

# POWSTANIE I ROZWÓJ ELEKTROCHEMII NA UMCS

## THE EMERGENCE AND DEVELOPMENT OF ELECTROCHEMISTRY AT UMCS

**Małgorzata Grabarczyk<sup>1,\*</sup>, Cecylia Wardak<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Katedra Chemii Analitycznej, Instytut Nauk Chemicznych,  
Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej,  
pl. M. Curie Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin  
\*e-mail: malgorzata.grabarczyk@mail.umcs.pl*

---

Abstract

Wprowadzenie

1. Profesor Kazimierz Sykut i początki elektrochemii

2. Grupa badawcza profesora Sykuta

3. Grupa badawcza profesora Matysika

Podsumowanie

Podziękowania

Piśmiennictwo cytowane

---

---

**Prof. dr hab. Małgorzata Grabarczyk** urodziła się w 1969 r. w Lublinie. W 1993 roku uzyskała tytuł magistra chemii na Wydziale Chemii Uniwersytetu Marii Curie Skłodowskiej. Od początku swojej kariery zawodowej pracuje na UMCS, gdzie w 2002 roku uzyskała stopień doktora chemii, zaś w 2009 roku stopień doktora habilitowanego. Tytuł profesora otrzymała w 2019 roku. Pełniła/pełni wiele funkcji organizacyjnych na uczelni: w latach 2016 - 2019 prodziekana ds. badań naukowych i współpracy z przemysłem Wydziału Chemii, w latach 2019 - 2020 z-cy dyrektora Instytutu Nauk Chemicznych Wydziału Chemii a od 2020 do chwili obecnej dyrektora. Jej zainteresowania naukowe związane są przede wszystkim z voltamperometryczną analizą strippingową oraz wykorzystaniem nowych czujników elektrochemicznych w analizie śladowej i specyjalnej. Do tej pory opublikowała 145 recenzowanych artykułów naukowych z tego 93 jest indeksowanych w bazie JCR.



<https://orcid.org/0000-0002-0952-050X>

**Dr hab. Cecylia Wardak, prof. UMCS** urodziła się w 1970 r. w Stoczku Łukowskim. W 1994 roku uzyskała tytuł magistra chemii na Wydziale Chemii Uniwersytetu Marii Curie Skłodowskiej. W 2003 roku na tej samej uczelni uzyskała stopień doktora chemii, zaś w 2015 roku stopień doktora habilitowanego. Od października 1994 pracuje w Katedrze Chemii Analitycznej, a od lutego 2020 roku na stanowisku profesora uczelni. Jest aktywnym członkiem Europejskiego Programu Współpracy w Dziedzinie Badań Naukowo-Technicznych COST, brała lub bierze udział w działaniu akcji COST: ES1302, CA 16215, CA 21112, CA 22134. 22131, CA 22134. Jej główne zainteresowania naukowe to badania, rozwój i zastosowania analityczne czujników elektrochemicznych i biosensorów. Najnowsze badania dotyczą wykorzystaniu nanomateriałów i materiałów kompozytowych w konstrukcji elektrod jonoselektywnych ze stałym kontaktem. Do tej pory opublikowała ponad 100 recenzowanych artykułów naukowych z tego 59 jest indeksowanych w bazie JCR.



<https://orcid.org/0000-0002-5785-3237>

**ABSTRACT**

The paper describes the history, formation and development of electrochemistry at the Maria Curie-Skłodowska University. It profiles the first researchers in this field of chemistry and the history of the establishment of the present Department of Analytical Chemistry, where electrochemistry has developed intensively and is still practised today. Also presented are the most important scientific achievements of the researchers and the research directions in electrochemistry currently being developed at the Institute of Chemical Sciences.

Keywords: electrochemistry, ion-selective electrodes, effect “cap-pair”, lead film electrode

Słowa kluczowe: elektrochemia, elektrody jonoselektywne, efekt „cap-pair”, błonkowa elektroda ołowiowa

---

---

## WPROWADZENIE

W 2024 r. Uniwersytet Marii Curie Skłodowskiej obchodzi 80 rocznicę powstania. Od samego początku istnienia Uniwersytetu swoje istotne miejsce miały w nim nauki chemiczne rozwijane najpierw w ramach Wydziału Przyrodniczego, potem w latach 1952-1989 w ramach Wydziału Matematyki, Fizyki i Chemii a od października 1989 roku w ramach samodzielnego Wydziału Chemii. Jednym z obszarów nauk chemicznych, obecnych na UMCS, jest elektrochemia, której powstanie i rozwój opisano w tej pracy.

### 1. PROFESOR KAZIMIERZ SYKUT I POCZĄTKI ELEKTROCHEMII

Elektrochemia na Uniwersytecie Marii Curie-Skłodowskiej, która obecnie rozwija się dynamicznie w ramach Katedry Chemii Analitycznej Instytutu Nauk Chemicznych Wydziału Chemii była obecna na uniwersytecie niemal od początku jego powstania. Początki elektrochemii na UMCS są ściśle związane z badaniami naukowymi prof. dr hab. Kazimierza Sykuta, aby móc je poznać należy najpierw przybliżyć sylwetkę tego wybitnego naukowca (Rys. 1).



Rysunek 1 Prof. dr hab. Kazimierz Sykut

Figure 1. Prof. Kazimierz Sykut

Profesor Kazimierz Sykut całe swoje życie zawodowe i naukowe związał z UMCS. Rozpoczął studia chemiczne na Wydziale Przyrodniczym UMCS w roku akademickim 1945/1946, gdzie od 1 sierpnia 1946 r. dzięki zdobytej wcześniej wiedzy został zatrudniony na stanowisku zastępcy asystenta. Studia ukończył w 1950 r. uzyskując tytuł magistra filozofii w zakresie chemii. Stopień doktora nauk przyrodniczych uzyskał w roku 1959 (jeden z pierwszych w UMCS – dyplom nr 4) [1], habilitował się w roku 1967 na podstawie badań dotyczących wydzielenia wysokiej czystości samaru i europu z mieszaniny lekkich lantanowców za pomocą zbudowanego samodzielnie elektrolizera wraz z oprzyrządowaniem. Osiągnięcie to było chronione tajnym patentem. Już w 1981 r. pionier elektrochemii na UMCS uzyskał tytuł profesora nadzwyczajnego, zaś profesorem zwyczajnym został w roku 1993. Imponująca jest liczba pełnionych przez niego funkcji administracyjnych: przez dwie kadencje był prorektorem UMCS ds. nauki i badań, przez jedną kadencję prorektorem ds. dydaktycznych (organizował wówczas dokształcanie nauczycieli), był dziekanem i prodziekanem Wydziału Matematyczno-Fizyczno-Chemicznego, a w roku 1989 został wybrany pierwszym dziekanem nowo utworzonego – głównie dzięki Jego staraniom i zabiegom – Wydziału Chemii UMCS. Profesor Sykut był także organizatorem i kierownikiem wieczorowych studiów chemii przy Zakładach Azotowych Puławy. Był doskonałym organizatorem nie tylko w dziedzinie administracji, lecz także nauki i dydaktyki. Za swoją działalność dydaktyczną, naukową i organizacyjną otrzymał wiele nagród i wyróżnień. Prowadził szeroko zakrojoną współpracę naukową, m.in. z Instytutem Chemii Fizycznej PAN, Akademią Górniczo-Hutniczą, Uniwersytetem Warszawskim, Uniwersytetem Łódzkim, Uniwersytetem w Białymstoku, Politechniką Łódzką, Politechniką Poznańską, Politechniką Gdańską, Uniwersytetem we Lwowie, Czeską Akademią Nauk, Niemiecką Akademią Nauk i wieloma innymi ośrodkami naukowymi w kraju i za granicą. Wygłosił także serię wykładów na Uniwersytecie Lock Haven w USA. Uczestniczył w pracach wielu towarzystw i organizacji naukowych, takich jak: Europejska Komisja ds. Ochrony Środowiska UNESCO, Komitet "Chemia" Polskiej Akademii Nauk, Sekcja Nauk Chemicznych Komitetu Badań Naukowych, Instytut Kształcenia Nauczycieli i Badań Oświatowych, Polskie Towarzystwo Chemiczne. W latach 1977-1999 był członkiem Uczelnianego Komitetu ds. Redakcyjnych "Annales", gdzie pełnił funkcję redaktora Sekcji Chemicznej. Z języka czeskiego przetłumaczył książkę „Elektroanaliza w ochronie środowiska”. Pod kierunkiem Profesora wykonano około 150 prac magisterskich, był promotorem 12 przewodów doktorskich, czworo wychowanków uzyskało stopień doktora habilitowanego. Kilkadziesiąt razy był recenzentem prac doktorskich, habilitacyjnych oraz w postępowaniach o nadanie tytułu profesora. Był autorem lub współautorem kilkunastu patentów.

W 1970 roku prof. dr hab. Kazimierz Sykut utworzył od podstaw Zakład Chemii Analitycznej i Analizy Instrumentalnej i kierował nim z sukcesami aż do przejścia na emeryturę w 1994 r. Zakład powstał w wyniku podziału Zakładu Chemii Nieorganicznej i było to skutkiem reformy tworzącej na wydziałach instytutu i zakłady w miejsce wcześniej istniejących sekcji. Utworzenie Zakładu Chemii Analitycznej i Analizy Instrumentalnej było kamieniem milowym w rozwoju elektrochemii na UMCS, a kierujący nim przez wiele lat prof. Kazimierz Sykut stał się ojcem całej elektrochemii prowadzonej na UMCS. Początki funkcjonowania zakładu były trudne. Związane było to z brakiem wyposażenia odpowiedniego do prowadzenia zarówno działalności badawczej jak i dydaktycznej, zwłaszcza w obszarze elektroanalizy chemicznej. Od 1973 roku, tj. po uzyskaniu habilitacji [2] w rozwijanie tematyki elektrochemii i funkcjonowanie zakładu zaangażował się również prof. dr hab. Jerzy Matysik. Wówczas to Profesor Sykut podzielił kadrę naukowo-badawczą na dwa zespoły, przekazując kierownictwo jednego z nich profesorowi Matysikowi i powierzając mu jednocześnie organizację i prowadzenie całej tematyki dotyczącej chemii analitycznej.

## 2. GRUPA BADAWCZA PROFESORA SYKUTA

Jednym z wyzwań na początku funkcjonowania Zakładu Chemii Analitycznej i Analizy Instrumentalnej było takie ukierunkowanie badań, aby umożliwić wykonanie prac doktorskich tym asystentom, którzy pracowali ówczesnie w zakładzie, a nie posiadali dorobku naukowego wystarczającego do uzyskania stopnia naukowego doktora. Było to o tyle istotne, że zgodnie z ówczesnymi przepisami pozostały im cztery lata na przygotowanie i obronę rozprawy doktorskiej. W tym czasie w literaturze światowej ukazały się pierwsze publikacje na temat elektrod jonoselektywnych z krystaliczną, ciekłą oraz polimerową membraną. Prace te były inspiracją dla grupy badawczej profesora Sykuta do podjęcia badań z tego obszaru elektrochemii. Tematyka ta była nowatorska i bardzo aktualna, a jednocześnie możliwa do realizacji w zakładzie o skromnym wyposażeniu aparaturowym. Efektem podjętych badań była obrona dwóch doktoratów [3, 4]. Prowadzono też prace badawcze w dziedzinie elektrod jonoselektywnych ze szklaną membraną. Badania dotyczyły wytopu szkieł selektywnych na jony wodorowe do pomiaru pH (z małym błędem sodowym) oraz sodu i potasu i zaowocowały obroną kolejnej rozprawy doktorskiej [5]. Zespół profesora Sykuta zmodernizował sposób preparatyki membran jonoselektywnych z polichlorku winylu [6]. Opracowana procedura polegała na żelowaniu mieszaniny membranowej i pozwalała na szybsze i prostsze otrzymywanie elektrod. Charakteryzowały się one nawet lepszymi parametrami niż te preparowane w sposób wcześniej stosowany, czyli metodą

odparowania rozpuszczalnika. Ten typ elektrod nazwany przez ich twórców elektrodą typu BMSA (Baza, Modyfikator, Substancja Aktywna) był nową wersją elektrod typu „coated wire” tj. elektrod bez roztworu elektrolitu wewnętrznego, a ich konstrukcja została opatentowana [7,8]. O aktualności i zapotrzebowaniu społeczno-gospodarczym na tę tematykę świadczyć może fakt, że w kolejnych latach w Zakładzie Chemii Analitycznej i Analizy Instrumentalnej zaprojektowano, wykonano i przetestowano kilkadziesiąt elektrod jonoselektywnych czułych na różne jony metali, aniony nieorganiczne oraz antybiotyki z grupy penicylin i cefalosporyn. Wiele z nich wprowadzono na rynek i sprzedano do hut, fabryk, gospodarstw ogrodniczych, stacji chemiczno-rolniczych i instytutów naukowo-badawczych. Nowatorski charakter badań i ich wysoki potencjał aplikacyjny zostały docenione w środowisku naukowym i w roku 1981 zespół kierowany przez prof. Kazimierza Sykuta otrzymał nagrodę Sekretarza Naukowego PAN właśnie za opracowanie i wdrożenie do produkcji elektrod jonoselektywnych. Tematykę elektrod jonoselektywnych rozwijał w zakładzie doktorant profesora Sykuta dr Ryszard Dumkiewicz, a jego badania zaowocowały powstaniem rozprawy habilitacyjnej dotyczącej wyjaśnienia mechanizmu działania elektrod jonoselektywnych z pseudo ciekłą membraną zawierającą jako substancje aktywne kompleksy koordynacyjnie solwatowane. W swojej rozprawie dr Dumkiewicz wykazał, że powstawanie potencjału membranowego tego typu elektrod jest związane z procesami wymiany jonowej i ekstrakcji [9]. Po habilitacji dr. hab. Dumkiewicza do Zakładu Chemii Analitycznej i Analizy Instrumentalnej, którego był on kierownikiem w latach 1999-2000 dołączyła najpierw mgr Cecylia Wardak, a niedługo potem mgr Joanna Lenik. Obie badaczki włączyły się w prace związane z tematyką elektrod jonoselektywnych. Prowadzone przez nie badania dotyczyły poszukiwania nowych substancji aktywnych oraz opracowywania składu membran polimerowych czułych na jony metali ciężkich oraz leki z grupy niesteroidowych przeciwzapalnych (NLPZ). Efektem tych prac była obszerna charakterystyka właściwości jonoforowych grupy związków azowych tworzących kompleksy chelatowe z jonami metali i ich zastosowanie w membranach elektrod czułych na jony cynku i kadmu. Opracowane zostały również elektrody do oznaczania substancji aktywnych leków tj. ibuprofen, ketoprofen i naproksen, których jonoczułe membrany zawierały kompleksy typu para jonowa jako substancje aktywne. Wyniki tych badań były podstawą do uzyskania przez obie badaczki stopnia naukowego doktora [10, 11].

W swoich dalszych badaniach dr Cecylia Wardak kontynuowała tematykę elektrod jonoselektywnych. Prowadzone przez nią eksperymenty dotyczyły zastosowania cieczy jonowych do preparatyki membran polimerowych w elektrodach jonoselektywnych. W rezultacie tych prac otrzymano nowe czujniki dedykowane do oznaczania kationów ołowiu, kadmu, cynku, miedzi i kobaltu oraz

anionów azotanowych(V) charakteryzujące się obniżoną granicą wykrywalności i lepszą selektywnością, a w oparciu o cykl publikacji poświęcony tym badaniom dr Cecylia Wardak uzyskała stopień doktora habilitowanego [12]. Badania prowadzone w kolejnych latach ukierunkowane były na dalsze ulepszenie konstrukcji elektrod bez roztworu wewnętrznego tzw. elektrod ze stałym kontaktem. Dotyczyły one zastosowania nowych materiałów w konstrukcji elektrod tj. nanomateriały węglowe, nanomateriały polimerowe, ciecze jonowe, nanocząstki metali i tlenków metali. Ciekawym aspektem tych badań było otrzymanie i zastosowanie w roli stałego kontaktu nowych materiałów kompozytowych, które wykazują znacznie korzystniejsze parametry elektryczne niż materiały je tworzące. Dzięki temu są efektywniejsze w przekazywaniu ładunku elektrycznego pomiędzy membraną i materiałem podłoża elektrodowego, co jest istotą działania stałego kontaktu. Prowadzone prace badawcze zaowocowały licznymi publikacjami naukowymi jak również obroną kolejnej pracy doktorskiej.

Również dr Joanna Lenik po uzyskaniu stopnia doktora prowadziła swoją dalszą działalność naukową na polu elektrod jonoselektywnych. Jej prace dotyczyły przede wszystkim elektrod jonoselektywnych czułych na leki będące anionami pochodnych wybranych kwasów karboksylowych. Badania obejmowały poszukiwanie substancji aktywnych membrany z grupy wymienniczy jonowych oraz beta-cyklodekstryn jak również określenie wpływu substancji pomocniczych leków na parametry elektrod. Obok typowych aplikacji do oznaczania poszczególnych leków, interesującym obszarem zastosowań opracowanych elektrod czułych na wybrane leki jest matryca sensorowa elektronicznego języka. Wyniki tych badań zostały przedstawione w cyklu publikacji, na podstawie którego dr Joanna Lenik uzyskała stopień doktora habilitowanego [13].

Prace badawcze w pracowni elektrod jonoselektywnych prowadzone obecnie dotyczą nowych materiałów elektroaktywnych przydatnych do konstrukcji czujników oraz nowych obszarów aplikacji m.in. w matrycach czujnikowych elektronicznego języka oraz w analizie farmaceutycznej do badania szybkości uwalniania leków. Do badania właściwości nowo opracowanych czujników obok podstawowej techniki jaką w tym przypadku jest potencjometria, stosowane są inne techniki elektrochemiczne tj. chronopotencjometria i elektrochemiczna spektroskopia impedancyjna. Oprócz tematyki elektrod jonoselektywnych dr hab. Cecylia Wardak równolegle prowadzi badania w obszarze bioczujników elektrochemicznych. Badania dotyczą bioczujników enzymatycznych, w których warstwa receptorowa enzymu jest nanoszona innowacyjną i ekologiczną techniką polimeryzacji plazmowej. Pozwala to na skrócenie czasu immobilizacji enzymu z kilku godzin do kilku minut, przy znacznym zmniejszeniu ilości zużywanych odczynników. Do tej pory zaprojektowano bioczujniki do oznaczania takich analitów jak rutyna, dopamina oraz izomery dihydroksybenzenu. W przypadku tych ostatnich



opracowany bioczuJNIK pozwala na oznaczanie poszczególnych izomerów równocześnie.

Równolegle rozwijanym kierunkiem badań od lat 70-tych pod kierunkiem profesora Sykuta były prace skupione na zgłębianiu wiedzy w zakresie kinetyki procesów elektrodowych. Do grupy badawczej zajmującej się tą tematyką dołączyły wtedy, po uzyskaniu tytułu magistra młode adeptki nauki Grażyna Dalmata, Jadwiga Saba i Barbara Marczevska. Ich praca naukowa polegała na kompleksowych badaniach, które miały na celu poszukiwanie zasad rządzących zjawiskiem przyspieszania procesów elektrodowych. Ze względu na fakt, że lata 70-80 ubiegłego wieku były czasem trudnym w aspekcie pozyskiwania aparatury i potrzebnego sprzętu, każda z młodych badaczek z dostępnych w kraju części i podzespołów elektronicznych, konstruowała pod czujnym okiem Profesora K. Sykuta aparaturę wykorzystywaną w pomiarach elektrochemicznych. Mgr Jadwiga Saba odpowiadała za budowę przystawki zmiennoprądowej współpracującej z polarografem stałoprądowym LP-55 służącej zmiennoprądowym pomiarom polarograficznym i tensometrycznym. Mgr Grażyna Dalmata miała za zadanie skonstruowanie mostka zmiennoprądowego typu Scheringa umożliwiającego wyznaczenie pojemności różniczkowej warstwy podwójnej oraz wykonanie pomiarów impedancji przy polaryzacji kroplowej elektrody rtęciowej napięciem stałym z nałożoną składową zmienną. Z kolei mgr Barbarze wówczas Nowickiej (później Marczevskiej) Profesor powierzył wykonanie polarografu wektorowego, dzięki któremu możliwe były pomiary wielkości impedancji faradajowskiej dostarczającej informacji o mechanizmie procesu elektrodowego, jego kinetyce oraz budowie warstwy podwójnej. W ramach prac badawczych wykonano kilkaset pomiarów stosując wiele związków organicznych o różnej budowie, sprawdzając ich aktywność w różnych warunkach prowadzenia procesów. Wyniki tych prac zaowocowały określeniem niezbędnych warunków, jakie musi spełnić układ substancja organiczna / elektrolit podstawowy / depolaryzator, aby wystąpił efekt katalizowania reakcji elektrodowej nazwany przez członków zespołu efektem „cap-pair” (differential CAPacity – electrons PAIR). Odkryty efekt Autorzy ogłosili w artykule „Acceleration of electrode processes by organic compounds – cap-pair effect” opublikowanym w cenionym czasopiśmie *Journal of Electroanalytical Chemistry* [14]. Efektem współpracy trzech Pań pod kierunkiem Profesora Sykuta była ich zespołowa praca doktorska, którą obroniły w 1978 r [15]. Dalsze prace każda z nich prowadziła samodzielnie obierając własny nurt badań i finalizując je pracą habilitacyjną. Następstwem tego było utworzenie własnych zespołów badawczych. Z dr hab. Jadwigą Sabą współpracowały m.in. Jolanta Nieszporek i Dorota Gugala-Fekner, które pod jej naukową opieką obroniły rozprawy doktorskie [16, 17], z dr. hab. Grażyną Dalmatą współpracowała Agnieszka Nosal-Wiercińska owocem czego była obroniona rozprawa doktorska [18], a w później-

szym czasie do tej grupy badawczej dołączył Mariusz Grochowski. Aktualna tematyka badawcza spadkobierców efektu „cap-pair” jest kontynuacją wieloletnich prac twórców tego efektu. Obecnie zespoły elektrochemików Katedry Chemii Analitycznej korzystają z wysoko wyspecjalizowanej aparatury, min. z analizatora elektrochemicznego  $\mu$ Autolab/FRA 2 (Eco Chemie, Holland) z modulem impedancji i oprogramowaniem GPES. Dr hab. Jolanta Nieszporek w 2014 uzyskała habilitację [19], będącą efektem analiz wpływu adsorpcji surfaktantów z różnych grup, tertbutanolu i tetrametylotiomocznika na rtęć, na mechanizm i kinetykę elektrowydzielania cynku. Podjęła w niej również próbę zaadoptowania modeli teoretycznych do opisu mechanizmów badanych przez nią procesów. Obecnie w swojej pracy naukowej koncentruje się na badaniach związanych z modyfikacją struktury granicy faz elektroda rtęciowa/roztwór elektrolitu substancjami biologicznie aktywnymi, jej wpływem na kinetykę oraz mechanizm procesów elektrodowych.

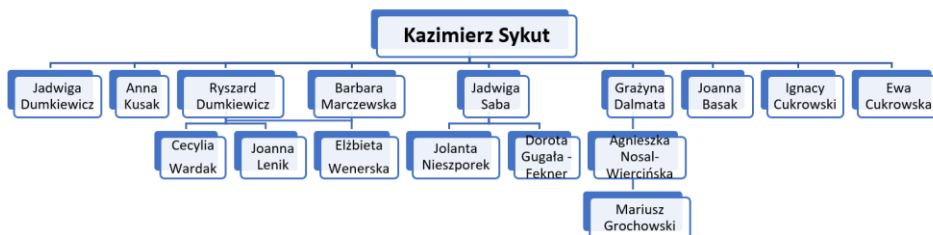
Dr hab. Dorota Gugąła-Fekner zajmuje się analizą mieszanych warstw adsorpcyjnych utworzonych na powierzchni elektrody rtęciowej w układach substancje inhibitoryczne - substancje przyspieszające i wyznaczeniu parametrów fizykochemicznych opisujących te warstwy. Cykl publikacji z tej tematyki był podstawą do nadania stopnia doktora habilitowanego [20].

Prof. dr hab. Agnieszka Nosal-Wiercińska w swoich badaniach kieruje uwagę na rozszerzenie i uszczegółowienie interpretacji mechanizmu efektu „cap-pair” w odniesieniu do depolaryzatorów trójelektronowych o wpływ stężenia elektrolitu podstawowego na przyspieszanie procesu elektrodowego i rodzaj stosowanych aktywnych elektrochemicznie substancji organicznych. Interesującym aspektem badań stała się również możliwość zastosowania efektu „cap – pair” na elektrodę stałą z cyklicznie odnawialnego ciekłego filmu amalgamatu srebra R-AgLAFE (zmodernizowaną w Katedrze Chemii Analitycznej i opatentowaną) [21]. Tematyka badawcza prof. dr hab. Agnieszki Nosal-Wiercińskiej obejmuje również badanie zjawisk adsorpcji zachodzących na granicy faz elektroda/roztwór, ciało stałe/roztwór oraz różnego rodzaju adsorbentach. I właśnie te badania były podstawą uzyskania przez nią stopnia doktora habilitowanego [22] w 2015 roku, a następnie uzyskanie tytułu profesora nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne w 2021 roku. Jej osiągnięcia naukowe są wysoko cenione na arenie międzynarodowej o czym świadczy zaistnienie jej w prestiżowym rankingu najbardziej wpływowych ludzi nauki na świecie – World’s Top 2% Scientists. Pod kierunkiem prof. Agnieszki Nosal-Wiercińskiej prowadzone były dwa przewody doktorskie, w tym dr. Mariusza Grochowskiego [23], który pracując obecnie w Katedrze Chemii Analitycznej wspiera swoją elektrochemiczną wiedzę i konstruktorskim talentem innych pracowników katedry. Świadczy o tym chociażby współautorstwo razem z prof. A. Nosal-Wiercińską jednego patentu [21]

i jednego zgłoszenia patentowego [24]. Prof. Nosal-Wiercińska oprócz zaangażowania w prace naukowe wyróżnia się dużą aktywnością pozwalającą na wymianę myśli naukowych poprzez współorganizację cyklicznych konferencji „Fizykochemia granic faz - metody instrumentalne” czy „Innowacje w Praktyce”.

Od 2019 roku pełni funkcję wydziałowego koordynatora Sieci Chorwackiej “Colloids and nanomaterials in education and research”, w ramach Środkowoeuropejskiego Programu Wymiany Uniwersyteckiej (Central European Exchange Program for University Studies, CEEPUS) oraz skarbnika w Prezydium Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Chemicznego. Jest członkiem komitetu redakcyjnego czasopism Journal of Scientific Perspectives oraz Turkish Journal of Analytical Chemistry. Za swoje osiągnięcia zarówno naukowe jak i popularyzatorsko-orga-nizacyjne była wielokrotnie nagradzana m.in. nagrodami Rektora UMCS oraz Srebrnym Krzyżem Zasługi.

Skład osobowy grupy badawczej profesora Kazimierza Sykuta przedstawia rysunek 2. Na schemacie uwzględniono osoby zatrudnione w zakładzie/katedrze wg promotorstwa rozpraw doktorskich.



Rysunek 2. Grupa badawcza prof. Kazimierza Sykuta.

Figure 2. Prof. Kazimierz Sykut research group.

### 3. GRUPA BADAWCZA PROFESORA MATYSIKA

Oddzielną tematyką badawczą związaną z rozwojem elektrochemii i funkcjonowaniem Zakładu Chemii Analitycznej i Analizy Instrumentalnej, jak wspomniano już wcześniej, kierował prof. dr hab. Jerzy Matysik (Rys. 3), który po przejściu Profesora Sykuta na emeryturę w roku 1994 został kierownikiem Zakładu Chemii Analitycznej i Analizy Instrumentalnej.



Rysunek 3. Prof. dr hab. Jerzy Matysik.  
Figure 3. Prof. Jerzy Matysik.

Przybliżając sylwetkę prof. J. Matysika należy zacząć już od roku 1951, w którym jeszcze w trakcie studiów został zatrudniony na stanowisku młodszego asystenta w Katedrze Chemii Nieorganicznej kierowanej przez prof. dr hab. Włodzimierza Hubickiego. Kontynuując jeden z nurtów naukowych uprawianych przez Profesora Hubickiego zajął się badaniami polarograficznymi w ciekłych amoniakach, co było o tyle istotne, że pomiary te są bardzo utrudnione w ciekłym amoniaku ze względu na jego fizyczne właściwości (bardzo niska temperatura skroplenia), natomiast ciekłe amoniaki przejawiają wiele cech ciekłego amoniaku, z tym jednak, że można w nich wykonywać pomiary w temperaturze pokojowej. Badania te były podstawą jego pracy doktorskiej obronionej w 1961 r [25]. Po stażu naukowym u prof. J. Heyrovsky'ego (laureata Nagrody Nobla z dziedziny chemii w roku 1959) w Czeskiej Akademii Nauk w Pradze prof. J. Matysik przywiózł skonstruowaną przez siebie (we współpracy z dr Robertem Kalvodą) przystawkę oscylopolarograficzną, dzięki której zaistniała możliwość dalszego rozwijania tej problematyki badawczej. Wyniki tych prac były podstawą kilku doktoratów, publikowały je renomowane czasopisma o obiegu światowym, a także przedstawiano je na wielu prestiżowych zjazdach i sympozjach. Innym kierunkiem tematyki naukowej uprawianej przez prof. dr hab. J. Matysika były badania procesów elektrodowych zachodzących na kropłowej elektrodzie rtęciowej i na elektrodach stałych, prowadzone przy użyciu aparatury naukowej skonstruowanej w kierowanej przez niego grupie badawczej. Zbudowano aparat kontrastu fazowego i dwuwiązkowy interferometr laserowy, co umożliwiło stosowanie metod optycznych do badań warstwy dyfuzyjnej na elektrodach i zmian stężeń w głębi roztworu, m.in. przy powierzchni adsorbentów i wymiennicy

jonowych. Wyniki tych badań ogłoszono w kilkudziesięciu publikacjach i komunikatach, a część z nich uzyskała patenty. Na ich podstawie powstały również dwie rozprawy doktorskie. Prof. Jerzy Matysik był organizatorem i pierwszym kierownikiem Centralnego Laboratorium Aparatury Unikalnej UMCS, którego uruchomienie wymagało od niego pokonania wielu trudności i przeciwności (zagospodarowanie pustych pomieszczeń, zgromadzenie odpowiedniej aparatury, zatrudnienie właściwie wyszkolonej kadry naukowej). Był też kierownikiem Zakładu Chemii Analitycznej i Analizy Instrumentalnej w latach 1994-1999. Owocem jego pracy naukowej w dziedzinie elektrochemii było między innymi promotorstwo ośmiu doktoratów i współautorstwo dziesięciu patentów.

Jednym z doktorantów prof. J. Matysika, który wniósł istotny wkład w rozwój elektrochemii na UMCS jest prof. dr hab. Mieczysław Korolczuk. W roku 2005 został wybrany na stanowisko kierownika Zakładu Chemii Analitycznej i Analizy Instrumentalnej i funkcję tę sprawował nieprzerwanie aż do przejścia na emeryturę. Ścieżka kariery naukowej profesora Korolczuka jest związana w całości z elektrochemią i obejmuje m.in. rozprawę doktorską dotyczącą badania elektrodowych procesów katalitycznych i oscylacyjnych indukowanych przez redukcję chromionów obronioną w 1981 r [26] oraz rozprawę habilitacyjną poświęconą opracowaniu czułych i selektywnych procedur oznaczania śladowych ilości złota, rtęci, chromu i niklu w złożonych matrycach metodą woltamperometrii z zateżaniem [27]. Elektrochemiczne badania naukowe w zespole prof. dr hab. Mieczysława Korolczuka prowadzone były głównie pod kątem analitycznym i polegały na opracowaniu nowych procedur oznaczania związków organicznych i jonów metali metodą woltamperometrii z zateżaniem. Pierwsze prace zespołu dotyczyły analizy specjacyjnej jonów metali głównie chromu oraz poszukiwania nowych materiałów elektrodowych i konstrukcji elektrod. Opublikowana została cała seria prac dotycząca specjacji chromu z zastosowaniem różnych czynników kompleksujących oraz różnych czynników maskujących Cr(III). Głównym celem tych prac było opracowanie procedur pozwalających na oznaczanie śladowych stężeń toksycznej formy chromu jaką jest Cr(VI) w obecności dużego nadmiaru Cr(III). W tamtym czasie w badaniach wykorzystywano głównie elektrody rtęciowe. Cykl prac dotyczących opracowania procedur oznaczania Cr(VI) w obecności Cr(III) był podstawą uzyskania stopnia doktora przez Małgorzatę Grabarczyk w 2002 roku [28]. Dalsze badania związane z analizą specjacyjną chromu prowadzone wspólnie z dr Grabarczyk ukierunkowano na opracowanie nowatorskich procedur ekstrakcji Cr(VI) z próbek stałych. Zostały one wykonane w ramach projektu finansowanego przez KBN [29]. Poza opracowaniem procedur specjacji chromu w zespole prowadzone były prace badawcze dotyczące zastąpienia rtęci innymi materiałami elektrodowymi. Przełomem w tym zakresie na poziomie światowym było opublikowanie przez zespół prof. Wanga w 2000 roku prac pokazujących, że

blonkowa elektroda bizmutowa może zastąpić w wielu oznaczeniach blonkową elektrodę rtęciową. Chociaż wyniki uzyskane przy wykorzystaniu blonkowych elektrod bizmutowych charakteryzowały się gorszymi parametrami, elektrody te stały się popularne ze względu na ich niską toksyczność i brak niekorzystnego wpływu na środowisko. Te prace były początkiem nowego kierunku wykorzystania innych materiałów elektrodowych zamiast rtęci na całym świecie. Zgodnie ze światowym trendem w zespole prof. Korolczuka do prac badawczych zaczęto stosować blonkowe elektrody bizmutowe. Opracowano wiele procedur elektroanalitycznych z wykorzystaniem takich elektrod. Elektrody te zaczęła stosować także doktorantka mgr Aleksandra Moroziewicz. Jej praca doktorska nt. „Metoda woltamperometrii z zatężaniem w analizie śladowej kobaltu” została obroniona w 2007 r. Analizując wyniki tej pracy dotyczące korzystnego wpływu Pb(II) na oznaczenia z wykorzystaniem blonkowej elektrody bizmutowej prof. Korolczuk doszedł do wniosku, że blonkową elektrodę bizmutową można zastąpić blonkową elektrodą ołowiową uzyskując korzystniejsze wyniki. Rozwiązanie tego problemu zaproponował kolejnej doktorantce mgr Katarzynie Tyszczyk [30]. Zaproponowana nowa elektroda zastosowana do oznaczeń Ni(II) i Co(II) pozwoliła nie tylko na uzyskanie niższych granic wykrywalności niż przy wykorzystaniu blonkowej elektrody bizmutowej, ale dodatkowo rozdzielenie sygnałów było nawet lepsze niż przy zastosowaniu elektrod rtęciowych. Wyniki tych badań zostały opublikowane w 2005 roku w czasopiśmie *Electrochemistry Communications* [31]. Była to pierwsza publikacja na świecie z zastosowaniem blonkowej elektrody ołowiowej w metodzie woltamperometrii stripingowej [31]. Dalsze prace z zastosowaniem blonkowej elektrody ołowiowej dotyczyły opracowania procedur oznaczania związków biologicznie czynnych i jonów metali. Część tych prac wykonana została w ramach projektu finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Informatyzacji [32], którym kierował prof. Korolczuk. Od 2009 r tj. od uzyskania przez dr hab. Mieczysława Korolczuka tytułu profesora w zespole rozwijana jest obecnie nowa tematyka badawcza dotycząca otrzymywania mikroelektrod i tablic mikroelektrod. Po uzyskaniu pozytywnych wyników w tym zakresie rozpoczęto badania dotyczące zastosowania mikroelektrod i tablic mikroelektrod w analizie stripingowej. Zaproponowano nowy wariant analizy stripingowej polegający na zastosowaniu podwójnego nagromadzenia zamiast powszechnie stosowanego pojedynczego nagromadzenia, a badania zostały przeprowadzone w ramach projektu MNiSW [33]. Badania w tym zakresie, ale z wykorzystaniem układu przepływowego, były również podstawą do uzyskania finansowania w projekcie Miniatura przez dr Iwonę Gęcę oraz do uzyskania przez nią stopnia doktora habilitowanego [34,35]. Prace w dziedzinie wykorzystania podwójnego nagromadzenia i strippingu były też podstawą uzyskania stopnia doktora przez mgr. Mateusza Ochaba [36]. Obecnie badania dotyczące wykorzystania podwójnego nagromadzenia i podwójnego

stripingu w analizie stripingowej są kontynuowane, ponieważ to zaproponowane przez zespół prof. dr hab. M. Korolczuka rozwiązanie zapewnia co najmniej 10-krotne obniżenie granicy wykrywalności oznaczanych substancji oraz wyraźne zmniejszenie wpływu matrycy próbki na uzyskiwane sygnały analityczne. Ponadto to rozwiązanie ma charakter bardziej uniwersalny w porównaniu do innych opisanych w literaturze, ponieważ dotyczy oznaczania dużej liczby jonów metali. Do chwili obecnej prof. Korolczuk wypromował siedmiu doktorów, z tej grupy dwie osoby uzyskały tytuł profesora, a jedna stopień doktora habilitowanego.

W grupie profesora Korolczuka rozpoczęła swoją pracę naukową prof. dr hab. Katarzyna Tyszczyk-Rotko, której duża aktywność naukowa miała wpływ na rozwój elektrochemii w UMCS. Prof. dr hab. Katarzyna Tyszczyk-Rotko pracę naukową rozpoczęła w 2003 roku w jeszcze trakcie realizacji swojej pracy magisterskiej. Rozwijane zainteresowania naukowe zaowocowały rozpoczęciem w październiku 2004 roku studiów doktoranckich na Wydziale Chemii UMCS. Tematyka badań dotyczyła charakterystyki elektrochemicznej i zastosowania wprowadzanych w grupie prof. Korolczuka nowych elektrod filmowych, a mianowicie błonkowych elektrod ołowiowych [31] w analizie stripingowej. Przeprowadzone w krótkim czasie (2 lata) badania były podstawą do przygotowania, a następnie obrony rozprawy doktorskiej [30], która uzyskała nagrodę Jego Magnificencji Rektora UMCS oraz zajęła I miejsce w konkursie na najlepszą pracę doktorską obronioną na Wydziale Chemii UMCS w 2006 r. Po rozpoczęciu w lutym 2007 roku pracy na stanowisku adiunkta w Zakładzie Chemii Analitycznej i Analizy Instrumentalnej jednym z głównych celów pracy badawczej prof. K. Tyszczyk-Rotko było zastosowanie błonkowej elektrody ołowiowej do oznaczania śladowych stężeń związków biologicznie aktywnych metodą adsorpcyjnej voltamperometrii stripingowej. Część tych badań była realizowana wspólnie z prof. Korolczukiem w ramach projektu badawczego MNiSW [32] oraz grantu Prorektora UMCS ds. Nauki [37]. Badania te były podstawą uzyskania przez dr K. Tyszczyk-Rotko w 2013 roku stopnia doktora habilitowanego [38].

W badaniach realizowanych po uzyskaniu stopnia doktora habilitowanego K. Tyszczyk-Rotko zaproponowała po raz pierwszy czujniki modyfikowane błonką funkcjonalizowanego polisiloksanu i pyłem ołowianym/nanocząstkami ołowiu. Badania były realizowane w ramach projektu badawczego z programu Iuventus Plus [39]. Wśród osiągnięć naukowych po uzyskaniu stopnia doktora habilitowanego na szczególną uwagę zasługuje również zastosowanie odtwarzalnie osadzanego metalicznego mediatora w etapie przygotowania elektrod, co prowadzi do istotnego zwiększenia powierzchni aktywnej czujników modyfikowanych błonką metalu. Badania te były realizowane przy współpracy międzynarodowej z grupą badawczą z Uniwersytetu w Pardubicach (prof. dr hab. Karel Vyřas

i dr Radovan Metelka) podczas realizacji projektu z konkursu Harmonia (Narodowe Centrum Nauki) [40].

Do chwili obecnej profesor Tyszczyk-Rotko wypromowała czterech doktorów, a kolejny przewód doktorski jest w trakcie realizacji. Za swoje osiągnięcia była wielokrotnie nagradzana m.in.: stypendium „Start” Fundacji na rzecz Nauki Polskiej, stypendium dla wybitnego młodego naukowca Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego, nagrodami Rektora UMCS. W styczniu 2021 roku Katarzyna Tyszczyk-Rotko uzyskała tytuł profesora nauk ścisłych i przyrodniczych, stając się tym samym jednym z najmłodszych naukowców Wydziału Chemii UMCS, którzy uzyskali tytuł profesora.

Obecnie kierownikiem Katedry Chemii Analitycznej jest prof. dr hab. Małgorzata Grabarczyk, która pełni tę funkcję od 2018 roku. Ponadto profesor M. Grabarczyk pełniła bądź nadal pełni wiele funkcji organizacyjnych na UMCS: w latach 2016-2019 Prodziekana ds. Badań Naukowych i Współpracy z Przemysłem Wydziału Chemii, w latach 2019-2020 z-cy Dyrektora Instytutu Nauk Chemicznych Wydziału Chemii a od 2020 do chwili obecnej Dyrektora.

Kariera naukowa profesor Grabarczyk rozpoczęła się w 1994 roku, kiedy to została zatrudniona jako asystent w Zakładzie Chemii Analitycznej i Analizy Instrumentalnej i pracę swą rozpoczęła w zespole kierowanym przez prof. dr hab. Jerzego Matysika pod bezpośrednią opieką prof. dr hab. Mieczysława Korolczuka. Jej badania naukowe były ściśle związane z elektrochemią a dokładnie z voltamperometrią stripingową. Jak już wspomniano wcześniej badania te dotyczyły analizy specjacyjnej chromu, a ich efektem było opracowanie wielu procedur, z wykorzystaniem głównie adsorpcyjnej voltamperometrii stripingowej oraz kroplowej wiszącej elektrody rtęciowej.

Małgorzata Grabarczyk po uzyskaniu stopnia doktora swoje badania elektrochemiczne kontynuowała zgłębiając wiedzę na temat specjacji chromu, co było podstawą rozprawy habilitacyjnej [41]. W późniejszych swoich badaniach prof. M. Grabarczyk zajmowała się analizą śladową wielu pierwiastków starając się rozwiązać problemy związane z ich voltamperometrycznym oznaczaniem w różnych matrycach naturalnych a uzyskane w tej dziedzinie elektrochemii osiągnięcia zaowocowały uzyskaniem w 2019 roku tytułu profesora.

Profesor Grabarczyk skoncentrowała się głównie na poszukiwaniu nowych elektrochemicznie aktywnych układów nie opisanych wcześniej w literaturze, oznaczany pierwiastek-czynnik kompleksujący, pozwalających na wykorzystanie ich do opracowania efektywnych voltamperometrycznych procedur charakteryzujących się niskimi granicami wykrywalności, szerokimi zakresami oznaczalności, dobrą selektywnością i małą wrażliwością na wpływ matrycy obecnej w próbkach środowiskowych.



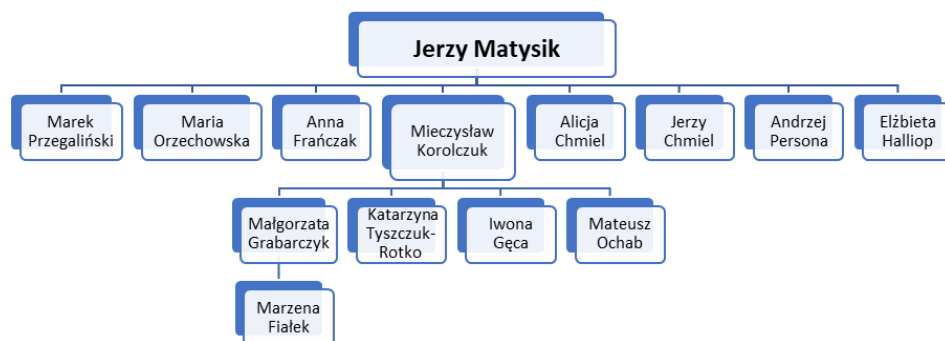
Dużym wyzwaniem było zastosowanie w miejsce toksycznych elektrod rtęciowych przyjaznych dla środowiska nietoksycznych elektrod pracujących. W opublikowanych w literaturze o obiegu międzynarodowym procedurach wdrożyła do praktycznego zastosowania wiele elektrod takich jak błonkowa elektroda bizmutowa, błonkowa elektroda ołowiowa, błonkowa elektroda miedziowa czy też elektrody oparte na nanomateriałach węglowych, takich jak wielościenne nanorurki węglowe.

Znaczącym wkładem w rozwój elektrochemii było wprowadzenie przez prof. M. Grabarczyk prostego, a zarazem efektywnego sposobu eliminacji interferencji towarzyszących voltamperometrii strippingowej związanych z obecnością w realnych próbkach środowiskowych matrycy organicznej dzięki zastosowaniu żywicy Amberlite XAD-7.

Za swoje osiągnięcia w zakresie elektrochemii prof. M. Grabarczyk uzyskała wiele nagród Rektora, w tym między innymi za uzyskanie tytułu dr hab. przed skończeniem 40 lat, a w 2011 r. została wyróżniona Medalem Wojewody Lubelskiego dla Kobiet Naukowców Lubelskich Uczelni.

Prof. M. Grabarczyk jest promotorem trzech prac doktorskich, a dr Marzena Fiałek, która wykonała pracę doktorską [42] pod jej kierunkiem pracuje jako adiunkt w Katedrze Chemii Analitycznej. Obecnie grupa badawcza profesor Grabarczyk prowadzi badania nad praktycznym wykorzystaniem nowych materiałów elektrodowych w elektroanalizie między innymi pierwiastków ziem rzadkich.

Skład osobowy grupy badawczej profesora Jerzego Matysika przedstawia Rys. 4. Na schemacie uwzględniono osoby zatrudnione w zakładzie/katedrze wg promotorstwa rozpraw doktorskich.



Rysunek 4. Grupa badawcza prof. Jerzego Matysika.

Figure 4. Prof. Jerzy Matysik research group.

## PODSUMOWANIE

Rozwojowi elektrochemii na UMCS sprzyja współpraca naukowa pracowników Katedry Chemii Analitycznej z naukowcami z innych ośrodków naukowych w Polsce i na świecie. Są to Akademia Górniczo-Hutnicza, Politechnika Śląska, Politechnika Lubelska, Politechnika Warszawska, Uniwersytet Łódzki, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Politechnika Poznańska, Canakkale Onsekiz Mart University-Turcja, National Academy of Science of Ukraine, Charles, University-Czechy, Institute of Physics, Zagrzeb-Chorwacja.

Na podkreślenie zasługuje również aktywny udział pracowników w komitetach, towarzystwach i organizacjach naukowych, takich jak: Komitet Chemii Analitycznej PAN, Zespół Elektroanalizy KChA PAN, Polskie Towarzystwo Chemiczne, Lubelskie Towarzystwo Naukowe, Polskiego Towarzystwa Kalorymetrii i Analizy Termicznej im. W. Świątosławskiego, Europejski Program Współpracy w Dziedzinie Badań Naukowo-Technicznych COST, International Society of Electrochemistry (ISE).

Naturalną kolejną rzeczą skład osobowy Zakładu Chemii Analitycznej i Analizy Instrumentalnej obecnie Katedry Chemii Analitycznej zmieniał się na przestrzeni lat. Zdjęcie pracowników z pierwszej dekady XXI wieku przedstawia Rys. 5, a obecny skład katedry pokazano na Rys. 6.



Rysunek 5. Zdjęcie ze spotkania pracowników Zakładu Chemii Analitycznej i Analizy Instrumentalnej, przy stole od lewej siedzi prof. Jerzy Matysik, prof. Kazimierz Sykut, prof. Mieczysław Korolczuk, z tyłu za nimi pracownicy zakładu (pierwsza dekada XXI wieku).

Figure 5. Photo from a meeting of the researchers of the Department of Analytical Chemistry and Instrumental Analysis; seated at the table from left are Prof. Jerzy Matysik, Prof. Kazimierz Sykut, Prof. Mieczyslaw Korolczuk, with the researchers of the department behind them (first decade of the 21st century).



Rysunek 6. Zdjęcie pracowników Katedry Chemii Analitycznej obecnie (kwiecień 2022 r.)

Figure 6. Today photo of the researchers of the Department of Analytical Chemistry (April 2022).

**PODZIĘKOWANIE**

Autorki dziękują wszystkim Osobom, które przekazały niezbędne informacje i przyczyniły się do powstania tej pracy, w szczególności Pani mgr Iwonne Dąbrowskiej.

**PIŚMIENNICTWO CYTOWANE**

- [1] K. Sykut, Zastosowanie układu  $\text{Br}_2/\text{Br}^-$  w mikrokulometrii. Rozprawa doktorska, UMCS, Lublin 1959.
- [2] J. Matsysik, Polarograficzne badania mechanizmów cyklicznych procesów elektrodowych z udziałem adsorpcji. Rozprawa habilitacyjna, UMCS, Lublin 1973.
- [3] J. Dumkiewicz, Konstrukcja i badanie własności elektrod jonoselektywnych typu embranowego. Rozprawa doktorska, UMCS, Lublin 1974.
- [4] R. Dumkiewicz, Elektrody anionoselektywne z wieloskładnikową fazą potencjałotwórczą. Rozprawa doktorska, UMCS, Lublin 1975.
- [5] A. Kusak, Otrzymywanie szkieł elektrodowych o własnościach selektywnych i zastosowanie ich do oznaczania stężeń kationów. Rozprawa doktorska, UMCS, Lublin 1975.
- [6] K. Sykut, J. Dumkiewicz, R. Dumkiewicz, Elektrody jonoselektywne typu BMSA z pseudociekłą fazą potencjałotwórczą, *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio AA*, 33 (1978) 1-16.
- [7] K. Sykut, R. Dumkiewicz, J. Dumkiewicz, Patent PRL 93227.
- [8] K. Sykut, J. Dumkiewicz, R. Dumkiewicz, Patent PRL 93560.
- [9] R. Dumkiewicz, Funkcja elektrodopseudociekłej membrany a procesy wymiany jonowej i ekstrakcji. Rozprawa habilitacyjna, UMCS, Lublin 1994.
- [10] C. Wardak, Badanie właściwości i mechanizmu działania elektrod jonoselektywnych z ciekłą fazą membranową zawierającą chelatujące substancje aktywne. Rozprawa doktorska, UMCS, Lublin 2003.
- [11] J. Lenik, Konstrukcja i zastosowanie membranowych elektrod jonoselektywnych do oznaczania wybranych niesteroidowych leków przeciwzapalnych. Rozprawa doktorska, UMCS, Lublin 2006.
- [12] C. Wardak, Elektrody jonoselektywne ze stałym kontaktem z zastosowaniem nowych substancji aktywnych oraz cieczy jonowych. Rozprawa habilitacyjna, UMCS, Lublin 2015.
- [13] J. Lenik, Badania właściwości elektrod jonoselektywnych czułych na leki pochodne wybranych kwasów karboksylowych. Rozprawa habilitacyjna, UMCS, Lublin 2018.
- [14] K. Sykut, G. Dalmata, B. Nowicka, J. Saba, Acceleration of electrode processes by organic compounds - "CAP-PAIR" effect, *Journal of Electroanalytical Chemistry* 90 (1978) 299-302.
- [15] G. Dalmata, B. Nowicka, J. Saba, Wpływ niektórych związków organicznych na mechanizm i kinetykę procesów elektrodowych – w aspekcie ich przyspieszania. Rozprawa doktorska, UMCS, Lublin 1978.
- [16] J. Nieszporek, Wpływ mieszanych warstw adsorpcyjnych na mechanizm elektroredukcji jonów  $\text{Zn}^{2+}$  na rtęci. Rozprawa doktorska, UMCS, Lublin 2001.
- [17] D. Gugala-Fekner, Właściwości warstwy adsorpcyjnej tetrametylotiomocznik-tert-butanol- $\text{NaClO}_4$  na elektrodzie rtęciowej, Rozprawa doktorska, UMCS, Lublin 2006.
- [18] A. Nosal-Wiercińska, Wpływ tiomocznika i jego pochodnych na mechanizm i kinetykę elektroredukcji jonów indu (III) w chloranach (VII). Rozprawa doktorska, UMCS, Lublin 2006.
- [19] J. Nieszporek, Wpływ wybranych związków powierzchniowo czynnych na kinetykę i mechanizm elektroredukcji jonów  $\text{Zn}^{2+}$ . Rozprawa habilitacyjna, UMCS, Lublin 2014.

- [20] D. Gugała-Fekner, Właściwości warstwy adsorpcyjnej tetrametylotiomocznik – tertbutanol - NaClO<sub>4</sub> na elektrodzie rtęciowej. Rozprawa habilitacyjna, UMCS, Lublin 2024.
- [21] A. Nosal-Wiercińska, M. Grochowski, B. Baś, Cienkowarstwowa elektroda w układzie zasilająco-sterującym do zastosowania w analizach elektrochemicznych. Patent nr 240293, 2020.
- [22] A. Nosal-Wiercińska, Kinetyka i mechanizm elektroredukcji Bi(III) katalizowanej przez wybrane aminokwasy w roztworach o różnej aktywności wody .Rozprawa habilitacyjna, UMCS, Lublin 2015.
- [23] M. Grochowski, Wpływ protonizacji wybranych aminokwasów na parametry warstwy podwójnej granicy faz elektroda/chlorany(VII) oraz kinetykę i mechanizm elektroredukcji jonów Bi(III). Rozprawa doktorska, UMCS, Lublin, 2019.
- [24] A. Nosal-Wiercińska, M. Grochowski, Elektroda woltamperometryczna przeznaczona do analiz elektrochemicznych. Zgłoszenie patentowe 2023.
- [25] J. Matysik, Oscylograficzne i polarograficzne studia nad roztworami niektórych związków organicznych w NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>.nNH<sub>3</sub>. Rozprawa doktorska, UMCS, Lublin 1961.
- [26] M. Korolczuk, Badanie elektrodowych procesów katalitycznych i oscylacyjnych indukowanych przez redukcję chromianów. Rozprawa doktorska, UMCS, Lublin 1981.
- [27] M. Korolczuk, Woltamperometria z zateżaniem w analizie śladowej złota, rtęci, chromu i niklu w złożonych matrycach . Rozprawa habilitacyjna, UMCS, Lublin 2000.
- [28] M. Grabarczyk, Selekttywne woltamperometryczne metody oznaczania śladowych ilości Cr(VI) w matrycach naturalnych. Rozprawa doktorska, UMCS, Lublin 2002.
- [29] M. Korolczuk, M. Grabarczyk, Nowe metody ekstrakcji i woltamperometrycznego oznaczania Cr(VI) w próbkach stałych i ciekłych. Nr projektu 4 T09A 192 25
- [30] K. Tyszczyk-Rotko, Filmowa elektroda ołowiowa i galowa jako nowe elektrody w analizie strippingowej. Rozprawa doktorska, UMCS, Lublin 2006.
- [31] M. Korolczuk, K. Tyszczyk, M. Grabarczyk Adsorptive stripping voltammetry of nickel and cobalt at in situ plated lead film electrode. *Electrochemistry Communications*, 7 (2005) 1185–1189.
- [32] M. Korolczuk, K. Tyszczyk-Rotko, Analiza strippingowa związków biologicznie czynnych z wykorzystaniem błonkowej elektrody ołowiowej. Nr projektu: N N204 1472 33.
- [33] M. Korolczuk, M. Grabarczyk, Woltamperometria strippingowa z zastosowaniem dwustopniowego nagromadzenia i strippingu. Nr projektu 2011/03/B/ST4/2601.
- [34] I. Gęca, Zastosowanie trybu podwójnego nagromadzenia i strippingu w połączeniu z układem przepływowym do obniżenia granicy wykrywalności i zwiększenia selektywności oznaczeń w analizie strippingowej As(III). Nr projektu DEC-2023/07/X/ST4/00189).Miniatura
- [35] I. Gęca, Zastosowanie podwójnego nagromadzenia i strippingu do obniżenia granicy wykrywalności i eliminacji interferencji w woltamperometrii strippingowej jonów nieorganicznych. Rozprawa habilitacyjna, UMCS, Lublin 2024.
- [36] M. Ochab, Zastosowanie nowej konstrukcji elektrod do oznaczeń i specjacji wybranych jonów i związków organicznych metodą woltamperometrii strippingowej. Rozprawa doktorska, UMCS, Lublin, 2018.
- [37] K. Tyszczyk-Rotko, Oznaczanie witaminy B1 na generowanej in situ filmowej elektrodzie ołowiowej metodą adsorpcyjnej woltamperometrii strippingowej. Grant indywidualny Prorektora UMCS ds. Nauki, nr projektu NB-13-2008.
- [38] K. Tyszczyk-Rotko, Zastosowanie błonkowej elektrody ołowiowej w analizie śladowej związków biologicznie aktywnych i jonów metali z wykorzystaniem metody woltamperometrii strippingowej. Rozprawa habilitacyjna, UMCS, Lublin 2013.
- [39] K. Tyszczyk-Rotko, Elektrody modyfikowane błoną metalu osadzaną z wykorzystaniem funkcjonalizowanych polisiloksanów w analizie śladowej jonów metali ciężkich metodą woltamperometrii strippingowej. Nr projektu IP2012 061472

- [40] K. Tyszczyk-Rotko, K. Vytrās, Wysokopowierzchniowe materiały elektrodowe przygotowane z wykorzystaniem odtwarzalnie osadzanego metalicznego mediatora w analizie stripingowej jonów metali. Nr projektu: 2013/08/M/ST4/00286.
- [41] M. Grabarczyk, Metoda analizy stripingowej w badaniu specjacji chromu w ciekłych i stałych próbkach środowiskowych. Rozprawa habilitacyjna, UMCS, Lublin 2002.
- [42] M. Fiałek, Wykorzystanie pracujących elektrod błonkowych do oznaczania śladowych ilości wybranych pierwiastków metodą woltamperometrii stripingowej. Rozprawa doktorska, UMCS, Lublin 2021.

Praca wpłynęła do Redakcji 4 lipca 2024 r.