



**Wydział  
Mechatroniki**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

**ZESPOŁY  
BADAWCZE  
POLITECHNIKI  
WARSZAWSKIEJ  
OFERTA B+R**





prof. dr hab. inż.  
Adam Woźniak  
Prorektor ds. Rozwoju  
w kadencji 2020-2024

#### OD PROREKTORA DS. ROZWOJU POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

Współpraca środowiska naukowego i biznesu jest jednym z kluczowych czynników wpływających na możliwość skutecznego transferu technologii, a tym samym kreowania innowacyjnej gospodarki, która będzie służyć potrzebom współczesnego społeczeństwa i rozwojowi naszego kraju. Budowa platformy do komunikacji nauki i biznesu, w tym nawiązywania kontaktów i wymiany doświadczeń oraz przekuwania potrzeb w realne rozwiązania, jest ważnym elementem tej współpracy.

Politechnika Warszawska to nie tylko unikatowa infrastruktura badawcza i aparatura naukowa, to przede wszystkim prężnie działające zespoły badawcze, aktywnie współpracujące w krajowych i międzynarodowych projektach badawczych, pracach rozwojowych i przemysłowych z wiodącymi partnerami, z różnych sektorów gospodarki. To dzięki nim Politechnika Warszawska zajmuje czołowe miejsce wśród polskich uczelni technicznych, szczególnie w obszarze badań aplikacyjnych, których efektem są patenty i innowacje.

Zapraszam Państwa do lektury kolejnej edycji Katalogu zespołów badawczych Politechniki Warszawskiej, mając nadzieję, że stanie się ona inspiracją i przyczynkiem do nawiązania współpracy, czego i Państwu, i sobie życzę.

#### OD DZIEKANA WYDZIAŁU

Szanowni Państwo,

Zespoły naukowe prowadzące działalność na Wydziale Mechatroniki charakteryzuje duże zróżnicowanie podejmowanej tematyki badawczej i wdrożeniowej. Siłą Wydziału jest jego multidyscyplinarność pozwalająca na rozwiązywanie współczesnych problemów technicznych z obszaru inżynierii biomedycznej, automatyki i robotyki, mechaniki, fotoniki, metrologii oraz wybranych aspektów technologii wytwarzania. W niniejszym katalogu jest zaprezentowana tematyka prowadzonych obecnie badań w wybranych zespołach.

Zapraszamy do kontaktu i współpracy partnerów naukowych oraz biznesowych. Nie ograniczamy się do zaprezentowanych tematów badawczych i jesteśmy otwarci na nowe wyzwania, w tym wymagające tworzenia zespołów interdyscyplinarnych.



prof. dr hab. inż.  
Gerard Cybulski  
Dziekan Wydziału Mechatroniki

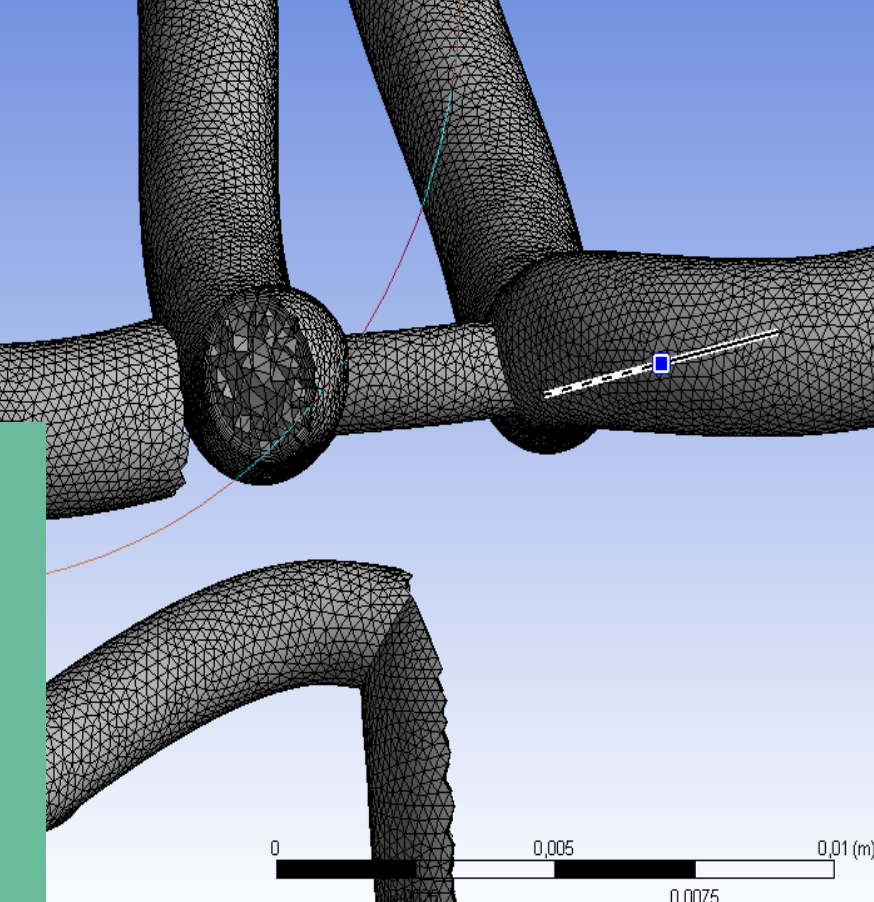
## SPIS TREŚCI

■	INSTYTUT AUTOMATYKI I ROBOTYKI	STR. 7
■	PRACOWNIA BIOPRZEPŁYWÓW	STR. 8
■	ZESPÓŁ DIAGNOSTYKI PROCESÓW I SYSTEMÓW	STR. 10
■	ZESPÓŁ ZAAWANSOWANEGO STEROWANIA SYSTEMÓW CYBER-FIZYCZNYCH	STR. 12
■	LABORATORIUM ROBOTYKI	STR. 14
■	INSTYTUT METROLOGII I INŻYNIERII BIOMEDYCZNEJ	STR. 17
■	LABORATORIUM ZAAWANSOWANYCH TECHNIK POMIARÓW GEOMETRYCZNYCH	STR. 18
■	ZESPÓŁ INFRASTRUKTURY DIAGNOSTYCZNO- POMIAROWEJ RUROCIĄGÓW I INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH	STR. 20
■	ZESPÓŁ ELEKTRONIKI DRUKOWANEJ	STR. 22
■	ZESPÓŁ INŻYNIERII BIOMEDYCZNEJ	STR. 24
■	INSTYTUT MIKROMECHANIKI I FOTONIKI	STR. 27
■	ZESPÓŁ MIKROMECHANIKI I MIKROTRYBOLOGII	STR. 28
■	ZESPÓŁ OPTYCZNYCH POMIARÓW POWIERZCHNI 3D/4D	STR. 30
■	ZESPÓŁ MIKROSKOPII I TOMOGRAFII HOLOGRAFICZNEJ	STR. 32
■	GRUPA ILOŚCIOWEGO OBRAZOWANIA OBLICZENIOWEGO (GIOO)	STR. 34



**INSTYTUT  
AUTOMATYKI  
I ROBOTYKI**





# PRACOWNIA BIOPRZEPŁYWÓW

## ZESPÓŁ BADAWCZY POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA

#HEMODYNAMIKA #KRAŻENIE MÓZGOWE #MECHANIKA TĘTNIC  
 #KRAŻENIE PŁYNU MÓZGOWO-RDZENIOWEGO #TĘTNIKI #BADANIA EX VIVO  
 #MODELOWANIE MATEMATYCZNE #MODELOWANIE KOMPUTEROWE  
 #NUMERYCZNA MECHANIKA PŁYNÓW #BIOPRZEPŁYWY

Pracownia Bioprzepływów jest częścią Zakładu Diagnostyki i Monitorowania Procesów Instytutu Automatyki i Robotyki Wydziału Mechatroniki PW.

W swojej działalności skupia się na zagadnieniach związanych z inżynierią biomedyczną. Istotnym obszarem działalności pracowni są badania eksperymentalne i numeryczne związane z hemodynamicznymi uwarunkowaniami krążenia mózgowego. Wśród osiągnięć Zespołu należy również wymienić opracowanie metodyki przeprowadzania testu infuzyjnego i opatentowanie układu do wyznaczania parametrów kompensacyjnych przestrzeni wewnątrzczaszkowej. We współpracy z Warszawskim Uniwersytem Medycznym Zespół przeprowadził unikalne badania wytrzymałości ścian tętnic mózgowych oraz tętniaków. Prowadzi również prace badawcze związane z krążeniem krwi w kole tętniczym mózgu.

Przedstawiciele pracowni we współpracy z PMOD Technologies LLC uczestniczą także w pracach w zakresie wykorzystania obrazowych danych medycznych do przeprowadzania symulacji przepływowych dopasowanych do pacjenta. W zakresie analiz CFD realizowane były również badania wychodzące poza zakres bioprzepływów. Obejmowały one między innymi opracowanie mieszalnika w technologii MEMS oraz analizy numerycznej aerodynamiki polskiego supersamochodu Arrinera Hussarya.

### KONTAKT

dr inż. Adam Piechna  
 adam.piechna@pw.edu.pl  
 (+48) 22 849 96 16  
 www.pracowniabioprzelywow.blogspot.com

### INFRASTRUKTURA BADAWCZA

- stanowisko do badania wytrzymałości naczyń krwionośnych
- model koła tętniczego mózgu wykonany ze szkła organicznego pozwalający na badanie krążenia mózgowego
- badania symulacyjne w oparciu o oprogramowanie ANSYS

### WYBRANE PROJEKTY

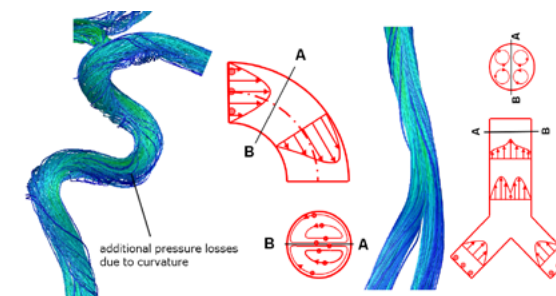
- Badania krążenia płynu mózgowo-rdzeniowego zakończone między innymi opracowaniem algorytmu skracającego czas trwania testu infuzyjnego (projekt własny PW, 2004–2016)
- Badania symulacyjne mieszania w mikromikserach wykonanych technologią MEMS, propozycja konstrukcji urządzenia opartej o zasady biomimetyczne (projekt własny, 2006–2009)
- Eksperymentalne i numeryczne badania przepływów w krętych kanałach, zakończone opracowaniem fenomenologicznego wzoru na opór krętych kanałów dla szerokiego zakresu liczb Deana (projekt własny, 2010–2012)
- Badania aerodynamiki polskiego supersamochodu Arrinera Hussarya (we współpracy z Arrinera, wydziałem MEiL i Symkom, 2015–2018)
- Biomechaniczne badania własności tętnic mózgowych i tętniaków, zakończone określeniem wartości ciśnień pęknięcia oraz odkształceń krytycznych (we współpracy z WUM, 2012–obecnie)
- Badania hydrodynamicznych uwarunkowań krążenia mózgowego, między innymi mechanizmów autoregulacji i syndromu odwróconego Robin Hooda (projekt własny PW, 2012–obecnie)

### PATENT

- Układ do wyznaczania parametrów kompensacyjnych przestrzeni wewnątrzczaszkowej podczas testu infuzyjnego (PL 217417-B1)

### OFEROWANE USŁUGI

- pełen zakres numerycznych analiz przepływowych obejmujący:
  - przepływy laminarne i turbulentne
  - przepływy wielofazowe
  - wymianę ciepła
  - przemiany fazowe
  - spalanie
  - modelowanie ruchomych elementów





# ZESPÓŁ DIAGNOSTYKI PROCESÓW I SYSTEMÓW

## POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA

#DIAGNOSTYKA PROCESÓW I SYSTEMÓW #DETEKCJA USZKODZEŃ  
#LOKALIZACJA USZKODZEŃ #PREDYKCJA USZKODZEŃ #DIAGNOSTYKA  
BAZUJĄCA NA MODELACH #ROZPOZNAWANIE CYBERATAKÓW #SYSTEMY  
DIAGNOSTYKI ON-LINE #SYSTEMY TOLERUJĄCE USZKODZENIA  
#BEZPIECZEŃSTWO FUNKCJONALNE #DIAGNOSTYKA ELEMENTÓW  
WYKONAWCZYCH

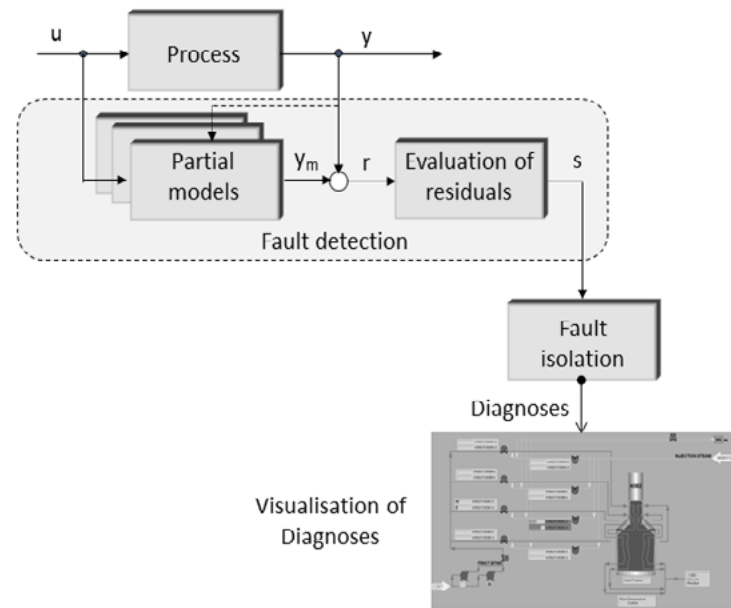
Zespół jest częścią Zakładu Diagnostyki i Monitorowania Procesów w Instytucie Automatyki i Robotyki na Wydziale Mechatroniki PW. Jego specjalizacją są metody diagnostyki procesów przemysłowych.

Członkowie Zespołu opracowali kilka generacji zaawansowanych systemów bieżącej diagnostyki procesów. Były one wdrażane w kraju i za granicą m.in. w Cukrowni Lublin, Zakładach Azotowych Puławy, EC Siekierki, PKN Orlen, Elektrowni Turów oraz w laboratorium Universite' des Sciences et Technologies de Lille. Obecnie we współpracy z firmą ENERBIT realizowany jest system DAHS do akwizycji, zaawansowanego przetwarzania, długookresowej archiwizacji oraz udostępniania danych procesowych. Ponadto w Zespole opracowano i wdrożono do produkcji w firmie Aplsens S.A. rodzinę inteligentnych elektropneumatycznych ustawników pozycyjnych.

Zespół uczestniczył w czterech grantach europejskich oraz realizował wiele grantów krajowych w tym NCN i NCBR. Członkowie Zespołu opublikowali ponad 400 prac naukowych poświęconych problemom diagnostyki procesów, w tym 9 monografii. Zespół jest od roku 1996 organizatorem lub współorganizatorem międzynarodowej cyklicznej konferencji Diagnostics of Processes and Systems.

### KONTAKT

prof. dr hab. inż. Jan Maciej Kościelny  
jan.koscielny@pw.edu.pl  
(+48) 22 849 96 16  
iair.mchtr.pw.edu.pl/



### INFRASTRUKTURA BADAWCZA

- własne oryginalne oprogramowanie diagnostyczne – systemy AMandD, DiaSter, DAHS
- systemy sterowania klasy DCS – 800XA, Delta V, OVATION
- fizyczne stanowiska laboratoryjne z przemysłową aparaturą automatyki umożliwiające wprowadzanie uszkodzeń i badanie metod detekcji oraz lokalizacji uszkodzeń
- laboratorium przemysłowych sieci komunikacyjnych (7 stanowisk)

### WYBRANE PROJEKTY

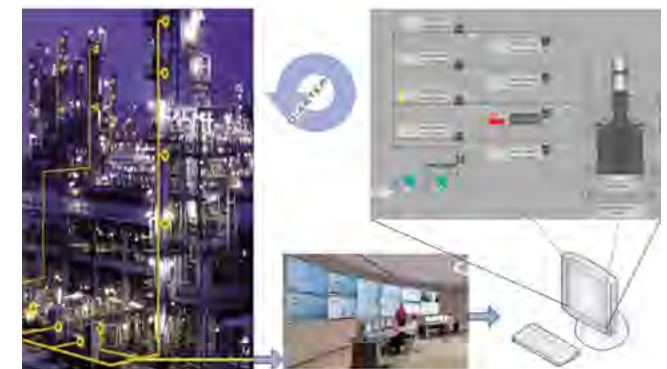
- Advanced Decision Support System for Chemical/ Petrochemical Manufacturing Processes – CHEM (UE, 5 Program Ramowy, 2001–2004)
- Pilotażowe testy zaawansowanego systemu diagnostyki procesów przemysłowych „AMandD” dla układu destylacji próżniowej na instalacji Hydroodsiairczania Pozostałości Próżniowej (HOG) (PKN ORLEN, 2006–2007)
- Inteligentny system diagnostyki i wspomagania sterowania procesów przemysłowych „DIASTER” (MNiSW, 2007–2009)
- Rozproszony system archiwizacji danych DAHS – Opracowanie języka graficzno-skryptowego oraz modułu opisu i automatycznej analizy struktury instalacji (Enerbit S.A., 2014–2015)
- System akwizycji danych oraz rozwiązań przedusterkowych obiektów infrastruktury środowiskowej ze szczególnym uwzględnieniem segmentu wodociągów i kanalizacji wraz z hierarchicznym systemem kontrolno-pomiarowym, spełniającym trudne wymagania środowiskowe (RPO WM na lata 2014–2020, 2019–2021)

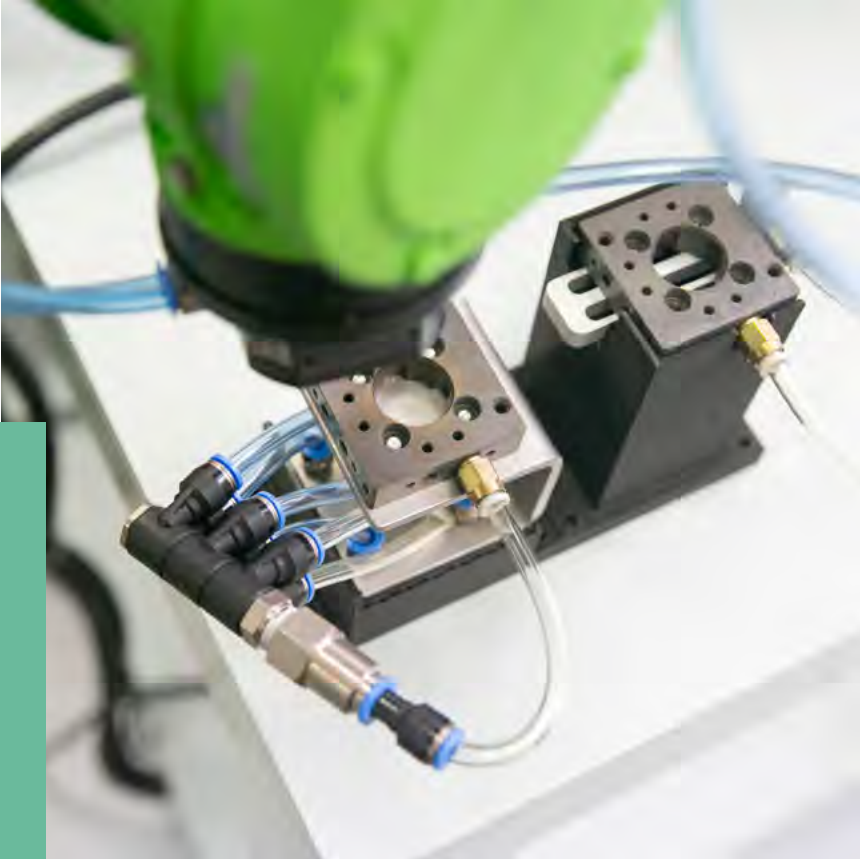
### OFEROWANE USŁUGI

- aplikacje zaawansowanych systemów diagnostyki on-line
- opracowanie specjalizowanych systemów diagnostyki urządzeń i systemów
- opracowanie układów sterowania tolerujących uszkodzenia
- analiza diagnostyczna urządzeń i systemów oraz projekty systemów diagnostycznych
- opracowanie samodiagnozowalnych, inteligentnych urządzeń mechatronicznych

### OSIĄGNIĘCIA

- Oryginalne metody diagnostyki procesów przemysłowych
- Systemy zaawansowanej diagnostyki procesów DIAG, AMandD, DIASTER
- Elektropneumatyczny ustawnik pozycyjny (PL 216610 B1)
- Interfejs sieci komunikacyjnej HART (Interface of HART communication network) (PL 224630 B1)
- Pozycjoner oraz sposób strojenia pozycjonera (P.432598)





# ZESPÓŁ ZAAWANSOWANEGO STEROWANIA SYSTEMÓW CYBER-FIZYCZNYCH

POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA

#ZAAWANSOWANE TECHNIKI STEROWANIA #STEROWANIE ODPORNE  
#SYSTEMY CYBER-FIZYCZNE #MODELOWANIE I SYMULACJA  
#PRZEMYSŁOWE UKŁADY ANALIZY DANYCH #ROBOTY WSPÓŁPRACUJĄCE  
#CYBERBEZPIECZEŃSTWO INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH #NAPĘDY HYBRYDOWE  
#ROZPROSZONA GENERACJA ENERGII #ZROBOTYZOWANA CHIRURGIA OKA

Zespół zaawansowanego sterowania systemów cyber-fizycznych funkcjonuje na Wydziale Mechatroniki PW i obejmuje specjalistów z Instytutu Automatyki i Robotyki oraz Instytutu Mikromechaniki i Fotoniki.

Zespół zajmuje się zaawansowanymi algorytmami sterowania układów cyber-fizycznych. Technologie leżące u podstaw systemów cyber-fizycznych obejmują: bezprzewodowe sieci czujników, protokoły komunikacyjne, rozproszone systemy sterowania i przetwarzanie w chmurze.

Przykładów obszarów zastosowań opracowywanych rozwiązań jest wiele, np. systemy motoryzacyjne, współpracujące systemy robotyczne, systemy robotyczne do zastosowań medycznych (chirurgia robotyczna), rozproszone wytwarzanie energii (np. turbiny wiatrowe), inteligentne domy, itp.

Zespół współpracuje z ośrodkami badawczymi za granicą, m.in. The University of Strathclyde oraz Leeds Beckett University (Wielka Brytania), University of Illinois at Urbana Champaign (USA) oraz Dalian University (Chińska Republika Ludowa).

Zespół prowadzi projekty badawcze, a także projekty wdrożeniowe dla przemysłu.

## KONTAKT

dr hab. inż. Andrzej Ordys, prof. uczelni  
andrzej.ordys@pw.edu.pl  
(+48) 22 234 84 03  
www.mchtr.pw.edu.pl

## INFRASTRUKTURA BADAWCZA

- oprogramowanie do projektowania układów sterowania
- oprogramowanie do sterowania układów zrobotyzowanych
- roboty przemysłowe do celów testowania/demonstracji
- sterowniki przemysłowe

## WYBRANE PROJEKTY

- Algorytmy, projektowanie i testy cyberbezpieczeństwa w instalacjach przemysłowych (POB CYBERiADa, Politechnika Warszawska, 2020–2021)
- CAE method for defining fuel savings associated with new technology of coasting (Kingston University London, Jaguar Land Rover, 2013–2013)
- Embedded Control and Estimation for High Precision Positioning Systems (Kingston University London, Department of Trade and Industry (UK), 2009–2012)

## OFEROWANE USŁUGI

- projektowanie zaawansowanych układów sterowania
- modelowanie i symulacja
- układy sterowania dla przemysłu petrochemicznego i chemicznego
- układy sterowania dla przemysłu motoryzacyjnego
- układy sterowania dla przemysłu energetycznego
- systemy zrobotyzowane





## LABORATORIUM ROBOTYKI POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA

#PRZETWARZANIE OBRAZÓW #ANALIZA DANYCH #UCZENIE MASZYNOWE  
#PLANOWANIE TRASY ROBOTA MOBILNEGO #GŁĘBOKIE SIECI NEURONOWE  
#BUDOWA MAPY NA PODSTAWIE DANYCH SENSORYCZNYCH #LOKALIZACJA

Laboratorium Robotyki działa przy Instytucie Automatyki i Robotyki na Wydziale Mechatroniki PW.

Podstawowym celem działania Zespołu jest budowa szeroko rozumianych systemów nawigacji robotów mobilnych przemieszczających się wewnątrz budynków i pojazdów autonomicznych. Tworzone są algorytmy planowania bezkolizyjnej trajektorii robota mobilnego, budowy map otoczenia, określenia położenia robota w przestrzeni.

Zespół ma doświadczenie w analizie danych sensorycznych: skanerów laserowych i ultradźwiękowych, kamer, radarów typu SAR. Zajmuje się także zagadnieniami związanymi z przetwarzaniem obrazów i zastosowaniem metod głębokiego uczenia.

### KONTAKT

dr hab. Barbara Siemiątkowska, prof. uczelni  
barbara.siemiatkowska@pw.edu.pl  
(+48) 22 234 84 71  
www.mchtr.pw.edu.pl

### INFRASTRUKTURA BADAWCZA

- 7 robotów mobilnych, w tym jeden przeznaczony do jazdy terenowej (robot Pioneer 3-AT)
- 5 robotów przemysłowych
- 5 zestawów mobilnych mikrokomputerów NVidia Jetson
- 12 kamer wizyjnych USB
- 4 skanery laserowe 2D firmy SICK (LIDARy)
- 8 kamer RGBD (w tym jedna oparta na technologii Time of Flight)
- system inercjalne XSense, enkodery inkrementalne i absolutne

### WYBRANE PROJEKTY

- Cyfrowa analiza obrazu w technice rolniczej. Opracowanie koncepcji, metod i algorytmów oraz ich implementacji w zastosowaniu do inteligentnego mechanizmu niszczącego chwasty w uprawach roślin (NCBR, 2014–2020)
- Nawigacja robota mobilnego uwzględniająca informację semantyczną (MNiSW, 2011–2014)

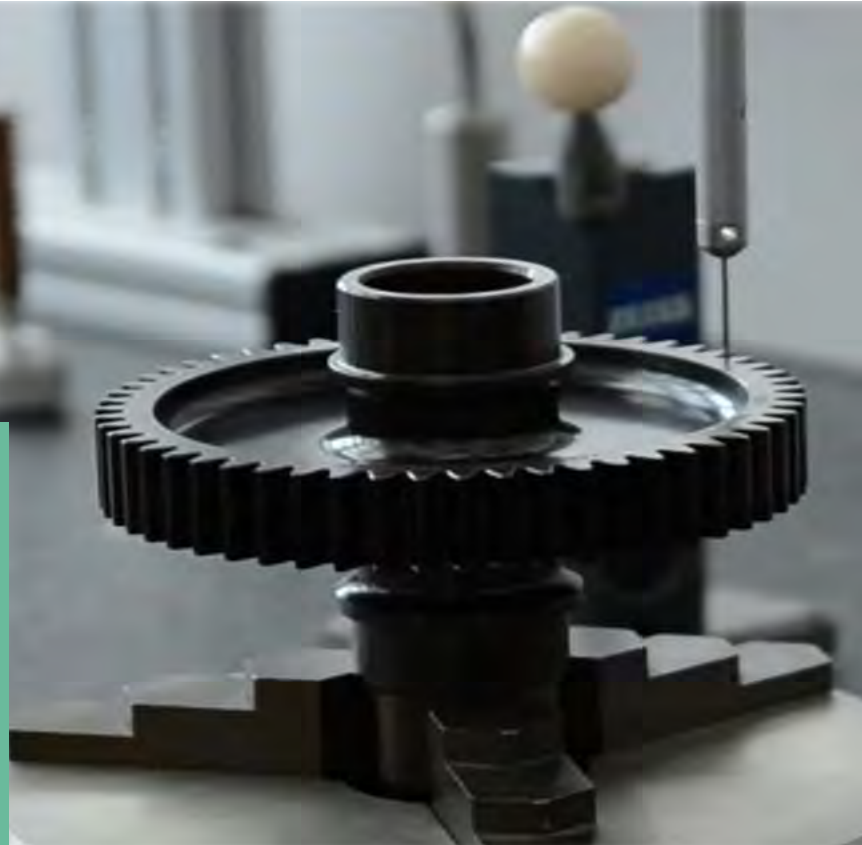
### OFEROWANE USŁUGI

- analizy i ekspertyzy w zakresie:
  - nawigacji robotów mobilnych do zastosowań wewnątrz budynków
  - nawigacji robotów mobilnych w terenie
  - systemów wizyjnych dla robotów mobilnych i przemysłowych
  - doboru sensorów robotów
  - algorytmów planowania ruchu i planowania zadań robotów
  - tworzenia oprogramowania dla robotów w systemie ROS (Robot Operating System) w wersjach ROS i ROS2





**INSTYTUT  
METROLOGII  
I INŻYNIERII  
BIOMEDYCZNEJ**



# LABORATORIUM ZAAWANSOWANYCH TECHNIK POMIARÓW GEOMETRYCZNYCH

POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

INŻYNIERIA MECHANICZNA

#TOMOGRAFIA KOMPUTEROWA #POMIARY MIKROODCHYLEŃ KĄTOWYCH  
#POMIARY WSPÓŁRZĘDNOŚCIOWE #POMIARY INTERFERENCYJNE  
#POMIARY MIKROGEOMETRII #POMIARY WIELKOGABARYTOWE #BADANIA  
NIENISZCZĄCE #POMIARY ODCHYLEK KSZTAŁTU #POMIARY CHROPOWATOŚCI  
#SZKOLENIA #POMIARY BEZSTYKOWE #POMIARY SKANINGOWE  
#POMIARY STRUKTURY WEWNĘTRZNEJ #ANALIZA POROWATOŚCI  
#ANALIZA GRUBOŚCI ŚCIANEK #MODELE CAD #INŻYNIERIA ODWROTNA

POWRÓT DO SPISU TREŚCI

18

Laboratorium Zaawansowanych Technik Pomiarów Geometrycznych mieści się na Wydziale Mechatroniki PW, w Instytucie Metrologii i Inżynierii Biomedycznej, Zakładzie Metrologii Współrzędnościowej.

Zespół świadczy usługi z zakresu pomiarów, analiz wyników, konsultacji kończących się również wdrożeniami w zakresie zaproponowanych metod wytwarzania elementów, a także ich kontroli w procesie produkcji. Oferuje również usługi konsultacyjne przy budowach systemów pomiarowych, usługi szkoleniowe z obsługi urządzeń pomiarowych oraz z analizy wyników pomiarów.

Zespół współpracuje z ponad 30 firmami i instytucjami naukowymi z Polski i zagranicy. W ramach pracy laboratorium realizowanych jest średnio 800 godzin komercyjnych specjalistycznych pomiarów i analiz rocznie.

Pracownicy laboratorium wykonywali usługi między innymi na rzecz: École Polytechnique de Montréal w Kanadzie, GUM, Instytutu Lotnictwa w Warszawie, Carl Zeiss, Centrum Badań Kosmicznych PAN, Wojskowego Instytutu Technicznego Uzbrojenia, Danfoss Sp. z o.o., GE Oil&Gas, Wydziału Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki ASP w Warszawie, Muzeum w Wilanowie, Nederman Manufacturing Poland Sp. z o.o., Femko sp. z o.o., General Electric Company Polska Sp. z o.o., Metro-Lab, SGGH w Warszawie, Solaris Optics S.A., TRUMPF Huettinger Sp. z o.o., Warsaw Numerical Control, ASTRONIKA Sp. z o.o., Cera-Tec Polska s.c., Graham Packaging Poland, Inspirit Denmark ApS, Instytutu Energetyki, LOT Aircraft Maintenance Services Sp. z o.o., Samsung R&D Institute Poland i wielu innych.

## KONTAKT

dr inż. Tomasz Kowaluk  
tomasz.kowaluk@pw.edu.pl  
(+48) 22 234 86 65  
www.pomiary.edu.pl

## INFRASTRUKTURA BADAWCZA

- tomograf komputerowy Zeiss METROTOM 800
- współrzędnościowa maszyna pomiarowa Zeiss ACCURA 7
- ramię pomiarowe Nikon MCAII wraz z głowicą triangulacyjną
- konturograf Mahr PCV
- profilometr stykowy Taylor Hobson Form Talysurf PGI 830
- profilometr bezstykowy, interferencyjny Taylor Hobson Talysurf CCI
- okrągłościomierz Taylor Hobson Talyrond 365
- optyczna maszyna pomiarowa SmartScope ZIP Lite 250
- tracker laserowy Leica AT901B
- interferometr Zeiss LMS 100
- interferometr Renishaw XL80

## WYBRANE PROJEKTY

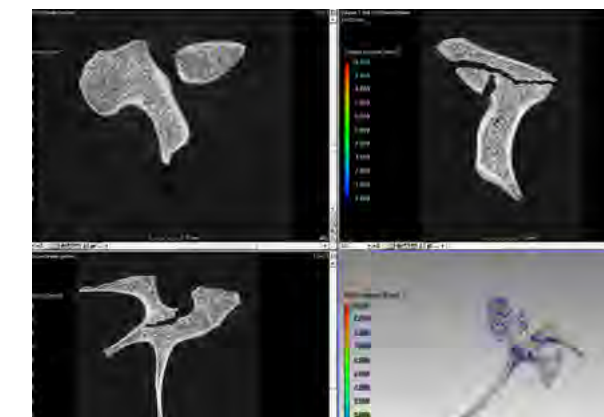
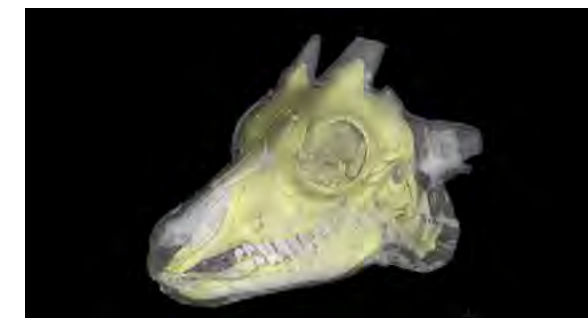
- Opracowanie i zastosowanie wysokiej dokładności metod pomiarowych do optymalizacji konstrukcji wag laboratoryjnych o ultra wysokiej rozdzielczości (NCBR, 2013–2016)
- Zastosowanie nowej ultra-precyzyjnej metody pomiarowej do budowy kompaktowego czujnika mikroodchyleń kątowych oraz systemu stabilizacji kierunku wiązki światła emitowanej przez laser (NCBR, 2015–2018)

## PATENTY

- Przyrząd do badania dokładności głowic pomiarowych stosowanych we współrzędnościowych maszynach pomiarowych oraz obrabiarkach CNC (PAT.222298)
- Sposób pomiaru odchyłek kątowych wiązki laserowej i interferometr do pomiaru odchyłek kątowych wiązki laserowej (PAT.219676)
- Interferometr do pomiaru przemieszczeń liniowych i kątowych (PL 213771)
- Sposób przetwarzania zmian strumienia świetlnego na dwa sygnały elektryczne do pomiaru przemieszczeń i układ do przetwarzania zmian strumienia świetlnego na dwa sygnały elektryczne do pomiaru przemieszczeń (PL 214612)

## OFEROWANE USŁUGI

- pomiary współrzędnościowe
- pomiary tomograficzne (analiza struktury wewnętrznej, analiza grubości ścian, analiza porowatości, analiza poprawności montażu)
- pomiary konturów
- pomiary obiektów wielkogabarytowych – do 80 metrów
- pomiary mikroodchyleń kątowych wiązki laserowej
- pomiary interferometryczne
- pomiary stykowe i bezstykowe chropowatości
- pomiary odchyłek kształtu
- inżynieria odwrotna – od pomiaru do wykonania parametrycznego modelu CAD



19



# ZESPÓŁ INFRASTRUKTURY DIAGNOSTYCZNO- -POMIAROWEJ RUROCIĄGÓW I INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH

POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

INŻYNIERIA MECHANICZNA

#WZORCOWANIE PRZEPŁYWOMIERZY #DIAGNOSTYKA RUROCIĄGÓW  
#INSTALACJE DO WZORCOWANIA PRZEPŁYWOMIERZY #OPRACOWANIE  
NOWYCH PRZEPŁYWOMIERZY #NUMERYCZNE MODELOWANIE PRZEPŁYWÓW  
#EKSPERTYZY ROZLICZENIA PALIW #SYSTEMY DETEKCJI NIESZCZELNOŚCI

Zespół funkcjonuje w strukturze Wydziału Mechatroniki PW, Instytutu Metrologii i Inżynierii Biomedycznej, Zakładu Sensorów i Systemów Pomiarowych.

Obszarem jego zainteresowań jest szeroko pojęta infrastruktura diagnostyczno-pomiarowa rurociągów i instalacji przemysłowych. Działania Zespołu skupiają się szczególnie na:

- wzorcowaniu przepływomierzy na stanowiskach będących w dyspozycji Laboratorium Przepływów,
- diagnostyce rurociągów, w szczególności systemów detekcji nieszczelności,
- instalacjach i stanowiskach do wzorcowania przepływomierzy,
- badaniach nad nowymi zasadami pomiaru przepływów,
- analizie niepewności i określaniu źródeł błędów systemów bilansowania i rozliczeń paliw ciekłych i gazowych,
- symulacjach numerycznych zjawisk przepływowych.

Prace realizowane są w formie projektów oraz ekspertyz, natomiast wzorcowanie przepływomierzy odbywa się wraz z wystawianiem świadectw wzorcowania. Dotychczasowymi klientami Zespołu byli m.in.: GAZ-SYSTEM S.A., PGNiG S.A., PERN oraz GASPOL. Grupa nawiązała również współpracę firmami takimi jak Aplisens czy Emerson.

## KONTAKT

dr inż. Maciej Szudarek  
maciej.szudarek@pw.edu.pl  
(+48) 22 234 83 12  
imiib.mchtr.pw.edu.pl/O-Instytucie/Zaklad-Senso-  
row-i-Systemow-Pomiarowych

## INFRASTRUKTURA BADAWCZA

- niskociśnieniowe stanowisko powietrzne do wzorcowania przepływomierzy, zakres strumienia objętości 5–6500 m<sup>3</sup>/h, niepewność 0,3 %
- stanowisko dzwonowe do wzorcowania przepływomierzy gazów, zakres strumienia objętości 0,01–65 m<sup>3</sup>/h, niepewność 0,25%
- wysokociśnieniowe stanowisko powietrzne do wzorcowania przepływomierzy, zakres ciśnień do 40 bar, zakres strumienia objętości sprowadzony do warunków normalnych 0,5–2000 m<sup>3</sup>/h, niepewność 0,4%
- stanowisko wodne do wzorcowania przepływomierzy, zakres strumienia objętości 0,1–60 m<sup>3</sup>/h, niepewność 0,05%

## WYBRANE PROJEKTY

- Weryfikacja nowej technologii pomiaru energii gazu skroplonego – faza I (PGNiG S.A., 2018–2020)
- Wykonanie usługi doradztwa technicznego i eksperckiego przy realizacji projektu pn. „System rozliczania i bilansowania przepływu ropy w systemie PERN” (PERN S.A., 2018)
- Wykonanie usługi doradztwa eksperckiego przy oszacowaniu maksymalnego błęd pomiarowego rozliczeń produktów (LPG) Terminala Małaszewicze (GASPOL S.A., 2017)
- Budowa laboratorium wzorcowania gazomierzy przy ciśnieniu roboczym na terenie TJE Hołowczyce – opracowanie koncepcji stanowiska (OGP Gaz-System S.A., 2009–2010)
- Opracowanie projektu stacji pomiarowej wysokiego ciśnienia na terminalu regazyfikacyjnym skroplonego gazu ziemnego dla Gazoportu w Świnoujściu (Polskie LNG, 2009)

## OFEROWANE USŁUGI

- wzorcowanie i badania przepływomierzy cieczy i gazów
- badania nad nowymi zasadami pomiaru przepływu, także dla trudnych i nietypowych mediów, np. krio
- ekspertyzy związane z opomiarowaniem systemów przesyłu paliw ciekłych i gazowych
- modelowanie numeryczne zjawisk przepływowych, także przepływów wielofazowych, zmiennych w czasie i dla zmiennej w czasie geometrii obiektu

## PATENTY I INNE OSIĄGNIĘCIA

- Nawalniania gazu ziemnego i zespół dozowania (PL 208201)
- Stanowisko do wzorcowania gazomierzy za pomocą gazu pod wysokim ciśnieniem (PL 216249)
- Stanowisko wzorcowania gazomierzy gazem pod ciśnieniem (PL 219657)
- Jeden z członków Zespołu posiada certyfikację techniczną firmy ANSYS z zakresu modelowania przepływów i analiz mechanicznych





# ZESPÓŁ ELEKTRONIKI DUKOWANEJ

## POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA;  
INŻYNIERIA MATERIAŁOWA; INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA

#ELEKTRONIKA DUKOWANA #ELEKTRONIKA ELASTYCZNA  
#ELEKTRONIKA PAPIEROWA #SENSORY BIOMEDYCZNE #TEKSTRONIKA  
#DRUKOWANE ŹRÓDŁA ŚWIATŁA #DRUKOWANE ANTENY #PRZETWORNIKI  
#POWŁOKI FUNKCJONALNE #NANOMATERIAŁY #NANORURKI WĘGLOWE  
#NANOPROSZKI METALI #GRAFEN #SITODRUK #MIKRODRUK

Zespół Elektroniki Drukowanej działa przy Zakładzie Mikro- i Nanotechnologii na Wydziale Mechatroniki PW oraz w Centrum Zaawansowanych Materiałów i Technologii CEZAMAT. Prowadzi interdyscyplinarne badania i prace wdrożeniowe związane z zastosowaniem technik drukarskich do wytwarzania elementów i układów elektronicznych związane zarówno z opracowywaniem nowatorskich materiałów i technik ich nanoszenia, jak i udoskonalania oraz tworzenia nowych produktów bazujących na opracowywanych technologiach.

W obszarze zainteresowań Zespołu znajdują się takie działania, jak:

- opracowywanie nowych materiałów (farb, past i atramentów) drukarskich przeznaczonych do wytwarzania warstw przewodzących, dielektrycznych lub funkcyjnych (np. zawierających enzymy) przeznaczonych do nanoszenia metodami druku – materiały często zawierają nanomateriały węglowe lub nanoproszki metali,
- budowa oraz modyfikacje urządzeń przeznaczonych do druku elementów oraz układów elektronicznych takich jak urządzenia do mikrodruku – dostosowywanie maszyn poligraficznych do druku elektroniki drukowanej,
- projektowanie i wdrażanie do produkcji kompletnych układów bazujących na technologii elektroniki drukowanej – transfer wyników badań ze skali laboratoryjnej do skali przemysłowej.

Dotychczas z usług Zespołu korzystały m.in. laboratoria badawcze oraz firmy opracowujące innowacyjne produkty. Zespół zaproszony został również do sieci 11 europejskich laboratoriów elektroniki drukowanej, we współpracy z którymi realizuje projekt EMERGE w ramach programu Horyzont 2020.

### KONTAKT

prof. dr hab. inż. Małgorzata Jakubowska  
malgorzata.jakubowska@pw.edu.pl  
(+48) 22 234 81 39  
www.mchtr.pw.edu.pl

### INFRASTRUKTURA BADAWCZA

- linia technologiczna do wytwarzania farb, past i atramentów drukarskich m.in. mieszadła, homogenizatory ultradźwiękowe, wirówki, trójwałcarki
- linia technologiczna do produkcji serii pilotażowych układów elektronicznych w technologii elektroniki drukowanej składająca się z sitodrukarek, drukarki aerozolowej, drukarki strumieniowej, robota do powlekania natryskowego oraz urządzeń do utwardzania warstw m.in. urządzeń konwekcyjnych, pieców próżniowych, pieców promiennikowych, suszarek UV
- zespół urządzeń do charakteryzacji materiałów: farb, past i atramentów (m.in. reometry) oraz warstw (m.in. mikroskopy optyczne, profilometry, skaningowe mikroskopy elektronowe)
- urządzenia do badań niezawodności materiałów m.in. komora klimatyczna, komora do szoków termicznych oraz maszyna wytrzymałościowa

### PATENTY I INNE OSIĄGNIĘCIA

- Sonda pomiarowa do nasierdziowego monitorowania EKG oraz system pomiarowy do nasierdziowego monitorowania EKG zawierający taką sondę (P.433596)
- Rezystancyjny czujnik do wykrywania i usuwania wilgoci (PAT.231484)
- Czujnik pH do pomiaru metodą potencjometryczną oraz sposób wytwarzania elektrody wskaźnikowej i sposób wytwarzania elektrody odniesienia (P.430147)
- Application of carbon nanomaterials for the manufacture of intelligent wood products (P.427380, [WIPO ST 10/C PL427380])
- Method for producing layers of graphene (P.400739, PAT.224415)
- Multifunctional wood coatings (P.46639GB)
- Electromagnetic radiation absorbing panel (PL 223793)

### OFEROWANE USŁUGI

- opracowywanie materiałów drukarskich na bazie nanomateriałów lub innych cząstek funkcjonalnych, zaprojektowanych pod konkretne maszyny i zastosowania
- opracowywanie lub udoskonalanie produktów bazujących na technologii elektroniki drukowanej oraz wdrażanie ich w środowisku przemysłowym partnera
- opracowywanie konkretnych kompozycji materiałów dostosowanych do zastosowań i technik druku stosowanych przez partnera
- projektowanie i wdrażanie kompletnych układów bazujących na drukowanych komponentach elektronicznych i biomedycznych

### WYBRANE PROJEKTY

- Metody i Sposoby Ochrony i Obrony przed Impulsami HPM – Absorbery promieniowania elektromagnetycznego – projekt realizowany na rzecz obronności i bezpieczeństwa państwa (NCBR, 2016–2021)
- Opracowanie technologii wytwarzania materiałów funkcjonalnych do zastosowań w bezkrzemowych ogniwach fotowoltaicznych (NCBR, TECHMATSTRATEG II, 2019–2022)
- Funkcjonalna SSL w innowacyjnej autorskiej technologii Masterpress S.A – otrzymanie etykiety termokurczliwej z elementami drukowanej elektroniki (NCBR, Szybka Ścieżka, 2019–2021)
- Opracowanie kompozycji metaliczno-polimerowych oraz technologii wytwarzania na ich bazie włókien warstwowych o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych i filtracyjnych dla produktów sanitarnych lub ochrony medycznej (NCBR, Szybka ścieżka – Koronawirusy, 2020–2022)
- Funkcjonalne materiały kompozytowe do drukowalnych sensorów do telerehabilitacji – Eukines (NCBR, TECHMATSTRATEG III, 2021–2023)



# ZESPÓŁ INŻYNIERII BIOMEDYCZNEJ

## POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA

#INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA #OBRAZOWANIE MEDYCZNE #BIOMECHANIKA  
#ANALIZA RUCHU #OCHRONA RADIOLOGICZNA #DATA SCIENCE  
#PRZETWARZANIE OBRAZÓW (IMAGE PROCESSING) #FANTOMY  
#ANALIZY SZEREGÓW CZASOWYCH (TIME SERIES MODELING)  
#ANALIZA PRZYCZYNOWOŚCI (CAUSALITY ANALYSIS)  
#INTELIĞENTNE PRZETWARZANIE BIOSYGNALÓW #ULTRASONOGRAFIA  
#ECHOKARDIOGRAFIA #MODELE FIZYCZNE LEWEJ KOMORY SERCA

Zespół Inżynierii Biomedycznej działa na Wydziale Mechatroniki PW, w Instytucie Metrologii i Inżynierii Biomedycznej, przy Zakładzie Inżynierii Biomedycznej oraz Zakładzie Elektroniki Medycznej i Przemysłowej.

Zespół posiada szerokie kompetencje w zakresie: konstrukcyjno-projektowym, opracowywania algorytmów akwizycji i przetwarzania danych, ochrony radiologicznej. Pozwala to na zindywidualizowane podejście do każdego problemu badawczego/wdrożeniowego w sposób całościowy i interdyscyplinarny.

W obszarze zainteresowań Zespołu znajdują się m.in.: ochrona radiologiczna (narażenie pacjenta i personelu medycznego), konstrukcja detektorów promieniowania jonizacyjnego, konstrukcja fantomów dedykowanych do prac badawczych, modelowanie transportu promieniowania z wykorzystaniem kodów MCNP oraz FLUKA, rozwiązania sprzętowe do pomiaru aktywności układu oddechowego i krążenia, rozwiązania telemedyczne dla sportowców, zastosowanie sztucznej inteligencji do analizy sygnałów biomedycznych, rozwój osobistej, elektronicznej aparatury biomedycznej, metody obrazowania odczłupień w echokardiografii (Speckle Tracking Echocardiography) i przetwarzania danych echokardiograficznych, modelowanie numeryczne odczłupiania fantomów i tworzenie syntetycznych danych echokardiograficznych, elastografia i pokrewne, zastosowanie metod dopplerowskich, wykorzystanie sygnałów elektroneurograficznych do sterowania ruchem oraz zastosowanie metod przetwarzania obrazów w analizie ruchu, np. kolarstwie.

### KONTAKT

dr hab. inż. Piotr Tulik  
piotr.tulik@pw.edu.pl  
(+48) 22 234 86 44  
www.mchtr.pw.edu.pl

### INFRASTRUKTURA BADAWCZA

- aparat rentgenowski z torem wizyjnym
- otwarty ultrasonograf Ultrasonix SonixTouch Research wraz z modułem SonixDAQ i zestawem głowic
- modele fizyczne serca, w różnych wariantach, wraz ze stanowiskami umożliwiającymi ich odczłupianie
- urządzenia umożliwiające wytwarzanie modeli fizycznych i fantomów tkankowych
- modelowe stanowisko do ultrasonograficznej, obiektywnej oceny właściwości mechanicznych i funkcjonalnych mięśni szkieletowych
- otwarty system dopplerowski wraz z sondami
- system ADInstruments Powerlab 16/35 + Octal BioAmp + Exercise Physiology System + Human NIBP Nano System
- stymulatory
- elektromiograf
- liczne sensory z zakresu robotyki mobilnej: kamery cyfrowe, termowizyjne, skanery laserowe Sick, kamery 3D typu Kinect
- pneumonitory
- bieżnia
- cykloergometr

### WYBRANE PROJEKTY

- Opinia o „Zapewnieniu zgodności wielkości piksela w macierzy pomiarowej detektora (obrazu) do wielkości piksela na ekranie monitora w stosunku 1:1 dla detektorów o kształcie heksagonalnym” (FUJIFILM Europe GmbH Sp. z o.o., 2018)
- Podstawy metrologiczne terapii z wykorzystaniem promieniowania jonizującego (MEiN, program Polska Metrologia, 2022–2024)

### OFEROWANE USŁUGI

- badania z wykorzystaniem medycznego aparatu RTG
- konstrukcja specjalistycznych modeli fizycznych oraz fantomów do prac badawczych
- studia wykonalności i projektowanie badań pilotażowych
- opracowanie rozwiązań diagnostycznych wykorzystujących sztuczną inteligencję
- zestawianie biomedycznych stanowisk pomiarowych
- tworzenie syntetycznych danych ultrasonograficznych i echokardiograficznych opartych o modele numeryczne narządów
- badania z zakresu sensorów taktylnych i miękkiej robotyki
- zastosowanie sygnałów elektromiograficznych i elektroneurograficznych do konstrukcji interfejsu człowiek-maszyna
- opracowanie i implementacja algorytmów śledzenia ruchu wykorzystujących urządzenia niskobudżetowe
- inżynieria odwrotna – od pomiaru do wykonania parametrycznego modelu CAD

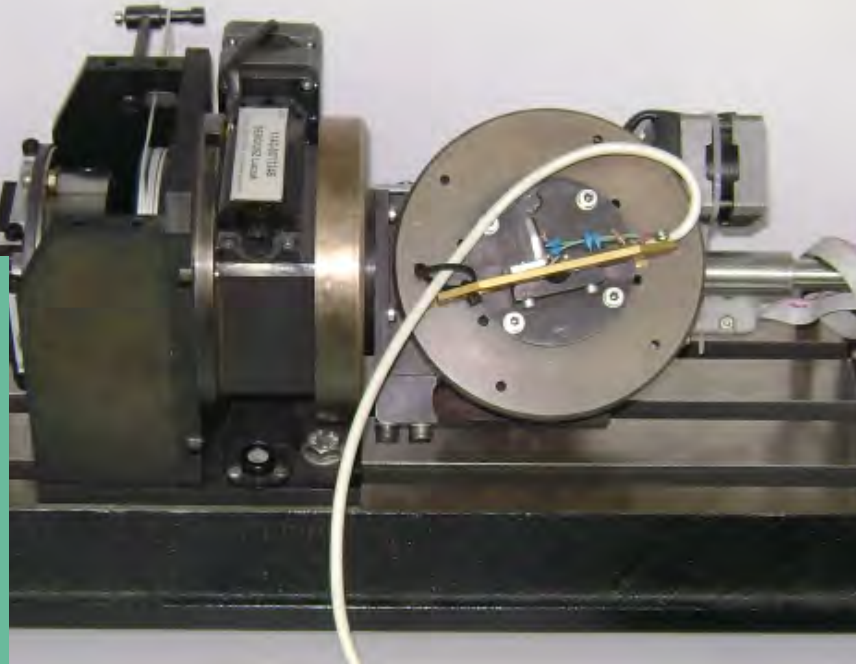
### PATENTY I OPRACOWANE ROZWIĄZANIA

- Urządzenie do obiektywnej oceny właściwości mechanicznych i funkcjonalnych mięśni szkieletowych (Zgłoszenie patentowe A1 430692)
- Detektory promieniowania jonizującego (GUM)
- Napełnialny fantom do modelowania warunków klinicznych w scyntygrafii kośca (NIO-PIB Oddział w Krakowie)
- Pneumonitory
- Czynny, mechaniczny model lewej komory serca do badań echokardiograficznych



**INSTYTUT  
MIKROMECHANIKI  
I FOTONIKI**





# ZESPÓŁ MIKROMECHANIKI I MIKROTRYBOLOGII

POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

INŻYNIERIA MECHANICZNA

#TRYBOLOGIA #MIKROTRYBOLOGIA #MIKROSYSTEMY #MECHANIKA  
PRECYZYJNA

Zespół działa na Wydziale Mechatroniki PW i posiada doświadczenie zarówno w realizacji projektów naukowo-badawczych (krajowych oraz europejskich), jak i prac wdrożeniowych i zleconych. Doświadczenie Zespołu skupia się wokół prac nad konstrukcją mechaniczną drobnych urządzeń z dodatkowym naciskiem na mikrotechnologię oraz aspekty trybologiczne. Mają one na celu dostarczanie innowacyjnych rozwiązań wspierających branżę MEMS, mikromechaniczną oraz kosmiczną. Przykładowe prace Zespołu dotyczą:

- opracowania nowego rodzaju łożyskowań o większej trwałości,
- doboru powłok ochronnych oraz ich analizy własności,
- opracowania konstrukcji mikrosystemów specjalistycznych,
- specjalistycznych zastosowań akcelerometrów MEMS.

Partnerami Zespołu są takie instytucje, jak: Instytut Podstawowych Problemów Techniki (IPPT PAN), Uniwersytet Alcalá de Henares, National Institute for Research and Development in Microtechnologies (IMT Bucharest), Faculty of Mechanical Engineering (TU Brno) oraz Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Elektronicznej (ITE).

## KONTAKT

dr inż. Marcin Michałowski  
marcin.michalowski@pw.edu.pl  
(+48) 22 234 86 02  
www.mchtr.pw.edu.pl

## INFRASTRUKTURA BADAWCZA

- clean-room
- mikroskop sił atomowych
- nanoindenter
- stanowiska pomiarowe do wyznaczania trwałości oraz oporów łożyskowania
- stanowiska pomiarowe do wyznaczania zwilżalności materiałów
- stanowiska badawcze do czujników odchylenia od pionu (w tym akcelerometrów)

## WYBRANE PROJEKTY

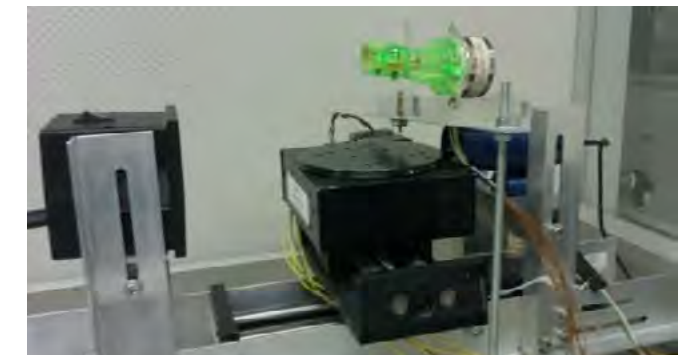
- Ultra-efficient wireless Powered micro-robotic joint for health applications (UE, Horyzont 2020, UWIPOM2, 2019–obecnie)
- Creating and disseminating novel nanomechanical characterisation techniques and standards (UE, 7 Program Ramowy, Nanoindent, 2008–2011)
- Development of wear resistant coatings based on complex metallic alloys for functional applications (UE, 7 Program Ramowy, AppliCMA, 2008–2011)
- 3-Scale modelling for robust-design of vibrating micro sensors (UE, 7 Program Ramowy, 3SMVIB, 2012–2016)
- Grafenowe pokrycia specjalnych kół zębatach i łożysk ślizgowych (NCBR, Graphtrib, 2012–2015)
- ROLOKOS, specjalistyczne hybrydowe łożyska toczne do zastosowań w przemyśle kosmicznym (NCBR, PBS, 2012–2015)

## PATENTY I INNE OSIĄGNIĘCIA

- Łożysko toczne (PL 216098)
- Łożysko toczne (P-423481)
- Rolling bearing (PCT/PL 2018/000067)
- Rolling bearing (US 11009073 B2)

## OFEROWANE USŁUGI

- pomiary mikroskopowe: analiza topografii, parametrów mechanicznych (twardość, sprężystość), parametrów trybologicznych (współczynniki tarcia, zużycie)
- pomiary parametrów łożyskowań – trwałość, opory ruchu
- opracowanie oraz dobór łożyskowań do specjalistycznych zastosowań
- opracowanie oraz dobór akcelerometrów do specjalistycznych zastosowań





## ZESPÓŁ OPTYCZNYCH POMIARÓW POWIERZCHNI 3D/4D

POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

INŻYNIERIA MECHANICZNA;  
INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA

#OBRAZOWANIE 3D #METROLOGIA OPTYCZNA

#POMIAR GEOMETRII OBIEKTÓW W RUCHU #POMIAR GEOMETRII CZŁOWIEKA

#AUTOMATYZACJA SKANOWANIA 3D #PRZETWARZANIE CHMUR PUNKTÓW

#WYZNACZANIE STRUKTUR ANATOMICZNYCH

Zespół optycznych pomiarów powierzchni 3D/4D działa w Zakładzie Techniki Rzeczywistości Wirtualnej Instytutu Mikromechaniki i Fotoniki na Wydziale Mechatroniki PW. Prowadzi interdyscyplinarne badania i prace wdrożeniowe związane z technikami rzeczywistości wirtualnej i wzbogaconej, szczególnie w obszarze obrazowania 3D/4D.

Zagadnieniami szczególnie interesującymi Zespół są:

- budowa systemów obrazowania 3D/4D z analizą danych oraz prezentacją wyników dla użytkownika końcowego,
- badania w obszarze metod i algorytmów do przetwarzania oraz rozpoznawania obiektów/zdarzeń w scenach 3D/4D,
- algorytmy i metody wizualizacji/interakcji z użytkownikiem 2D/3D/haptyczne.

Zespół posiada kompetencje zarówno w obszarze konstrukcyjno-projektowym, jak i w zakresie opracowania algorytmów przetwarzania danych. Pozwala to zapewnić zindywidualizowane podejście do każdego problemu badawczego/wdrożeniowego.

Z usług Zespołu skorzystały dotychczas takie organizacje i firmy, jak: Telewizja Polska S.A., Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie, Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Policji czy Warszawski Uniwersytet Medyczny.

### KONTAKT

prof. dr hab. inż. Robert Sitnik  
robert.sitnik@pw.edu.pl  
(+48) 22 234 82 83  
www.mchtr.pw.edu.pl

### INFRASTRUKTURA BADAWCZA

- czterokierunkowy skaner 3D dokonujący pomiarów geometrii ciała człowieka z częstotliwością 120 Hz z wykorzystaniem techniki z oświetleniem strukturalnym
- zautomatyzowane stanowisko do skanowania 3D obiektów o nieznanej geometrii
- specjalistyczne, autorskie oprogramowanie do kalibracji geometrycznej i pomiarów 3D w zastosowaniach skanowania 3D
- specjalistyczne, autorskie oprogramowanie FRAMES do przetwarzania chmur punktów z pomiarów z łatwą możliwością konfiguracji i rozbudowy o nowe funkcjonalności

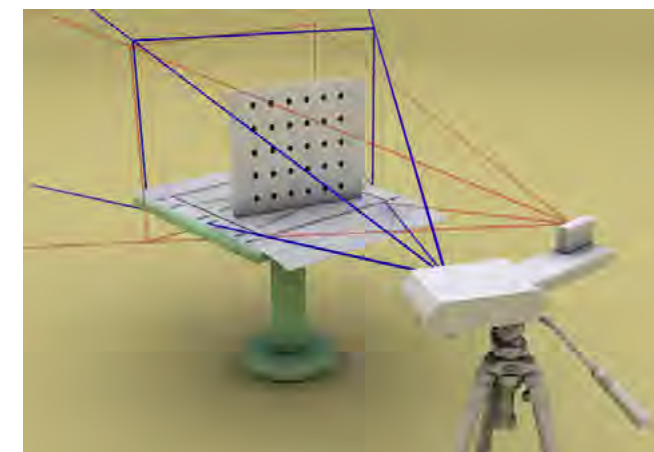
### WYBRANE PROJEKTY

- System obrazowania 4D ciała człowieka w ruchu – OGX|4DBODY (NCBR PBS 3, 2015–2018) – opracowanie modelu systemu do skanowania człowieka w ruchu; dodatkowo opracowanie algorytmów do wspomagania diagnostyki w zakresie monitorowania postępów terapii ruchowej; aktualnie realizowane wdrożenie w firmie STARS IMPRESARIAT FILMOWY S.A.
- Improving Safety and predictability of complex musculo-skeletal surgery using a patient-specific navigation system – TLEMsafe (UE, 7 Program Ramowy, ICT, 2009–2014) – opracowanie systemu pomiarowego 4D jako alternatywy do pomiarów fotogrametrycznych realizowanych komercyjnym systemem Vicon; opracowanie automatycznych algorytmów detekcji struktur anatomicznych widzianych na powierzchni ciała pacjenta; opracowanie dedykowanego systemu o nazwie SPE3D pozwalającego chirurgowi na inspekcję modelu pacjenta i zaplanowanie interwencji chirurgicznej w technice rzeczywistości wirtualnej
- Rekonstrukcja przebiegu zdarzenia na podstawie wyglądu śladów krwawych (NCBR, BiO, 2012–2017) – opracowanie systemu i metody rekonstrukcji przebiegu zdarzenia na podstawie dokumentacji i analizy śladów krwawych w kontekście dokumentacji 3D, w celu usprawnienia działań dowodowych i wykrywczych organów prowadzących postępowania przygotowawcze

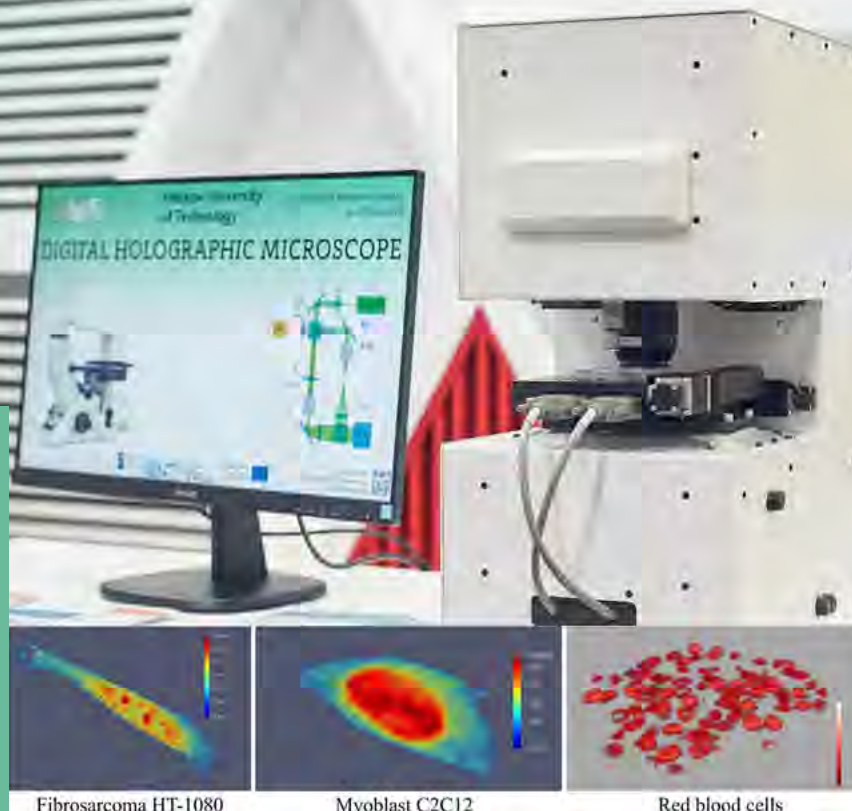
- Badania antropometryczne funkcjonariuszy służb podległych Ministrowi Spraw Wewnętrznych (NCBR, BiO, 2014–2018) – budowa mobilnego systemu pomiarowego do skanowania 3D sylwetki człowieka oraz jej wymiarowania do celów odzieżowych

### OFEROWANE USŁUGI

- rozpoznawanie, identyfikacja i detekcja różnego typu obiektów (uszkodzeń, zanieczyszczeń, konkretnych elementów) z zastosowaniem optycznych technik pomiarowych 2D/3D/4D
- budowa systemów obrazowania/skanowania 3D/4D z analizą danych oraz prezentacją wyników dla użytkownika końcowego – dostosowanych do potrzeb w konkretnym zastosowaniu/biznesie
- opracowanie i implementacja systemów/aplikacji realizujących przetwarzanie danych 3D/4D oraz interfejs człowiek-komputer







Fibrosarcoma HT-1080      Myoblast C2C12      Red blood cells

## ZESPÓŁ MIKROSKOPII I TOMOGRAFII HOLOGRAFICZNEJ POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA;  
INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA

#OPTYCZNE METODY POMIAROWE #ILOŚCIOWE OBRAZOWANIE FAZOWE  
#MIKROSKOPIA HOLOGRAFICZNA #TOMOGRAFIA HOLOGRAFICZNA  
#BADANIA KOMÓREK I TKANEK #CYFROWA HISTOPATOLOGIA FAZOWA  
#ROZKŁAD SUCHEJ MASY #3D ROZKŁAD WSPÓŁCZYNNIKA ZAŁAMANIA

Zespół działa w Instytucie Mikromechaniki Fotoniki na Wydziale Mechatroniki PW. Zajmuje się budową mikroskopów i tomografów optycznych bazujących na holografii cyfrowej oraz ich zastosowaniem do ilościowego trójwymiarowego obrazowania mikrostruktur technicznych i biologicznych.

Obecnie Zespół dysponuje wieloma autorskimi urządzeniami pomiarowymi (demonstratorami technologii na poziomie TRL 7), przewyższającymi swoimi parametrami tomografy dostępne komercyjnie na rynku oraz zweryfikowanymi pod względem metrologicznym. Urządzenia te znajdują zastosowanie w badaniach i kontroli trójwymiarowego rozkładu współczynnika załamania w mikroobjektach fotonicznych (światłowody, mikrosoczewki i in.) oraz pomiarach rozkładu gęstości suchej masy i monitorowaniu ich zmian w komórkach biologicznych i tkankach. Badania mogą być prowadzone długofalowo z inkubacją komórek do 72 godzin w poszerzonym obszarze pomiarowym (stitching).

Zespół posiada duże doświadczenie w aplikowaniu i realizacji projektów badawczych (NCN (Maestro), NCBR, H2020, FNP (Team, Team-Tech) i zleceń dla firm (w ramach ACTPHAST4.0, PhotonHub Europe). Na bieżąco gotów jest współpracować lub świadczyć usługi pomiarowe w zakresie zastosowań technicznych i biomedycznych.

Ponadto Zespół jest zainteresowany nawiązaniem współpracy z nowymi partnerami do komercjalizacji opracowanych rozwiązań.

### KONTAKT

prof. dr hab. inż. Małgorzata Kujawińska,  
dr inż. Arkadiusz Kuś  
malgorzata.kujawinska@pw.edu.pl,  
arkadiusz.kus@pw.edu.pl  
(+48) 22 234 84 89, (+48) 22 234 83 96  
www.biophase.pl

### INFRASTRUKTURA BADAWCZA

- cyfrowy mikroskop holograficzny zintegrowany z mikroskopem światła białego i fluorescencyjnym
- tomograf holograficzny do badań próbek technicznych
- tomograf holograficzny do badań statycznych lub wolnozmiennych mikroobjektów biologicznych
- tomograf holograficzny do badań szybkozmiennych mikroobjektów i procesów biologicznych
- unikalne oprogramowanie do tomograficznej rekonstrukcji 3D rozkładu współczynnika załamania

### WYBRANE PROJEKTY

- 3DPhase: Phase microscopy and tomography – new approach to 3D measurements of biological and technological structures (UE, FNP, Team, 2012–2016)
- Platforma holograficznej mikroskopii fazowej (FNP, Impuls, 2015–2016)
- Nowa metoda wyznaczania trójwymiarowego rozkładu współczynnika załamania z projekcji obiektu zarejestrowanych w silnie ograniczonym zakresie kątowym (NCN, PRELUDIUM, 2016–2017)
- NeuroPhase: Metody ilościowego (3D/4D) obrazowania fazy w neuronauce na poziomie komórkowych (NCBR, Bilateralny Program Polsko-Tajwański, 2018–2022)
- BiOpTo: tomograficzny mikroskop fazowy do zastosowań w biomedycynie (UE, FNP, Team-Tech, 2018–2022)
- REVEAL: Mikroskopia neuronowa do badania i kontroli zachowania komórek (UE, Horyzont 2020, 2021–2024)

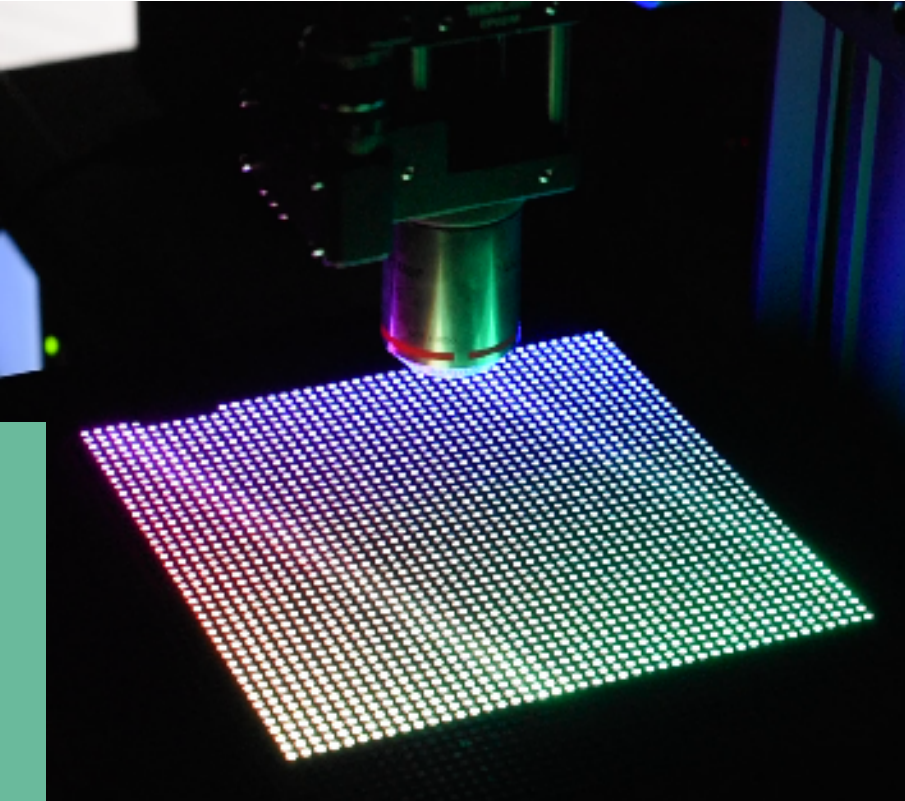
### OFEROWANE USŁUGI

- badania technicznych mikroobjektów fazowych, w szczególności wyznaczanie trójwymiarowego rozkładu współczynnika załamania w światłowodach, falowodach i innych mikroobjektach fonicznych
- badania biologicznych mikroobjektów (komórek, hodowli komórkowych i tkanek) w trybie statycznym, time-laps i dynamicznym, w szczególności wyznaczania i monitorowania zmian w rozkładzie współczynnika załamania (i gęstości suchej masy)
- budowa mikroskopów holograficznych i tomograficznych dedykowanych do zastosowań medycznych i technicznych
- projektowanie i wytwarzanie obiektów kalibracyjnych dla mikroskopii i tomografii fazowej

### PATENTY I INNE OSIĄGNIĘCIA

- Wzorec rozkładu współczynnika załamania (P.4299994)
- Refractive index distribution standard (PCT/IB2020/054772)
- Złoty medal na targach iENA 2018 International Trade Fair -Ideas-Inventions-New Products- Nuremberg za wynalazek Holographic optical tomography system for biological applications
- 2021 SPIE Denis Gabor Award za osiągnięcia w obszarze optyki dyfrakcyjnej





## GRUPA ILOŚCIOWEGO OBRAZOWANIA OBLICZENIOWEGO (GIOO) POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA;  
INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA

#MIKROSKOPIA OPTYCZNA #METROLOGIA OPTYCZNA  
#OBRAZOWANIE OBLICZENIOWE #OBRAZOWANIE BIOMEDYCZNE  
#OBRAZOWANIE KOMÓREK BIOLOGICZNYCH #DEEP LEARNING  
#MIKROSKOPIA INTERFERENCYJNA #ANALIZA OBRAZÓW PRĄŻKOWYCH  
#ADAPTACYJNA ANALIZA DANYCH #MACHINE LEARNING

Zespół Ilościowej Mikroskopii Obliczeniowej prowadzi badania w Zakładzie Inżynierii Fotonicznej Instytutu Mikromechaniki i Fotoniki na Wydziale Mechatroniki PW.

W obszarze jego zainteresowań znajdują się m.in.:

- bez-znacznikowe ilościowe obrazowanie preparatów biologicznych,
- pomiary parametrów komórek,
- wysokorozdzielcze obrazowanie w dużym polu widzenia,
- pomiary struktur półprzewodnikowych
- badania z zakresu przetwarzania i analizy obrazów (danych z optycznych układów pomiarowych, tj. mikroskopów, interferometrów etc.), w szczególności obrazów prążkowych,
- badania i pomiary półprzewodnikowych struktur krzemowych (statyczne i dynamiczne).

Zespół współpracuje z Instytutem Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej PAN w zakresie badania komórek macierzystych i komórek nerwowych. Bada również potencjalne procesy dostarczania leków do komórek.

Ponadto Zespół realizował lub realizuje wspólne przedsięwzięcia z uczelniami, w tym: Uniwersytet w Walencji, The Arctic University of Norway, Nanjing University of Science and Technology, University of Technology Sydney, Kaunas Technical University oraz z firmami, w tym: Italray (Włochy), Difrotec (Estonia) czy Chishine 3D (Chiny).

### KONTAKT

dr inż. Maciej Trusiak  
maciej.trusiak@pw.edu.pl  
(+48) 22 234 85 08  
www.zif.mchtr.pw.edu.pl,  
www.mchtr.pw.edu.pl

Z usług Zespołu korzystali dotychczas zarówno klienci zainteresowani bezkontaktowymi pomiarami struktur półprzewodnikowych (nanometryczne pomiary wysokości), jak i laboratoria biologiczne zainteresowane beznacznikowym i ilościowym obrazowaniem komórek biologicznych.

### INFRASTRUKTURA BADAWCZA

- mikroskop interferencyjny wspólnej drogi
- fourierowski mikroskop ptychograficzny
- bezsoczewkowy mikroskop Gabora
- specjalistyczne oprogramowanie do analizy danych interferencyjnych i holograficznych

### WYBRANE PROJEKTY

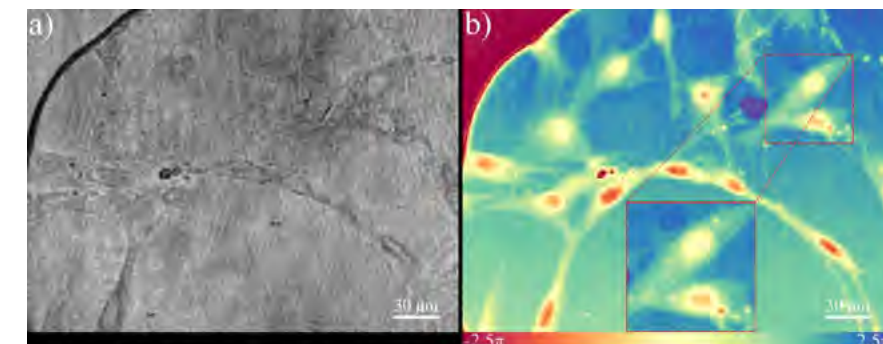
- [PHAICELL] Koherentna mikroskopia z ilościowym kontrastem fazowym: powrót do podstaw i zaproponowanie nowej techniki numerycznej rekonstrukcji z zastosowaniem do zaawansowanego obrazowania biomedycznego bez znaczników (NCN, OPUS 19, 2021–2025)
- Numerycznie zaawansowana demodulacja fazy i amplitudy na potrzeby interferencyjnej mikroskopii optycznej z elementami tomografii (NCN, OPUS 13, 2018–2021)
- Rozwój metody transformacji Hilberta-Huanga na potrzeby metrologii optycznej (NCN, PRELUDIUM, 2015–2017)

### OFEROWANE USŁUGI

- przetwarzanie i analiza obrazów (np. interferencyjnych, holograficznych)
- ilościowe obrazowanie komórek biologicznych bez konieczności barwienia
- zwiększenie rozdzielczości mikroskopu świetlnego przez zastosowanie ptychografii
- nanometryczne pomiary struktur półprzewodnikowych
- nieinwazyjne śledzenie i analiza dynamicznych obiektów w dużej objętości pomiarowej (np. żywych komórek lub mikrocząsteczek w zawiesinie) z wykorzystaniem bezsoczewkowego mikroskopu Gabora
- obrazowanie 3D przezroczystych próbek biomedycznych (np. komórek nerwowych i macierzystych) i technicznych metodą wykorzystującą interferencję w układzie wspólnej drogi
- analiza danych mikroskopowych z wykorzystaniem algorytmów sztucznej inteligencji: uczenia maszynowego (ang. machine learning) i uczenia głębokiego (ang. deep learning)

### INNE OSIĄGNIĘCIA

- Brązowy medal na targach iENA 2018 w Norymberdze za wynalazek „Metoda obliczeniowa wspomagająca polowe optyczne techniki pomiarowe”





## Katalog zespołów badawczych Politechniki Warszawskiej.

### Oferta B+R Wydziału Mechatroniki PW

#### Projekt graficzny i skład:

Klaudyna Nowińska, Gabriela Hołdanowicz, Paweł Huras, dr Aleksandra Wycisk  
Dział Badań i Analiz Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii PW

#### Koordynacja:

dr Katarzyna Modrzejewska (Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii PW)

#### ISBN:

978-83-964993-1-8

#### DOI:

10.32062/20211109

Wydanie 1

Warszawa, 2021



ISBN: 978-83-964993-1-8



Politechnika  
Warszawska