

Opis Zespołu Podstawowych Problemów Technik Analitycznych (PPTA) Komitetu Chemii Analitycznej PAN

Geneza Zespołu

Obserwując rozwój analityki w ostatnich latach można zaobserwować imponujący rozwój nowych technik analitycznych wykorzystujących materiały i metodologie wykorzystywane dotychczas w innych dziedzinach m.in. nanotechnologii, biologii czy mikroelektronice. Projektując nową metodę analityczną lub modyfikując dotychczas stosowaną, jesteśmy ograniczani m.in. małą objętością próbki, koniecznością minimalizowania kosztów analizy i wielkością odpadów, często wymogiem sterylności.

Jako analityk pracujący w uczelni technicznej i mający podejście inżynierskie, traktuję proces analityczny jako zespół operacji jednostkowych (dozowanie, mieszanie, kontrola przepływu, rozdzielanie, reakcja analityczna, detekcja), których optymalizacja pod kątem rozwiązania określonego problemu analitycznego przy uwzględnieniu wspomnianych ograniczeń jest kluczowa.

Ale równie ważne, wręcz fundamentalne są podstawy metod analitycznych jak rozpoznanie molekularne czy mechanizmy generowania sygnału analitycznego, ich poznanie i zrozumienie są niezbędnymi do zaprojektowania nowej metody analitycznej.

Od wielu lat zajmujemy się prowadzeniem operacji w mikroskali, projektowania miniaturowych narzędzi i urządzeń, materiałów i technologii wykonywania miniaturowych systemów „Lab-on-a-Chip” a także wykorzystania ich w analizie materiału biologicznego (ocena proliferacji, migracji, żywotności komórek i badania ich wzajemnych oddziaływań).

Jest szereg zespołów w Polsce projektujących miniaturowe sensory i biosensory do zastosowań w nowoczesnej diagnostyce medycznej, kontroli procesowej w biotechnologii i monitorowaniu on-line zanieczyszczeń środowiska.

Efektem naszych badań jako analityków jest opracowanie nowych narzędzi służących szybkiej diagnostyce medycznej, badaniom biologicznym oraz rozwojowi proteomiki, metabolomiki i genetyki, gdzie skala i złożoność badanych obiektów wymagają metod i urządzeń umożliwiających uzyskanie szybkiej i wiarygodnej informacji.

W moim odczuciu, Zespół powinien obok tradycyjnych form aktywności popularyzacji osiągnięć naukowo-badawczych w obszarze rozwoju nowych technik analitycznych i modyfikacji dotychczas stosowanych (seminaria, konferencje, warsztaty), integrować wiele grup badawczych w Polsce, wciągać do współpracy zespoły o innym profilu badawczym, ale także wspierać stałą współpracę przedstawicielom firm oferujących aparaturę.

- Prof. Zbigniew Brzózka - Przewodniczący Zespołu

Skład Zespołu w kadencji 2024-2027

Przewodniczący:

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Brzózka

Wydział Chemiczny, Politechnika Warszawska
Katedra Biotechnologii Medycznej
zbigniew.brzozka@pw.edu.pl

Wiceprzewodnicząca:

Prof. dr hab. inż. Elżbieta Jastrzębska,

Wydział Chemiczny, Politechnika Warszawska
Katedra Biotechnologii Medycznej
elzbieta.jastrzebska@pw.edu.pl

Sekretarz:

Dr Michalina Zaborowska-Mazurkiewicz

Wydział Chemii, Uniwersytet Warszawski
Laboratorium Bionanostruktur
mzaborowska@chem.uw.edu.pl

Członkowie:

Prof. dr hab. Renata Bilewicz

Wydział Chemii, Uniwersytet Warszawski
Laboratorium Bionanostruktur
Członek PAN
bilewicz@chem.uw.edu.pl

Dr inż. Michał Binczarski

Wydział Chemii, Politechnika Łódzka
Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej
michal.binczarski@p.lodz.pl

Prof. dr hab. Marcin Frankowski

Wydział Chemii,
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
Zakład Analityki Chemicznej i Środowiskowej
marcin.frankowski@amu.edu.pl

Prof. dr hab. Zbigniew Galus

Wydział Chemii, Uniwersytet Warszawski
Członek PAN
zbiggal@gmail.com

Prof. dr hab. Ewa Gorodkiewicz

Wydział Chemii, Uniwersytet w Białymstoku
Katedra Chemii Fizycznej, Pracownia Bioanalizy
ewka@uwb.edu.pl

Prof. dr hab. Małgorzata Grabarczyk

Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej
Katedra Chemii Analitycznej, Instytut Nauk Chemicznych
malgorzata.grabarczyk@mail.umcs.pl

Dr inż. Katarzyna Jedlińska

Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Katedra Chemii Analitycznej i Biochemii
jedlinska@agh.edu.pl

Dr inż. Justyna Paluch

Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński
Zakład Chemii Analitycznej
paluchj@chemia.uj.edu.pl

Dr hab. Justyna Piechocka

Wydział Chemii, Uniwersytet Łódzki
justyna.piechocka@chemia.uni.lodz.pl

Dr Anna Pieczara

Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński
anna.pieczara@uj.edu.pl

Dr hab. inż. Justyna Plotka-Wasyłka, prof. PG

Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska
justyna.plotka-wasyłka@pg.edu.pl

Dr hab. Łukasz Półtorak, prof. UŁ

Wydział Chemii, Uniwersytet Łódzki
Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej
lukasz.poltorak@chemia.uni.lodz.pl

Dr hab. Michał Szumski, prof. UMK

Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
michu@chem.umk.pl

Dr hab. Cecylia Wardak prof. UMCS

Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej
Katedra Chemii Analitycznej, Instytut Nauk Chemicznych
cecylia.wardak@mail.umcs.pl

Prof. dr hab. inż. Andrzej Wasik

Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska
wasia@pg.edu.pl

Dr hab. inż. Justyna Werner

Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska
Zakład Chemii Ogólnej i Analitycznej
justyna.werner@put.poznan.pl

Doświadczenie naukowo-badawcze członków Zespołu

Zespół Podstawowych Problemów Technik Analitycznych (PPTA) Komitetu Chemii Analitycznej PAN skupia naukowców zajmujących się różnorodnymi aspektami chemii analitycznej, ze szczególnym uwzględnieniem nowoczesnych technik detekcji i analizy materiałów biologicznych. Silnie reprezentowany jest nurt elektrochemiczny, w którym rozwijane są zarówno fundamentalne badania mechanizmów elektrodowych, jak i zastosowania praktyczne w konstrukcji sensorów i bioczuJNIKÓW. Równolegle rozwijane są techniki optyczne, takie jak mikroskopia ramanowska, oraz metody separacyjne wykorzystywane w analizie śladowej i diagnostyce. Dużą uwagę poświęca się miniaturyzacji procesów analitycznych w systemach mikroprzepływowych typu Lab-on-a-Chip oraz ich wykorzystaniu w biologii komórkowej i spersonalizowanej medycynie. Istotną część aktywności badawczej Członków Zespołu stanowi także chemia środowiskowa i zrównoważone technologie przetwarzania biomasy w duchu gospodarki obiegu zamkniętego.

Analiza elektrochemiczna:

Prof. Renata Bilewicz, prof. Zbigniew Galus, prof. Małgorzata Grabarczyk, dr Katarzyna Jedlińska, prof. Cecylia Wardak, dr Michalina Zaborowska-Mazurkiewicz

Współczesna elektrochemia i chemia analityczna rozwijają się dzięki interdyscyplinarnemu podejściu, łączącemu nowoczesne techniki detekcji, zaawansowane materiały i wiedzę biologiczną. Badania koncentrują się m.in. na przeniesieniu elektronów w układach supramolekularnych i biomolekularnych, z wykorzystaniem modyfikowanych elektrod i technik Langmuira–Blodgett. Równolegle rozwijane są modele błon biologicznych z unieruchomionymi białkami transmembranowymi, których aktywność katalityczną bada się za pomocą metod elektrochemicznych i spektroskopowych (Prof. Renata Bilewicz i dr Michalina Zaborowska-Mazurkiewicz). Prof. Zbigniew Galus, twórca Pracowni Elektroanalizy Chemicznej na Wydziale Chemii UW, zajmuje się m.in. wpływem adsorpcji na kinetykę procesów elektrodowych, elektrochemią w różnych środowiskach rozpuszczalnikowych oraz metodami woltamperometrycznymi.

Prof. Małgorzata Grabarczyk prowadzi prace nad opracowaniem przyjaznych środowisku elektrod do analizy próbek środowiskowych oraz nad eliminacją interferencji. Dynamicznie rozwija się projektowanie mikro- i makrosensorów oraz bioczuJNIKÓW elektrochemicznych opartych na nanomateriałach, kompozytach i mikroelektrodach, którymi

w naszym Zespole zajmuje się dr Katarzyna Jedlińska. Coraz większe znaczenie zyskuje technika polimeryzacji plazmowej, stosowana do immobilizacji warstw receptorowych (dr hab. Cecylia Wardak). Pani Profesor Ewa Gorodkiewicz zajmuje się projektowaniem biosensorów opartych na zjawisku powierzchniowego rezonansu plazmonów do wykrywania biomarkerów chorób cywilizacyjnych, w tym neurodegeneracyjnych, oraz opracowywaniem nowych materiałów i konstrukcji w celu zwiększenia czułości analiz medycznych. Doktor habilitowany Łukasz Półtorak koncentruje swoje zainteresowania naukowe na elektrochemii miękkich granic fazowych, zwłaszcza na spolaryzowanych granicach faz ciecz–ciecz. Zajmuje się badaniami nad tymi układami w kontekście konstrukcji czujników elektrochemicznych oraz analizy zjawisk zachodzących na granicach faz. Wszystkie te działania wspierają rozwój precyzyjnych narzędzi diagnostycznych i analitycznych z zastosowaniem elektrochemii.

Optyczne metody detekcji:

Dr Anna Pieczara

Dr Anna Pieczara prowadzi badania nad rozwojem wysoce czułych sond ramanowskich do obrazowania funkcji mitochondriów w żywych komórkach. Jej wcześniejsze i kontynuowane prace naukowe koncentrują się na obrazowaniu procesów metabolicznych – m.in. metabolizmu lipidów, kwasów tłuszczowych i glukozy – zarówno w komórkach prawidłowych, jak i dysfunkcyjnych. W badaniach wykorzystuje zaawansowane techniki mikroskopowe, takie jak spontaniczne (RS), wymuszone (SRS) i anty-koherentne Stokesowskie (CARS) rozpraszanie ramanowskie oraz mikroskopię FLIM (fluorescence lifetime imaging microscopy).

Techniki rozdzielania:

Dr hab. Justyna Piechocka, prof. Michał Szumski, prof. Justyna Werner

Dr hab. Michał Szumski prowadzi badania nad zastosowaniem technik elektromigracyjnych oraz kapilarnej chromatografii cieczowej do analizy barwników w obiektach historycznych. Interesuje się także innowacyjnym wykorzystaniem szkieletów okrzemek jako fazy stacjonarnej w kapilarnej chromatografii cieczowej. Z kolei dr hab. Justyna Werner projektuje i syntezuje nowe, przyjazne środowisku materiały sorpcyjne oparte na bioodpadach, biopolimerach i naturalnych rozpuszczalnikach głęboko eutektycznych. Opracowane zielone sorbenty znajdują zastosowanie w technikach mikroekstrakcji do fazy stałej, umożliwiając izolację i wzbogacenie śladowych zanieczyszczeń środowiskowych przed analizą chromatograficzną. W badaniach wykorzystywane są techniki separacyjne w fazie ciekłej i gazowej (GC-MS, HPLC, CE) z różnymi detektorami. Nowością w tym obszarze jest

połączenie analityki z diagnostyką chorób populacyjnych i kontrolą jakości produktów spożywczych, leczniczych i kosmetycznych, którymi zajmuje się dr hab. Justyna Piechocka (UŁ). Ważnym elementem jest również ścisła współpraca z klinicystami, umożliwiającą wdrożenie metod do praktyki medycznej. Miniaturyzacja układów pomiarowych z wykorzystaniem elektrochemii, technologiami addytywnymi (np. drukiem 3D), membranami polimerowymi w technikach separacyjnych należy również do zainteresowań dr hab. Łukasza Półtoraka.

Miniaturyzacja metod analitycznych:

Dr Justyna Paluch, prof. Elżbieta Jastrzębska, prof. Zbigniew Brzózka

Próbki biologiczne są zwykle dostępne w mikrolitrowych objętościach, a konieczność analizy setek próbek dziennie sprawia, że równie istotne stają się aspekty ekonomiczne (koszt pojedynczej analizy) oraz ekologiczne (zmniejszenie zużycia odczynników na próbkę). Kluczem do rozwiązania tych wyzwań jest miniaturyzacja całego procesu analitycznego, realizowana przy użyciu nowo opracowanych narzędzi i urządzeń opartych na mikroprzepływowym podejściu, tzw. mikrosystemach typu „Lab-on-a-Chip”.

Rozwijane są również nowe koncepcje hodowli komórkowej w mikroskali, które otwierają perspektywy dla prowadzenia hodowli komórkowej i tkankowej w warunkach zbliżonych do *in vivo*. Umożliwia to uzyskanie pełnej zmienności komórkowej dzięki skutecznemu systemowi wymiany informacji międzykomórkowej. Opracowane mikrosystemy typu „Cell-on-a-Chip” oraz „Organ-on-a-Chip” stanowią cenne narzędzia bioanalityczne, przyczyniając się do rozwoju wiedzy z zakresu biologii, biochemii oraz inżynierii komórkowej (prof. Brzózka, prof. Jastrzębska, PW).

Interesujące badania nad miniaturyzacją procedur analitycznych prowadzi również dr Paluch z Uniwersytetu Jagiellońskiego, m.in. nad opracowaniem nowych metod analitycznych, w których elementem systemu detekcyjnego jest smartfon. Pani Profesor Płotka-Wasyłka prowadzi działalność naukową skoncentrowaną na rozwijaniu nowoczesnych metod analitycznych do wykrywania śladowych ilości substancji w próbkach o złożonym składzie. Zajmuje się również tworzeniem narzędzi do oceny ekologiczności procedur analitycznych oraz badaniami nad analizą moczu dzieci niekontrolujących mikcji w kontekście obecności metabolitów zanieczyszczeń środowiskowych.

Materiały/próbki biologiczne:

*Prof. Renata Bilewicz, dr Michalina Zaborowska-Mazurkiewicz, dr hab Justyna Piechocka,
dr Anna Pieczara, prof. Elżbieta Jastrzębska, prof. Zbigniew Brzózka*

Tematyka badań zespołu koncentruje się na analizie próbek biologicznych, takich jak krew, mocz, ślina, żywność oraz materiały komórkowe i tkankowe. Opracowywane są metody oznaczania małowcząsteczkowych związków siarki i ich metabolitów w stanach (pato)fizjologicznych (dr hab. Justyna Piechocka). Istotnym kierunkiem są badania z wykorzystaniem mikrosystemów Lab- i Organ-on-a-Chip do analizy funkcji komórek i testowania substancji bioaktywnych. Zastosowanie hodowli in vitro w warunkach zbliżonych do fizjologicznych umożliwia ocenę skuteczności terapii, np. fotodynamicznej. Tworzone są zaawansowane modele 3D, jak guzy nowotworowe czy układy Multi-Organ-on-a-Chip, służące badaniom komunikacji międzyorganowej i spersonalizowanej terapii (prof. Zbigniew Brzózka, prof. Elżbieta Jastrzębska). Wykorzystuje się innowacyjne biomateriały do konstrukcji mikrosystemów i monitorowania odpowiedzi biologicznej. Dr Pieczara prowadzi badania obrazowania procesów metabolicznych w komórkach z wykorzystaniem sond ramanowskich i mikroskopii koherentnej. Analizowane są również modele błon lipidowych i ich interakcje z lekami. Celem jest ocena skuteczności terapeutycznej i projektowanie systemów kontrolowanego uwalniania leków. Szczególną uwagę poświęca się lekom stosowanym w hipercholesterolemii, chorobach nowotworowych i zapalnych jelit (Prof. Renata Bilewicz, dr Michalina Zaborowska-Mazurkiewicz).

Zrównoważone technologie przetwarzania biomasy:

dr Michał Binczarski

Badania dr Binczarskiego koncentrują się na przetwarzaniu biomasy odpadowej w wartościowe produkty chemiczne i energetyczne, takie jak etanol czy biogaz. Opracowywane są elastyczne układy technologiczne dostosowywane do rodzaju biomasy i oczekiwanych produktów. Prace mają charakter interdyscyplinarny i wpisują się w założenia gospodarki o obiegu zamkniętym oraz zrównoważonego rozwoju.

Wizja i misja Zespołu Podstawowych Problemów Technik Analitycznych (PPTA) Komitetu Chemii Analitycznej PAN

Tworzymy przestrzeń współpracy i rozwoju, która łączy doświadczenie naukowe z pasją dydaktyczną oraz innowacyjnym podejściem do analityki chemicznej. Naszym celem jest wspieranie młodych naukowców, promowanie interdyscyplinarności i rozwój nowoczesnych,

zrównoważonych technik analitycznych, które odpowiadają na realne potrzeby środowiska naukowego, przemysłu i społeczeństwa.

- **Wspieranie młodych naukowców z komplementarnych obszarów nowoczesnej chemii analitycznej (m.in. elektrochemii, spektroskopii, metod rozdzielania ale także biochemii, biologii i inżynierii)** poprzez dzielenie się wiedzą ekspercką, konsultacje badawcze oraz wspólne rozwiązywanie problemów naukowych.
- **Popularyzacja nauki i technik analitycznych** w przystępnej formie poprzez wydarzenia, wykłady, warsztaty i aktywność w mediach społecznościowych.
- **Promowanie współpracy międzypokoleniowej** i budowanie relacji między młodymi badaczami a doświadczonymi naukowcami.
- **Rozwijanie kompetencji naukowych i zawodowych** studentów i doktorantów poprzez organizację praktycznych szkoleń, cyklicznych warsztatów oraz aktywności z udziałem przedstawicieli nauki i przemysłu.
- **Wspieranie różnorodności i równości w nauce**, w tym promowanie kariery kobiet w środowisku naukowym.
- **Budowanie środowiska sprzyjającego współpracy interdyscyplinarnej**, zwłaszcza w obszarach takich jak mikrotechnologia, systemy typu Organ-on-a-Chip, chemiczne sensory czy techniki elektrochemiczne.
- **Stała obecność i aktywność Zespołu** w środowisku naukowym, m.in. poprzez współpracę z Sekcją Młodych PTChem, udział w konferencjach i wydarzeniach naukowych.