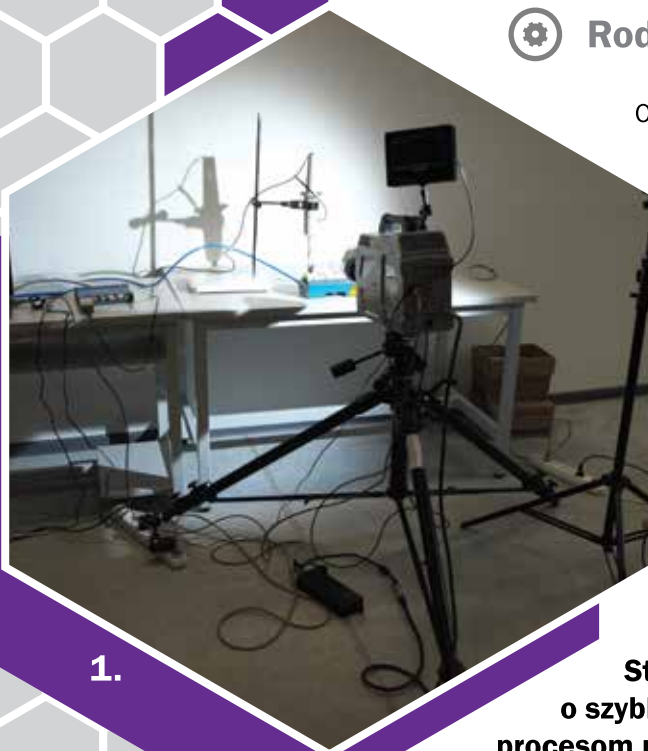
### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

Obrazowanie i analiza wyładowań w reaktorach plazmy nietermicznej.

### Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

Zastosowanie reaktorów plazmy nietermicznej w inżynierii środowiska, medycynie i rolnictwie.

### Opis wybranych stanowisk badawczych



#### **Stanowisko 1. Stanowisko akwizycji danych o szybkozmiennych zjawiskach fizycznych towarzyszących procesom plazmowym z wyposażeniem**

- kolorowa kamera szybka z 12 bitowym sensorem CMOS
- obiektywy do kamery
- pierścienie macro
- statyw do kamery wraz z głowicą
- zestaw oświetleniowy do fotografii szybkiej
- monitor do kamery

#### **Stanowisko 2. Stanowisko komputerowego przetwarzania danych pomiarowych**

- karta oscyloskopowa USB z generatorem
- serwer NAS Synology DS414j z dyskami twardymi
- laptop 13,3"



## Wykaz utworzonych stanowisk

1. Stanowisko akwizycji danych o szybkozmiennych zjawiskach fizycznych towarzyszących procesom plazmowym z wyposażeniem
2. Stanowisko komputerowego przetwarzania danych pomiarowych

### KONTAKT:

mgr inż. Włodzimierz Janowski  
tel.: 81 538 47 20  
e-mail: [w.janowski@pollub.pl](mailto:w.janowski@pollub.pl)



1.



2.

## 19. Laboratorium Bioinżynierii Plazmowej (LBP)

### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

Diagnostyka właściwości fizykochemicznych powierzchni modyfikowanych plazmą nietermiczną. Dekontaminacja bakteriologiczna roztworów wodnych i powierzchni.

### Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

Możliwość wykorzystania w medycynie, współpraca z jednostkami służby zdrowia.

### Opis stanowisk badawczych

#### **Stanowisko 1. Stanowisko do badań właściwości powierzchni materiałów organicznych i nieorganicznych obróbce plazmowej**

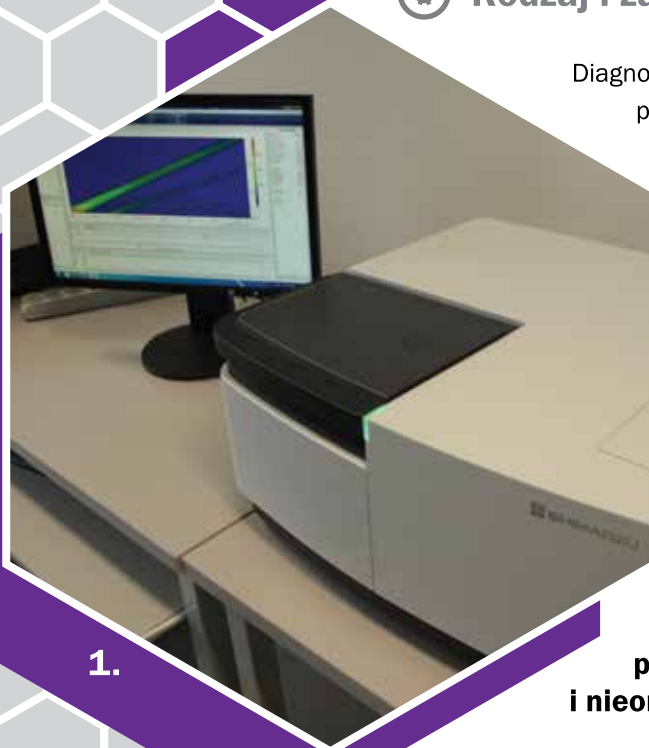
- goniometr do pomiaru kąta zwilżania obrabianej powierzchni
- mikroskop optyczny z górnym oświetleniem
- spektrofotometr UV/VIS z osprzętem
- sfera integracyjna do spektrometru UV-2600

#### **Stanowisko 2. Stanowisko do badań efektywności procesów plazmowej sterylizacji i dezynfekcji**

- system do przygotowania ozonu, wody ozonowanej
- system do przygotowania dezynfektantów i czynników utleniających
- urządzenia laboratoryjne niezbędne do monitoringu i kontroli procesu dekontaminacji upraw i żywności

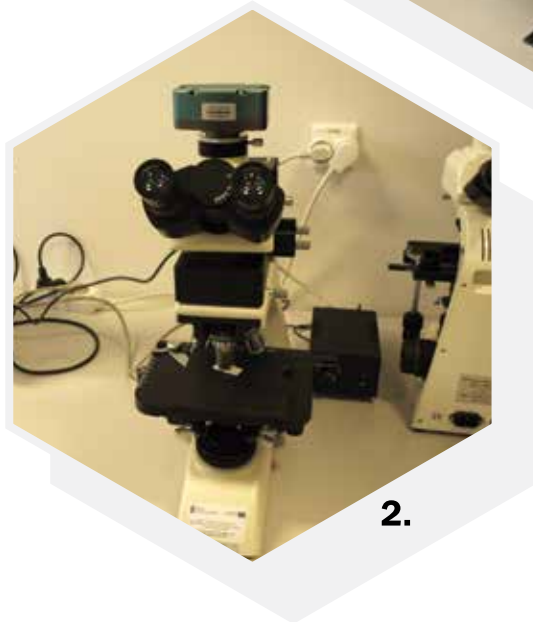
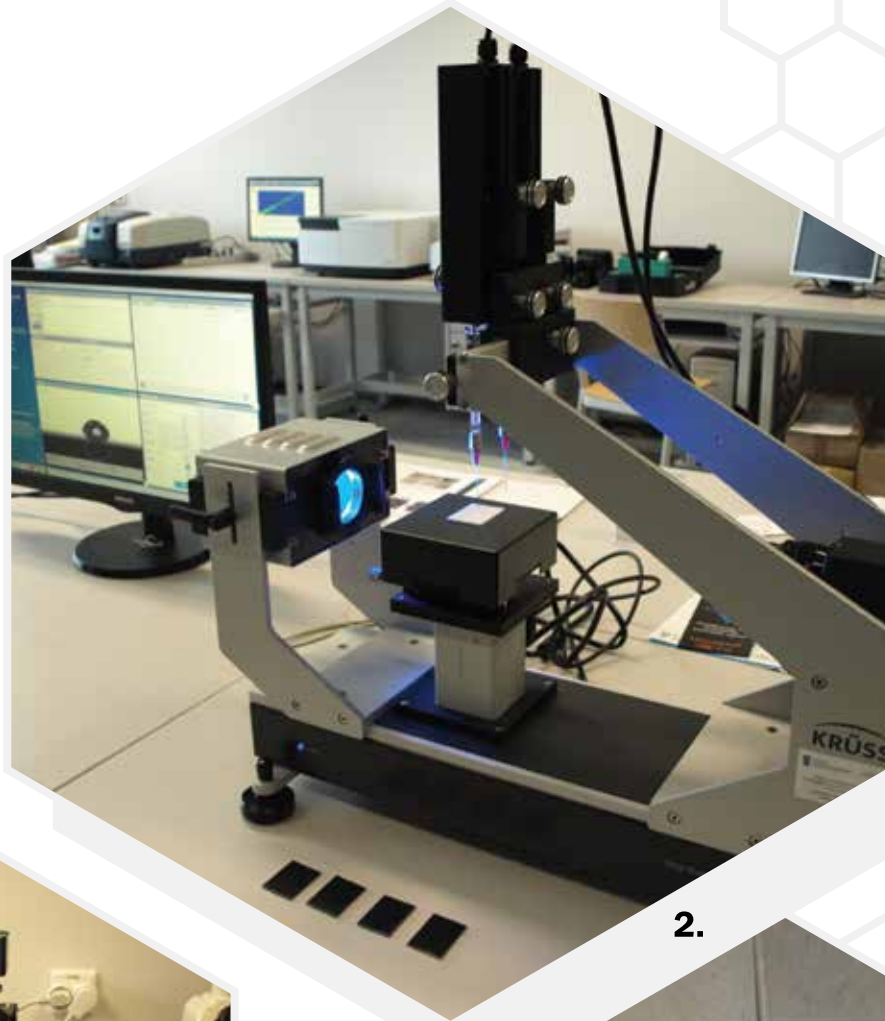
### Wykaz utworzonych stanowisk

1. Stanowisko do badania zmian powierzchniowych materiałów poddanych obróbce plazmowej
2. Stanowisko do badań efektywności sterylizacji i dezynfekcji plazmowej



**KONTAKT:**

dr hab. inż. Joanna Pawłat  
tel.: 81 538 42 92  
e-mail: askmik@hotmail.com



## 20. Laboratorium Przetwarzania i Użytkowania Energii ze Źródeł Odnawialnych



### Rodzaj i zakres prowadzonych badań



W Laboratorium przetwarzania i użytkowania energii ze źródeł odnawialnych prowadzone są badania w zakresie prototypów urządzeń sterownia i zarządzania przepływem energii urządzeń wykorzystujących energię odnawialną. W kręgu szczególnego zainteresowania znajdują się układy falownikowe do zapewnienia optymalnego działania generatorów elektrowni wiatrowych i układów fotowoltaicznych z sieci elektroenergetycznej. Wykorzystanie zaawansowanych modeli matematycznych przygotowanych w środowisku Matlab-Simulink pozwala na szybką analizę jakości działania urządzenia już na etapie weryfikacji jego modelu matematycznego. Wyposażenie laboratorium pozwala na szybką weryfikację opracowanego modelu z wykorzystaniem urządzeń do generowania sygnałów fizycznych firmy dSPACE. Równolegle prowadzone są badania na prototypami układów trójgeneracji energii. Są to nowatorskie, niedawno opatentowane przez pracowników Katedry rozwiązania. Pozwalają one wybrać i realizować optymalne pod względem energetycznym przepływy energii. Indywidualnie projektowane do nich przekształtniki energoelektroniczne i systemy sterowania korzystają z posiadanych systemów prototypowania.



### Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

W podstawowym zakresie przekształtniki mogą być wykorzystane do współpracy odnawialnych źródeł energii z siecią elektroenergetyczną. Pozwalają one na dynamiczną regulację mocy biernej i czynnej. Tym samym służą poprawie jakości napięcia. Innym ich wykorzystaniem może być przetwarzania energii w sieciach o dwukierunkowym jej przepływie. Układy takie z powodzeniem mogą łączyć systemy DC/AC, zapewniając dwukierunkowy przepływ energii, charakterystyczny dla sieci smart grids. Mogą być zdalnie sterowane i samoczynnie reagować na negatywne zjawiska w sieci poprawiając jakość energii i zwiększając możliwości odbudowy dynamicznej napięć.

Układy trójgeneracji służą lepszemu gospodarowaniu energią. Ograniczają liczbę przemian energetycznych i wykorzystują specyficzne własności dynamiczne magazynów chłodu. Planuje się ich wykorzystanie w systemach komunikacji miejskiej jak również budynkach mieszkalnych.

## Opis wybranych stanowisk badawczych

### **Stanowisko 1. Praca elektrowni wiatrowej w autonomicznym systemie OZE**

System został zbudowany w oparciu o sprzęt firmy Chroma oraz dSPACE. Opracowany układ umożliwia modelowanie pracy elektrowni wiatrowej w stanach dynamicznych np.: niskoczęstotliwościową pulsację momentu turbiny wiatrowej czy zmiany strumienia wiatru w funkcji wysokości. Opracowany układ umożliwia weryfikację poprawności działania algorytmów kontroli przekształtników energoelektronicznych specjalizowanych do zastosowań w układach pozyskiwania energii odnawialnej. Programowalny układ zasilania Chroma umożliwia uzyskanie odpowiednich progów zabezpieczających prototyp przekształtnika przed uszkodzeniem w toku prowadzonych prac, a zbudowany do celów badawczych przekształtnik energoelektroniczny jest kontrolowany przez sprzęt światłowodowy. Cecha ta powoduje że układ jest całkowicie odizolowany od elementów logicznych układu dSPACE, co zabezpiecza całość przed uszkodzeniem.

### **Stanowisko 2. Badanie systemów trójgeneracyjnych – zarządzanie energią elektryczną, ciepłą i chłodem w układach pojazdów elektrycznych**

Stanowisko zostało wykonane na podstawie autorskiego projektu mgr inż. Dariusza Zielińskiego. W skład urządzenia wchodzi dwa zasobniki chłodu odizolowane cieplnie od otoczenia. Zasobnik chłodu wypełniono zbiornikami zawierającymi wodę destylowaną. Zbiorniki wykonano z tworzywa sztucznego HDPE który jest moderatorem przepływu ciepła pomiędzy wodą destylowaną a medium chłodniczym jakim jest glikol. Dodatkowo zbiorniki chłodu zainstalowano na ruchomych szynach jezdnych, oraz wyposażono je w napęd pneumatyczny. Zastosowanie takiego rozwiązania umożliwia badanie wpływu ruchu zasobnika na wychładzanie się jego wsadu. Umożliwi to symulację pracy zasobnika chłodu zainstalowanego np. na pojeździe miejskim. W celu przebadania zasobników opracowano stację wymiany ciepła. Stacja umożliwia przepływ energii cieplnej w czterech kierunkach, co umożliwia symulowania trybów pracy tj. pompa ciepła powietrze – zasobnik chłodu lub klimatyzacja zasobnik – zasobnik. Stanowisko pozwoli na sprawdzenie czy jest możliwe zastąpienie zasobnika energii elektrycznej zasobnikiem chłodu, oraz zbadanie czy jest możliwe odzyskiwanie energii hamowania pojazdu miejskiego i gromadzenie jej w zasobniku.

## Wykaz utworzonych stanowisk i zakupionego sprzętu

1. Stanowisko do badania pracy elektrowni wiatrowej w autonomicznym systemie OZE
2. Stanowisko do badania systemów trójgeneracyjnych – zarządzanie energią elektryczną, ciepłą i chłodem w układach pojazdów elektrycznych

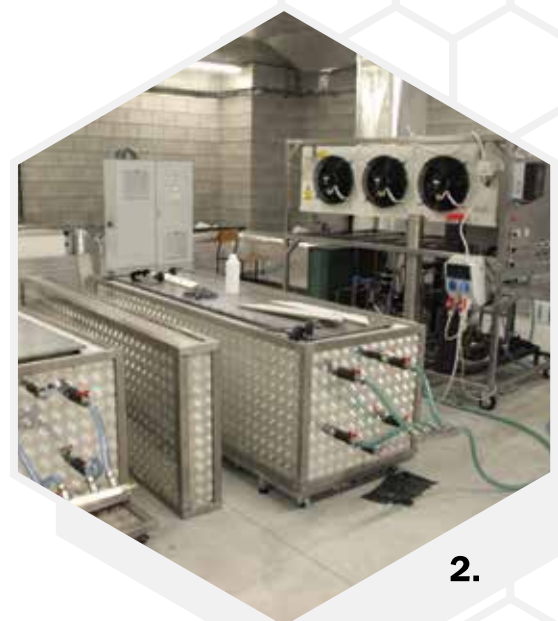
## **KONTAKT:**

**dr hab. inż. Wojciech Jarzyna,**  
prof. nzw. PL  
tel.: 81 538 43 39  
e-mail: w.jarzyna@pollub.pl

**dr inż. Krzysztof Kolano**  
tel.: 81 538 43 42  
e-mail: k.kolano@pollub.pl

**mgr inż. Dariusz Zieliński**  
tel.: 81 538 43 40  
e-mail: d.zielinski@pollub.pl

**mgr inż. Janusz Urbański**  
tel.: 81 538 43 43  
e-mail: j.urbanski@pollub.pl

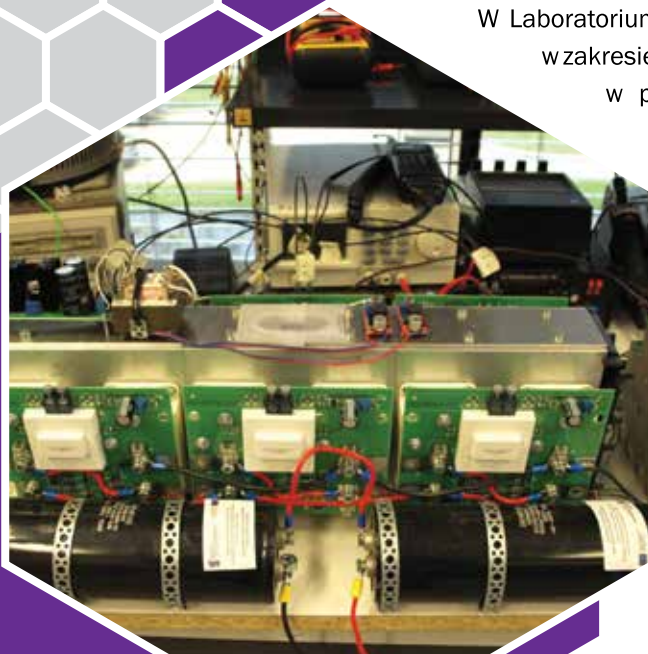


**2.**

## 21. Laboratorium Sterowania i Informatyki Przemysłowej

### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

W Laboratorium sterowania i informatyki przemysłowej prowadzone są badania w zakresie opracowywania prototypów urządzeń elektronicznych stosowanych w praktyce przemysłowej. W kręgu szczególnego zainteresowania znajdują się prace z zakresu energooszczędnych systemów napędu elektrycznego. Realizowane prace wykonywane są w systemie programowo-sprzętowego projektowania, testowania i uruchamiania prototypowych rozwiązań. Modelowanie matematyczne realizowane jest głównie w oparciu o środowisko MatLab Simulink oraz współpracujące z nim języki programowania wysokiego poziomu. Szczególnie korzystne cechy pozwalające na elastyczne budowanie struktur testowych stwarza platforma programowo-sprzętowa dSPACE. Umożliwia ona na konstrukcję urządzeń i badanie ich własności, poczynając od etapu modelowania, poprzez stopniowe zwiększanie poziomu realizacji sprzętowej, aż po finalne rozwiązanie fizycznego urządzenia. Dodatkowa infrastruktura techniczna daje możliwość realizacji sprzętowej od montażu elementów elektronicznych, weryfikacji poprawności tego montażu, po docelową budowę wraz z podstawową infrastrukturą funkcjonalną (obudowa, złącza).



2.

Wyposażenie laboratorium umożliwia prowadzenia badań nad pracą różnego rodzaju układów napędowych przy zastosowaniu wielu algorytmów sterowania. Dużym ułatwieniem jest możliwość szybkiej syntezy układu sterowania bez konieczności ponoszenia nakładów finansowych na budowę prototypu. Znacznie skraca to czas oraz ogranicza koszty pracy nad nowymi rozwiązaniami technicznymi. Laboratorium zostało wyposażone w nowoczesny sprzęt lutowniczy oraz infrastrukturę techniczną spełniającą wymogi ESD. Infrastruktura pomiarowa w jaką zostało wyposażone laboratorium umożliwia przeprowadzanie pomiarów wielkości elektrycznych z dużą dokładnością, a także akwizycję pozyskanych danych pomiarowych.

### Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

Wyniki badań mogą być wykorzystane do opracowywania rozwiązań energoelektronicznych układów przekształtnikowych oraz nowoczesnych napędów elektrycznych. Dotyczy to zwłaszcza napędów wykorzystywanych w technice dźwigów osobowych, w której Katedra specjalizuje się już od wielu. Inne układy to napędy pomocnicze autobusów elektrycznych czy napędy główne małych pojazdów elektrycznych. Badane układy przekształtnikowe w innych zastosowaniach przemysłowych stanowią mogą sprężę energoelektroniczne do

sterowania pracą różnych podzespołów wykonawczych. Ich szczególną cechą jest szeroka możliwość wymiany informacji i włączenia układów przekształtnikowych oraz napędowych do systemów zdalnego zarządzania, testowania i diagnostyki.

Prowadzone badania pozwalają na:

- szybkie protypowanie algorytmów sterowania,
- szybkie prototypowanie elementów mechanicznych,
- prowadzenie zaawansowanych obliczeń symulacyjnych związanych z pracą pojazdów mechanicznych.

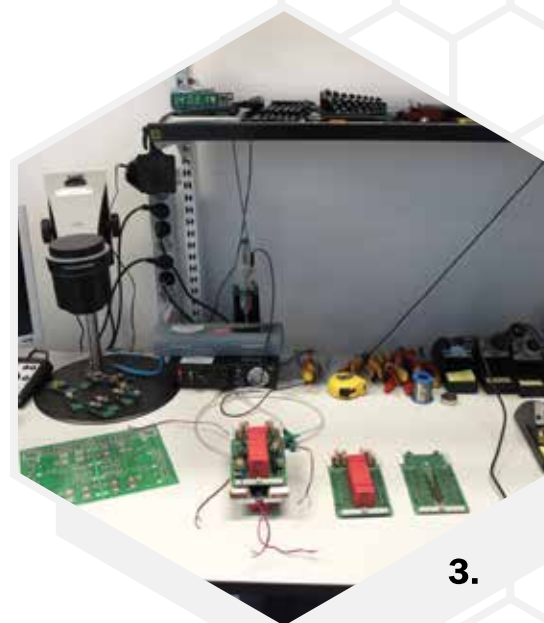
## Opis wybranych stanowisk badawczych

### Stanowisko 2. Badanie stanowiskowe prototypowanych przekształtników energoelektronicznych

Do badania opracowanych przekształtników energoelektronicznych wykorzystano dwa specjalizowane zasilacze energoelektroniczne firmy EA power control. Zasilacze zapewniają bezpieczeństwo podczas badań dzięki programowanym progom działania systemów zabezpieczeń. Dodatkowo zasilacze są w pełni kompatybilne z systemem dSPACE co pozwala na ładowanie modelu źródła zasilania do pamięci flash zasilacza. Przy pomocy układów zasilania umożliwiają modelowania np. systemy fotowoltaiczne. W skład struktury badawczej wchodzi również dwa falowniki wektorowe firmy Omron. Falowniki współpracują z układami napędowymi o mocy 5.5kW każdy. Za pomocą tych zespołów elektromaszynowych możliwe jest emulowanie warunków współpracy z siecią elektroenergetyczną. Dodatkowe elementy tj: autotransformatory, transformatory separacyjne, obciążenie elektroniczne, baterie super-kondensatorów pozwalają na odwzorowanie stanów dynamicznych panujących w sieci przesyłowej. Stworzone sztucznie warunki współpracy przekształtnik – sieć pozwolą na lepsze zrozumienie zjawisk oraz zakłóceń występujących w nowoczesnych systemach elektroenergetycznych.

## Wykaz utworzonych stanowisk i zakupionego sprzętu

1. Stanowisko do prototypowania układów elektroniki z wykorzystaniem systemów czasu rzeczywistego
2. Stanowisko badawcze prototypowanych przekształtników energoelektronicznych
3. Stanowisko do procesu prototypowania przekształtników energoelektronicznych



## KONTAKT:

**dr hab. inż. Wojciech Jarzyna,**  
prof. nzw. PL  
tel.: 81 538 43 39  
e-mail: w.jarzyna@pollub.pl

**dr inż. Krzysztof Kolano**  
tel.: 81 538 43 42  
e-mail: k.kolano@pollub.pl

**mgr inż. Dariusz Zieliński**  
tel: 81 538 43 40  
e-mail: d.zielinski@pollub.pl

**mgr inż. Janusz Urbański**  
tel.: 81 538 43 43  
e-mail: j.urbanski@pollub.pl

## 22. Laboratorium Elektrochemii

### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

Zakład Elektrochemii posiada wiele cennych urządzeń, które w połączeniu z aparaturą zakupioną dają możliwość syntezy i wszechstronnej charakteryzacji nanocząstek.

### Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

Pracownicy Zakładu Elektrochemii od kilkadziesiąt lat zajmują się podobnymi badaniami. Efektami tych badań są między innymi. Stopnie i tytuły naukowe pracowników Zakładu. Dwie książki wydane przez wydawnictwa z grupy Taylor & Francis i ponad setka artykułów naukowych w czasopismach z tzw. listy filadelfijskiej np. Journal of Colloid and Interface Science, Colloids and Surfaces A, Advances in Colloid and Interface Science, Langmuir, Journal of Physical Chemistry C, Colloid and Polymer Science, Adsorption, Adsorption Science and Technology, które mają łącznie >3000 cytowań. Patenty polskie, członkostwo w radach redakcyjnych czasopism tzw. listy filadelfijskiej i komitetach naukowych międzynarodowych konferencji naukowych.

Pracownicy Zakładu Elektrochemii są otwarci na wszelkie propozycje płynące od przedsiębiorców. Badania mogą dotyczyć zarówno syntezy nanocząstek przeznaczonych do różnych celów, m.in. diagnostyki medycznej i kontrolowanego uwalniania substancji leczniczych, jak i badania nanocząstek wytwarzanych w sposób naturalny lub jako niepożądane produkty uboczne w różnych procesach. Nanotechnologia jest dynamicznie rozwijająca się dziedziną. Dostępność nowoczesnego laboratorium obsługiwanego przez doświadczonych naukowców da przedsiębiorcom możliwość testowania nowatorskich pomysłów bez konieczności przystosowania pomieszczeń do celów laboratoryjnych i inwestowania w drogą aparaturę.

### Opis wybranych stanowisk badawczych

Spektrofotometr UV-VIS firmy RIGOL Ultra-3600 UV-VIS z oprogramowaniem sterującym Ultra UV, wirówka laboratoryjna z chłodzeniem MPW-380 R, suszarka laboratoryjna próżniowa – MEMMERT VO z pompą próżniową chemoodporną – ILMVAC MPC 095 Z, piec laboratoryjny muflowy LM 312.27 ze zintegrowanym sterownikiem temperatury G800P i z systemem podawania gazów obojętnych / przepłukiwania gazem obojętnym komory pieca, demineralizator wody HPL 5 UV, dygestorium laboratoryjne chemiczne, wagi precyzyjne laboratoryjne PS 2100.R2.





## Wykaz utworzonych stanowisk

1. Stanowisko badawcze do syntezy i charakteryzacji nanocząstek

### KONTAKT:

prof. dr hab. Marek Kosmulski  
tel.: 81 538 43 55  
e-mail: m.kosmulski@pollub.pl

dr Edward Mączka  
tel.: 81 538 43 34  
e-mail: e.maczka@pollub.pl



1.



1.

## **23. Laboratorium Jakości Środowiska**

Zakres laboratorium obejmuje badanie i ocenę parametrów pracy urządzeń technicznych i materiałów budowlanych, mających wpływ na jakość powietrza wewnętrznego, w nawiązaniu do potrzeb zwiększania energooszczędności w budynkach czy wykorzystania odnawialnych i odpadowych źródeł energii oraz badania z zakresu niezawodności dostawy i jakości wody zimnej.

**Katedra Zaopatrzenia w Wodę i Usuwania Ścieków**

### **Stanowisko 1. Stanowisko do pomiaru właściwości cieplno-wilgotnościowych materiałów budowlanych**



#### **Rodzaj i zakres prowadzonych badań**

Zakres badań w warunkach laboratoryjnych oraz in-situ:

- wyznaczenie współczynnika przewodzenia ciepła materiałów budowlanych w stanie suchym oraz w stanie wilgotnym,
- wyznaczenie gęstości fazy stałej, ciężaru właściwego oraz porowatości materiałów budowlanych,
- badanie dynamiki podciągania wody przez porowate materiały budowlane.



#### **Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań**

Proponowany zakres badań umożliwi współpracę z producentami materiałów budowlanych, zainteresowanymi udoskonalaniem i wdrażaniem nowych technologii, współpracę z oczyszczalniami ścieków oraz firmami generującymi odpady w ramach opracowywania sposobów ich utylizacji i wykorzystania w budownictwie, współpracę z producentami urządzeń pomiarowych wilgotności ośrodków porowatych.



#### **Opis stanowiska**

Stanowisko wyposażone jest w urządzenie pomiarowe do pomiaru współczynnika przewodzenia ciepła typu Aparat Bock'a w materiałach budowlanych.



## Stanowisko 2. Stanowisko do badania elementów instalacji centralnego ogrzewania, wentylacji, klimatyzacji oraz optymalizacji parametrów ich pracy

### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

Na stanowisku możliwe jest przeprowadzenie następujących pomiarów:

- pomiar mocy grzewczej i chłodniczej grzejników, klimakonwektorów oraz klimatyzatorów,
- określenie sprawności temperaturowej oraz entalpicznej rekuperatorów,
- laserowy pomiar rozkładu prędkości z elementów nawiewnych, wentylatorów o kształtek wentylacyjnych,
- projektowanie oraz wydruk detali w technologii fotopolimerowej.

### Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

Stanowisko umożliwia analizę i walidację nowych rozwiązań konstrukcyjnych elementów instalacji centralnego ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji oraz optymalizacja rozwiązań pozwalających na zmniejszenie zużycia energii w czasie eksploatacji instalacji, przy jednoczesnym zachowaniu parametrów komfortu cieplnego. Wyposażenie stanowiska pozwoli na prowadzenie prac polegających między innymi na zweryfikowaniu zmian konstrukcyjnych poprawiających wymianę ciepła, właściwego rozkładu prędkości powietrza oraz symulacjach komputerowych rozpatrywanych rozwiązań konstrukcyjnych.

### Opis stanowiska

Stanowisko do badań składa się z zamkniętej, szczelnej powietrznie i termicznie komory badawczej, obiegu grzewczego otwartego, zasilającego badane grzejniki, układu chłodzenia/grzania ścian komory w celu ustabilizowania parametrów we wnętrzu kabiny, przyrządów sterujących, pomiarowych, kontrolnych i rejestrujących, narzędzi umożliwiających numeryczną ocenę pracy urządzeń.

Stanowisko składa się z:

- komory klimatycznej zgodnej z normą PN-EN 442 oraz PN-EN 16430 wraz z wyposażeniem,
- systemu do analizy pola prędkości powietrza PIV wraz z rejestracją obrazu,
- systemu do szybkiego prototypowania (drukarka 3D),
- komora klimatyczna zgodna z normą PN-EN 301:2001 do badania wymienników ciepła.

### KONTAKT:

**STANOWISKO 1**  
dr inż. Zbigniew Suchorab  
tel.: 81 538 43 22  
e-mail: z.suchorab@pollub.pl

**STANOWISKO 2**  
dr inż. Mariusz Skwarczyński  
tel.: 81 538 44 11  
e-mail:  
m.skwarczyński@pollub.pl

**STANOWISKO 3**  
dr hab. Agata Zdyb, prof.PL  
tel.: 81 538 47 00  
e-mail: a.zdyb@pollub.pl

**STANOWISKO 4**  
dr hab. Dariusz Kowalski  
prof. PL  
tel.: 81 538 47 78  
e-mail: d.kowalski@pollub.pl



2.

### Stanowisko 3. Stanowisko do testowania ogniw fotowoltaicznych

#### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

Prowadzone badania mają na celu określenie wpływu warunków technologicznych i stosowanych materiałów na wydajność cienkowarstwowych półprzewodnikowych i barwnikowych ogniw słonecznych. Wyznaczane są parametry charakteryzujące ogniwa, których struktury wytwarzane są m. in. metodą rozpylania magnetronego.

#### Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

Planowane stanowisko pomiarowe umożliwi badanie ogniw produkowanych komercyjnie, jak również wytwarzanych eksperymentalnie w laboratorium naukowym Politechniki Lubelskiej. Aparatura będzie mogła być wykorzystana przez naukowców, przedsiębiorców z branży fotowoltaiki oraz studentów (np. w badaniach do prac magisterskich).

#### Opis stanowiska

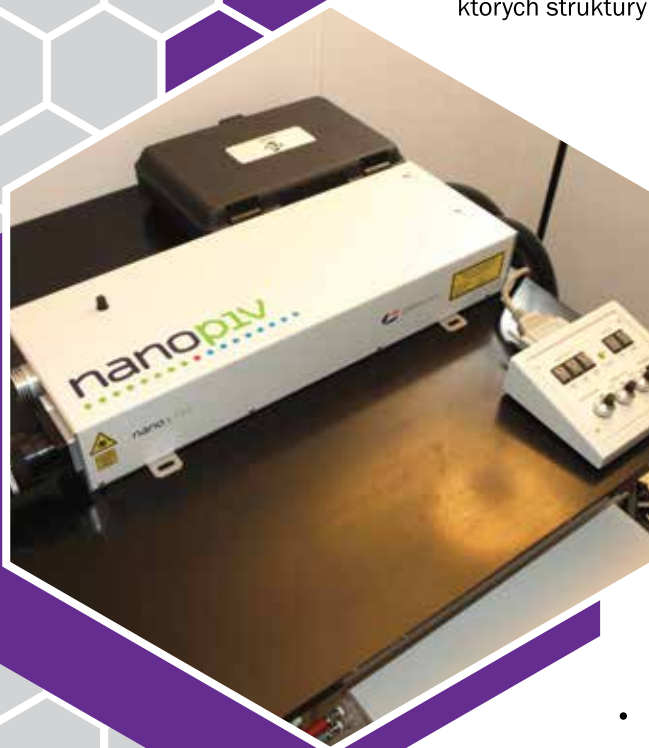
- symulator Słońca Class AAA
- stacja do pomiaru charakterystyk I-V
- uchwyt do ogniwa z regulacją temperatury
- sonda magnetyczna ze sterowaniem X-Y
- układ chłodzenia wodnego
- pompa próżniowa
- ogniwo referencyjne
- urządzenia do pomiaru wartości prądowo-napięciowych

### Katedra Zaopatrzenia w Wodę i Usuwania Ścieków

### Stanowisko 4. Stanowisko do badań zjawisk przepływowych w aspekcie wtórnego zanieczyszczenia wody i bezpieczeństwa jej dostawy w systemach wodociągowych

#### Rodzaj i zakres prowadzonych badań

Laboratorium ukierunkowane jest na badania: charakterystyk hydraulicznych przewodów, połączeń, zaworów i armatury, skuteczności pracy zaworów antyskażeniowych, bezpieczeństwa, armatury eksperymentalnej oraz charakterystyk pomp odśrodkowych





## Potencjalne możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań

Pozwala na ocenę funkcjonalności najważniejszych elementów infrastruktury wodociągowej, co stanowi niezbędny element procesu jej projektowania i eksploatacji.



## Opis stanowiska

Stanowisko wyposażone w układ przewodów o średnicach DN25-100 mm, zasilanych przez zespół dwóch pomp odśrodkowych, pracujące w warunkach kontrolowanego ciśnienia i przepływu. Proces badawczy spełnia niezbędne normy i jest w całości kontrolowany przez komputer. Uzupełniany jest przez oprogramowanie CFD. Numeryczne badania modelowe zapewnia oprogramowanie Ansys-Fluent oraz Bentley WaterGEMS.



## Wykaz utworzonych stanowisk i zakupionego sprzętu

1. Stanowisko do pomiaru właściwości cieplno-wilgotnościowych materiałów budowlanych
2. Stanowisko do badania elementów instalacji centralnego ogrzewania, wentylacji, klimatyzacji oraz optymalizacji parametrów ich pracy
3. Stanowisko do testowania ogniw fotowoltaicznych
4. Stanowisko do badań zjawisk przepływowych w aspekcie wtórnego zanieczyszczenia wody i bezpieczeństwa jej dostawy w systemach wodociagowych



## Spis treści

1. Laboratorium Badań Strukturalnych .....	4
2. Laboratorium Nowych Technologii i Maszyn Technologicznych .....	8
3. Laboratorium Inżynierii Powierzchni .....	14
4. Laboratorium Automatyki .....	16
5. Laboratorium Inżynierskich Zastosowań Technik Informacyjnych .....	20
6. Laboratorium Silników Spalinowych i Transportu .....	24
7. Laboratorium Metod Wysokociśnieniowej Obróbki CUN .....	26
8. Laboratorium Mechaniki .....	30
9. Laboratorium Badań i Edukacji Przetwarzania Tworzyw Polimerowych .....	32
10. Laboratorium Badań Pojazdów Samochodowych i Rekonstrukcji Wypadków .....	38
11. Laboratorium Nowych Technologii Plastycznego Kształtowania Metali .....	42
12. Laboratorium Innowacji, Transferu i Monitorowania Rozwoju Technologii Napędów Alternatywnych .....	44
13. Laboratorium Optoelektroniki i Technologii Laserowej oraz Mikro- i Nanoelektroniki .....	48
14. Laboratorium Energetyki Odnawialnej i Rozproszonej .....	54
15. Środowiskowe Laboratorium Prototypowania i Diagnostyki Zaawansowanych Systemów Mechatronicznych .....	58
16. Laboratorium Czujników i Inteligentnych Systemów Optoelektronicznych .....	62
17. Laboratorium Programowania Systemów Inteligentnych i Rekonstrukcji 3D .....	64
18. Laboratorium Diagnostyki Nietermicznej Plazmy do Zastosowań w Inżynierii Biomedycznej i Środowiskowej .....	70
19. Laboratorium Bioinżynierii Plazmowej (LBP) .....	72
20. Laboratorium Przetwarzania i Użytkowania Energii ze Źródeł Odnawialnych .....	74
21. Laboratorium Sterowania i Informatyki Przemysłowej .....	76
22. Laboratorium Elektrochemii .....	78
23. Laboratorium Jakości Środowiska .....	80



- **Wydział Mechaniczny: Laboratoria 1-12, 15**
- **Wydział Elektrotechniki i Informatyki: Laboratoria 13-14, 16-22**
- **Wydział Inżynierii Środowiska: Laboratorium 23**



## **CENTRALNE LABORATORIUM WDROŻEŃ POLITECHNIKI LUBELSKIEJ**

**Budynek Centrum Innowacji  
i Zaawansowanych Technologii  
Politechniki Lubelskiej  
ul. Nadbystrzycka 36C  
20-618 Lublin  
[www.pollub.pl](http://www.pollub.pl)**

**ISBN: 978-83-7947-168-3**

**Opracowane na podstawie informacji dostarczonych przez poszczególne  
Katedry i Instytuty Politechniki Lubelskiej  
Lublin 2015**

**Redakcja: Korneliusz Dubicki  
Korekta: Agnieszka Kluska, Magdalena Palka  
Zdjęcia: Jakub Krzysiak, Sylwia Szewczuk  
Projekt graficzny i skład: Sylwia Szewczuk  
Dobór informacji: Sylwester Adamek**

**Publikacja wydana w ramach projektu „Centralne Laboratorium Wdrożeń Politechniki Lubelskiej”,  
współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu  
Operacyjnego Rozwój Polski Wschodniej 2007-2013. Egzemplarz bezpłatny.**



**Publikacja współfinansowana ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego dla Programu Operacyjnego Rozwój Polski Wschodniej 2007-2013**



**UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO**



**Egzemplarz bezpłatny  
ISBN: 978-83-7947-168-3**