

WIOSENNE WARSZTATY NAUKOWE
Centrum Studiów Zaawansowanych
Politechniki Warszawskiej

LIPNIK
19-21 czerwca 2015

XI Warsztaty Naukowe Centrum Studiów Zaawansowanych PW

19-21 czerwca 2015 r., Ośrodek konferencyjny Lipnik Park w Długosiodle

Opieka merytoryczna: Stanisław Janeczko

Zespół: Ilona Sadowska, Grażyna Wojewoda, Małgorzata Zielińska

Projekt graficzny i skład: Małgorzata Zielińska



Centrum Studiów Zaawansowanych
Politechniki Warszawskiej

Pl. Politechniki 1, p. 152-154
00-661, Warszawa
www.csz.pw.edu.pl

Warsztaty Naukowe Centrum Studiów Zaawansowanych są uzupełnieniem oferty dydaktycznej i stypendialnej Centrum. Ich podstawowym celem jest przełamanie barier utrudniających integrację ludzi nauki, wynikających z podziałów strukturalnych i pokoleniowych. Organizowane dwa razy do roku spotkania stypendystów Centrum z wybitnymi uczonymi umożliwiają wymianę doświadczeń i nawiązanie współpracy naukowo-badawczej między uczestnikami reprezentującymi różne dziedziny nauki i etapy kariery naukowej. Inspirujące dyskusje, które towarzyszą warsztatom, przyczyniają się natomiast do poszerzenia horyzontów naukowych specjalistów biorących udział w spotkaniu.

W programie Wiosennych Warsztatów Naukowych przewidziano wystąpienia profesorów PW i stypendystów CSZ oraz sesję posterową. Doktoranci i młodzi pracownicy naukowcy PW zaprezentują wyniki badań prowadzonych w ramach przyznanych im stypendiów współfinansowanych ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego.

Mamy nadzieję, że tegoroczne spotkanie spełni zakładane cele.

*Zespół Centrum Studiów Zaawansowanych
Politechniki Warszawskiej*

Komitet Naukowy XI Warsztatów Naukowych CSZ

prof. dr hab. inż. Leon Gradoń

Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej PW

prof. dr hab. inż. Janusz Hołyst

Wydział Fizyki PW

prof. dr hab. Stanisław Janeczko

Wydział MiNI PW, Dyrektor CSZ PW

prof. dr hab. inż. Maciej Jarosz

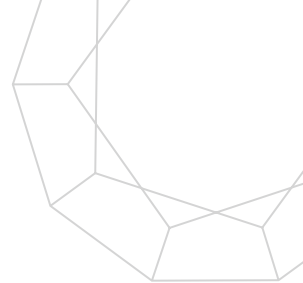
Wydział Chemiczny PW

prof. dr hab. inż. Małgorzata Kujawińska

Wydział Mechatroniki PW

prof. dr hab. inż. Stanisław Wincenciak

Wydział Elektryczny PW, Prorektor ds. Rozwoju PW



Harmonogram

Piątek / 19 czerwca

12³⁰ Wyjazd - Pl. Politechniki 1 (parking przed Gmachem Głównym PW)

15⁰⁰ Obiad

I

17⁰⁰ - 17¹⁰ Oficjalne rozpoczęcie warsztatów przez profesora Stanisława Janeczko, Dyrektora Centrum Studiów Zaawansowanych PW

17¹⁰ - 17⁴⁰ *Obliczenia numeryczne w badaniach naukowych* | wykład **profesora Stanisława Wincenciaka** –
– Prorektora ds. Rozwoju PW

17⁴⁰ - 18²⁰ **Dyskusja panelowa**

18³⁰ - 19³⁰ Sesja posterowa

Analiza wpływu dziennych aktywności mieszkańców miasta na poziom ich narażenia na pyłowe zanieczyszczenia powietrza | **Anna Gayer**
z Wydziału Inżynierii Środowiska PW

Modelowanie zjawisk transportu masy w procesach ekstrakcji z udziałem materiałów porowatych i płynów w stanie nadkrytycznym |
Jan Krzysztoforski z Wydziału Inżynierii Chemicznej i Procesowej PW

Modelowanie analogowe układów niecałkowitego rzędu | **Michał Macias**
z Wydziału Elektrycznego PW

*Krótkotrwały wpływ wysokich stężeń pyłków roślin na zdrowie ludzi –
– przegląd* | **Dominika Mucha** z Wydziału Inżynierii
Środowiska PW

Przestrajalne ferroelektryczne układy kompozytowe do zastosowań mikrofalowych | **Emilia Pawlikowska** z Wydziału Chemicznego PW

Optymalizacja usuwania Arsenu z roztworów wodnych z wykorzystaniem modyfikowanych włókien polipropylenowych | **Izabela Zgłobicka**
z Wydziału Inżynierii Materiałowej PW

20⁰⁰ Uroczysta kolacja

Sobota / 20 czerwca

8⁰⁰ - 9⁵⁵ Śniadanie

II

10⁰⁰ - 10⁴⁰ *Displeje holograficzne: szanse i problemy* |
wykład **profesor Małgorzaty Kujawińskiej**
z Wydziału Mechatroniki PW

10⁴⁰ - 11⁰⁰ *Optyczny tomografazowy do pomiarów 3D mikroobiektów technicznych* |
Michał Dudek z Wydziału Mechatroniki PW

11⁰⁰ - 11²⁰ *Gramatyka kształtu umożliwiająca generowanie rzutów przemysłowo
indywidualizowanych domów jednorodzinnych* | **Krzysztof Kwieciński**
z Wydziału Architektury PW

11²⁰ - 11⁴⁰ Przerwa kawowa

III

11⁴⁰ - 12⁰⁰ *Algorytm demodulacji sygnału z polarymetrycznego czujnika światłowodowego
oparty o transformatę Hilberta* | **Marcin Bieda** z Wydziału Fizyki PW

12⁰⁰ - 12²⁰ *Po nite do kłębka – jak badać mechanizmy transportu leków przeciw-
nowotworowych w warunkach fizjologicznych* | **Magdalena Matczuk**
z Wydziału Chemicznego PW

12²⁰ - 12⁴⁰ *Użycie serwisu Facebook do ukrywania informacji w obrazach* |
Krzysztof Szczypiorski z Wydziału Elektroniki i Techniki
Informacyjnych PW

12⁴⁰ - 13⁰⁰ Przerwa kawowa

IV

13⁰⁰ - 13²⁰ *Poli(węglano-uretany) oraz poli(estro-węglano-uretany) - materiały o szerokim spektrum zastosowań* | **Magdalena Mazurek**
z Wydziału Chemicznego PW

13²⁰ - 13⁴⁰ *Podnoszenie bezpieczeństwa systemów weryfikacji mowy* | **Artur Janicki**
z Wydziału Elektroniki i Technik Informatycznych PW

14⁰⁰ Obiad

V

15²⁰ - 15⁴⁰ *Trójwymiarowe rusztowania tkankowe z polikaprolaktonu o zmiennej architekturze wewnętrznej do regeneracji tkanki kostnej wytworzone metodą przystosowanego kształtowania* | **Barbara Ostrowska**
z Wydziału Inżynierii Materiałowej PW

15⁴⁰ - 16⁰⁰ *Problematyka architektoniczna w małych miastach na Sardynii. Perspektywa porównawcza dla kontekstu polskiego* | **Paweł Pedrycz**
z Wydziału Architektury PW

16⁰⁰ - 16²⁰ *Wykrywanie faz snu u dorosłych na podstawie zapisów EKG* | **Jan Gierattowski** z Wydziału Fizyki PW

19⁰⁰ Kolacja grillowa | ogłoszenie wyników konkursu na najlepszą prezentację i poster

Niedziela / 21 czerwca

8⁰⁰ - 10⁰⁰ Śniadanie

10³⁰ Wyjazd do Warszawy

Abstrakty

prezentacje ustne

Spis treści

- [1] Michał Dudek, Wydział Mechatroniki PW | *Optyczny tomograf fazowy do pomiarów 3D mikroobiektów technicznych* strona 13
- [2] Krystian Kwieciński, Wydział Architektury PW | *Gramatyka kształtu umożliwiająca generowanie rzutów przemysłowo indywidualizowanych domów jednorodzinnych* strona 15
- [3] Marcin S. Bieda, Wydział Fizyki PW | *Algorytm demodulacji sygnału z polarymetrycznego czujnika światłowodowego oparty o transformatę Hilberta* strona 17
- [4] Magdalena Matczuk, Wydział Chemiczny PW | *Po nitce do kłębka – jak badać mechanizmy transportu leków przeciwnowotworowych w warunkach fizjologicznych?* strona 19
- [5] Krzysztof Szczypiorski, Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych PW | *Użycie serwisu Facebook do ukrywania informacji w obrazach* strona 21
- [6] Magdalena Mazurek, Wydział Chemiczny PW | *Poli(węglano-uretany) oraz poli(estro-węglano-uretany) – materiały o szerokim spektrum zastosowań* strona 22
- [7] Artur Janicki, Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych PW | *Podnoszenie bezpieczeństwa systemów weryfikacji mowy* strona 24
- [8] Barbara Ostrowska, Wydział Inżynierii Materiałowej PW | *Trójwymiarowe rusztowania tkankowe z polikaprolaktonu o zmiennej architekturze wewnętrznej do regeneracji tkanki kostnej wytworzone metodą przystosowego kształtowania* strona 25
- [9] Paweł Pedrycz, Wydział Architektury PW | *Problematyka architektoniczna w małych miastach na Sardynii. Perspektywa porównawcza dla kontekstu polskiego* strona 28
- [10] Jan Gierattowski, Wydział Fizyki PW | *Wykrywanie faz snu u dorosłych na podstawie zapisów EKG* strona 30

Michał Dudek
Wydział Mechatroniki
Politechniki Warszawskiej

Optyczny tomograf fazowy do pomiarów 3D mikroobiektów technicznych

Prezentowane rozwiązanie dotyczy wszechstronnego, automatycznego systemu pomiarowego do badań światłowodów oraz ich mikrokomponentów z submikronową dokładnością. Optyczny tomograf fazowy służy przede wszystkim do pomiarów trójwymiarowego rozkładu współczynnika załamania w różnego rodzaju światłowodach (SMF, MMF, PCF, POF) oraz ich mikrokomponentach, np. polimerowych mikrotipach [1], mostkach optycznych [2] z dokładnością na poziomie 10^{-4} i rozdzielczością przestrzenną poniżej $1 \mu\text{m}$. System pomiarowy pracuje w układzie mikroskopu transmisyjnego z kompaktowym modułem interferometrycznym z rozdzielaniem wiązki przedmiotowej. Takie rozwiązanie znacznie zmniejsza czułość układu na drgania i umożliwia pracę tomografu w warunkach warsztatowych. System może pracować zarówno w konfiguracji pionowej jak i poziomej, co czyni go uniwersalnym.

Brak jest podobnych rozwiązań zarówno na rynku polskim jak i europejskim. Oferowane urządzenie ma zdecydowanie szerszy zakres działania od profilometrów światłowodowych i dostarcza kompletnych informacji zarówno o geometrii jak i o właściwościach optycznych badanych struktur. Jest to niezwykle istotne np. w trakcie wytwarzania skomplikowanych światłowodów mikrostrukturalnych lub polimerowych mikrokomponentów oraz przy prototypowaniu elementów fazowych z wykorzystaniem nowych technologii (np. wtryskowych, wytłaczania na gorąco, naświetlania wiązką protonów). Zakres możliwości badań tomograficznych przy pomocy prezentowanego układu zależy głównie od dostępności certyfikowanych cieczy immersyjnych - obecnie zakres współczynnika załamania wynosi 1.3-2.1, co sprawia, że istnieje możliwość analizy zarówno struktur szklanych jak i polimerowych, a nawet biologicznych (np. komórek zwierzęcych i roślinnych, bakterii).

Niniejsza praca była finansowana w ramach projektu „Phase microscopy and tomography - new approach to 3D measurements of bio-

logical and technological structures (3D PHASE)” programu „TEAM” Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej, pod kierownictwem prof. dr hab. inż. Małgorzaty Kujawińskiej, numer grantu - 501 3 1143 0210 / TEAM/2011-7/7.

[1] M. Kujawińska et al., Proceedings of SPIE 8494 (2012) 849404

[2] M. Dudek et al., Optical Engineering 53(1), (2014) 016113

Krystian Kwieciński
Wydział Architektury
Politechniki Warszawskiej

*Gramatyka kształtu umożliwiająca
generowanie rzutów przemysłowo
indywidualizowanych domów jednorodzinnych*

Co roku w Polsce wydawanych jest ponad 80 tysięcy pozwoleń na budowę domów jednorodzinnych. Obecnie przyszli mieszkańcy chcący nabyć projekt architektoniczny domu jednorodzinnego stoją przed dylematem czy zlecić jego wykonanie architektowi, czy też kupić gotową dokumentację projektu typowego. Stworzenie alternatywnej metody w architekturze mieszkaniowej upatrywane jest w zastosowaniu oprogramowania komputerowego, w którym użytkownicy mieliby możliwość modyfikowania projektu bez wsparcia architekta, podążając jedynie stworzonymi przez niego zasadami projektowymi. Tego typu strategia nosi nazwę przemysłowej indywidualizacji i jest połączeniem pojęcia produkcji przemysłowej oraz indywidualnego projektowania a jej wprowadzenie możliwe jest poprzez zastosowanie procesów algorytmicznych formalizujących architektoniczne zasady projektowe.

Jednym ze sposobów formalizacji architektonicznych reguł projektowych są gramatyki kształtu, umożliwiające zapis zasad projektowy jako serii operacji na kształtach geometrycznych na wzór lingwistycznego modelu systemu generacyjnego. Celem przeprowadzonych badań, finansowanych w ramach Stypendium CSZ, było stworzenie gramatyki kształtu dla opracowanego, w ramach dotychczasowej pracy badawczej [1], systemu projektowego domów jednorodzinnych. Opracowana gramatyka pozwoliła sformalizować zasady projektowe odpowiedzialne za dyspozycje funkcjonalne wewnątrz budynku z uwzględnieniem zmiennej orientacji budynku w stosunku do stron świata jak również zmiennej orientacji budynku względem drogi dojazdowej i wjazdu. Sformalizowane zasady projektowe dają możliwość generowania rzutów zarówno budynków jednopiętrowych jak również dwupiętrowych, stając się istotnym kamieniem milowym w pracy nad automatycznym generowaniem przemysłowo indywidualizowanych

projektów domów jednorodzinnych dopasowanych do indywidualnych oczekiwań nabywcy. Planowane dalsze prace badawcze w tym obszarze mogą mieć istotne znaczenie dla rozwoju budownictwa mieszkaniowego a wprowadzenie przemysłowej indywidualizacji do budownictwa może umożliwić dopasowanie budowlanej oferty rynkowej do rzeczywistych potrzeb i możliwości nabywców.

[1] K. Kwiecinski and J. Slyk, "Interactive design system for provisioning of customized houses" CRC Press, (2014) pp. 649-655

Marcin S. BiedaWydział Fizyki
Politechniki Warszawskiej

*Algorytm demodulacji sygnału
z polarymetrycznego czujnika światłowodowego
oparty o transformatę Hilberta*

Czujniki światłowodowe są dobrą alternatywą dla klasycznych czujników elektronicznych. Ich zalety są szczególnie widoczne, kiedy monitoruje się materiały kompozytowe. W takiej sytuacji, nie tylko można czujnik światłowodowy wprowadzić bezpośrednio do kompozytu, ale również w takim, jednym włóknie może znajdować się wiele czujników na raz [1]. Pomimo istotnych zalet, czujniki światłowodowe często wymagają skomplikowanych systemów nadawczo-odbiorczych.

W przypadku światłowodowych czujników polarymetrycznych rozciąganie światłowodu powoduje zmianę stanu polaryzacji światła na wyjściu światłowodu. Ta zmiana może być rejestrowana na przykład poprzez zastosowanie polaryzatora, jako analizatora stanu polaryzacji. W takim przypadku część informacji jest tracona, ponieważ zależność rozciągnięcia światłowodu od natężenia światła jest opisywana funkcją sinusoidalną. Powoduje to, że w większości zastosowań stosuje się bardziej skomplikowane i droższe analizatory polaryzacji zamiast detektorów natężeniowych [2].

Rezultatem moich badań było opracowanie algorytmu analizy sygnału z czujnika polarymetrycznego, który wykorzystywałby prosty, natężeniowy detektor. W swojej pracy wykorzystałem algorytmy odzyskiwania informacji fazowej z hologramów cyfrowych [3], gdyż istota problemu jest podobna zarówno w przypadku holografii, jak i w przypadku polaryzacji światła. Opracowany algorytm wykorzystuje transformatę Hilberta do odzyskania informacji o rozciągnięciu światłowodu.

[1] G. Hegde, A. Asundi "Performance analysis of all-fiber polarimetric strain sensor for composites structural health monitoring," NDT&E International, vol. 39, no. 4 (2006) pp. 320–327

- [2] A. W. Domański, M. Bieda, P. Lesiak, P. Makowski, M. Szeląg, T. Poczęsny, K. Prokopczuk, P. Sobotka, M. Chychłowski, M. Sierakowski, T. R. Woliński, „Polarimetric optical fiber sensors for dynamic strain measurement in composite materials,” *Acta Physica Polonica A*. 124 (2013) 399-401
- [3] T. Ikeda, G. Popescu, R. Dasari, and M. Feld, “Hilbert phase microscopy for investigating fast dynamics in transparent systems,” *Optics Letters*, vol. 30 (2005) pp. 1165-1167

Magdalena Matczuk

Wydział Chemiczny
Politechniki Warszawskiej

*Po nitce do kłębka – jak badać mechanizmy
transportu leków przeciwnowotworowych
w warunkach fizjologicznych?*

Rocznie około 8,2 mln osób umiera z powodu choroby nowotworowej. Jedną z metod jej leczenia jest chemioterapia, polegająca na okresowym podawaniu pacjentom leków cytostatycznych zwalczających zmienione komórki. Niestety, aktualnie stosowane leki, w głównej mierze oparte na platynie, nie działają w sposób selektywny, powodując szereg efektów ubocznych ich przyjmowania. Poszukiwanie nowych kompleksów metali o właściwościach przeciwnowotworowych, a działających jedynie na komórki nowotworowe, jest kluczowym aspektem w procesie podnoszenia efektywności leczenia choroby. Jednym z najbardziej obiecujących kandydatów jest kompleks rutenu: [trans-tetrachlorobis(1*H*-indazolo)]rutenian(III) indazolu, będący aktualnie w drugim etapie testów klinicznych. Związek ten podawany jest dożylnie w formie nieaktywnej tzw. proleku, zawierającej ruten na +3 stopniu utlenienia.

Choć kompleks jest zaawansowany w badaniach medycznych, wciąż niepoznane są ścieżki jego transportu oraz mechanizmy działania wewnątrz organizmu ludzkiego, które stoją u podstaw pozytywnych efektów leczenia pacjentów eksperymentalnych. Proponujemy metody analityczne mające na celu postawienie hipotez dotyczących mechanizmu transportu leku-kandydata poczynawszy od jego dożylnego podania aż do oddziaływania z celami komórkowymi. W badaniach zastosowanie znalazły analityczne techniki sprzężone, będące połączeniem metod rozdzielania i czulej detekcji za pomocą spektrometrii mas. Elementem prowadzonych doświadczeń była imitacja warunków fizjologicznych na każdym etapie przygotowywania próbek.

Na podstawie otrzymanych wyników został zaproponowany model działania leku w warunkach organizmu ludzkiego [1,2] przy

uwzględnieniu hipotez sugerowanych we wcześniejszych opracowaniach literaturowych.

[1] M. Matczuk, M. Prządka, S.S. Aleksenko, et. al., *Metallomics* 6 (2014) 147

[2] M. Matczuk, M. Kupiec, J. Legat, et al., *Analyst* 140 (2015) 3492

Krzysztof Szczypiorski**Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych**

Politechniki Warszawskiej

we współpracy z: Tejas Dakve, Jason Hiney, Kris Gaj – Department
of Electrical & Computer Engineering, George Mason University (USA)

*Użycie serwisu Facebook
do ukrywania informacji w obrazach*

Liczbę użytkowników serwisu Facebook szacuje się na blisko półtora miliarda, z tego ciągłą aktywność wykazuje blisko dziewięćset milionów osób. Ponad trzy miliardy mieszkańców naszej planety posiada dostęp do Internetu, zatem co drugi z nich korzysta z Facebooka. Facebook, jako jedno z największych mediów społecznościowych na świecie, jest bardzo atrakcyjnym obiektem do stworzenia systemu ukrywania informacji o zasięgu globalnym. Podstawowymi, ale nie jedynymi, elementami wymiany informacji w tym serwisie są obrazy w formacie JPEG. Podczas wykładu zostaną przedstawione nowe metody ukrywania informacji w obrazach omijające wewnętrzny algorytm kompresji obrazów stosowany przez serwis Facebook. Metody te bazują na pobranych uprzednio zdjęciach z serwisu Facebooka jako nośników do ukrytych informacji.

*Poli(węglano-uretany) oraz poli(estro-węglano-uretany) –
– materiały o szerokim spektrum zastosowań*

Oligowęglanodiole stanowią relatywnie nową grupę związków wykorzystywanych do otrzymywania poliuretanów [1,2]. Dzięki zawartości ugrupowania węglanowego w łańcuchu głównym, wykazują zwiększoną odporność na czynniki utleniające oraz hydrolityczne w porównaniu z najczęściej stosowanymi oligoeterolami oraz oligoestrolami. Otrzymane na ich podstawie poli(węglano-uretany) charakteryzują się ponadto bardzo dobrymi właściwościami mechanicznymi, a dzięki biogodności są bardzo obiecującym materiałem do zastosowań medycznych, przede wszystkim jako implanty długotrwałe [3].

W swojej pracy badawczej poza dokładną charakterystką poli(węglano-uretanów) [4] podjęłam się również ich modyfikacji w celu otrzymania poli(estro-węglanów) [5] oraz poli(estro-węglano-uretanów). W zależności od użytego estru możliwe było otrzymanie polimerów zdolnych do biodegradacji (alifatyczne estry) [6] tudzież materiałów o poprawionych właściwościach termicznych i mechanicznych (aromatyczne estry) [7]. Syntezę oligomeroli prowadzono trzyetapowo przy użyciu węglanu dimetylu, pochodnych kwasów dikarboksylowych oraz α,ω -dioli o różnej długości łańcucha węglowodorowego (C_4-C_{12}). Przeprowadzono szereg syntez stosując różne stosunki molowe reagentów, otrzymując oligomerole zawierające planową zawartość jednostek węglanowych w produkcie. Produkty zostały scharakteryzowane przy użyciu analiz FTIR, 1H NMR, GPC, MALDI-ToF oraz DSC.

Najnowsza część moich badań poświęconych poli(węglano-uretanom) dotyczy efektu pamięci kształtu. Materiały z pamięcią kształtu należą do grupy materiałów inteligentnych, które pod wpływem zewnętrznych bodźców takich jak zmiana temperatury, pH czy promieniowanie UV mają możliwość zmiany kształtu [8]. Zmiana ta może zachodzić zarówno jednorazowo, jak i odwracalnie podczas wielu cykli [9].

- [1] M. Spirkova, J. Pavlicevic, A. Strachota, R. Poreba et al. Eur. Polym. J. 47 (2011) 959
- [2] I. Khan, N. Smith, E. Jones, D.S. Finch, E.C. Cameron, Biomaterials 26 (2005) 621
- [3] A. Szycher, A.M. Reed, Med. Device Tech. 11 (1992) 42
- [4] M. Mazurek, K. Tomczyk, M. Auguscik, J. Ryszkowska, G. Rokicki, Polym. Adv. Technol. 26 (2015) 57
- [5] M. Mazurek, T. Brulinski, K. Tomczyk et al., J Polym Res 22 (2015) 34
- [6] M. Mazurek, G. Rokicki, Pol. J. Chem. Technol. 15 (2013) 80
- [7] M. Mazurek, K. Tomczyk, G. Rokicki, Polym. Adv. Technol. 25 (2014) 1273
- [8] A. Lendlein, S.Kelch, Angew. Chem. Int. Ed. 41 (2002) 2035
- [9] M. Behl, K. Kratz, J. Zotmann, U. Noechel, A. Lendlein, Adv. Mater. 25 (2013) 4466

Podnoszenie bezpieczeństwa systemów weryfikacji mowy

Systemy weryfikacji mowy należą do biometrycznych metod uwierzytelniania użytkownika. Stosuje się je szczególnie chętnie na odległość, np. podczas rozmowy telefonicznej. Podobnie jak inne systemy kontroli dostępu oparte na cechach biometrycznych, także i systemy weryfikacji mowy mogą być celem różnych ataków, polegających na podszywaniu się pod tożsamość innego użytkownika (ang. *spoofing*). Takie ataki mogą polegać na wykorzystaniu algorytmów syntezy mowy, konwersji głosu lub, w najprostszym przypadku, na odtworzeniu nagrania z głosem docelowego mówcy. Dlatego aby system weryfikacji mowy cechował się odpowiednim poziomem bezpieczeństwa, wskazane jest wykorzystanie w nim odpowiednich mechanizmów zabezpieczenia przed atakami. Przedstawione zostaną wyniki prac, prowadzonych przez autora w ramach stypendium wyjazdowego PR PW do ośrodka EURECOM w Sophia Antipolis, Francja. Omówione zostaną podstawowe rodzaje ataków wraz z metodami, które mają na celu ich zapobieganie, takimi jak algorytm lokalnych wzorców binarnych (LBP) czy detekcja odległego nagrania. Zaprezentowane zostaną wyniki przykładowych eksperymentów.

Barbara Ostrowska

Wydział Inżynierii Materiałowej
Politechniki Warszawskiej*Trójwymiarowe rusztowania tkankowe z polikaprolaktonu o zmiennej architekturze wewnętrznej do regeneracji tkanki kostnej wytworzone metodą przyrostowego kształtowania*

Ostatnie stulecie to okres dynamicznego rozwoju w różnych dziedzinach życia. Wśród wielu przemian niewątpliwym postępem widoczny jest w naukach technicznych i medycznych. Przykładem nauki technicznej, w której dokonał się ogromny postęp, jest inżynieria materiałowa. Inżynieria materiałowa ma znaczący wpływ na niemal wszystkie dziedziny nauki. Jej rozwój pozwolił udoskonalić materiały związane nie tylko z szeroko rozumianym przemysłem ale też takie, które wymagają bardziej specyficznych i precyzyjnie dobranych właściwości m.in. do zastosowań medycznych. Stąd właśnie została zaczerpnięta nazwa zarówno dla materiałów jak i dziedziny nauki, której definicja według Konferencji Biomateriałów z 1982 r. brzmi: „Biomateriał to każda inna substancja niż lek albo kombinacja substancji syntetycznych lub naturalnych, która może być użyta w dowolnym czasie, a której zadaniem jest uzupełnienie lub zastąpienie tkanek narządu lub jego części w celu spełnienia ich funkcji.

Regeneracja rozległych ubytków kości części twarzowej czaszki powstałych po resekcji nowotworów jest jednym z najważniejszych wyzwań stojących przed chirurgami onkologicznymi. Skala problemu jest duża, bowiem dane epidemiologiczne wskazują, że zachorowania na nowotwory w zakresie narządów głowy i szyi wykazują stałą tendencję rosnącą. Lokalizacja nowotworu złośliwego w okolicy twarzoczaszki jest wyjątkowo niekorzystna dla chorego. Obok problemów onkologicznych pojawiają się trudności okulistyczne, neurochirurgiczne – związane z bliskim sąsiedztwem mózgowiczaszki, laryngologiczne oraz problemy z rekonstrukcją i protezowaniem utraconych tkanek.

Osiągnięcie założonego celu w postaci skutecznego wykorzystania produktów inżynierii tkankowej (ang. *Tissue engineering product TEP*) w leczeniu onkologicznym ubytków kości, wymaga zrealizowania szeroko zakrojonego interdyscyplinarnego przedsięwzięcia badawczo

wdrożeniowego obejmującego badania w zakresie nauk medycznych, biologicznych jak i technicznych. Zaprojektowanie i wytworzenie biodegradowalnego implantu imitującego macierz pozakomórkową (ECM) oraz wspomagającego wzrost i regenerację usuniętych w wyniku leczenia onkologicznego fragmentów tkanki kostnej twarzoczaszki, jest ogromnym wyzwaniem dla współczesnej inżynierii tkankowej. Idealne rusztowanie do regeneracji tkanki kostnej powinno być porowate, biogodne, biodegradowalne oraz powinno charakteryzować się odpowiednimi właściwościami mechanicznymi. Trójwymiarowe polimerowe rusztowania wytworzone z biogodnego polikaprolaktonu, stanowią potencjalne podłoża wspomagające regenerację ubytków tkanki kostnej. Architektura wewnętrzna, czyli kształt i wielkość porów, wielkość stref łączenia poszczególnych warstw rusztowania jak i porowatość otwarta, mają ogromny wpływ na właściwości biologiczne i mechaniczne potencjalnych implantów. Zapewnienie odpowiednich właściwości mechanicznych, środowiska dla hodowli komórek oraz łatwego dostępu medium komórkowego do wnętrza rusztowania wpływa na efektywność regeneracji zastępowanej tkanki. Jedną z metod szybkiego prototypowania, metoda precyzyjnego przyrostowego kształtowania (modelowania) uplastycznionym polimerem (FDM, ang. *Fused Deposition Modeling*), umożliwia wytwarzanie trójwymiarowych struktur o określonej architekturze na podstawie modelu geometrycznego. Stosując tą metodę można wytworzyć, na miarę dla pacjenta, rusztowanie tkankowe.

Głównym celem niniejszej pracy jest opracowanie trójwymiarowych rusztowań tkankowych z polikaprolaktonu, o zmiennej architekturze wewnętrznej, do zastosowań w regeneracji tkanki kostnej u chorych onkologicznie, z zastosowaniem metody precyzyjnego przyrostowego kształtowania. W pracy przeprowadzono optymalizację procesu wytwarzania, a następnie wytworzono i scharakteryzowano podłoża komórkowe o różnej architekturze wewnętrznej - różnej geometrii ułożenia włókien. Przeprowadzane badania mają na celu ocenę wpływu architektury wewnętrznej rusztowań tkankowych, na ich właściwości mechaniczne oraz biologiczne. Do wytworzenia rusztowań tkankowych, na podstawie przeglądu literaturowego, jak też eksperymentów laboratoryjnych, wybrano termoplastyczny polimer alifatyczny - polikaprolakton (PCL). Jest to materiał, który posiada wysoką stabilność termiczną, dzięki czemu nie zmienia w sposób znaczący swoich właściwości podczas procesu jego przetwarzania. Dodatkowo, ze względu na swoje właściwości fizyczne, chemiczne, mechaniczne, biogodność oraz biodegradowalność w warunkach fizjologicznych, może być doskonałym materiałem do wytwarzania metodą FDM trójwymiarowych rusztowań do zastosowań w regeneracji tkanki kostnej.

W pracy wytworzono 5 typów rusztowań z PCL o różnej architekturze wewnętrznej, stosując do tego celu zoptymalizowaną metodę FDM. Przeprowadzono pomiary geometrii wytworzonych 3D struktur oraz badania ich właściwości chemicznych, fizycznych i mechanicznych. Równolegle dokonano oceny wpływu architektury wewnętrznej rusztowań na efektywność zasiedlania, proliferację oraz różnicowanie się ludzkich mezenchymalnych komórek macierzystych (MSC).

Uzyskane wyniki badań wykazały znaczący wpływ architektury wewnętrznej rusztowań na ich właściwości mechaniczne oraz efektywność zasiedlania komórkami i ich proliferację. Nie został jednak odnotowany wpływ geometrii ułożenia włókien na stopień różnicowania ludzkich MSC.

*Problematyka architektoniczna
w małych miastach na Sardynii.
Perspektywa porównawcza dla kontekstu polskiego*

Niniejszy projekt badawczy, który finansowany był ze stypendium CSZ, stanowi część pracy doktorskiej na temat znaczenia narzędzi architektonicznych w rozwoju małych miast. Przykład Sardynii, przy oczywistych różnicach, reprezentuje wiele zagadnień niezwykle aktualnych dla miasteczek polskich, a także specyficzne do nich podejście. Jak soczewka skupia on wiele ważnych dyskursów i odnosi je do tego niewielkiego i wyizolowanego terytorium. Są to takie kwestie jak: włoska tradycja teorii architektonicznej, specyficzna struktura społeczna złożona w większości z małych miast, stosunkowo niedawny rozkwit po latach stagnacji, nadzieje pokładane w turystyce i inne.

Zasadnicza struktura projektu bazuje na trzech podstawowych częściach: Kontekst, Działania i Problematyki. Pierwsza z nich - Kontekst, zawiera ogólną charakterystykę wszystkich czynników, tak historycznych jak i aktualnych, które mają decydujący wpływ na przestrzeń małych ośrodków na Sardynii.

Druga część - Działania dotyczy wszystkich inicjatyw związanych z przestrzenią podejmowanych w powyżej opisanym kontekście. Działania te odbywają się na różnych polach dyscyplinarnych i w różnej skali. Do najważniejszych trzeba z pewnością zaliczyć oficjalne procedury planistyczne, różnorodne niezależne laboratoria badawcze, wydawnictwa zawierające instrukcje tradycyjnych renowacji (tzw. Manuali), system edukacji specjalistycznej a także praktyką poszczególnych architektów.

Trzecią część stanowi wybór najważniejszej Problematyki pojawiającej się w całym kontekście związanym z projektowaniem architektonicznym w małym mieście. Część ta stanowi syntezę i krytykę koncepcji zawartych w częściach wcześniejszych.

Podstawowym pojęciem, które powtarza się często w analizie uwarunkowań i w podejmowanych działaniach jest Terytorium. Jest to koncept-matka z którego wynikają kolejne i na którym opiera się całe rozumienia sensu małych miast. Zakłada on ścisłą zależność pomiędzy miastem a jego terytorium, wręcz ich jedność, która pozwala postrzegać miasteczka jako „zagęszczenie” krajobrazu ale nie jako odrębny względem niego element. Terytorium jest elementem łączącym kulturę mieszkańca z tworzoną przez niego i dla niego architekturą.

Inną ważną problematykę stanowi tzw. Centrum Historyczne. Jest to idea która uzyskała ogromny oddźwięk we włoskiej kulturze architektonicznej. Zakłada ona szczególny status tej części miasta, która została zidentyfikowana jako historyczna. Status ten przekłada się nie tylko na zwiększoną uwagę i zintensyfikowania badań ale także na specjalne traktowanie. Następny koncept który nie jest dyskutowany otwarcie, ale pojawia się w tle i „między wierszami” dyskusji przestrzennych dotyczy niezbędności architekta w procesie projektowym. Mając z jednej strony bardzo szczegółowe wytyczne urbanistyczne, a z drugiej zaplecze wiedzy i technologii dostarczane przez promowane Manuali di recupero, miejsce dla indywidualnego wkładu architekta kurczy się. Przy takim podejściu nie uwzględnia się jednak potrzeby aktualizacji wzorców architektonicznych, nowego ich odczytania i dostosowania do wymogów współczesności.

Oprócz wymienionych powyżej istnieje również szereg innych zagadnień (np. typologie rozproszone) stanowiących cenny wkład do dyskusji o przestrzeni małych miast w Polsce. Przy tym różnice występują we wszystkich zbadanych zakresach: Te dotyczące kontekstu geograficznego, historycznego czy kulturowego są oczywiste, warto natomiast zwrócić uwagę na różnice w podejmowanych działaniach w przestrzeni małych miast. Przede wszystkim włoska polityka przestrzenna jest znacznie bardziej restrykcyjna w stosunku do tej polskiej, w której często ponad ład przestrzenny stawia się interes ekonomiczny inwestorów i gmin. Ilość badań dotyczących architektury miasteczek jest też na Sardynii znacznie wyższa niż w Polsce. Ogólnie jednak w środowisku Sardynii widać znacznie większe zainteresowanie obszarami niemetropolitarnymi, które postrzegane są tu jako miejsca istotne z punktu widzenia tożsamości czy kultury a nie jedynie jako „zasób” ekonomiczny, czy też „problem” społecznoekonomiczny, który należy rozwiązać.

Wykrywanie faz snu u dorosłych na podstawie zapisów EKG

Podstawowym celem wykonywania zapisów EKG jest ocena poprawności przebiegu cyklu aktywacji mięśnia sercowego. Dlatego właśnie dyskusja dotycząca tego sygnału zazwyczaj koncentruje się na układzie, długości trwania oraz kształcie poszczególnych jego załamków. Jednak sygnał EKG zawiera dwie dodatkowe informacje, których wykorzystanie może doprowadzić do niestandardowych wniosków.

Pierwszą dodatkową informacją jest zmienność rytmu serca [1], tzn. układ przyspieszeń i zwolnień pracy serca. Zmienność rytmu serca informuje nas o możliwościach adaptacyjnych organizmu, warunkach wewnętrznych i zewnętrznych, które konieczność takiej adaptacji wywołały oraz o ewentualnych patologiach w układzie sercowo-naczyniowym.

Drugą dodatkową informacją jest wiedza o głębokości wykonywanego oddechu [2]. Wykonywanie oddechu, w wyniku wypełniania płuc powietrzem, zwiększa średni opór elektryczny tkanek pomiędzy sercem a elektrodą pomiarową na powierzchni skóry. Sprawia to, że widzimy wykonany wdech jako zmniejszenie amplitudy sygnału EKG.

Łącząc wiedzę o zmienności rytmu serca i rytmie oddechu możemy ocenić poziom sprzężenia pomiędzy nimi. Zmienia się on wyraźnie w ciągu nocy, bardzo silnie zależąc od fazy snu. W śnie głębokim występuje silna synchronizacja pomiędzy rytmem serca i oddechu, podczas gdy w fazie REM zazwyczaj brak jest takiej synchronizacji.

Pozwoliło to na przygotowanie algorytmu rozróżniającego fazę snu REM od NREM na podstawie samego tylko zapisu EKG u dorosłych.

[1] "Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology" *Circulation* 93 (1996) 1043

[2] G. B. Moody, R. G. Mark, A. Zoccola and S. Mantero, "Derivation of Respiratory Signals from Multi-lead ECGs" *Computers in Cardiology* 12 (1985) pp. 113-116

Abstrakty

sesja posterowa

Spis treści

- [1] Anna Gayer, Wydział Inżynierii Środowiska PW | *Analiza wpływu dziennych aktywności mieszkańców miasta na poziom ich narażenia na pyłowe zanieczyszczenia powietrza* strona 35
- [2] Jan Krzysztoforski, Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej PW | *Modelowanie zjawisk transportu masy w procesach ekstrakcji z udziałem materiałów porowatych i płynów w stanie nadkrytycznym* strona 36
- [3] Michał Macias, Wydział Elektryczny PW | *Modelowanie analogowe układów niecałkowitego rzędu* strona 37
- [4] Dominika Mucha, Wydział Inżynierii Środowiska PW | *Krótkotrwały wpływ wysokich stężeń pyłków roślin na zdrowie ludzi - przegląd* strona 39
- [5] Emilia Pawlikowska, Wydział Chemiczny PW | *Przestrajalne ferroelektryczne układy kompozytowe do zastosowań mikrofalowych* strona 40
- [6] Izabela Zgłobicka, Wydział Inżynierii Materiałowej PW | *Optymalizacja usuwania Arseniu z roztworów wodnych z wykorzystaniem modyfikowanych włókien polipropylenowych* strona 41

Anna Gayer

Wydział Inżynierii Środowiska
Politechniki Warszawskiej*Analiza wpływu dziennych aktywności mieszkańców miasta na poziom ich narażenia na pyłowe zanieczyszczenia powietrza*

Badania epidemiologiczne wskazują, że narażenie na podwyższone stężenia zanieczyszczeń pyłowych w środowisku miejskim może powodować negatywne skutki zdrowotne.

Od lat 70. prowadzone są badania nad długotrwałym wpływem zanieczyszczeń powietrza na zdrowie, natomiast najnowsze wyniki wskazują że również krótkotrwałe narażenie na podwyższone ich wartości może skutkować m.in. zaostrzeniem chorób układu oddechowego. Z punktu widzenia ochrony zdrowia istotna jest zatem identyfikacja czynników wpływających na narażenie personalne i rozpoznanie w jakich warunkach dochodzi do zmian stężenia zanieczyszczeń pyłowych powietrza.

Prezentowane badania miały na celu analizę zmienności stężenia PM_{2,5} na jakie narażeni byli mieszkańcy Warszawy w trakcie wykonywania dziennych aktywności - przebywania w pomieszczeniach (domu, pracy), podróżowania różnymi środkami transportu itd. Do oceny rzeczywistej ekspozycji oraz identyfikacji źródeł zmienności stężeń pyłu zawieszonego na jakie była narażona wybrana grupa mieszkańców zastosowano przenośny pyłomierz, urządzenie mobilne wyposażone w dedykowane do badań oprogramowanie oraz moduł GPS.

Wyniki badań potwierdziły obecność zmienności stężenia zanieczyszczeń pyłowych powietrza w zależności m.in. od środka transportu z jakiego korzystali badani mieszkańcy miasta czy też miejsca ich zamieszkania.

Jan Krzysztoforski

Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej

Politechniki Warszawskiej

we współpracy z: Patrick Jenny, Karim Khayrat (ETH Zurich)

Marek Henczka (Politechnika Warszawska)

*Modelowanie zjawisk transportu masy w procesach
ekstrakcji z udziałem materiałów porowatych
i płynów w stanie nadkrytycznym*

Dwutlenek węgla w stanie nadkrytycznym znalazł zastosowanie jako rozpuszczalnik w wielu procesach przemysłowych, w tym w technologiach produkcji, oczyszczania i modyfikacji materiałów porowatych, takich jak membrany mikrofiltracyjne. Pozwala to na zwiększenie bezpieczeństwa procesu oraz na zmniejszenie ilości uciążliwych odpadów w porównaniu do tradycyjnych technologii wykorzystujących rozpuszczalniki organiczne. Dotychczas nie przedstawiono sposobu modelowania umożliwiającego złożony opis ilościowy tej klasy procesów. Celem pracy było opracowanie metody modelowania zjawisk transportu masy w procesach ekstrakcji substancji znajdujących się w materiałach porowatych, wykorzystując płyny w stanie nadkrytycznym jako rozpuszczalnik. Opracowano dwie metody modelowania procesu - w skali całego aparatu i w skali pojedynczych porów. Metody uwzględniają zależność właściwości transportowych płynu w stanie nadkrytycznym od jego stanu termodynamicznego, hydrodynamikę przepływu przez aparat procesowy oraz wpływ morfologii materiału porowatego na zjawiska przeniesienia pędu i masy, a także na zjawiska kapilarne. Metody modelowania zaimplementowano w oprogramowaniu do obliczeniowej mechaniki płynów (CFD). Opracowane metody modelowania procesów ekstrakcji z udziałem materiałów porowatych i płynów w stanie nadkrytycznym pozwalają na badania numeryczne oraz optymalizację tych procesów, a także na projektowanie aparatury procesowej. Mogą stanowić podstawę do opracowania metod modelowania innych procesów wielofazowych z udziałem materiałów porowatych.

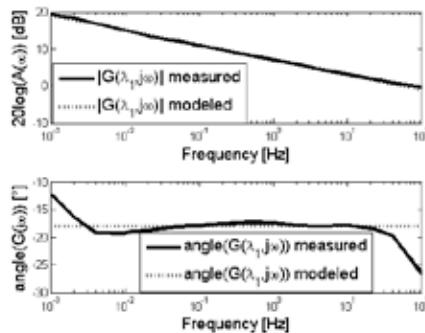
Michał Macias
Wydział Elektryczny
Politechniki Warszawskiej

Modelowanie analogowe układów niecałkowitego rzędu

W referacie przedstawiona zostanie metoda umożliwiające modelowanie analogowe układów niecałkowitego rzędu. Zaprezentowane zostaną również wyniki eksperymentalne pochodzące z układów całkujących niecałkowitego rzędu, które następnie będą porównanie z ich aproksymacjami numerycznymi.

Rachunek różniczkowy niecałkowitego rzędu (ang. *fractional calculus*) jest naturalnym rozszerzeniem pojęć całki i pochodnej, zawartych w tradycyjnym rachunku różniczkowym. Rozszerzenie to określa definicje całek i pochodnych dla niecałkowitej (ułamkowej) ich krotności (rzędu).

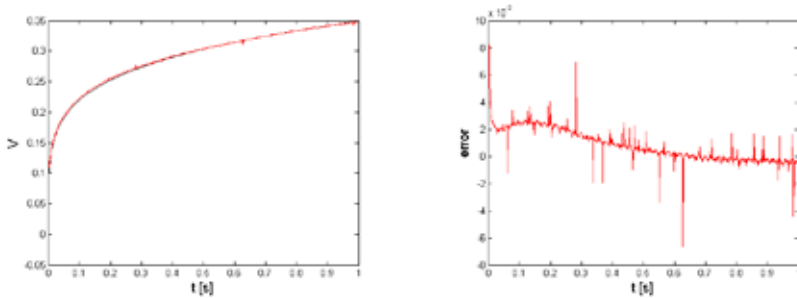
Układy analogowe o niecałkowitym rzędzie zostały zaprojektowane i wykonane na podstawie metod drabinkowych, które pozwalają



Rysunek 1. Charakterystyka częstotliwościowa układu całkującego o rzędzie 0.2

na praktyczną realizację impedancji opisanej rachunkiem różniczkowym i całkowym niecałkowitego rzędu. Impedancje w konfiguracji ze wzmacniaczem operacyjnym stanowią układy całkujące o określonym niecałkowitym rzędzie. Każdy model analogowy niecałkowitego rzędu został zidentyfikowany w dziedzinie częstotliwości, co w dalszej

części pozwoliło na weryfikację poprawności wykonania poszczególnych układów w dziedzinie czasu. Przykładową logarytmiczną charakterystykę częstotliwościową układu całkującego niecałkowitego rzędu przedstawiono na rys. 1, natomiast jego weryfikację w dziedzinie czasu oraz błąd wynikający z różnicy między danymi rzeczywistymi, a ich implementacją numerycznym na rys. 2. Jak można zauważyć na podstawie charakterystyki fazowej oraz amplitudowej zrealizowany układ spełnia wymagania układu całkującego o określonym rzędzie w szerokim zakresie częstotliwości.



Rysunek 2. Porównanie odpowiedzi skokowej układu analogowego rzędu 0.2 z wynikami numerycznymi oraz ich błędem

Dominika Mucha

Wydział Inżynierii Środowiska
Politechniki Warszawskiej*Krótkotrwały wpływ wysokich stężeń pyłków roślin
na zdrowie ludzi – przegląd*

Wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie ludzi jest tematem szeroko podejmowanym w ramach badań z zakresu epidemiologii środowiskowej. Wyniki wielu międzynarodowych badań wykazały, że istnieje związek między dziennymi zmianami stężeń zanieczyszczeń powietrza a negatywnymi efektami zdrowotnymi, w tym śmiertelnymi, dla układu sercowo-naczyniowego i oddechowego. W tego typu analizy w większości nie podejmowały jednak wpływu koncentracji pyłków roślin, tj. biogenego zanieczyszczenia powietrza.

Praca ma na celu zaprezentowanie dotychczasowych wyników badań w zakresie wpływu stężeń pyłków roślin na zdrowie ludzi oraz będzie stanowić zaplecze porównawcze w stosunku do wyników analiz przeprowadzonych w 2014 roku przez Centre for Research in Environmental Epidemiology (CREAL) w ramach projektu TAPAS, którego jednym z celów było zbadanie ekspozycji na pyłki roślin, zanieczyszczenia powietrza i poziom hałasu oraz wpływu takiego 3-dniowego wyeksponowania na podstawowe wyniki czynnościowe układu krążenia i układu oddechowego. Analizy koncentracji w powietrzu pyłków roślin zostały połączone z podstawowymi badaniami czynnościowymi układu sercowo-naczyniowego: ciśnienie krwi, częstość akcji serca oraz zmienność rytmu zatokowego. Badano również sprawność układu oddechowego wykonując spirometrię (FEV₁ - natężona objętość wydechuwa pierwszo sekundowa, PEF - szczytowy przepływ wydechowy) oraz badanie wydychanego tlenu azotu (eNO).

Niniejsza praca była częścią dofinansowanej działalności naukowo-badawczej z Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach stypendium wyjazdowego w ramach konkursu CAS/37/POKL.

Przestrajalne ferroelektryczne układy kompozytowe do zastosowań mikrofalowych

Intensywny rozwój systemów radiokomunikacyjnych, radionawigacyjnych i nowoczesnych systemów detekcji narzuca potrzebę pracy w coraz wyższych pasmach częstotliwości. Zdecydowana większość tych systemów pracuje obecnie w różnych zakresach pasma mikrofalowego i THz. Istnieje potrzeba tworzenia nowych rozwiązań technologicznych, opracowania nowych struktur podzespołów mikrofalowych, np. układów anten „inteligentnych”. Materiałami pozwalającymi na tak szerokie zastosowania i modyfikację są ferroelektryki, szeroko stosowane w elektrotechnice.

Opracowane w ramach badań materiały kompozytowe, ceramiczno-polimerowe posiadają nie tylko unikalne właściwości dielektryczne, ale również wysoką wytrzymałość i elastyczność. Ceramicznym materiałem zastosowanym w badaniach jest tytanian barowo strontowy (BST) o różnym stosunku baru do strontu, co pozwala sterować optymalną temperaturą pracy kompozytu. Użycie komponentu polimerowego umożliwiło stworzenie elastycznych taśm mogących znaleźć zastosowanie w komunikacji oraz zaawansowanej detekcji.

Izabela Zgłobicka

Wydział Inżynierii Materiałowej
Politechniki Warszawskiej

*Optymalizacja usuwania Arsenu z roztworów
wodnych z wykorzystaniem modyfikowanych
włókniń polipropylenowych*

Stosowanie metali ciężkich, metaloidów i ich związków wpłynęło na poprawę komfortu życia człowieka. Niemniej jednak, zwiększające się stężenie metali ciężkich czy metaloidów w systemie wodnym stanowi bardzo duży problem.

Jednym z najbardziej znanych i jednocześnie najbardziej trującym pierwiastkiem jest arsen. Występuje on w postaci As(III) i As(V). Występowanie arsenu w zbiornikach wodnych związane jest m.in. z naturalnym procesem wietrzenia, reakcjami geochemicznymi, aktywnością biologiczną, spalaniem paliw kopalnych, wybuchami wulkanów, wydobywaniem złota, wytopianiem rud metali, pestycydami. Ze względu na wysoki poziom zanieczyszczenia arsenem i związanymi z tym negatywnymi skutkami zdrowotnymi, Agencja Ochrony Środowiska (EPA USA) zdecydowała się na obniżenie dopuszczalnego, maksymalnego poziomu zanieczyszczeń arsenem wody pitnej z 50 na 10 $\mu\text{g/l}$ (Wickramasinghe et al., 2004).

Konwencjonalnymi metodami usuwania arsenu są: adsorpcja, koagulacja, współstrącanie, wymiana jonowa, proces utleniania-redukcji. Bardzo dobrą wydajność, w szczególności z zastosowaniem materiałów na bazie żelaza, wykazała adsorpcja (Escudero et al., 2009).

Celem przeprowadzonych badań była optymalizacja usuwania As(III) z wykorzystaniem modyfikowanych włókniń polipropylenowych, jako materiału sorpcyjnego. Włókniny zostały zmodyfikowane: tlenkiem cynku, tlenkiem itru, nanorurkami węglowymi, tlenkiem żelaza i wodorotlenkiem żelaza. Do zaplanowania eksperymentu wykorzystano metodę statystycznego projektowania eksperymentu Box-Behnken'a. Pozwoliła ona na wyznaczenie wpływu ważnych parametrów

eksperymentu (początkowego stężenia arsenu, pH i masy sorbentu) na wydajność usuwania arsenu i ustalenie kombinacji zmiennych umożliwiających uzyskanie maksymalnej wydajności usuwania arsenu.

- [1] C. Escudero, N. Fiol, I. Villaescusa, J. –C. Bollinger, "Arsenic removal by a waste metal (hydr)oxide entrapped into calcium alginate beads" J. Haz. Mat 164 (2009) 533–541
- [2] S.R. Wickramasinghe, B. Han, J. Zimbron, Z. Shen, M.N. Karim, "Arsenic removal by coagulation and filtration: comparison groundwaters from the United States and Bangladesh" Desalination 169 (2004) 231-244



Centrum Studiów Zaawansowanych
Politechniki Warszawskiej

Pl. Politechniki 1, p. 152-154
00-661, Warszawa

www.csz.pw.edu.pl

