



---

**POLITECHNIKA POZNAŃSKA**

---



***Politechnika Poznańska***  
***- badania, projekty i dydaktyka w obszarze***  
***inżynierii biomedycznej***



***Politechnika Poznańska***  
***- badania, projekty i dydaktyka w obszarze***  
***inżynierii biomedycznej***

Najciekawsza tematyka - wydziały PP



***Politechnika Poznańska***  
***- badania, projekty i dydaktyka w obszarze***  
***inżynierii biomedycznej***

Współpraca z innymi uczelniami:

- Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
- Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu
- ...
- Akademia Wychowania Fizycznego im. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu – osobne posiedzenie Sekcji  
współpracę z PP przedstawi pani prof. M. Ogurkowska



WYDZIAŁ  
AUTOMATYKI,  
ROBOTYKI I  
ELEKTROTECHNIKI



# Projekty realizowane przez Instytut Automatyki i Robotyki

([iar.put.poznan.pl](http://iar.put.poznan.pl))

1. Kompaktowy, przenośny system rehabilitacyjny dla stawu kolanowego
2. Otos-Robotics – zrobotyzowany system do wspomagania operacji otolaryngologicznych
3. Symulator ECMO
4. Zastosowanie systemu OptiTrack do analizy ruchu kończyny dolnej

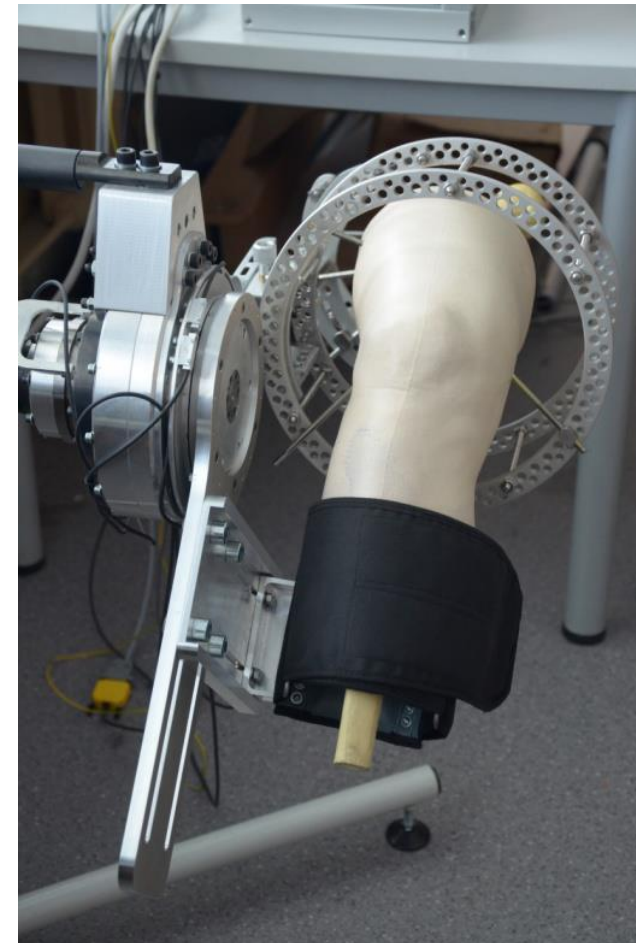
# Kompaktowy, przenośny system rehabilitacyjny dla stawu kolanowego

Cel projektu - opracowanie i wykonanie prototypu Kompaktowego Przenośnego Systemu Rehabilitacyjnego dla stawu kolanowego (KPSR)

Zaproponowany system ma być wykorzystywany przez dzieci u których prowadzone jest wydłużanie kości udowej z zastosowaniem aparatu Ilizarowa

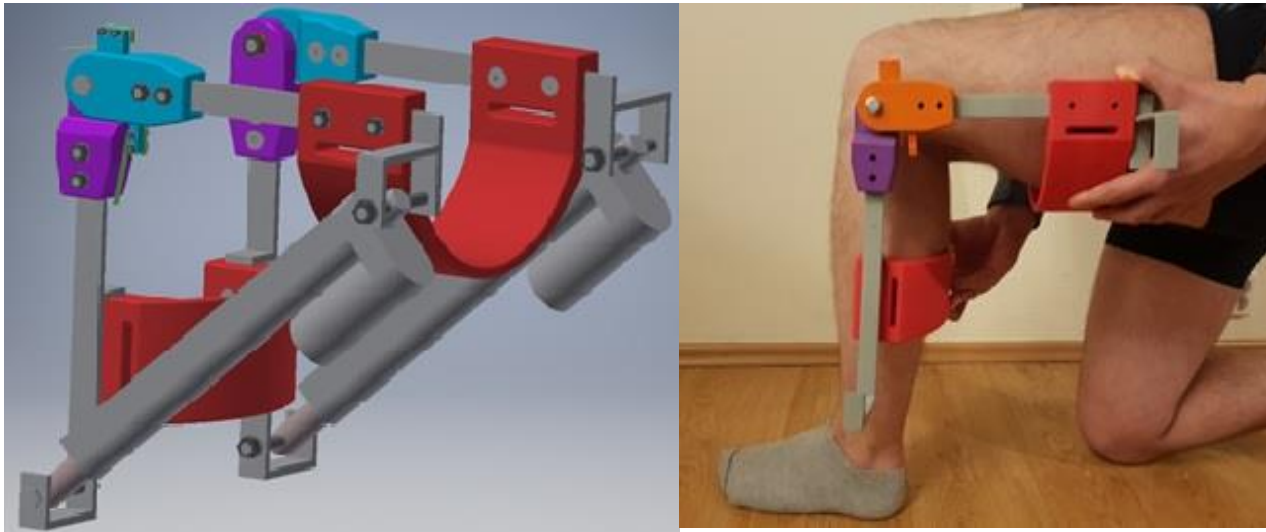
Projekt był finansowany z NCBiR w latach: 2010 – 2013 (NR130-0028-10, Kier.: Dr inż. Piotr Sauer)

**Współpraca** z zespołem lekarskim pod kierunkiem prof. M. Józwiaka (Katedra i Klinika Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu)



# Kompaktowy, przenośny system rehabilitacyjny dla stawu kolanowego

**Rozwój i modyfikacja** konstrukcji manipulatora rehabilitacyjnego stawu kolanowego w celu uzyskania mobilnej konstrukcji



1. P. Sauer, M. Drązkowska, P. Koczewski, T. Boruszak, W. Koczewski, Projekt konstrukcji manipulatora rehabilitacyjnego uwzględniającego ruch osi obrotu stawu kolanowego, *Medical Robotics Reports*, Vol. 3, 2014, s. 32-38 (ISSN 2299-7407).
2. B. Krysiak, J. Majchrzak, D. Pazderski, P. Sauer, Manipulative robot for knee rehabilitation of patients with Ilizarov apparatus mounted on the thigh, *Medical Robotics Reports*, Vol. 3, 2014, s. 13-18 (ISSN 2299-7407).
3. Sauer P., Koczewski P., Krysiak B., Pazderski D., Majchrzak J., Shadi M., Koncepcja kompaktowego, przenośnego systemu rehabilitacyjnego dla stawu kolanowego, XVII Sympozjum Naukowo-Szkoleniowe Polskiego Towarzystwa Rehabilitacji, Neurorehabilitacja, czerwiec 2015, Poznań.





# Otos-Robotic – zrobotyzowany system do wspomagania operacji otolaryngologicznych

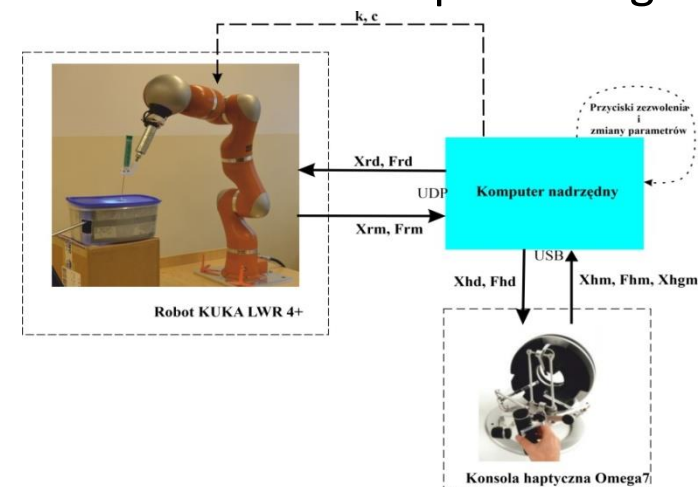
**Cel projektu:** opracowanie prototypu zrobotyzowanego systemu do wspomagania chirurga w trakcie usuwania usznopochodnego ropnia mózgu

Projekt realizowany przy **współpracy** z zespołem z **Kliniki Otolaryngologii i Onkologii Laryngologicznej UM w Poznaniu**

1. P. Sauer, Ł. Borucki, V. Peczyński, M. Michalski, W. Szyfter, K. Kozłowski, D. Budzyński, R. Madoński, D. Mrówczyński, Zastosowanie konsoli haptycznej do sterowania robotem medycznym, *Medical Robots Reports*, vol. 2, 2013, s.26-34 (ISSN 2299-7407).
2. P. Sauer, T. Krzykowski, Algorytmy sterowania admitancyjnego i impedancyjnego w robotach medycznych, *Medical Robots Reports*



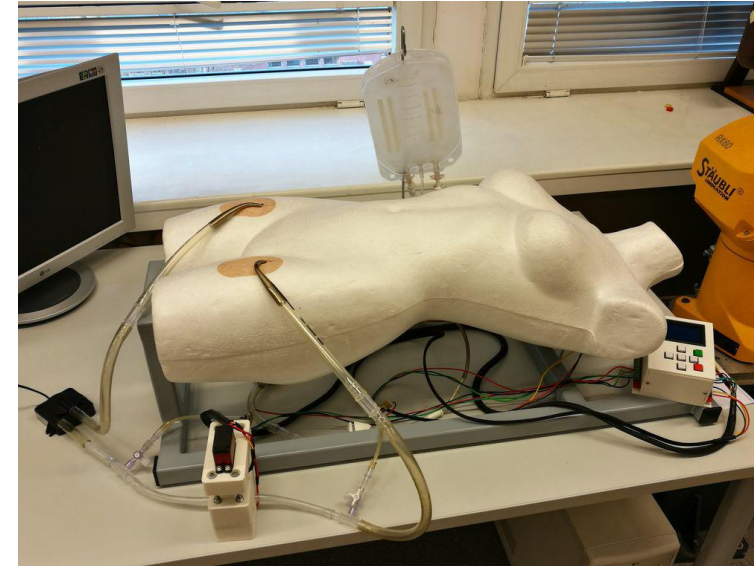
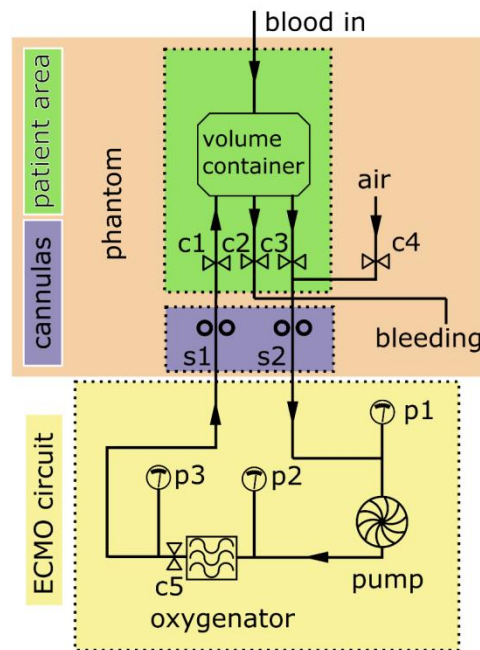
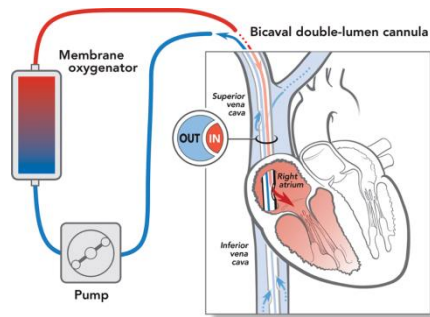
W ramach prac projektowych uruchomiono system z robotem KUKA LWR, który umożliwił przeprowadzenie wkłucia igły punkcyjnej w ropień i stabilizował igłę w trakcie usuwania ropnia mózgowego



# Symulator ECMO

**Cel projektu:** opracowanie automatycznego symulatora pozaustrojowego natleniania krwi za pomocą membranowego wymiennika tlenowego.

**Współpraca** z dr hab. Wojciechem Mrówczyńskim kardiochirurgiem z **Kliniki Kardiologii Dziecięcej UM w Poznaniu**



1. P. Sauer, T. Krzykowski, J. Kaczmarek, S. Grunt, P. Ładziński, W. Mrówczyński, **Moduł wykonawczy symulatora ECMO – prototyp wstępny**, *Medical Robotics Reports*, 2017
2. Piotr Sauer, Paweł Szulczyński, Szymon Domżański, Damian Augustyniak, Wojciech Mrówczyński, **Układ sterowania symulatora ECMO**; Academic Journals Poznan University of Technology; 102/2020 Str: 33-44, DOI 10.21008/j.1897-0737.2020.102.0003



# Współpraca interdyscyplinarna pomiędzy Uniwersytetem Medycznym a Politechniką Poznańską

## Klinika Chorób Oczu Uniwersytetu Medycznego

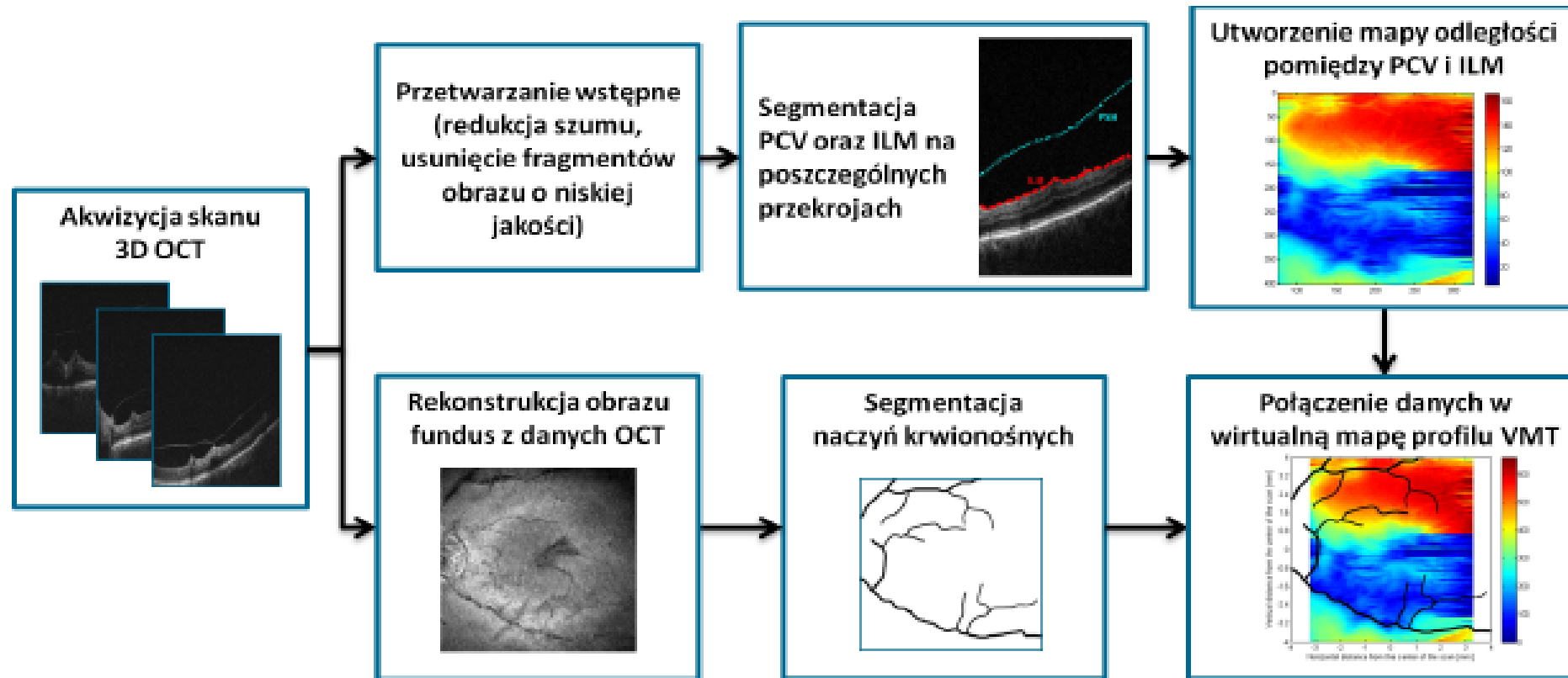
- akwizycja obrazów OCT
- opis diagnostyczny obrazów
- sprecyzowanie wymagań wizualizacji
- testy oprogramowania
- obserwacja długoterminowa VMA i VMT

## Zakład Układów Elektronicznych i Przetwarzania Sygnałów (ZUEPS) Politechnika Poznańska

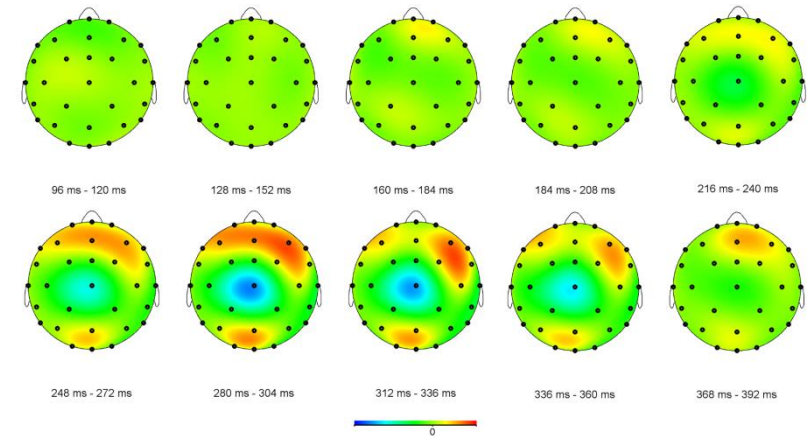
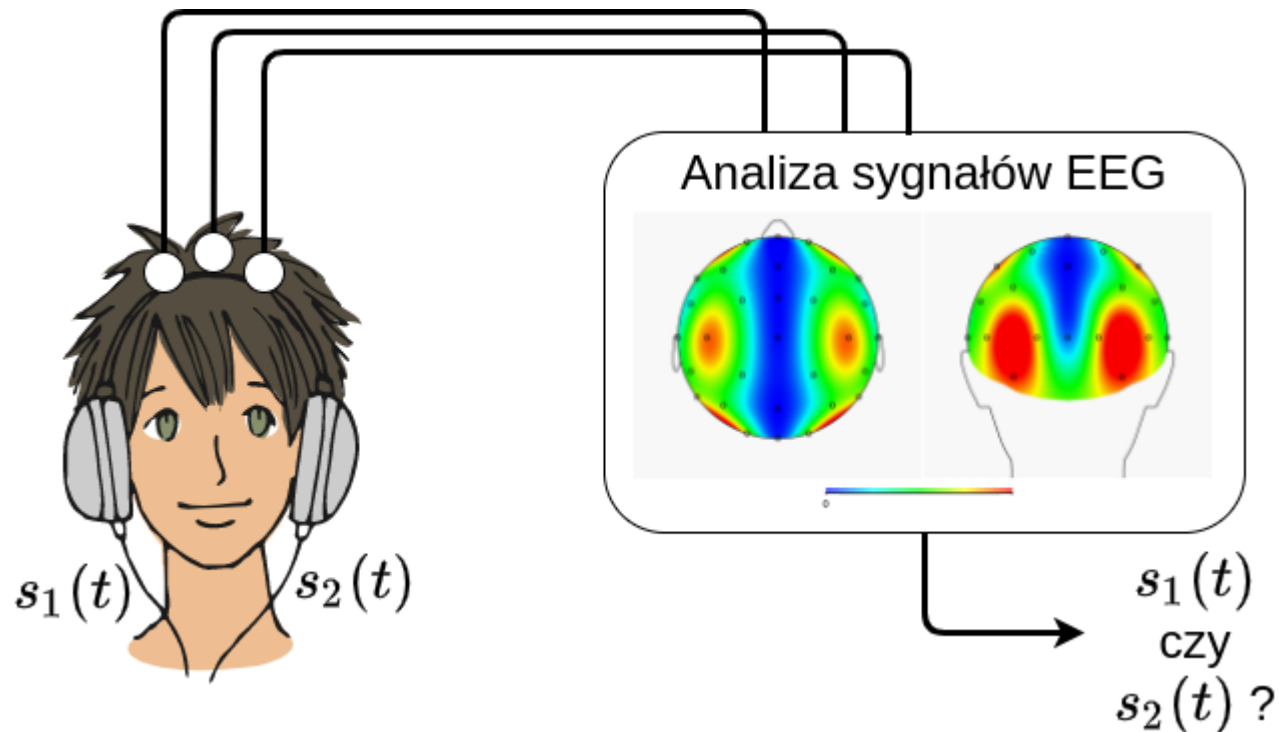
- Przygotowanie oprogramowania dla obrazów OCT:
- poprawa jakości obrazu
  - automatyczna segmentacja obrazu
  - techniki uczenia maszynowego (ML)
  - biometria
  - detekcja zmian



## Propozycje nowych technik obrazowania



## Wykrywanie uwagi słuchowej (auditory attention detection) przy użyciu sygnałów EEG



Drgas, Szymon, Magdalena Blaszk, and Anna Przekoracka-Krawczyk. "The Combination of Neural Tracking and Alpha Power Lateralization for Auditory Attention Detection." *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 64.9 (2021): 3603-3616.



- **Diagnostyka sygnału elektromiograficznego EMG.**
  - np.: Krawiecki Z. et al., Short-term Effects of Kinesio Taping® on Electromyographic Characteristics of Paraspinal Muscles, Pain and Disability in Patients with Lumbar Disc Herniation, *Journal of Sport Rehabilitation*, vol. 28, no. 5, pp. 402-412, 2019 [IF = 1.650, 70 pkt]
- **Badanie wpływu infradźwięków i drgań o niskiej częstotliwości na człowieka.**
  - współpraca w ramach prowadzonych badań z Wojewódzką Stacją Pogotowia Ratunkowego w Poznaniu i Uniwersytetem Medycznym im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu.
  - udział Zbigniewa Krawieckiego (jako promotor pomocniczy) w przewodzie doktorskim mgra M. Zielińskiego „Poziom ekspozycji na hałas infradźwiękowy wśród Zespołów Ratownictwa Medycznego” na Uniwersytecie Medycznym w Poznaniu .
- **Badanie widzenia przez człowieka migotania światła wywołanego wahaniami napięcia.**
  - np.: Otomański P., Wiczyński G., Zając B., Flicker Vision of Selected Light Sources, *Measurement Science Review*, vol. 17, no. 5, pp. 232-240, 2017 [IF = 1.345, 25 pkt]
- **Diagnostyka sygnału elektroencefalograficznego EEG, w tym wzrokowych potencjałów wywołanych VEP.**
  - np.: Hulewicz A., The objective method of the evaluation of the visual acuity, *International Journal of Electronics and Telecommunications*, vol. 65, no. 1, pp. 39-44, 2019 [70 pkt]



- **Przetwarzanie sygnałów biologicznych i akustycznych:**
  - Ekstrakcja cech z rzeczywistych sygnałów PPG/EKG (z licznymi artefaktami – m.in. artefaktami ruchowymi) – np. ekstrakcja składowej oddechowej.
  - Filtracja adaptacyjna sygnałów biologicznych i akustycznych (mowy).
  - Badania ukierunkowane na wykorzystanie algorytmów uczenia maszynowego w analizie sygnałów biologicznych i wspomaganiu decyzji dotyczącej ratowania życia.
  - np.: Kuwałek P., Burlaga B., Jęśko W., Konieczka P., Research on methods for detecting respiratory rate from photoplethysmographic signal, *Biomedical Signal Processing and Control*, vol. 66, art. no. 102483, 2021 [IF = 3.880, 140 pkt]
  - np.: projekt e-Pionier I z NCBiR pt. “System monitorowania funkcji życiowych” rozwiązujący problem gospodarczy pt. “Nieefektywny monitoring osób zatrzymanych”, termin realizacji: 2019-2020.



- **Budowa i badania aparatury do pozyskiwania sygnału fotopletyzmograficznego PPG i pomiarów pulsoksymetrycznych**
- Budowa unikatowych rozwiązań systemów pomiarowych optoelektronicznych czujników pomiarowych,
- Prokop D., „Wykorzystanie wieloczujnikowego systemu pomiarowego do badania przebiegów fali tętna”, rozprawa doktorska, Politechnika Poznańska, 2017.
- Badania gotowych czujników i aparatury medycznej ze względu na: niedokładność pomiaru, podatność na zakłócenia oraz niezawodność.
- Opracowania metod kondycjonowania sygnałów biooptycznych w analogowych i cyfrowych torach jego przetwarzania.





# WYDZIAŁ INŻYNIERII LĄDOWEJ I TRANSPORTU





WYDZIAŁ INŻYNIERII  
MATERIAŁOWEJ I  
FIZYKI TECHNICZNEJ

Materiały do potencjalnych zastosowań w medycynie

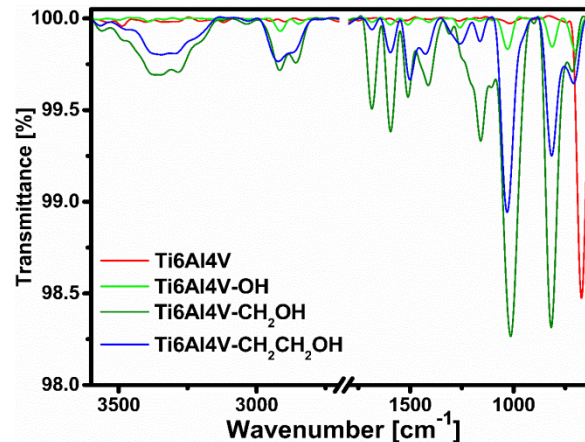
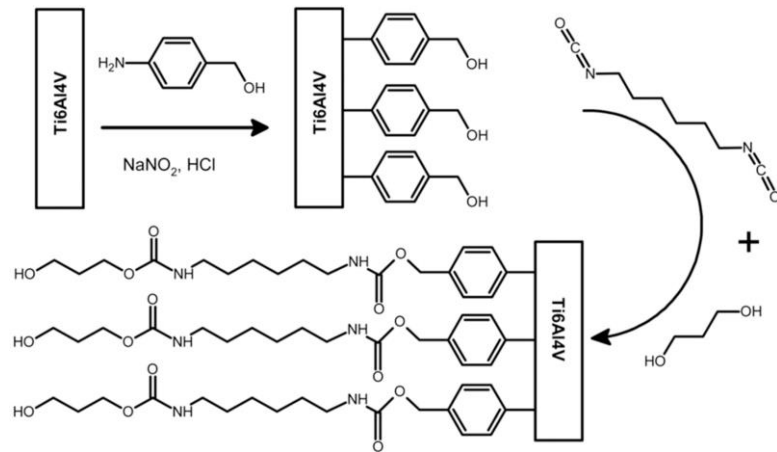
# Endoproteza kości: modyfikacja stopu tytanu Ti6Al4V

Utworzenie dwuwarstwy (warstwy organicznej z soli diazoniowej i warstwy poliuretanowej), która poprawiła właściwości mechaniczne stopu, w tym odporność na ścieranie tego materiału.

Zmodyfikowany stop posiada dziesięciokrotnie niższy współczynnik tarcia w porównaniu do czystego stopu. Tak niska wartość współczynnika nie została dotychczas opisana w literaturze.

Wyniki są pierwszym krokiem do uzyskania endoprotez o bardzo wysokiej odporności na ścieranie.

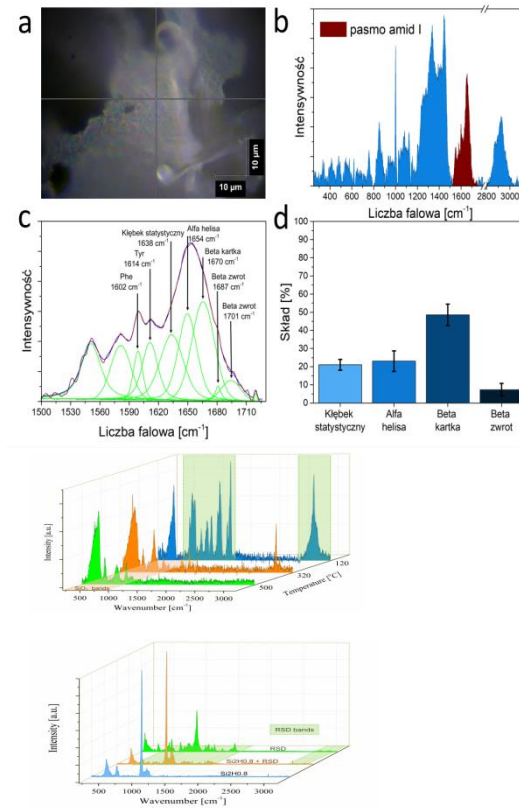
Spektroskopia Ramana potwierdziła utworzenie warstw na stopie, pozwoliła określić ich jednorodność oraz odporność m.in. na roztwór symulujący płyn ustrojowy.



## Materiały do potencjalnych zastosowań w medycynie

# Leki antynowotworowe i antygrzybiczne np. płyn celomatyczny dżdżownicy

# Leki antyresorpcyjne kości - bisfosfoniany



Wyizolowano przeciwgrzybiczą (grzyb *Candida albicans*) i przeciwnowotworową (rak płuc) frakcję z płynu celomatyczny dżdżownicy *Dendrobaena veneta* oraz z ekstraktu z nasion z rośliny *Sida hermaphrodita*. Określono na podstawie widm Ramana strukturę drugorzędową białek ww. materiałów oraz trwałość materiału m.in. na podwyższoną temperaturę.

Uzyskano kilka nowych związków (bisfosfonianów) o lepszych właściwościach przeciwresorpcyjnych kości niż powszechnie stosowane w leczeniu (np. rizedronian sodu). Spektroskopia Ramana potwierdziła m.in. sorpcję ww. materiałów na materiale symulującym tkankę kostną.

M. Zielińska, E. Chmielewska, T. Buchwald, A. Voelkel, P. Kafarski, *Journal of Pharmaceutical Analysis* (2021), DOI: 10.1016/j.jpha.2020.07.011.

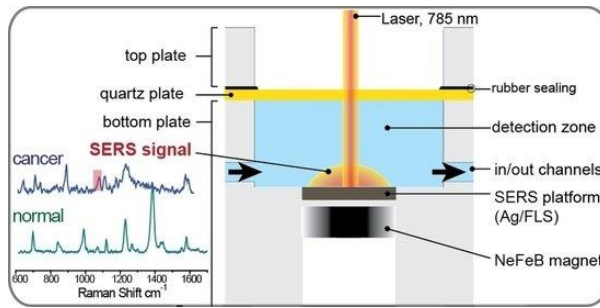
M. J. Fiołka, S. Mieszawska, P. Czaplewska, A. Szymańska, K. Stępnik, W. Sofińska-Chmiel, T. Buchwald, K. Lewtak, *Scientific Reports*, 10, 16352 (2020).

M. J. Fiołka, P. Czaplewska, K. Macur, T. Buchwald, J. Kutkowska, R. Paduch, Z. Kaczyński, J. Wydrych, T. Urbanik-Sypniewska, *PLoS One* 14(3), e0212869 (2019).

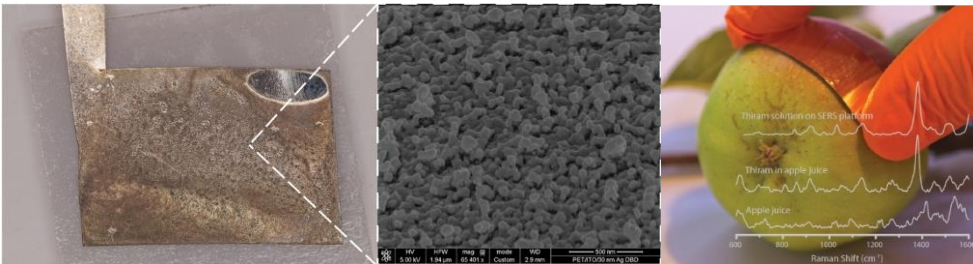
M. Zielińska, T. Buchwald, M. Maranda, A. Voelkel, *Journal of Raman spectroscopy* 50(11): 1722-1730 (2019).

K. Lewtak, M. J. Fiołka, P. Czaplewska, K. Macur, Z. Kaczyński, T. Buchwald, E. Szczuka, J. Rzymowska, *Scientific Reports* 9, 12233 (2019).

## Materiały do potencjalnych zastosowań w medycynie



# Analiza bezmarkerowa komórek rakowych w krwi przy użyciu powierzchniowo-wzmocnionej spektroskopii Ramana SERS



A.B. Nowicka, M. Czaplicka, T. Szyborski, A. Kamińska, Combined negative dielectrophoresis with a flexible SERS platform as a novel strategy for rapid detection and identification of bacteria, *Anal Bioanal Chem* 413, 2007–2020 (2021).

A.A.Kowalska, A.B. Nowicka, T. Szyborski, P. Piecyk and A.Kamińska; SERS-based sensor for direct L-selectin level determination in plasma samples as alternative method of tumor detection, *Journal of Biophotonics*, 2020, e202000318.

M. Czaplicka, K. Niciński, A.B. Nowicka, T. Szyborski, I. Chmielewska, J. Trzcńska-Danielewicz, A. Girstun and A. Kamińska, Effect of Varying Expression of EpCAM on the Efficiency of CTCs Detection by SERS-Based Immunomagnetic Optofluidic Device, *Cancer*, 2020, 12(11), 3315.

A.B. Nowicka, M. Czaplicka, AA. Kowalska, T. Szyborski, A. Kamińska; Flexible PET/ITO/Ag SERS Platform for Label-Free Detection of Pesticides; *Biosensors* 2019, 9 (3), 11.

## Struktura i dynamika układów biomimetycznych

Określenie struktury i dynamiki układów, w szczególności biomimetycznych błon komórkowych.

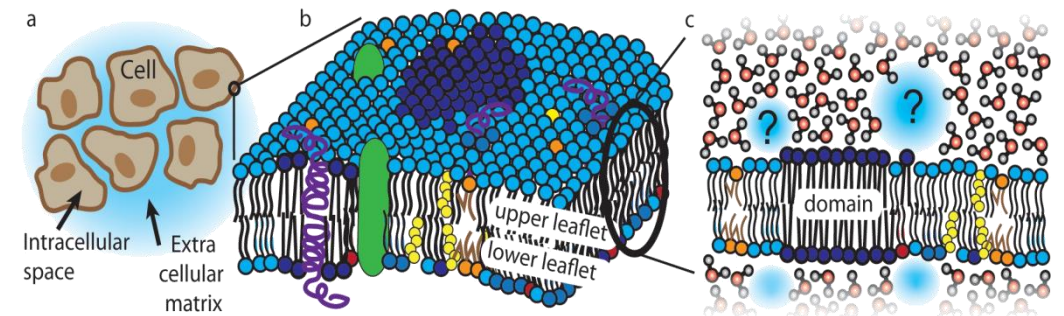
1. Obrazowanie i oszacowanie niejednorodności nawodnienia błon komórkowych oraz jej wpływu na tzw. efekt niedopasowania hydrofobowego.

Pozwoli to na zrozumienie jaką rolę pełni bezpośrednio nawodnienie powierzchni błon komórkowych w organizacji błon i ich funkcjach biologicznych. **[First Team]**

2. Określenie roli jaką pełni woda w procesach dynamicznych zachodzących w obrębie błony komórkowej. **[EMBO]**

3. Procesy formowania się agregatów i kryształów sterolowych w sztucznych błonach komórkowych i warunków zewnętrznych wpływających na ich tworzenie. **[OPUS]**

4. Opracowanie oraz optymalizacja metod obrazowania układów biomimetycznych bez wykorzystania znaczników fluorescencyjnych. **[Diamentowy Grant]**



Lateral organization of biomimetic cell membranes in varying pH conditions.

Emilia Krok et al. *Journal of Molecular Liquids*, 345, 117907 (2021)

Hydration Layer of Only a Few Molecules Controls Lipid Mobility in Biomimetic Membranes.

Madhurima Chattopadhyay et al. *Journal of the American Chemical Society*, 143, 36, 14551–14562 (2021)

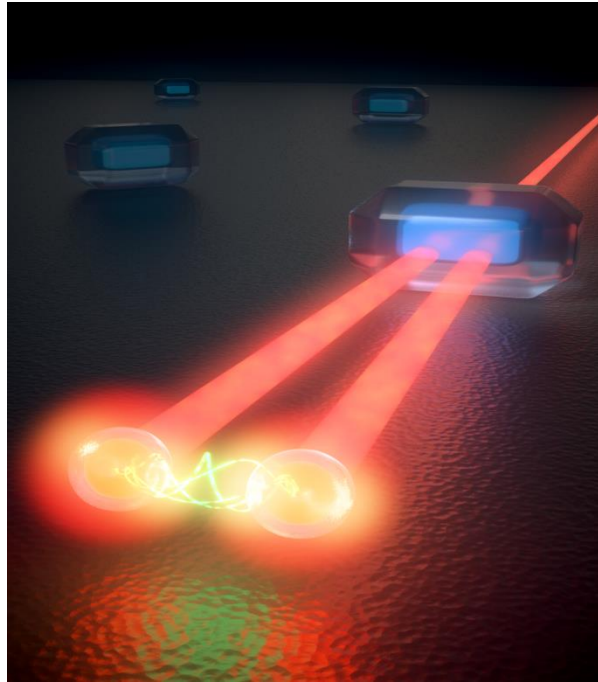
Sensing Hydration of Biomimetic Cell Membranes.

Madhurima Chattopadhyay et al. *Biosensors*, 11, 241 (2021)



## Mikroskopia emisji wymuszonej

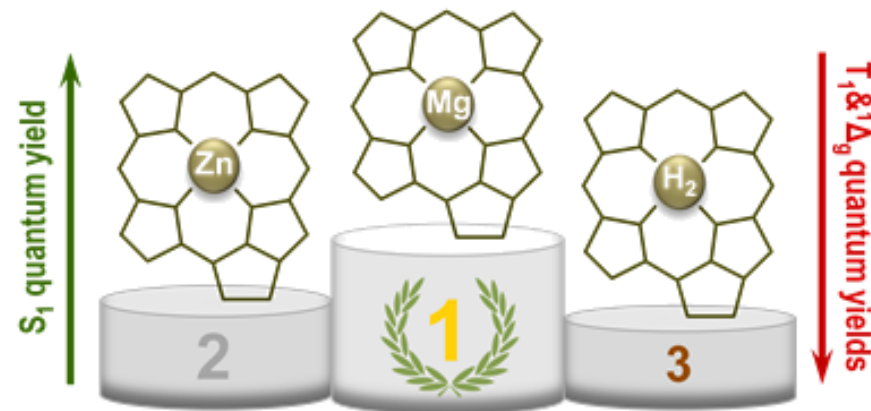
- opracowanie innowacyjnej metody badawczej polegającej na wykorzystaniu zjawiska emisji wymuszonej do obrazowania oraz badania fizycznych i chemicznych właściwości pojedynczych nano-objektów



Ł. Piatkowski, N. Accanto, G. Calbris, S. Christodoulou, I. Moreels, N.F. van Hulst,  
*Ultrafast stimulated emission microscopy of single nanocrystals,*  
*Science* 366, 2019, 1240-1243, **IF 41,845**



Wyjaśnienie dlaczego *chlorofil* stał się najbardziej rozpowszechnionym pigmentem fotosyntetycznym na Ziemi oraz odkrycie najbardziej fundamentalnych, wewnętrznych mechanizmów fotoprotekcyjnych, funkcjonujących na różnych poziomach elektronowych, ukształtowanych w toku ewolucji.



M. Kotkowiak, A. Dudkowiak, L. Fiedor,

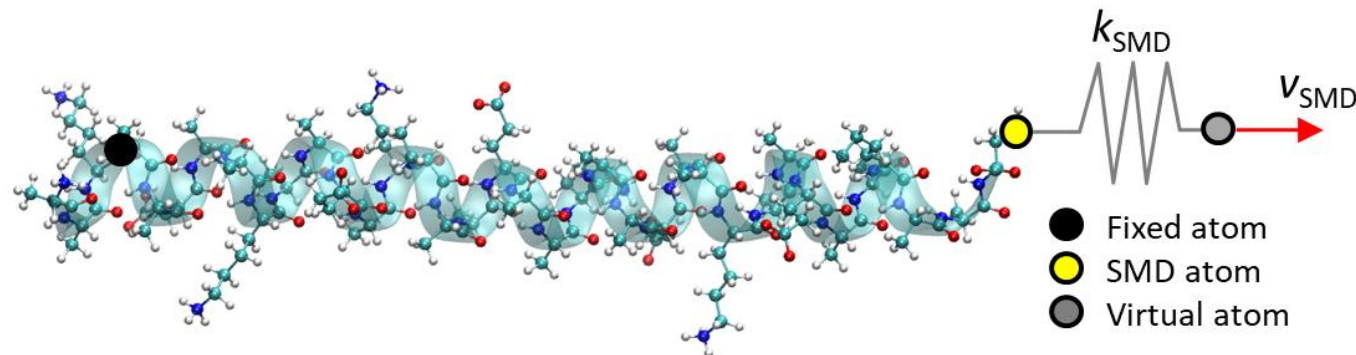
Intrinsic photoprotective mechanisms in chlorophylls,

*Angewandte Chemie International Edition* 56, 2017, 10457-10461, IF = 12,959

## Mechanika pojedynczych biomolekuł

Opracowanie metodologii określenia energii i kinetyki wewnątrzmolekularnych wiązań wodorowych

Główne metody badawcze: sterowana dynamika molekularna oraz dynamiczna spektroskopia sił  
(J. Dąbrowski, A. Ptak)



J. Dąbrowski, W. Nowak, A. Ptak, How strong are hydrogen bonds in the peptide model?  
*Phys.Chem.Chem.Phys.* 22 (2020) 1392



# INSTYTUT INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ



**Badania**

**-Biomateriały na bazie tytanu**

- nanokrystaliczne stopy

*P. Sochacka, A. Miklaszewski, M. Jurczyk, P. Pecyna, M. Ratajczak, M. Gajecka, M.U. Jurczyk, Effect of hydroxyapatite and Ag, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> or CeO<sub>2</sub> addition on the properties of ultrafine-grained Ti31Mo alloy, Journal of Alloys and Compounds - 2020, vol. 823, s. 153749-1-153749-11*

- porowate biomateriały

*J. Jakubowicz, G. Adamek, K. Pałka, D. Andrzejewski, Micro-CT analysis and mechanical properties of Ti spherical and polyhedral void composites made with saccharose as a space holder material, Materials Characterization - 2015, vol. 100, s. 13-20*

- obróbka powierzchniowa

*J. Jakubowicz, G. Adamek, Lesław Smardz, Porous surface state analysis of anodized titanium for biomedical applications, Metallurgical and Materials Transactions A - 2022, vol. 53, iss. 1, s. 86-94*

**-Biomateriały na bazie tantalu**

- nanokrystaliczne stopy

*J. Jakubowicz, G. Adamek, J.K. Koper, T. Kachlicki, M. Jarzębski, Microstructure and electrochemical properties of refractory nanocrystalline tantalum-based alloys, International Journal of Electrochemical Science - 2018, vol. 13, s. 1956-1975*

- porowate materiały

*G. Adamek, J. Jakubowicz, Tantalum foam made with sucrose as a space holder, International Journal of Refractory Metals and Hard Materials - 2015, vol. 53, part A, s. 51-55*

- obróbka powierzchniowa

*M. Sopata, T. Karpiński, J. Jakubowicz, M. Sopata, Development of tantalum with highly hydrophilic surface and antimicrobial properties obtained micro-arc oxidation proces, Journal of Biomedical Materials Research Part B - 2021, vol. 109, iss. 6, s. 829-840*

**-Biomateriały na bazie magnezu**

- nanokrystaliczne stopy

*M.U. Jurczyk, J. Żurawski, P.K. Wirstlein, K. Kowalski, M. Jurczyk, Response of inflammatory cells to biodegradable ultra-fine grained Mg-based composites, Micron - 2020, vol. 129, s. 102796-1-102796-9*



## Projekty

### -Prof. dr hab. Mieczysław Jurczyk:

- OPUS: 2017/25/B/ST8/02494 (lata 2018-2021) – Projektowanie właściwości stopów tytanu typu  $\beta$  metodami modyfikacji mikrostruktury i obróbki powierzchniowej dla aplikacji medycznych
- OPUS: 2013/11/B/ST8/04394 (lata 2014-2017) – Materiały bionanokompozytowe na osnowie magnezu z udziałem bioceramiki na implanty o strukturze scaffoldowej

### -Prof. dr hab. inż. Jarosław Jakubowicz

- OPUS: 2015/19/B/ST5/02595 (lata 2016-2019) – Opracowanie nowych nanokrystalicznych stopów i kompozytów tantalu wytworzonych metodą mechanicznej syntezy i spiekania impulsowo-plazmowego
- OPUS: 2012/07/B/ST8/03570 (lata 2013-2015) – Zbadanie procesu powstawania pianek metalowych na bazie Ti i Ta z zastosowaniem sacharozy jako środka generującego pory
- MNiSW: N N507 277536 (lata 2009-2011) – Biomateriały i nanokompozyty porowate na bazie tytanu

### -Dr hab. inż. Andrzej Miklaszewski, prof. PP

- PRELUDIUM: 2014/13/N/ST8/00601 (lata 2015-2017) – Efekt nanoskali w biokompozytowych strukturach na osnowie tytanu

### -Dr inż. Grzegorz Adamek

- SONATA: 2014/15/D/ST8/03969 (lata 2015-2018) – Zbadanie procesu wytwarzania i właściwości pianek metalowych na bazie nanokrystalicznych stopów tytanu beta w procesie odstopowania magnezu

### -Dr inż. Kamil Kowalski

- PRELUDIUM: 2017/27/N/ST8/01556 (lata (2018-2022) – Mikrostruktura i właściwości biodegradowalnych biomateriałów na bazie faz międzymetalicznych



# WYDZIAŁ INŻYNIERII MECHANICZNEJ



## Przykłady realizowanych projektów:

1. Projekt badawczy **NCBiR**: 01.01.01-00-0544/19 „Opracowanie bionicznej protezy przedramienia „Zeus” o modułowej konstrukcji, odznaczającej się wysoką wytrzymałością na uderzenia i intuicyjnej kontroli ruchu opartej na przetwarzaniu biosygnatów” – projekt firmy **Aether Biomedical Sp. z o.o.** (1.04.2020-31.07.2021).
2. Projekt badawczy RPWP.01.02.00-0083/17 „Wzmocnienie potencjału innowacyjnego **przedsiębiorstwa ENforce Medical Technologies Sp. z o.o.** poprzez inwestycję w infrastrukturę badawczo-rozwojową oraz przeprowadzenie prac badawczych, celem opracowania prototypu bionicznej protezy stopy” – projekt finansowany w ramach **Wielkopolskiego Programu Operacyjnego** na lata 2014-2020.
3. Projekt badawczy realizowany we współpracy z **Medizinischen Fakultät Carl Gustav Carus der Technischen Universität Dresden** w Dreźnie, Niemcy, w okresie 2019 – 2020, Projekt Nr. 205.1009, „Opracowanie stanowiska biomechanicznego do symulacji kinematyki ludzkiego stawu i analizy stabilności rekonstrukcji osteosyntetycznych po złamaniu (uniwersalny kinemator stawu)”
4. Projekt badawczy „Bridging the gap among coaches, physician and physiotherapist: establishing the consensus on structured warm-up for football adolescent goalkeepers”; projekt finansowany przez **Fédération Internationale de Football Association (FIFA)** 2359/08/2018
5. Projekt badawczy NCBiR: POIR.01.01.01-00-0837/17-00, „Mobilne urządzenie do ortopedycznej diagnostyki biomechaniki i motoryki ludzkiego ciała”



## Przykłady realizowanych projektów:

6. Projekt badawczy **NCBiR** Program Badań Stosowanych PBS3/B9/34/2015, „**VIRDIAMED** - NOVEL VIRTUAL SPACE FOR 3D IMAGING OF MEDICAL OBJECTS”
7. Projekt badawczy **NCBiR** Program **Operacyjny Inteligentny Rozwój** POIR.04.01.04-00-0122/17.00 „Zaprojektowanie i budowa prototypu jachtu oceanicznego typu szkuner dla osób niepełnosprawnych”
8. Projekt badawczy **NCBiR** na lata 2012 – 2015, NCiBR I Program Badań Stosowanych PBS1/A6/5/2012, „Nowe linie produktów wspomagających mobilność i dostępność otoczenia seniorów i osób niepełnosprawnych”
9. **NCBR LIDER**: Automatyzacja projektowania i szybkiego wytwarzania zindywidualizowanych wyrobów ortopedycznych i protetycznych na podstawie danych z pomiarów antropometrycznych [automedprint.put.poznan.pl](http://automedprint.put.poznan.pl)
10. Erasmus+ **BRIGHT**: Boosting the scientific excellence and innovation capacity of 3D printing methods in pandemic period <https://bright-project.eu>

... i wiele innych



## WIRTUALNA RZECZYWISTOŚĆ W MEDYCYNIE

- symulatory zabiegów
- aplikacje terapeutyczne
- aplikacje edukacyjne



*Terapia lęku wysokości –  
immersyjny VR*



*Symulator zabiegu  
punkcji lędźwiowej w VR*



*Pierwsza pomoc – aplikacja  
na gogle holograficzne*

Opracowane metody diagnostyczne:

Metoda pomiaru i oceny objętości i orientacji panewki stawu biodrowego

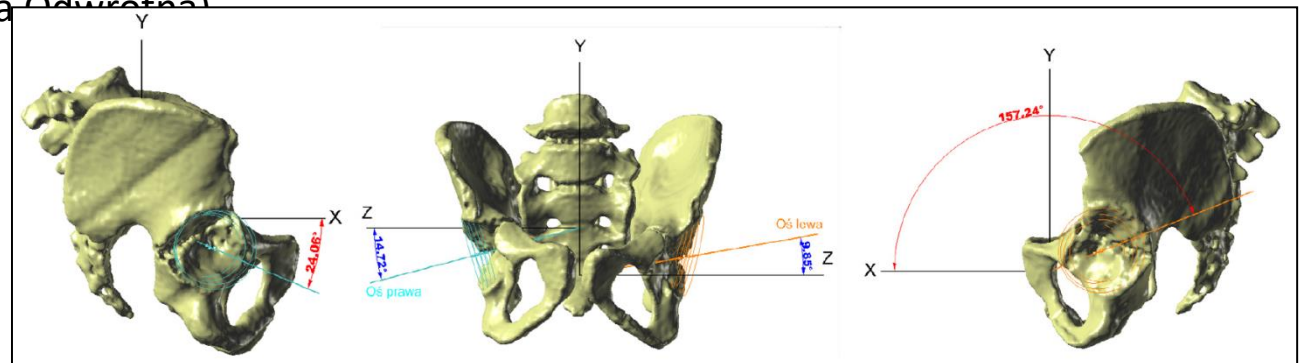
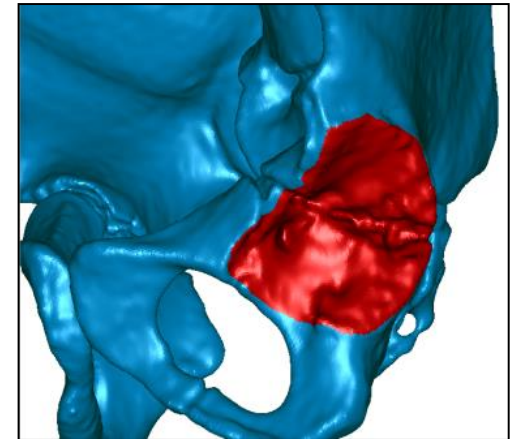
Celem badań jest opracowanie uniwersalnej metody określania pojemności i orientacji osi panewki stawu biodrowego w przestrzeni miednicy z wykorzystaniem tomografii komputerowej i trójwymiarowych modeli komputerowych.

**Obszar działania:**

- rozwój nowych metod diagnostycznych bazujących na pomiarach parametrów geometrycznych wybranych struktur głównie w obrębie kończyn dolnych,
- wizualizacja przestrzenna układu mięśniowo-szkieletowego pacjentów, a także współpraca z Pracownią Chodu
- zaawansowane techniki pomiarowe w tym komputerowe,
- 3D komputerowa rekonstrukcja bazująca na danych z Tomografii Komputerowej,
- skanowanie 3D oraz rekonstrukcja geometrii (Inżynieria Odwrętna)
- zastosowanie wirtualnej rzeczywistości (VR) i pogłębionej rzeczywistości (AR).

**Współpraca:**

**Klinika Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej  
Ortopedyczno-Rehabilitacyjnego Szpitala Klinicznego  
im. Wiktora Degi w Poznaniu**



## Opracowane metody diagnostyczne: Metoda diagnozowania bólu mięśniowo-powięziowego

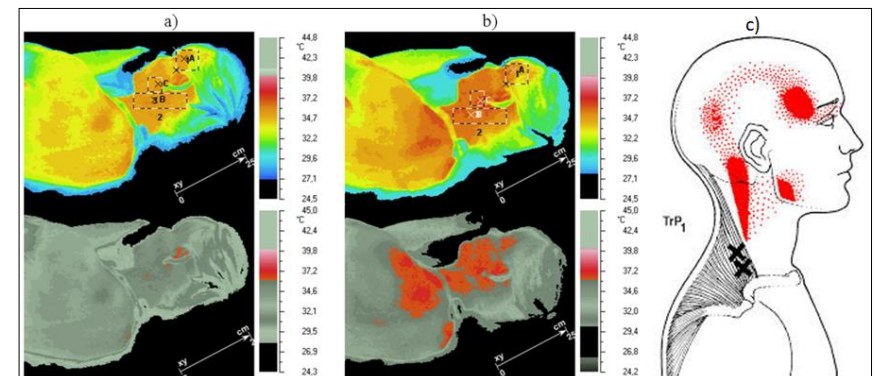
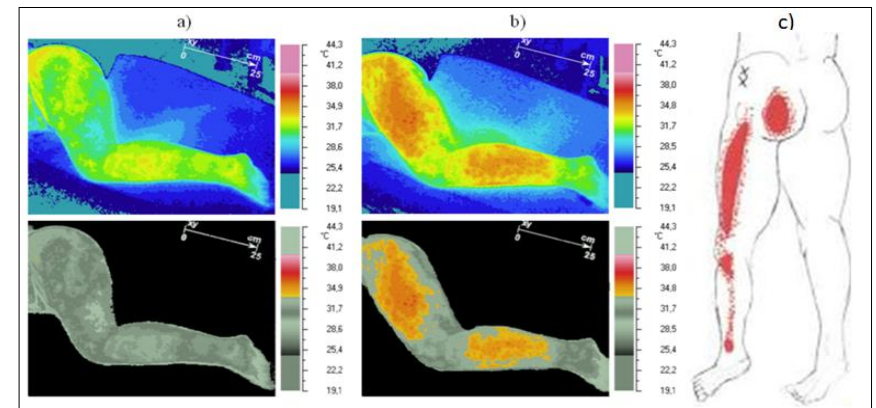
Celem prowadzonych badań jest **rozwój nowej techniki wywoływania krótkotrwałego rozszerzenia naczyń w obszarze bólowym** - Termowizyjnej Techniki Suche Igły (TTDN). Technika ta znajduje zastosowanie w diagnostyce opornych na leczenie bólów mięśniowych o charakterze przeciwzapalnym oraz radikulopatii, które są związane z aktywnością współczulnego układu nerwowego (m.in. bóle mięśniowo-powięziowe)..

### Obszar działania:

- pomiary i przetwarzanie danych odpowiedzi wazomotorycznej na suche igłowanie (DN) punktów spustowych (TrP) pod kontrolą kamery termowizyjnej i współistnienie TrP u pacjentów z przewlekłą rwą kulszową i innych jednostkach bólowych,
- wielokryterialna analiza danych biomedycznych, opracowywanie nowych metod diagnostycznych i analiza danych biomedycznych z wykorzystaniem zaawansowanych systemów komputerowych.

### Współpraca:

Zakład Fizjoterapii, Katedra Rehabilitacji  
i Fizjoterapii Uniwersytetu Medycznego  
im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu



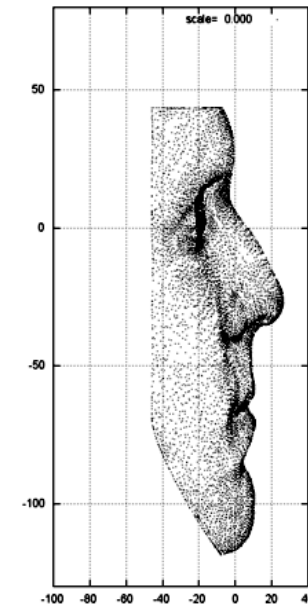
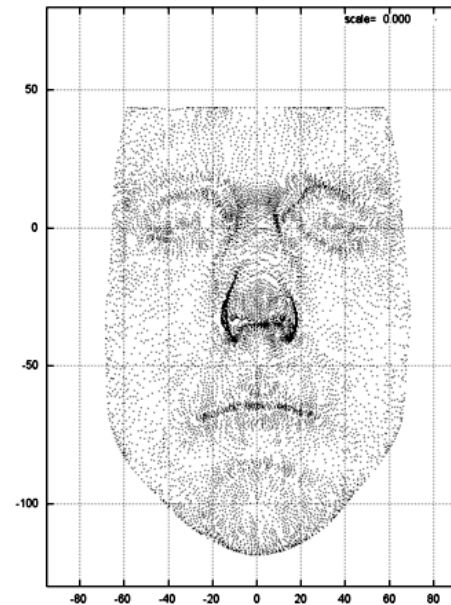
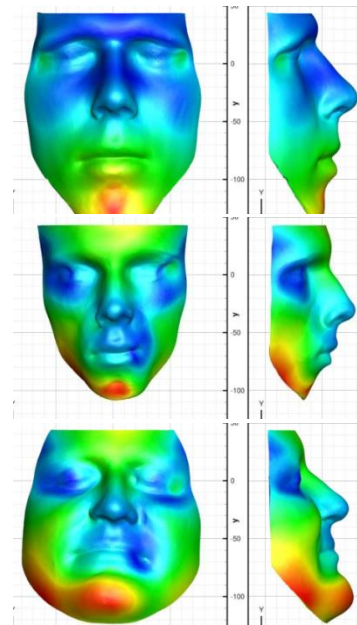
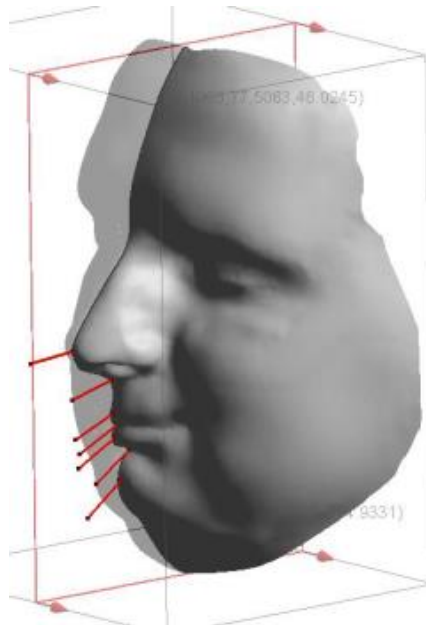
Tematyka badawcza:

Numeryczna analiza cech geometrycznych w antropometrii i biometrii

Numeryczna analiza cech geometrycznych obiektów 3D w aspekcie **zapisu trójwymiarowych danych antropometrycznych** i biometrycznych, na przykładach twarzy, dłoni oraz kości udowych.

Współpraca:

Zakład Anatomii Prawidłowej oraz Zakład Medycyny Sądowej  
Uniwersytetu Medycznego i Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

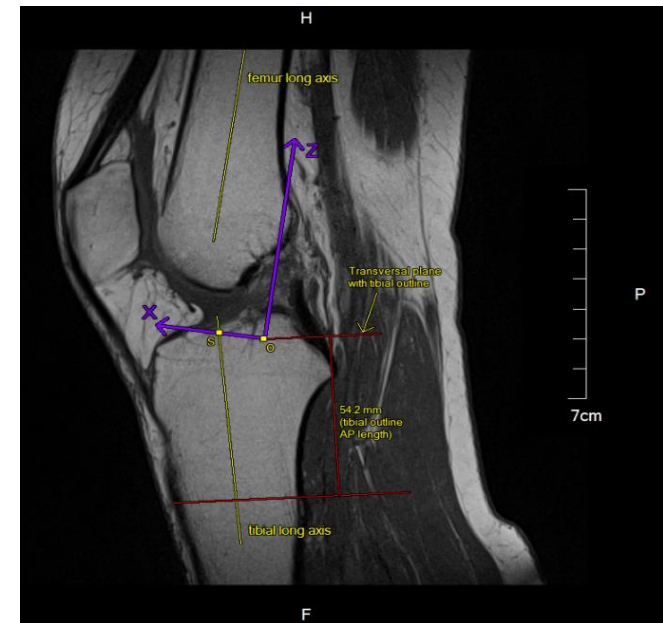
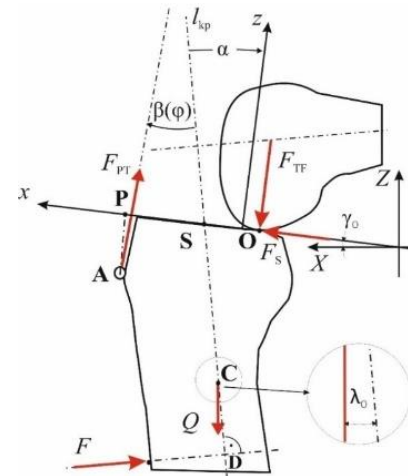
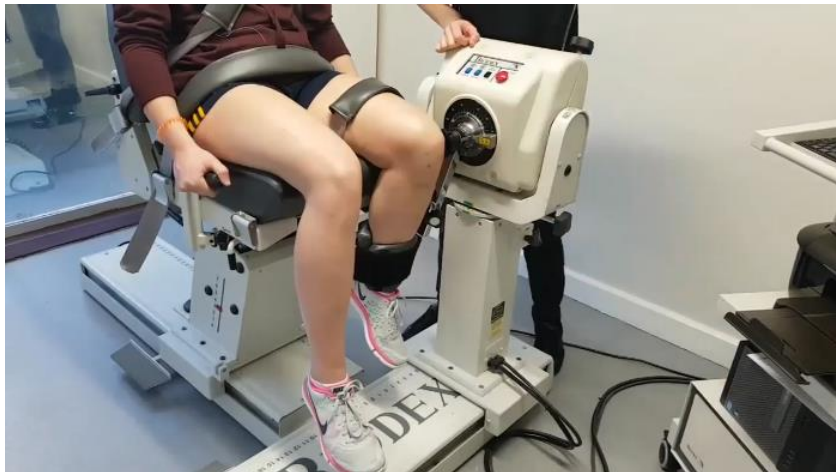


Tematyka badawcza:  
Biomechanika chodu i sportu

Biomechaniczna analiza obciążeń stawu kolanowego podczas wykonywania testu izokinetycznego u pacjentów po regeneracji łąkotki z wykorzystaniem membrany kolagenowej.

**Współpraca:**

**Rehasport Clinic sp. z o. o.**, Dział Badań i Rozwoju Uniwersytet Medyczny w Poznaniu, Wydział Nauk o Zdrowiu, Klinika Traumatologii, Ortopedii i Chirurgii Ręki, Klinika Chorób Kręgosłupa i Ortopedii Dziecięcej  
Koło Naukowe PP - Biomechaniczne Towarzystwo Studentów „Da Vinci”



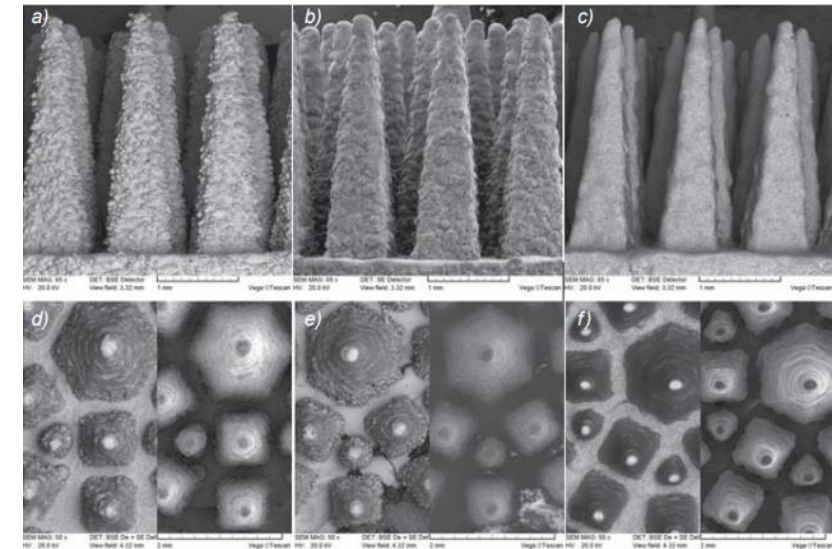
Tematyka badawcza:

Projektowanie narzędzi ortopedycznych oraz **wytwarzanie** w technologii SLM

Projektowanie narzędzi ortopedycznych oraz modelowanie procesu skrawania kości.  
Prototypy implantów i endoprotez wytworzonych w technologii SLM.

**Współpraca:**

- SumarisPoznań
- ZUTSzczecin
- VSB Ostrava
- SmartLabsChorzów



INSTYTUT MECHANIKI STOSOWANEJ ZAKŁAD INŻYNIERII WIRTUALNEJ

Tytuł projektu:

# Wirtualne środowisko przestrzennego obrazowania diagnostycznego zwiększającego dostępność do wysoko specjalistycznych procedur medycznych VIRDIA MED

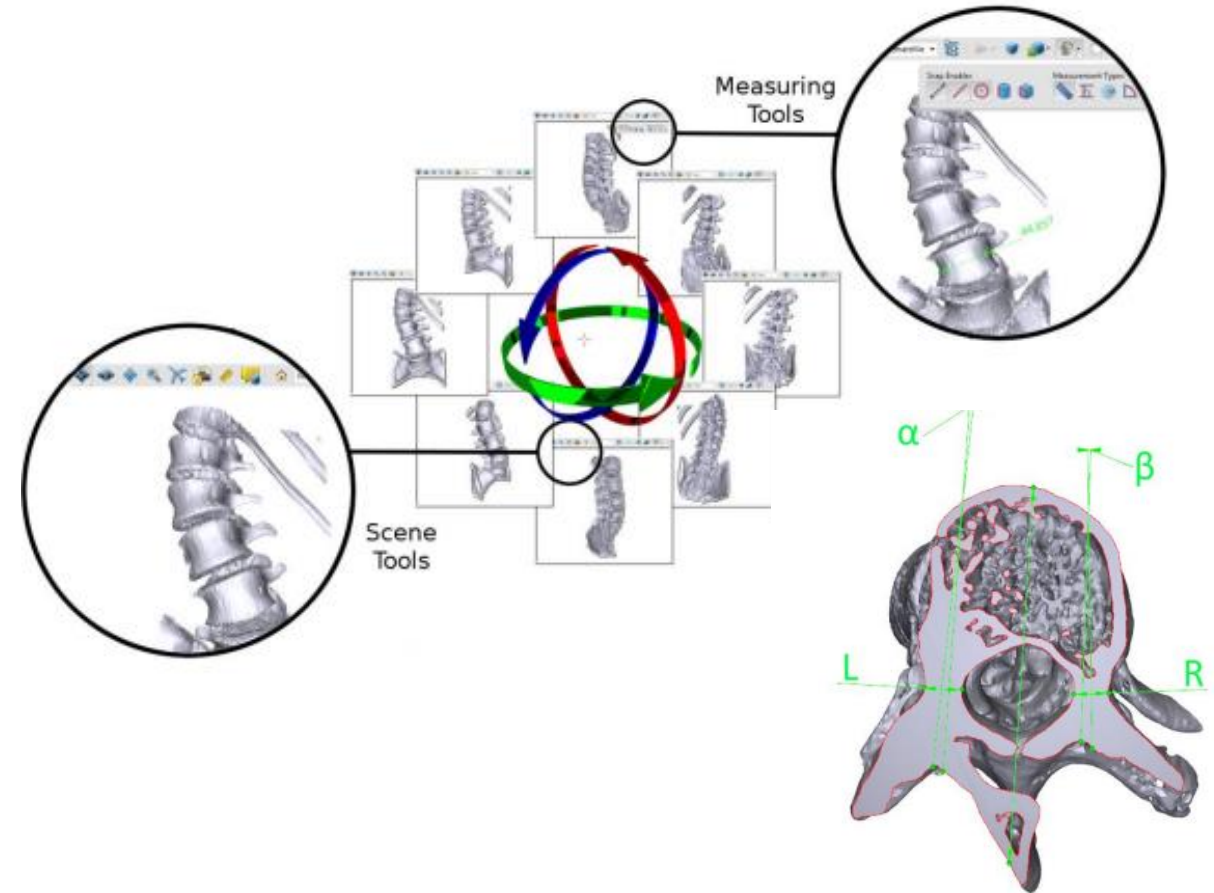
Ramy czasowe:

Okres realizacji projektu: 1.03.2015-28.02.2018

Opis projektu:

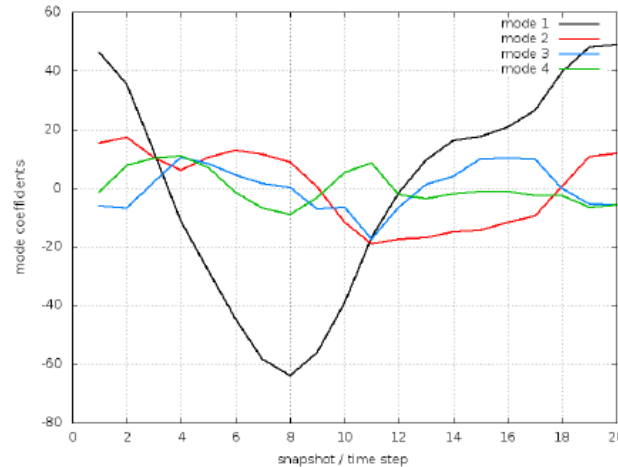
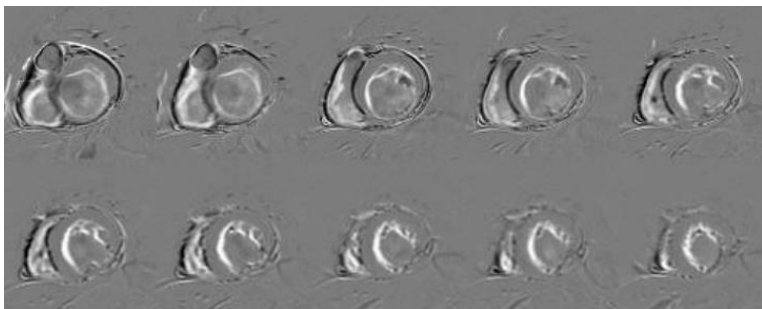
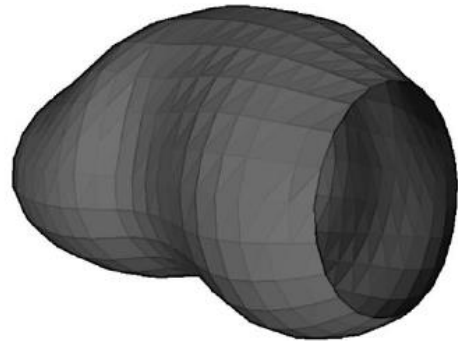
Projekt realizowany w ramach współpracy Kliniki Chorób Kręgosłupa i Ortopedii Dziecięcej Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu z Katedrą Inżynierii Wirtualnej Politechniki Poznańskiej oraz Rehasport Clinic. Projekt zakłada stworzenie (1) **uniwersalnego wirtualnego środowiska służącego do obrazowania medycznego** w 3D przestrzeni poprzez zbudowanie innowacyjnego systemu dla pełnego wykorzystania informacji uzyskanej z metod KT i MR oraz (2) usługi ułatwienia wymiany obrazów medycznych między podmiotami systemu ochrony zdrowia. Członkowie zespołu opracowali metodę tworzenia wirtualnego modelu przestrzennego narządów w standardzie PDF. Interaktywne wykorzystanie modeli umożliwi lekarzowi określenie położenia elementów narządów, pomiary liniowe i kątowe niezbędne do operacji oraz nałożenie modeli struktur w różnych chwilach czasowych.

Projekt nie wprowadza nowych technik obrazowania, ale umożliwia pełniejsze wykorzystanie już posiadanych informacji. Ułatwia lekarzom z ośrodków terenowych konsultacje ze specjalistą. Uniezależnia specjalistów od dostępu do pracowni KT. Standard PDF umożliwia dostęp do obrazów z poziomu każdego komputera i ułatwia przesyłanie na odległość – telemedycyna.

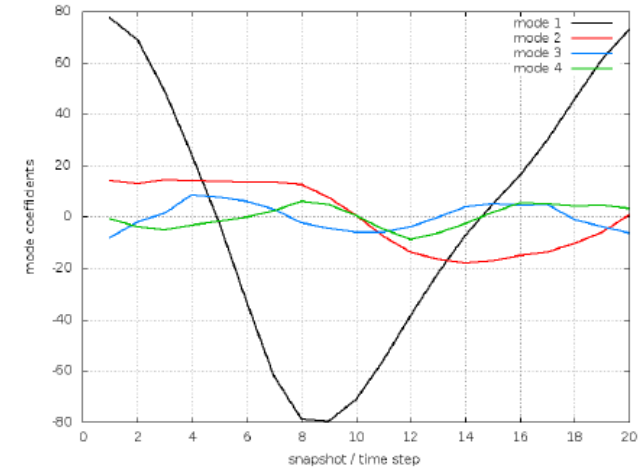


„Wirtualne środowisko przestrzennego obrazowania diagnostycznego zwiększającego dostępność do wysoko specjalistycznych procedur medycznych”,  
umowa nr PBS3/B9/34/2015

# Opracowanie metody weryfikacji procesu diagnostycznego chorób serca na podstawie niskowymiarowej analizy sygnału zapisanego w formacie DICOM



Pacjent z niewydolnością



Pacjent zdrowy

Przybyła P., Stankiewicz W., Morzyoski M., Nowak M., Gawel D., Stefaniak S., Jemielity M.,  
Reduced Order Model of a Human Left and Right Ventricle Based on POD Method. Computational  
Biomechanics for Medicine. Springer, Cham, 2017. p. 57-69. doi: 10.1007/978-3-319-54481-6\_5



„Wirtualne środowisko przestrzennego obrazowania diagnostycznego zwiększającego  
dostępność do wysoko specjalistycznych procedur medycznych”,  
umowa nr PBS3/B9/34/2015





Chair of Virtual Engineering  
Under the auspices of Rector of  
Poznan University of Technology  
Professor Tomasz Łodygowski

**Poznan Medical Image Computing Forum 2017**  
Keynote Speech by Dr. RON KIKINIS  
"Medical Image Computing (MIC): We are living in interesting times"

DF/HCC  
DANA-FARBER / HARVARD CANCER CENTER

**RON KIKINIS, MD**  
Brigham And Women's Hospital

**EDUCATIONAL TITLES**  
B. Leonard Holman Professor, Radiology, Harvard Medical School

**DF/HCC PROGRAM AFFILIATION**

IRDIAMED  
SPL Surgical Planning Laboratory  
Laboratory of Mathematics in Imaging  
Department of Radiology, Brigham and Women's Hospital  
Harvard Medical School





# INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA

## PIERWSZY STOPIEŃ STACJONARNE

### PIERWSZY STOPIEŃ STACJONARNE

#### CZAS TRWANIA STUDIÓW:

- 3,5 roku (7 semestrów)

#### PREDYSPOZYCJE KANDYDATA:

- zdolności i zainteresowanie naukami ścisłymi (matematyka, fizyka, informatyka) oraz biologicznymi
- predyspozycje do pracy w laboratoriach
- chęć projektowania i tworzenia innowacyjnych rozwiązań
- potencjał do rozwiązywania zagadnień technicznych w zakresie wytwarzania i eksploatacji

WYDZIAŁ INŻYNIERII  
MECHANICZNEJ

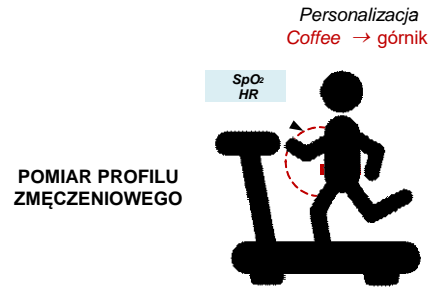
Nowe specjalności  
na II stopniu studiów



# WYDZIAŁ INŻYNIERII ZARZĄDZANIA

Opracowanie systemu zarządzania zmęczeniem u pracowników zatrudnionych w wyrobiskach podziemnych zakładów górniczych wydobywających węgiel kamienny w ramach strategicznego projektu badawczego

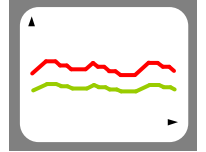
Poprawa bezpieczeństwa pracy w kopalniach.



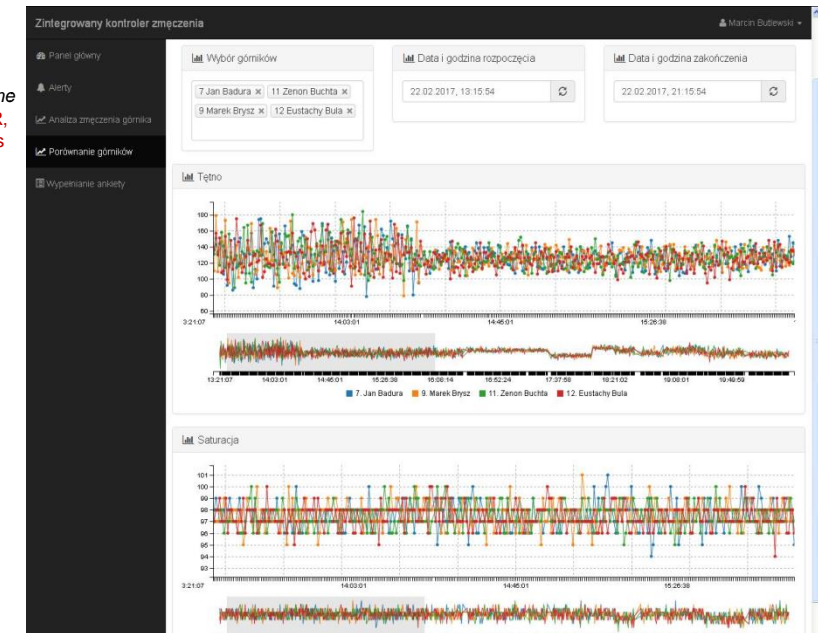
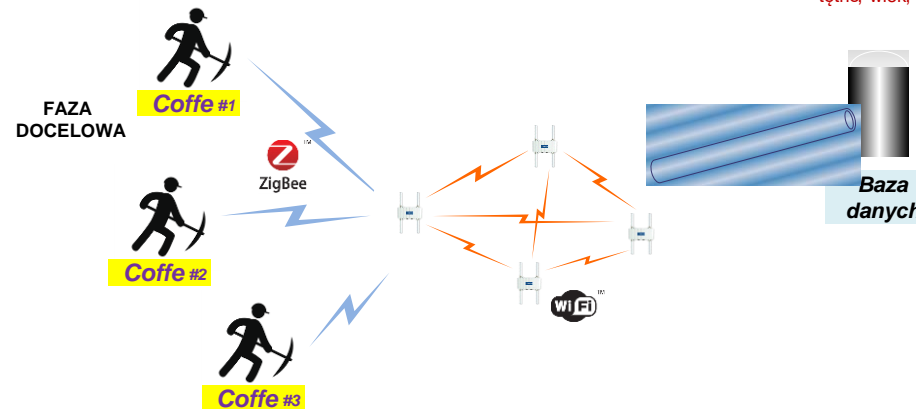
SpO <sub>2</sub>	Wiek	Tętno (HR)
SpO <sub>2</sub> < 94%	Wiek	Tętno (HR)
94% < SpO <sub>2</sub> < 98%	Wiek	Tętno (HR)
SpO <sub>2</sub> > 98%	Wiek	Tętno (HR)
	20-30	<175 176-195 >195
	31-40	<166 167-184 >185
	41-50	<157 158-174 >175
	51-60	<148 149-164 >165
	>61	<139 140-154 >155

Progi zmęczeniowe

OPERATOR



DOSTĘP I WIZUALIZACJA DANYCH (strona WWW z interfejsem użytkownika)



Modelowanie oddziaływań biomechanicznych wynikających z różnych pozycji przy pracy – prace zlecone, prace inżynierskie

Zajęcia dydaktyczne w laboratorium Ergonomii

Pomiary tenso i goniometryczne



Tabela 7. Porównanie obciążeń biomechanicznych w obu sposobach wkładania zaślepek

Pozycja stojąca A	Pozycja siedząca B																												
<p><b>Montaż zaśleпки na belce tylnej</b></p> <p>Description Company: Unknown Company, Analyst: Unknown, Date: 03/01/17 Task: Untitled Task Gender: Male, Percentile: 50th, Height: 68.9 in, Weight: 185.0 lb Comment:</p> <p>Percent of Population Capable (%)</p> <table border="1"> <tr><td>Wrist:</td><td>98</td></tr> <tr><td>Elbow:</td><td>99</td></tr> <tr><td>Shoulder:</td><td>98</td></tr> <tr><td>Torso:</td><td>98</td></tr> <tr><td>Hip:</td><td>95</td></tr> <tr><td>Knee:</td><td>99</td></tr> <tr><td>Ankle:</td><td>97</td></tr> </table> <p>3D Low back Compression (lb): L4/L5: 323.1</p>	Wrist:	98	Elbow:	99	Shoulder:	98	Torso:	98	Hip:	95	Knee:	99	Ankle:	97	<p>Description Company: Unknown Company, Analyst: Unknown, Date: 03/01/17 Task: Untitled Task Gender: Male, Percentile: 50th, Height: 68.9 in, Weight: 185.0 lb Comment:</p> <p>Percent of Population Capable (%)</p> <table border="1"> <tr><td>Wrist:</td><td>96</td></tr> <tr><td>Elbow:</td><td>99</td></tr> <tr><td>Shoulder:</td><td>99</td></tr> <tr><td>Torso:</td><td>98</td></tr> <tr><td>Hip:</td><td>94</td></tr> <tr><td>Knee:</td><td>99</td></tr> <tr><td>Ankle:</td><td>98</td></tr> </table> <p>3D Low back Compression (lb): L4/L5: 644.7</p>	Wrist:	96	Elbow:	99	Shoulder:	99	Torso:	98	Hip:	94	Knee:	99	Ankle:	98
Wrist:	98																												
Elbow:	99																												
Shoulder:	98																												
Torso:	98																												
Hip:	95																												
Knee:	99																												
Ankle:	97																												
Wrist:	96																												
Elbow:	99																												
Shoulder:	99																												
Torso:	98																												
Hip:	94																												
Knee:	99																												
Ankle:	98																												



# Pomiary tenso i gonio- metryczne

Badania, projekty i dydaktyka w  
obszarze inżynierii biomedycznej

zajęcia dydaktyczne w  
laboratorium Ergonomii





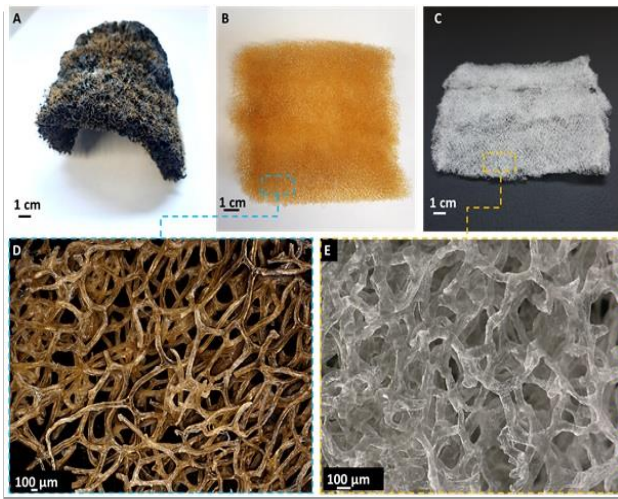
WYDZIAŁ  
TECHNOLOGII  
CHEMICZNEJ

Zespół prof. dr hab. inż. Teofila Jesionowskiego  
Zwiększenie żywotności ludzkich osteoblastów na  
modyfikowanym scaffoldzie chitynowym.

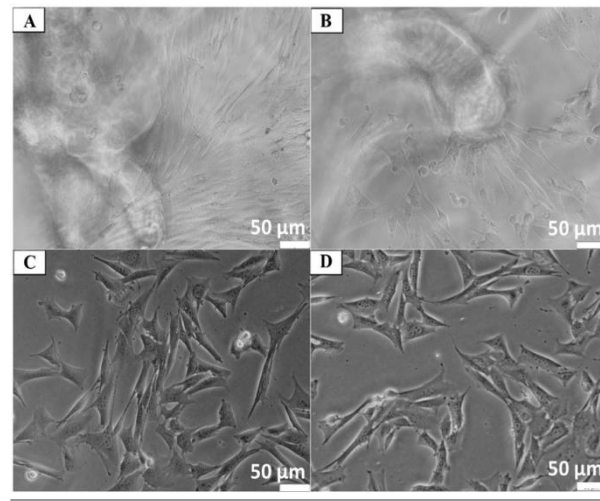
Article

# Naturally Formed Chitinous Skeleton Isolated from the Marine Demosponge *Aplysina fistularis* as a 3D Scaffold for Tissue Engineering

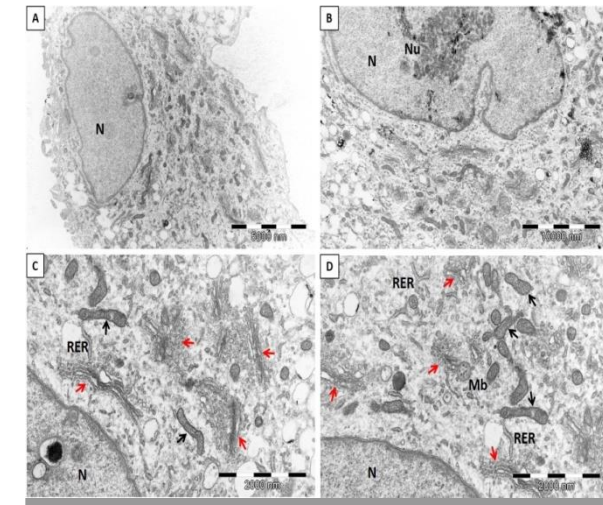
Tomasz Machałowski <sup>1</sup>, Agnieszka Rusak <sup>2,\*</sup>, Benita Wiatrak <sup>3,4</sup>, Katarzyna Haczekwicz-Leśniak <sup>5</sup>, Aneta Popiel <sup>2</sup>, Jakub Jaroszewicz <sup>6</sup>, Andrzej Żak <sup>7</sup>, Marzenna Podhorska-Okołów <sup>5</sup> and Teofil Jesionowski <sup>1,\*</sup>



**Rys. 1.** Poszczególne etapy procesu izolacji scaffoldu chitynowego ze szkieletu gąbki morskiej *A. fistularis* z wykorzystaniem obróbki chemicznej.



**Rys. 2.** Ocena cytotoksyczności rusztowań chitynowych po 24 h kontakcie z hodowlą komórek skórnych fibroblastów (Balb/3T3). (A) komórki pod rusztowaniem; (B) w pobliżu rusztowania; (C) w pewnej odległości od rusztowania; (D) hodowla kontrolna.



**Rys. 3.** Obrazy uzyskane przy wykorzystaniu transmisyjnej mikroskopii elektronowej dla komórek ludzkich skórnych keratynocytów HaCaT wskazują na prawidłową morfologię po 24 godzinach bezpośredniego kontaktu. N, Nu - jądro, czarne strzałki - mitochondria, czerwone strzałki - desmosomy.



Materials Science & Engineering C 109 (2020) 110566



Contents lists available at ScienceDirect

Materials Science & Engineering C

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/msec](http://www.elsevier.com/locate/msec)



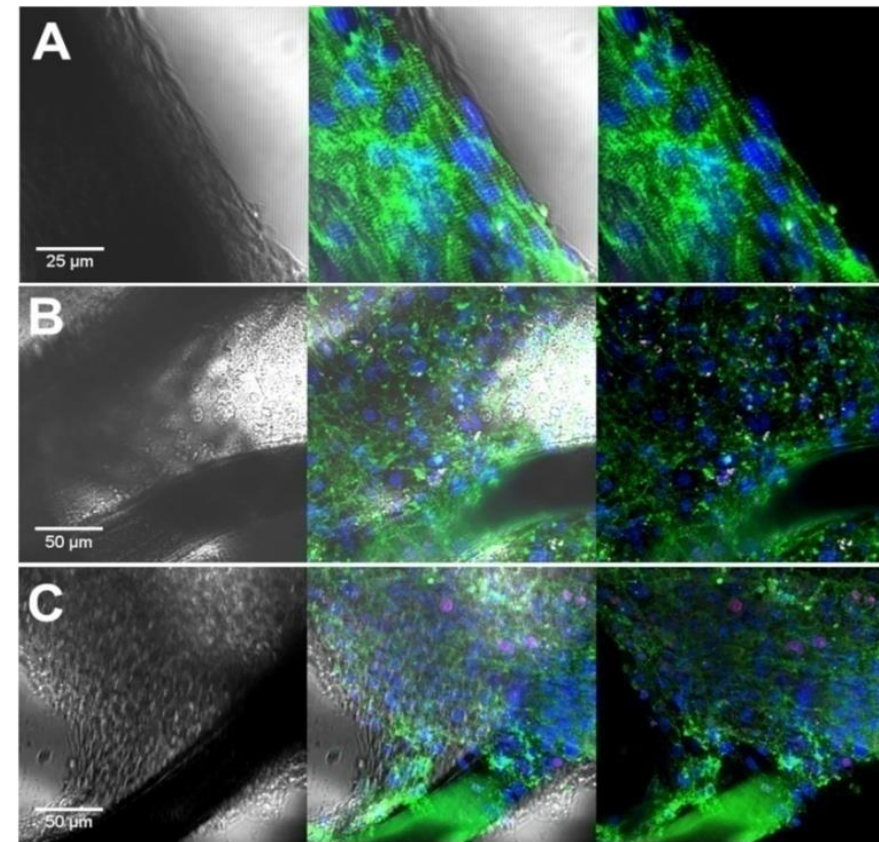
### Marine biomaterials: Biomimetic and pharmacological potential of cultivated *Aplysina aerophoba* marine demospunge

Björn Binnewerg<sup>a,1</sup>, Mario Schubert<sup>a,1</sup>, Alona Voronkina<sup>b</sup>, Liubov Muzychka<sup>c</sup>, Marcin Wysokowski<sup>d,e,\*</sup>, Iaroslav Petrenko<sup>e</sup>, Mirko Djurović<sup>f</sup>, Valentine Kovalchuk<sup>g</sup>, Mikhail Tsurkan<sup>h</sup>, Rajko Martinović<sup>f</sup>, Nicole Bechmann<sup>i</sup>, Andriy Fursov<sup>e</sup>, Viatcheslav N. Ivanenko<sup>j</sup>, Konstantin R. Tabachnick<sup>k,l</sup>, Oleg B. Smolii<sup>c</sup>, Yvonne Joseph<sup>e</sup>, Marco Giovine<sup>m</sup>, Stefan R. Bornstein<sup>n,o</sup>, Allison L. Stelling<sup>p</sup>, Antje Tunger<sup>q,r</sup>, Marc Schmitz<sup>q,r</sup>, Olga S. Taniya<sup>s,t</sup>, Igor S. Kovalev<sup>s</sup>, Grigory V. Zyryanov<sup>s,t</sup>, Kaomei Guan<sup>u,v,w</sup>, Hermann Ehrlich<sup>e,x,y</sup>



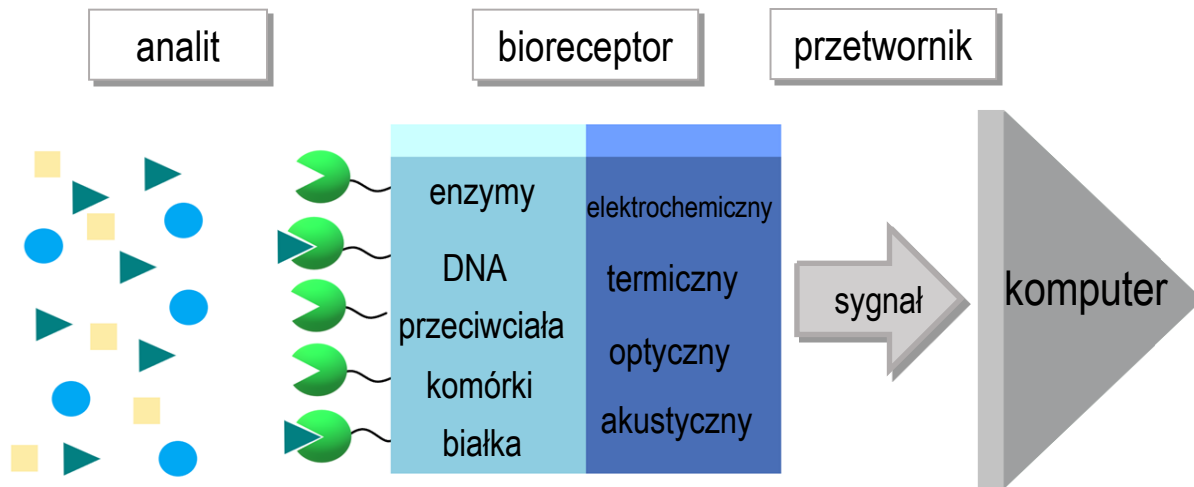
## Obrazowanie z wykorzystaniem mikroskopii fluorescencyjnej w celu scharakteryzowania adhezji i proliferacji iPSC-CM na rusztowaniach chitynowych.

(A) Reprezentatywny obraz wyrównanych struktur sarkomerycznych iPSC-CM na włóknie chitynowym. (B, C) Warstwy iPSC-CM na rusztowaniach powlekanych Geltrex (B) i niepowlekanych (C). Barwienie specyficzne pokazuje jądra komórkowe (niebieski),  $\alpha$ -aktyninę (zielony) i Ki-67 (magenta). Obrazy wykonano przy użyciu konfokalnej laserowej mikroskopii skaningowej.



# Biosensory

Biosensorem nazywamy rodzaj sensora chemicznego zawierającego materiał biologiczny w warstwie receptorowej, służący do pomiaru ilościowego i jakościowego danego analitu.



## Limity i błędy biosensorów

starzenie

proces produkcji

przechowywanie

kodowanie

temperatura



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Sensors and Actuators B: Chemical

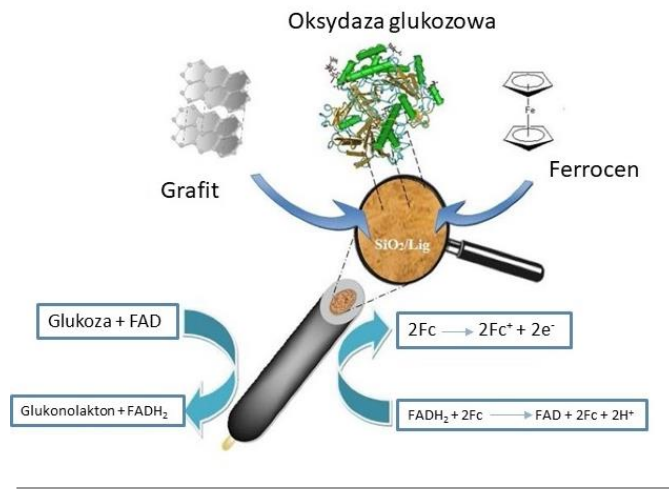
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/snb](http://www.elsevier.com/locate/snb)



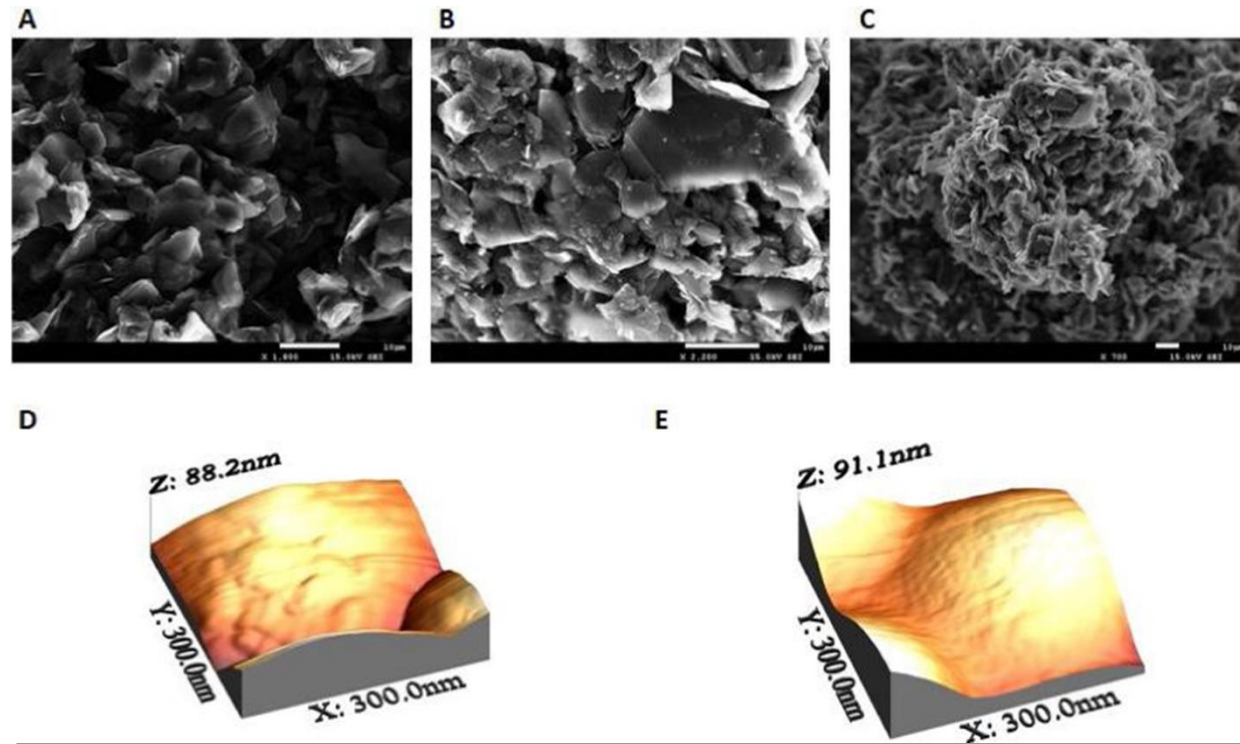
### Carbon paste electrode based on functional GOx/silica-lignin system to prepare an amperometric glucose biosensor



Artur Jędrzak<sup>a,1</sup>, Tomasz Rębiś<sup>b,1</sup>, Łukasz Kłapiszewski<sup>a</sup>, Jakub Zdarta<sup>a</sup>,  
Grzegorz Milczarek<sup>b</sup>, Teofil Jesionowski<sup>a,\*</sup>



Właściwość	Mediator – ferrocen
Czułość / $\mu\text{A mM}^{-1} \text{cm}^{-2}$	0,78
Limit detekcji / $\mu\text{M}$	145
Liniowość /mM	0,5 - 9,0



Zdjęcia SEM: (A) GOx-grafit/FC; (B) GOx-SiO<sub>2</sub>/grafit/FC; (C) GOx-SiO<sub>2</sub>/Lig/grafit/Fc; AFM dla matrycy: (D) Przed procesem immobilizacji GOx; (E) Po procesie Immobilizacji GOx;

International Journal of Biological Macromolecules 127 (2019) 677–682



Contents lists available at ScienceDirect

International Journal of Biological Macromolecules

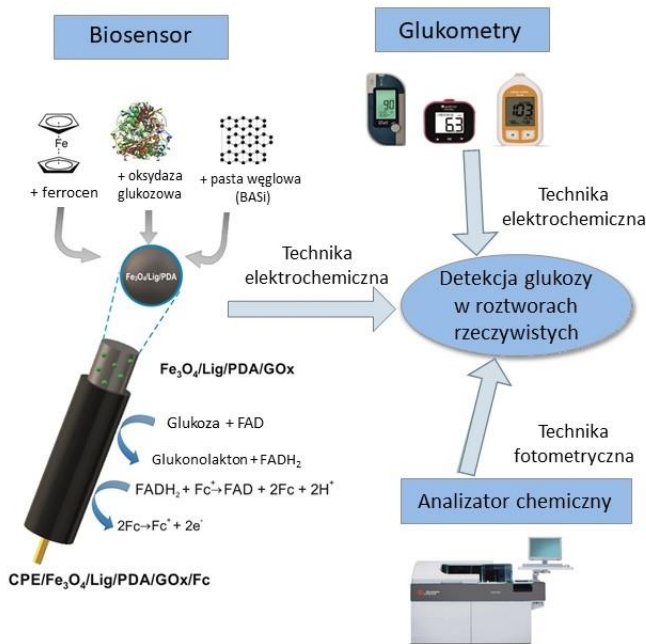
journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/ijbiomac>



Bio-inspired magnetite/lignin/polydopamine-glucose oxidase biosensing nanoplatform. From synthesis, via sensing assays to comparison with others glucose testing techniques

Artur Jędrzak <sup>a</sup>, Tomasz Rębiś <sup>b</sup>, Maria Kuznowicz <sup>a</sup>, Teofil Jesionowski <sup>a,\*</sup>

## Porównywanie skonstruowanych układów z innymi technikami



Produkt	Producent	Ilość glukozy podawana przez producenta	Metoda fotometryczna	Biosensor Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> /Lig/PDA-GOx	Biosensory komercyjne		
					A	B	C
5% infuzyjny roztwór glukozy	B.Braun Petzold	102 mg/dL	101 mg/dL	<b>101 mg/dL</b>	158 mg/dL	96 mg/dL	159 mg/dL
1WW (50 mg)	Medmess	59 mg/dL	58 mg/dL	<b>58 mg/dL</b>	85 mg/dL	28 mg/dL	77 mg/dL
Syrop (100 mg)	Food colours	40-80 mg/dL	58 mg/dL	<b>59 mg/dL</b>	80 mg/dL	24 mg/dL	68 mg/dL
Syrop (300 mg)	Food colours	120-240 mg/dL	172 mg/dL	<b>174 md/dL</b>	231 mg/dL	175 mg/dL	273 mg/dL

Contents lists available at ScienceDirect

Biochemical Engineering Journal

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/bej](http://www.elsevier.com/locate/bej)



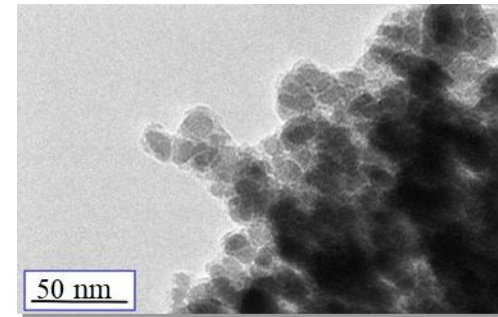
Regular article

Biomimetic magnetite/polydopamine/ $\beta$ -cyclodextrins nanocomposite for long-term glucose measurements

Maria Kuznowicz<sup>a</sup>, Artur Jędrzak<sup>a,b,\*</sup>, Tomasz Rębiś<sup>c</sup>, Teofil Jesionowski<sup>a,\*\*</sup>

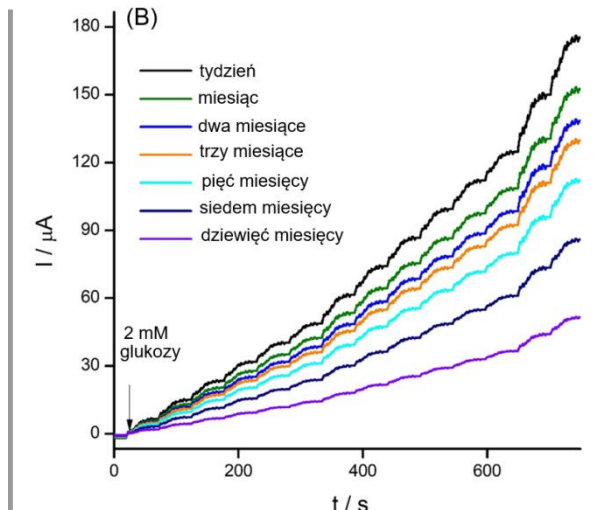
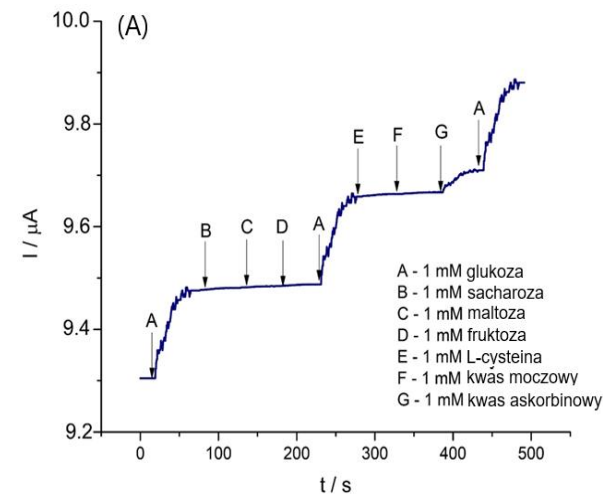
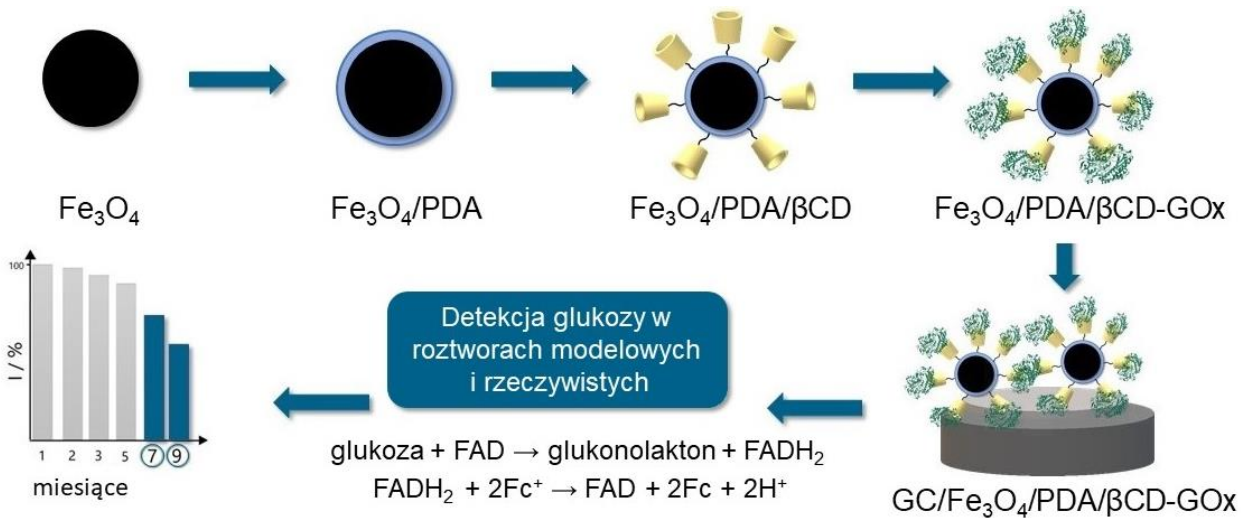


Biomimetyczny nanokompozyt magnetyt/polidopamina/ $\beta$ -cyklodekstryna do długotrwałych pomiarów glukozy



Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/PDA/β-CD

Właściwość	Mediator – ferrocen
Czułość / $\mu\text{A mM}^{-1} \text{cm}^{-2}$	115,74
Limit detekcji / $\mu\text{M}$	1,55
Liniowość /mM	1-26





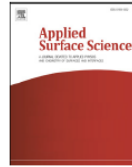
Applied Surface Science 455 (2018) 455–464



Contents lists available at ScienceDirect

Applied Surface Science

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/apsusc](http://www.elsevier.com/locate/apsusc)



Full Length Article

Polydopamine grafted on an advanced Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/lignin hybrid material and its evaluation in biosensing

Artur Jędrzak<sup>a,b</sup>, Tomasz Rębiś<sup>c</sup>, Marek Nowicki<sup>d,e</sup>, Karol Synoradzki<sup>f,g</sup>, Radosław Mrówczyński<sup>b</sup>, Teofil Jesionowski<sup>a,\*</sup>



Article

Advanced Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Lignin and ZrO<sub>2</sub>/Lignin Hybrid Microplatforms for Glucose Oxidase Immobilization: Evaluation of Biosensing Properties by Catalytic Glucose Oxidation

Artur Jędrzak<sup>1</sup>, Tomasz Rębiś<sup>2</sup>, Maria Kuznowicz<sup>1</sup>, Agnieszka Kołodziejczak-Radzimska<sup>1</sup>, Jakub Zdarta<sup>1,b</sup>, Adam Piasecki<sup>3,b</sup> and Teofil Jesionowski<sup>1,\*</sup>

Measurement 184 (2021) 109950



Contents lists available at ScienceDirect

Measurement

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/measurement](http://www.elsevier.com/locate/measurement)



Measurements of working parameters of external mediators for biodetectors based on the polydopamine@magnetite nanoparticles

Maria Kuznowicz<sup>a</sup>, Artur Jędrzak<sup>a,b</sup>, Amanda Leda<sup>c</sup>, Tomasz Rębiś<sup>c,\*</sup>, Teofil Jesionowski<sup>a,\*</sup>



OPUS

*Zaawansowane platformy hybrydowe MxOy/biopolimer do biosensorów enzymatycznych. Projektowanie, charakterystyka i zastosowanie*

Kierownik projektu: Prof. dr hab. inż. Teofil Jesionowski

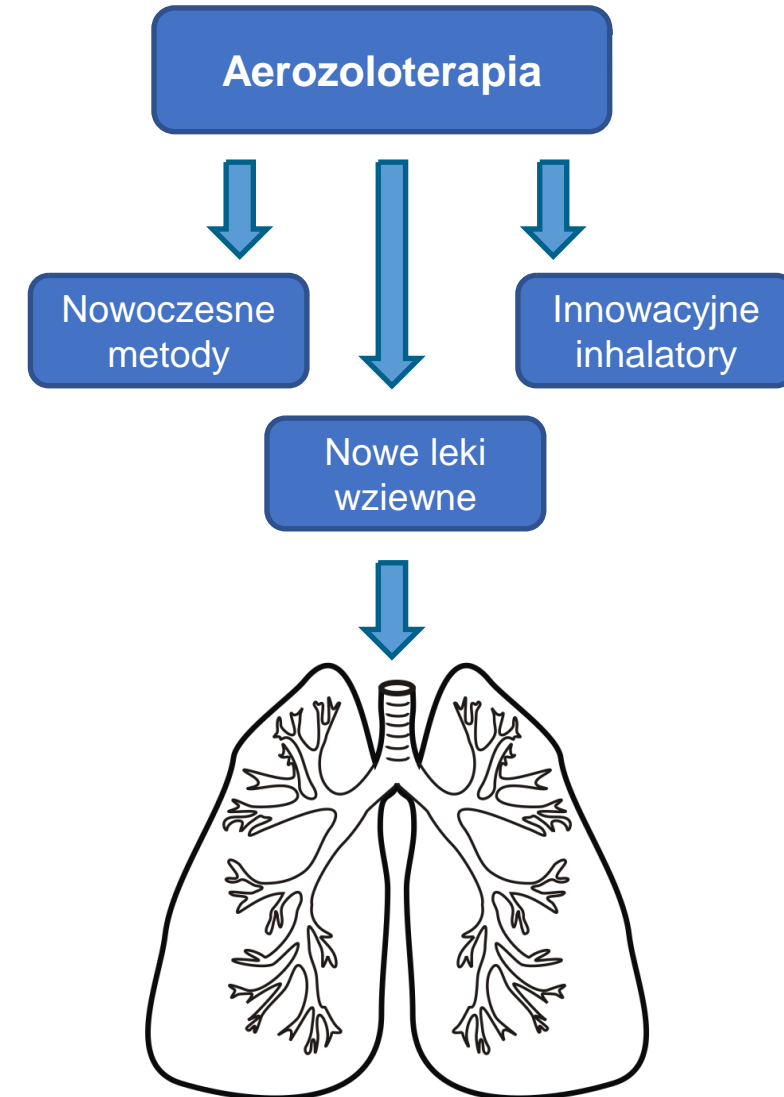


## **Zespół prof. dr hab. inż. Adama Voelkela**

- Nowoczesne wypełnienia dentystyczne – otrzymywanie i właściwości
- Nowoczesne nośniki leków
- Biokompatybilne pokrycia implantów tytanowych o różnej funkcjonalności
- Układy dostarczania leków na osteoporozę
- Parametry rozpuszczalności w inżynierii medycznej

### Badania w zakresie inżynierii aerozoloterapii:

- a) podstawy teoretyczne związane z aerozoloterapią,
- b) analiza mikro- i makroparametrów procesu rozpylania,
- c) procesy transportowe zachodzące w układach biologicznych,,
- d) przepływ powietrza w układzie oddechowym,
- e) modelowanie przepływu w wybranych elementach dróg oddechowych,
- f) zasada działania i klasyfikacja inhalatorów medycznych,
- g) metody zwiększenia efektywności nebulizacji:
  - modyfikacje konstrukcji inhalatorów medycznych,
  - modyfikacje parametrów pracy rozpylaczy,
  - modyfikacje właściwości preparatów medycznych.
- h) inżynieria produktu farmaceutycznego przeznaczonego do inhalacji wziewnej:
  - drogi dostarczania leków do organizmu pacjenta,
  - poszczególne etapy procesu projektowania produktu,
  - projektowanie procesu formułacji leków,
- i) metody pomiaru właściwości aerozolu oraz badań jakościowych produktów farmaceutycznych przeznaczonych do inhalacji,
- j) ujęcie ilościowe procesu inhalacji wziewnej celem dostarczenia leku do dróg oddechowych,
- k) interaktywne kalkulatory depozycji cząstek aerozolowych.







## Zespół dr hab. inż. Piotra Krawczyka, prof. PP

• badania dotyczące wapniowo-fosforanowej modyfikacji kontaktujących się z kością powierzchni preprototypów wielospilkowego rusztowania – współpraca z Zakładem Podstaw Bioinżynierii Medycznej i Elektrotechniki Instytutu Techniki Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszcy.

***R. Uklejewski, M. Winięcki, P. Krawczyk, R. Tokłowicz, 2019, Native osseous CaP biomineral coating on a biomimetic multi-spiked connecting scaffold prototype for cementless resurfacing arthroplasty achieved by combined electrochemical deposition, Materials, 12, 3994;***

• badania dotyczące modyfikacji utleniającej stopów Ti-6Al-4V wykorzystywanych jako implanty – współpraca z Zakładem Podstaw Bioinżynierii Medycznej i Elektrotechniki Instytutu Techniki Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszcy.

***M. Winięcki, P. Krawczyk, 2021, Titanium-peroxy and peroxide complex functionalities on Ti-6Al-4V alloy effected by modification with active radicals, Chemical Engineering Science 237, 116543;***

• badania dotyczące elektrochemicznego osadzania hydroksyapatytu na powierzchni tytanowych wszczepów (implantów) stomatologicznych – współpraca z Kliniką Protetyki, Wydziału Lekarskiego II, Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu.

***M. Łukaszewska-Kuska, P. Krawczyk, Agnieszka Martyła, W. Hędzerek, B. Dorocka-Bobkowska, 2018, Hydroxyapatite coating on titanium endosseous implants for improved osseointegration: Physical and chemical considerations, Advances in Clinical and Experimental Medicine, 27(8), 1055–1059.***

**M. Łukaszewska-Kuska, P. Krawczyk, A. Martyła, W. Hędzerek, B. Dorocka-Bobkowska, 2019, Effects of a hydroxyapatite coating on the stability of endosseous implants in rabbit tibiae, Dental and Medical Problems, 56(2), 123–129.**

**Patent Nr P.392892, W. Hędzerek, P. Krawczyk, M. Łukaszewska-Kuska, J. M. Skowroński, 2014, Sposób otrzymywania implantów hydroksyapatytowo-tytanowych, Urząd Patentowy RP.**

**Badanie właściwości polimerów mukoadhezyjnych stosowanych w nowoczesnych systemach dostarczania leków**

Reactive and Functional Polymers  
Volume 118, September 2017, Pages 10-19

Surface properties and morphology of selected polymers and their blends designed to mucoadhesive dosage forms

A. Bartkowiak<sup>a</sup>, M. Rojewska<sup>a,✉</sup>, A. Biadasz<sup>b</sup>, J. Lulek<sup>c</sup>, K. Prochaska<sup>a</sup>

Carbohydrate Polymers  
Volume 171, 1 September 2017, Pages 152-162

Surface properties and surface free energy of cellulosic etc mucoadhesive polymers

M. Rojewska, A. Bartkowiak, B. Strzemińska, A. Jamrozik, A. Voelkel, K. Prochaska<sup>a,✉</sup>

Colloids and Surfaces A 566 (2019) 11–20

Contents lists available at ScienceDirect

Colloids and Surfaces A

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/colsurfa](http://www.elsevier.com/locate/colsurfa)

Physicochemical and release studies of new mucoadhesive fluconazole delivery systems

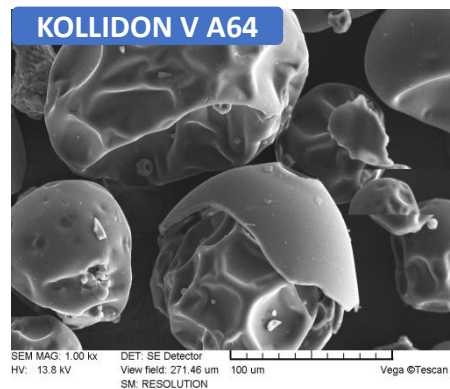
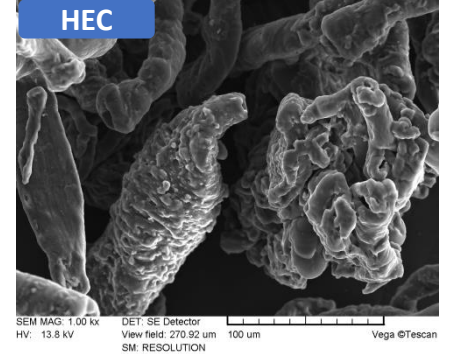
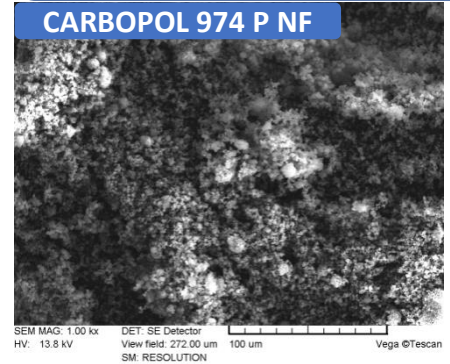
M. Rojewska<sup>a</sup>, A. Bartkowiak<sup>a</sup>, B. Milanowski<sup>b</sup>, K. Prochaska<sup>a,✉</sup>, J. Lulek<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Poznan University of Technology, Department of Chemical Technology, Institute of Chemical Technology and Engineering, Berdychowo 4, 60-965, Poznan, Poland  
<sup>b</sup> Poznan University of Medical Sciences, Department of Pharmaceutical Technology, Grunwaldzka 6, 60-780, Poznan, Poland

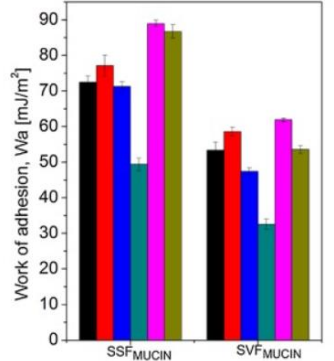
Colloids and Surfaces B: Biointerfaces  
Volume 172, 1 December 2018, Pages 586-593

Surface and swelling properties of mucoadhesive blends and their ability to release fluconazole in a mucin environment

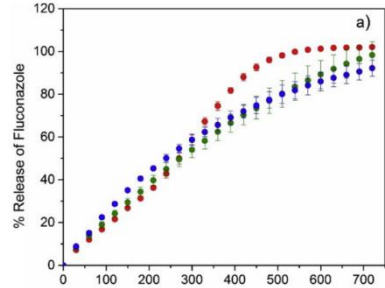
A. Bartkowiak<sup>a</sup>, M. Rojewska<sup>a</sup>, K. Hyla<sup>b</sup>, J. Zembrzuska<sup>a</sup>, K. Prochaska<sup>a,✉</sup>



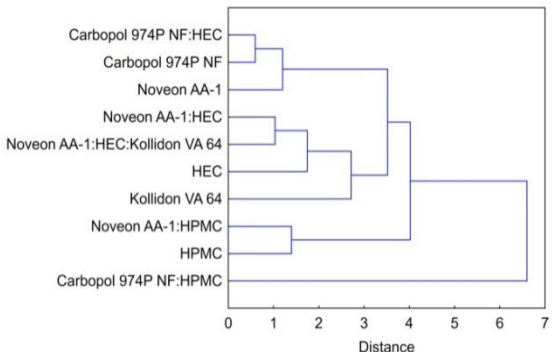
**Praca adhezji**



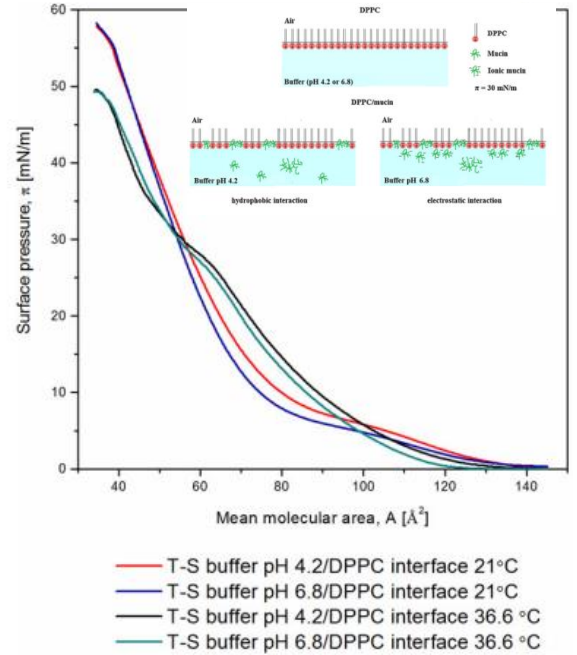
**Uwalnianie leku**



**Reologia**



**Oddziaływania z modelowymi błonami biologicznymi**



Colloids and Surfaces A 578 (2019) 123587

Contents lists available at ScienceDirect

Colloids and Surfaces A

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/colsurfa](http://www.elsevier.com/locate/colsurfa)

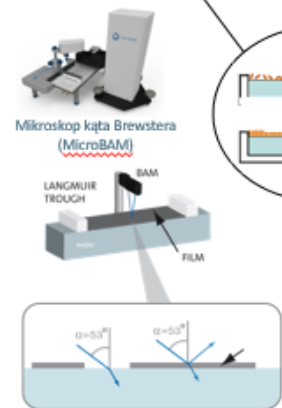
Study of mucin interaction with model phospholipid membrane at the air-water interface

A. Bartkowiak, M. Rojewska, K. Prochaska<sup>a</sup>

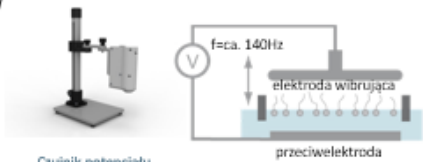
<sup>a</sup> Poznan University of Technology, Department of Chemical Technology, Berdychowo 4, 60-965, Poznan, Poland

# Kompleksowe badania układów biomimetycznych

## Obrazowanie filmu powierzchniowego mikroskopem kąta Brewstera

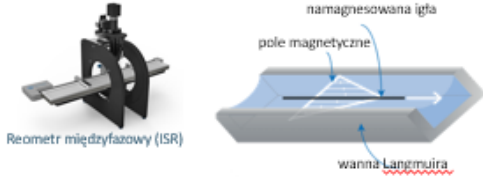


## Pomiar potencjału powierzchniowego



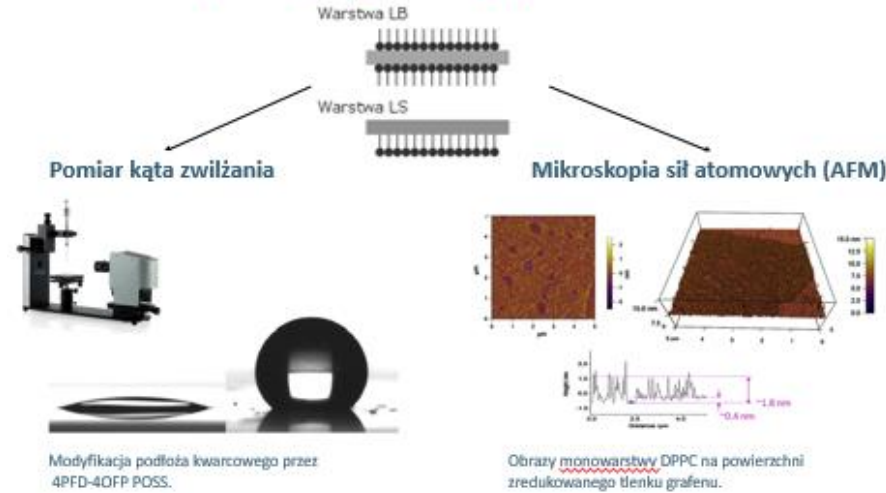
## Metody badania filmów Langmuira

## Pomiar właściwości lepkościowych



- ❑ Modyfikacja powierzchniowa ciał stałych w celu otrzymania materiałów o oczekiwanych właściwościach oraz zwiększonej biodostępności do zastosowań w inżynierii biomedycznej.
- ❑ Badanie oddziaływań substancji biologicznie aktywnych z modelową błoną biologiczną.
- ❑ Ocena właściwości termodynamicznych oraz reologicznych modelowych błon biologicznych oraz morfologii i zwilżalności materiałów warstwowych otrzymywanych poprzez nanoszenie filmów Langmuira-Blodgett.

## Metody analizy modyfikowanych powierzchni



Biochimica et Biophysica Acta  
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ibbame](http://www.elsevier.com/locate/ibbame)

Colloids and Surfaces B: Biointerfaces  
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/colsurfb](http://www.elsevier.com/locate/colsurfb)

RSC Advances  
PAPER  
View Article Online  
View Journal | View Issue

Food Hydrocolloids  
journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/foodhyd>

Interaction of polyhedral oligomeric silsesquioxanes and dipalmitoylphosphatidylcholine at the air/water interface: Thermodynamic and rheological study  
M. Skrzypiec<sup>a</sup>, G.As. Georgiev<sup>b</sup>, M. Rojewska<sup>a</sup>, K. Prochaska<sup>a,\*</sup>

Surface properties and morphology of mixed POSS-DPPC monolayers at the air/water interface  
Monika Rojewska, Marta Skrzypiec, Krystyna Prochaska<sup>a</sup>

Interfacial behaviour of cubic silsesquioxane and silica nanoparticles in Langmuir and Langmuir-Blodgett films  
K. Dopierała,<sup>a,\*</sup> K. Bojakowska,<sup>a</sup> J. Karasiewicz,<sup>b</sup> H. Maciejewski<sup>b</sup> and K. Prochaska<sup>a</sup>

Study on pH-Dependent interactions of linoleic acid with  $\alpha$ -lactalbumin  
Katarzyna Dopierała<sup>a</sup>, Martyna Krajewska<sup>a</sup>, Krystyna Prochaska<sup>a</sup>

Colloids and Surfaces B: Biointerfaces  
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/colsurfb](http://www.elsevier.com/locate/colsurfb)

Materials Science & Engineering C  
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/msec](http://www.elsevier.com/locate/msec)

Colloids and Surfaces B: Biointerfaces  
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/colsurfb](http://www.elsevier.com/locate/colsurfb)

Colloids and Surfaces A  
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/colsurfa](http://www.elsevier.com/locate/colsurfa)

Detailed characterization of POSS-poly(ethylene glycol) interaction with model phospholipid membrane at the air/water interface  
Marta Skrzypiec, Krystyna Prochaska<sup>a</sup>

Langmuir-Blodgett films of membrane lipid in the presence of hybrid silsesquioxane, a promising component of biomaterials  
Marta Skrzypiec<sup>a</sup>, Marek Weis<sup>b</sup>, Katarzyna Dopierała<sup>a</sup>, Krystyna Prochaska<sup>a,\*</sup>

Interaction of polyhedral oligomeric silsesquioxane containing epoxycyclohexyl groups with cholesterol at the air/water interface  
Katarzyna Dopierała<sup>a</sup>, Hieronim Maciejewski<sup>b</sup>, Krystyna Prochaska<sup>a,\*</sup>

Effect of chemical structure of fluorinated polyhedral oligomeric silsesquioxanes on formation of Langmuir monolayers and Langmuir-Blodgett films  
M. Skrzypiec, A. Wamke, K. Dopierała, K. Prochaska<sup>a</sup>

# Separacja substancji do zastosowań w inżynierii biomedycznej

Journal of Membrane Science 637 (2021) 119593

Contents lists available at ScienceDirect

**Journal of Membrane Science**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/memsci](http://www.elsevier.com/locate/memsci)

Implementation of forward osmosis to concentrate alpha-ketoglutaric acid from fermentation broth: Performance and fouling analysis

Mateusz Szczygielka<sup>a</sup>, Martyna Krajewska<sup>a</sup>, Lei Zheng<sup>b,c</sup>, Long D. Nghiem<sup>c</sup>, Krystyna Prochaska<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Institute of Chemical Technology and Engineering, Poznan University of Technology, Berdychowo 4, 60-965, Poznań, Poland  
<sup>b</sup> Changping Institute of Green and Intelligent Technology, Chinese Academy of Science, Changping, 400713, China  
<sup>c</sup> Centre for Technology in Water and Wastewater, University of Technology Sydney, Ultimo, NSW, 2007, Australia

Journal of Membrane Science 536 (2017) 37–43

Contents lists available at ScienceDirect

**Journal of Membrane Science**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/memsci](http://www.elsevier.com/locate/memsci)

Alpha-ketoglutaric acid production using electro dialysis with bipolar membrane

Mateusz Szczygielka, Krystyna Prochaska<sup>\*</sup>

Institute of Chemical Technology and Engineering, Poznan University of Technology, Berdychowo str. 4, 60-965 Poznań, Poland

Biochemical Engineering Journal 166 (2021) 107883

Contents lists available at ScienceDirect

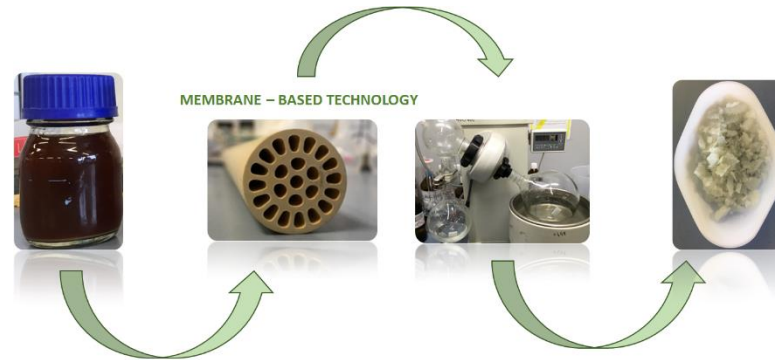
**Biochemical Engineering Journal**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/bej](http://www.elsevier.com/locate/bej)

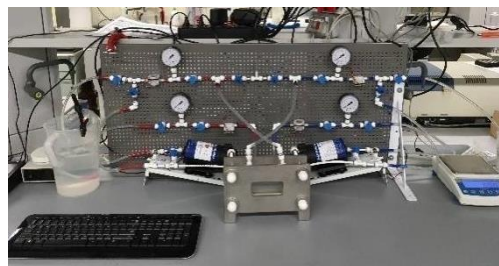
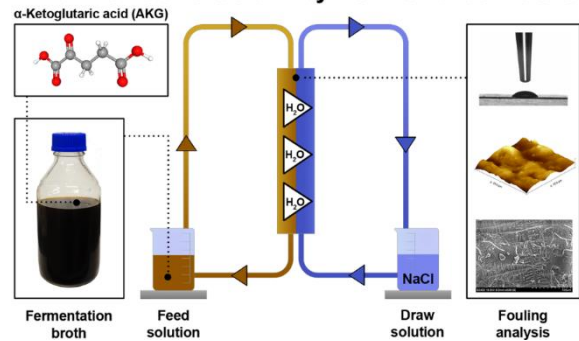
Effective separation of bio-based alpha-ketoglutaric acid from post-fermentation broth using bipolar membrane electro dialysis (EDBM) and fouling analysis

Mateusz Szczygielka, Krystyna Prochaska<sup>\*</sup>

Institute of Chemical Technology and Engineering, Poznan University of Technology, Berdychowo str.4, 60-965 Poznań, Poland



## AKG Concentration by forward osmosis



Process Biochemistry 96 (2020) 38–48

Contents lists available at ScienceDirect

**Process Biochemistry**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/procbio](http://www.elsevier.com/locate/procbio)

Downstream separation and purification of bio-based alpha-ketoglutaric acid from post-fermentation broth using a multi-stage membrane process

Mateusz Szczygielka, Krystyna Prochaska<sup>\*</sup>

Institute of Chemical Technology and Engineering, Poznan University of Technology, Berdychowo 4, 60-965 Poznań, Poland

Separation and Purification Technology 181 (2017) 53–59

Contents lists available at ScienceDirect

**Separation and Purification Technology**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/seppur](http://www.elsevier.com/locate/seppur)

Separation and concentration of succinic acid from post-fermentation broth by bipolar membrane electro dialysis (EDBM)

Mateusz Szczygielka, Jerzy Antczak, Krystyna Prochaska<sup>\*</sup>

Institute of Chemical Technology and Engineering, Poznan University of Technology, Berdychowo str. 4, 60-965 Poznań, Poland

Separation and Purification Technology 192 (2018) 360–368

Contents lists available at ScienceDirect

**Separation and Purification Technology**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/seppur](http://www.elsevier.com/locate/seppur)

Removal of succinic acid from fermentation broth by multistage process (membrane separation and reactive extraction)

K. Prochaska<sup>\*</sup>, J. Antczak, M. Regel-Rosocka, M. Szczygielka

Institute of Chemical Technology and Engineering, Poznan University of Technology, Berdychowo Str. 4, 60-965 Poznań, Poland



## Podsumowanie

1. Duży potencjał naukowy
2. Możliwości budowania interdyscyplinarnych zespołów badawczych
3. Duży udział zagadnień biomechanicznych
4. Możliwości rozszerzenia oferty dydaktycznej



## Przyszłe działania

1. Decyzja w sprawie dziedziny inżynieria biomedyczna
2. Decyzja w sprawie powołania nowego wydziału
3. Decyzja w sprawie rozbudowy oferty dydaktycznej
4. Biomechanika – umiejscowienie obszaru badawczego i dydaktycznego w strukturze Uczelni



---

**POLITECHNIKA POZNAŃSKA**

---

**Dziękuję za uwagę !**