



Kielce, 17.02.2023 r.

Dr hab. Sławomir Michałkiewicz prof. UJK

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr Karoliny Pietrzak

pt. „*Nowe materiały funkcjonalne w konstrukcji elektrod jonoselektywnych ze stałym kontaktem czułych na wybrane jony nieorganiczne*”

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska została wykonana w Katedrze Chemii Analitycznej Instytutu Nauk Chemicznych na Wydziale Chemii Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie pod kierunkiem Pani dr hab. Cecylii Wardak prof. UMCS.

Recenzję sporządzono na zlecenie Pani prof. dr hab. Małgorzaty Grabarczyk, Dyrektor Instytutu Nauk Chemicznych UMCS (pismo z dnia 21.12.2023 r.) na podstawie przedłożonej rozprawy doktorskiej.

Wprowadzenie

Rozprawę doktorską Pani mgr Karoliny Pietrzak stanowi cykl dziesięciu spójnych tematycznie prac naukowych, w tym siedem opublikowanych w renomowanych czasopismach indeksowanych w bazie JCR: Electroanalysis, Sensors and Actuators B: Chemical, Applied Nanoscience, Membranes, Ionics, Water, Talanta oraz trzy w wydawnictwach pokonferencyjnych. Sumaryczny Impact Factor prac stanowiących osiągnięcie naukowe Doktorantki wynosi 33.922, a liczba punktów MEiN - 700. Dane te zasługują na uznanie nie tylko ze względu na liczbę publikacji i ich imponujący sumaryczny współczynnik wpływu, ale również zważywszy na fakt, że ich opublikowanie przypada na ostatnie trzy lata (2020 – 1 praca, 2021 – 6 prac i 2022 – 3 prace). Dorobek taki znacznie przewyższa wymagania dotyczące cyklu publikacji będących podstawą rozprawy doktorskiej określonej w Uchwale nr 3.3.II/2019 Rady Instytutu Nauk Chemicznych UMCS w Lublinie z dnia 16 grudnia 2019 r. W ośmiu publikacjach [D1, D2, D4 - D6, D8-D10] Pani mgr Karolina Pietrzak jest pierwszym autorem. Z analizy danych zawartych w suplemencie z oświadczeniami wszystkich autorów publikacji wynika, że udział Doktorantki w powstanie prac był znaczący na każdym etapie ich powstawania, począwszy od opracowania koncepcji, wykonania elektrod, pomiarów potencjometrycznych, chronopotencjometrycznych i impedancyjnych, opracowania wyników, redakcji manuskryptu i jego późniejszej korekty. W dorobku naukowym Doktorantki są jeszcze cztery prace, w tym trzy opublikowane w czasopismach indeksowanych oraz jedna wydana w Wydawnictwie UMCS. Sumaryczny IF tych prac wynosi 10.735, a liczba pkt MEiN 290. Pani mgr Karolina Pietrzak była również współautorką szesnastu rozdziałów w monografiach

i w materiałach pokonferencyjnych. Wyniki swoich badań prezentowała na konferencjach krajowych i międzynarodowych w postaci doniesień ustnych (27 wystąpień) i posterów (40 prezentacji). Doktorantka doskonaliła warsztat odbywając pięć staży i wyjazdów naukowych, w tym cztery zagraniczne (Francja, Grecja i Chorwacja).

Podsumowując charakterystykę sylwetki naukowej Pani mgr Karoliny Pietrzak stwierdzam, że Jej dane bibliometryczne obejmujące czternaście opublikowanych prac o sumarycznym IF wynoszącym 44.657 i liczbie punktów MEiN 990 są jak na młodą osobę imponujące i potwierdzają ogromne zaangażowanie w pracę naukową.

Ocena formalno-merytoryczna pracy

Tematyka badawcza Pani mgr Karoliny Pietrzak ściśle określona w głównym celu pracy oraz w celach szczegółowych dotyczyła wykorzystania nowych materiałów do konstrukcji i badania właściwości elektrod jonoselektywnych (ISE) ze stałym kontaktem do oznaczania wybranych anionów (NO_3^- , Cl^-) oraz kationów (K^+ , Cu^{2+} i UO_2^{2+}). Były to aktywne składniki membran jonowymiennych (kompleksy kobaltu(II) z 4,7-difenylo-1,10-fenantroliną, miedzi(II) z zasadami Schiffa), oraz pełniące funkcję stałego kontaktu (nanowłókna polianilinowe PANINFs-Cl i PANINFs- NO_3 , nanocząstki ZnONPs, CuONPs, Fe_2O_3 NPs, AgNPs, nanokompozyty wielościennych nanorurek węglowych z chlorkiem triheksyloctetradecylofosfoniowym (MWCNTs:THTDPCI), z nanowłóknami polianilinowymi (PANINFs-Cl:MWCNTs) i heksafluorofosforanem 1-butylo-3-metyloimidazoliowym (MWCNTs:BMImPF₆) oraz ciecz jonowa chlorek 1-metylo-3-oktyloimidazoliowy (OMImCl). Wszystkie modyfikacje ISE miały na celu poprawę ich parametrów analitycznych i elektrycznych oraz wydłużenia przydatności do użytku.

Podstawowym narzędziem badawczym Doktorantki była potencjometria – prosta, jedna z najstarszych technik elektroanalitycznych, mogłoby się wydawać, że zapomniana w dobie burzliwego rozwoju zaawansowanych technik analitycznych jak np. chromatografia, metody spektroskopowe czy woltamperometryczne. Dzięki swym niewątpliwym zaletom wielokrotnie podkreślanym przez Doktorantkę, do których można zaliczyć przede wszystkim możliwość konstruowania nowych, coraz bardziej skutecznych czujników do oznaczania wielu jonów, ich miniaturyzację, odporność mechaniczną, prostotę, niskie koszty aparaturowe, możliwość stosowania w urządzeniach mobilnych, znajduje ona swoje miejsce w analityce, w tym w badaniach środowiskowych i medycznych. Warsztat badawczy Pani mgr Karoliny Pietrzak nie ograniczał się jedynie do potencjometrii. Na podkreślenie zasługuje włączenie do badań różnych technik dodatkowych, które dostarczały informacji na temat właściwości elektrycznych skonstruowanych czujników: chronopotencjometrii [D2, D5] i elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej [D1, D2, D4, D5, D7, D8]. Liczę na wyjaśnienia, dlaczego techniki te nie były stosowane w przypadku badań wszystkich czujników. Niezbędne były również techniki charakteryzujące nowe składniki modyfikujące membranę jonoselektywną lub stosowane jako warstwa pośrednia. Należy tu wymienić analizę termograwimetryczną sprzężoną ze spektroskopią w podczerwieni z transformacją Fouriera (TG-FTIR) lub ze skaningową kalorymetrią różnicową (TG-DSC), spektrofotometrię UV-Vis, metodę osłabionego całkowitego wewnętrznego odbicia sprzężoną ze spektroskopią w podczerwieni z transformacją Fouriera (ATR-FTIR), rentgenowską spektroskopię fotoelektronową (XPS) i skaningową mikroskopię elektronową (SEM). W pracy pojawia się również technika ablacji laserowej, która we współpracy Doktorantki z ośrodkami

zagranicznymi służyła do otrzymywania nanocząstek tlenków metali i srebra wykorzystywanych do konstrukcji elektrod jonoselektywnych.

Ważnym elementem pracy było również sprawdzenie możliwości praktycznego zastosowania części czujników do oznaczania wybranych jonów w różnego typu wodach ([D1], [D4], [D5], [D7]).

Podjęcie tematyki związanej z konstrukcją elektrod jonoselektywnych ze stałym kontaktem w oparciu o nowe materiały funkcjonalne jest według mnie uzasadnione i wpisuje się w nurt poszukiwania nowych, skutecznych metod oznaczania wielu jonów, szczególnie tych, mogących służyć do monitorowania stanu zdrowia człowieka lub środowiska naturalnego.

Przedstawiona do recenzji praca doktorska liczy 220 stron i rozpoczyna się spisem treści oraz wykazem publikacji wchodzących w skład cyklu stanowiącego osiągnięcie naukowe Doktorantki. Wykaz jest logicznie uporządkowany według rodzaju jonów oznaczanych i w kolejności ich późniejszego omawiania w autoreferacie. Zawiera on również wartości IF oraz liczbę punktów MEiN prezentowanych publikacji. Szkoda, że Doktorantka nie podała w tym miejscu sumarycznych wartości tych parametrów. Informacja taka pojawia się dopiero na str. 207 i dotyczy wszystkich opublikowanych prac. W następnej kolejności Doktorantka zamieściła spis skrótów i symboli stosowanych w rozprawie oraz streszczenie i słowa kluczowe w języku polskim i angielskim.

Główną częścią rozprawy doktorskiej jest 48-stronicowy autoreferat. Jego konstrukcja jest nieco zaskakująca i przypomina klasyczną rozprawę składającą się z części literaturowej, części doświadczalnej, podsumowania i wniosków oraz bibliografii. Część literaturową poprzedza wprowadzenie, w którym Doktorantka uzasadniła wybór tematyki badawczej, wykazała zalety potencjometrii, elektrod jonoselektywnych, szczególnie tych ze stałym kontaktem, nakreśliła możliwe kierunki ich modyfikacji i przedstawiła zastosowanie w wielu gałęziach działalności człowieka. Dalsza część zawiera podstawy potencjometrii, mechanizmy transdukcji jon-elektron oraz historię i główne etapy rozwoju elektrod jonoselektywnych, ich typy konstrukcyjne, charakterystykę składników membrany jonoselektywnej, materiałów stosowanych jako stały kontakt oraz parametry analityczne czujników. Zagadnienia te są ściśle powiązane z tematyką recenzowanej rozprawy z tego powodu ich omawianie jest uzasadnione. Na wyróżnienie zasługują bardzo dobrej jakości rysunki ilustrujące omawiane zagadnienia. Problematiczne według mnie jest umieszczanie rysunków pochodzących z własnych publikacji bez podania odpowiedniego odnośnika. Uwaga dotyczy Rys. 5, 7 i 8. W tekście rozdziału (str. 36) oraz w podpisie Rys. 8 pojawiają się niewyjaśnione skróty: ISE-2 i ISE-3. Ich znaczenie można zgłębić dopiero po przeczytaniu publikacji źródłowej, której numeru Doktorantka nie podaje. Mam też wątpliwości dotyczące omawiania elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej oraz chronopotencjometrii w rozdziale zatytułowanym „Parametry analityczne elektrod jonoselektywnych”. Techniki te, jak słusznie pisze Doktorantka na str. 33, dostarczają informacji na temat parametrów elektrycznych elektrod: pojemności redoks warstwy przewodzącej / warstwy podwójnej, oporności elektrody i membrany. Nie są to w ścisłym ujęciu parametry analityczne czujników. Lepszym rozwiązaniem byłoby podzielenie treści na dwa rozdziały lub zmiana tytułu rozdziału. Podczas omawiania „*kamieni milowych*” w rozwoju elektrod jonoselektywnych Doktorantka pominęła zasługi Polaka, Zygmunta Klemensiewicza, twórcy pierwszej elektrody jonoselektywnej, która dała początek wszystkim innym konstrukcjom. Rozdział dotyczący potencjometrii powinien zawierać równanie Nikolskiego –

podstawowy wzór opisujący zależność potencjału elektrod jonoselektywnych od aktywności jonu głównego i jonów interferujących. Jest ono podstawą konstrukcji krzywych kalibracyjnych i wyznaczania parametrów analitycznych ISE. Były one wyznaczane w każdej z wyjątkiem [D3], opublikowanej pracy.

Zasadnicza część rozprawy doktorskiej opisująca wyniki prac nad nowymi elektrodami jonoselektywnymi ze stałym kontaktem jest zawarta w jej 27-stronicowej części doświadczalnej. Rozpoczyna się ona od szczegółowego omówienia celu pracy i zakresu badań oraz uzasadnienia wyboru jonów NO_3^- , Cl^- , K^+ , Cu^{2+} i UO_2^{2+} jako obiektów badań. Poszukiwania rozwiązań prowadzących do uzyskania optymalnych parametrów elektrod, były realizowane poprzez modyfikację składu membran jonoselektywnych oraz stałego kontaktu. Substancje modyfikujące wymienilem we wstępnej części recenzji. Uzyskanie czujników o optymalnych parametrach wymagało w każdym przypadku wykonania wielu egzemplarzy różniących się składem jakościowym i ilościowym membrany i/lub stałego kontaktu oraz materiałem elektrody wewnętrznej. Na przykład w przypadku ISE służącej do oznaczania jonów Cu(II) [D7], Doktorantka wykonała 17 różnych elektrod; w przypadku ISE czułej na jony potasowe [D8] było ich siedem, a badaniom poddawała równolegle po 3 elektrody tego samego typu. Świadczy to o ogromnym wkładzie pracy Pani mgr Pietrzak wniesionym w powstanie wszystkich publikacji.

W dalszej części autoreferatu Doktorantka przedstawiła metody badawcze stosowane do charakterystyki nowych materiałów oraz do wyznaczania parametrów analitycznych i elektrycznych czujników: nachylenia krzywych kalibracyjnych, zakresu liniowości i granicy wykrywalności, użytecznego zakresu pH, selektywności, krótko- i długoterminowej stabilności i odwracalności potencjału. Czujniki poddawano również testom odporności na zmianę potencjału redoks próbki, oświetlenie, obecność gazów w roztworach (O_2 , CO_2) oraz na powstawanie warstwy wodnej pomiędzy materiałem elektrody a membraną i/lub warstwą stałego kontaktu. Wyznaczone parametry w pełni charakteryzowały skonstruowane czujniki. Zastanawiające jest, dlaczego w/w parametry i testy nie obejmowały wszystkich elektrod. Np. test odporności na zmianę potencjału redoks próbki był opisany tylko w pracach [D2, D4, D5, D7], na zmianę oświetlenia w [D4, D5, D8], a na obecność gazów w [D4, D5, D7 i D8]. Liczę na wyjaśnienia. Chciałbym również uzyskać odpowiedź, dlaczego do testu odporności na zmianę potencjału redoks próbki wybrano układ $\text{Fe(CN)}_6^{3-}/\text{Fe(CN)}_6^{4-}$, którego potencjał jest stosunkowo niewielki (0.36 V vs SHE). Z informacji zamieszczonych na str. 40 i na podstawie analizy publikacji źródłowych wynika, że dla wszystkich rodzajów elektrod wykonano jedynie badania selektywności metodą SSM. Nie rozumiem dlaczego w badaniach selektywności elektrod azotanowych i chlorkowej pominięto jony jodkowe [D1, D2, D4, D5], a w przypadku prac [D2, D4, D5] nie uwzględniono jonów SCN^- i ClO_4^- branych pod uwagę w pracy [D1].

Część autoreferatu zatytułowana „Dyskusja wyników” zawiera syntetyczne omówienie rezultatów pracy doświadczalnej, które obejmowały skonstruowanie i charakterystykę trzech elektrod jonoselektywnych czułych na jony azotanowe(V) [D1, D2 i D4], elektrody chlorkowej [D5], dwóch elektrod czułych na jony Cu(II) [D6, D7], dwóch elektrod potasowych [D8, D9] oraz elektrody do oznaczania jonów uranowych [D10]. W przypadku elektrod czułych na ten sam jon, różniły się one rodzajem jonoforu lub składem stałego kontaktu oraz jego umiejscowieniem w czujniku (oddzielna warstwa lub składnik membrany). Doktorantka stosowała również różnego typu elektrody wewnętrzne. Najczęściej był to szklisty węgiel [D2-

D5, D7-D9], rzadziej elektroda chlorosrebrowa [D1, D6, D10]. Dalsza część autoreferatu to skrótowy z konieczności opis skonstruowanych elektrod i ich charakterystyka. Opisy uwzględniają etapy optymalizacji składu membrany i stałego kontaktu zmierzające do uzyskania najlepszych parametrów analitycznych i elektrycznych czujników gwarantujących ich skuteczne zastosowanie do analizy próbek środowiskowych. Parametry analityczne skonstruowanych elektrod zostały podane w postaci stabelaryzowanej (Tabele 2-6) i porównane z danymi literaturowymi. Doktorantka wykazała, że były one lepsze lub porównywalne z opublikowanymi wcześniej, a często zawierały więcej parametrów charakteryzujących czujniki. Otrzymane elektrody charakteryzują się zbliżonymi do teoretycznych nachyleniami krzywych kalibracyjnych, szerokimi zakresami liniowości, niskimi granicami wykrywalności, mogą pracować w szerokim zakresie pH, wykazują dobrą selektywność, stabilność i odwracalność potencjału, krótki czas odpowiedzi i mogą pracować skutecznie przez długi okres czasu, sięgający do 5 miesięcy. W tej części analizy wyników zabrakło komentarza porównującego parametry własnych elektrod tego samego typu.

Użyteczność niektórych czujników Doktorantka wykazała oznaczając wybrane jony w różnego rodzaju wodach [D1, D4, D5, D7] i opisała w kolejnym rozdziale autoreferatu. Liczę na wyjaśnienia, dlaczego nie wszystkie skonstruowane czujniki zastosowano do takich badań. Według mnie powinna się tu znaleźć tabela z wynikami oznaczeń przy użyciu skonstruowanych elektrod oraz uzyskanych metodami odniesienia lub innymi sposobami potwierdzającymi ich miarodajność. Znalazłem też zaskakujące informacje na temat oznaczania jonów w próbkach żywności jak np. sałata, szpinak, i inne. Autorka powołuje się przy tym na pracę [D3], która ma wyłącznie charakter przeglądowy, a nie doświadczalny. Informacja o tym znajduje się w streszczeniu tej pracy. Publikacja [D3] nie jest również uwzględniona w opisie metod badawczych (str. 40). Z tych samych powodów nieuprawnione jest też uwzględnianie jej w celach cząstkowych (str. 38) oraz cytowanie w Tabelach 1 i 2.

Opis wyników kończy się podsumowaniem i wnioskami, w których Pani mgr Karolina Pietrzak streściła dokonania naukowe potwierdzając w ten sposób osiągnięcie zakładanego celu pracy. Doktorantka zacytowała w autoreferacie 220 pozycji literaturowych, wykazanych w Bibliografii na stronach 66-73.

W uzupełniającej części rozprawy Doktorantka zamieściła kopie prac stanowiących osiągnięcie naukowe, co pozwalało w szybki sposób zweryfikować dane zamieszczone w autoreferacie. Jest tam również suplement z oświadczeniami współautorów oraz dorobek naukowy uwzględniający sumaryczne zestawienie danych bibliometrycznych. Przedstawiłem je we wstępnej części recenzji.

Konstrukcja autoreferatu jest przemyślana, a treści są prezentowane w sposób uporządkowany i nie budzą zastrzeżeń. Zawiera on wszystkie niezbędne elementy określone w § 15 Regulaminu przeprowadzania postępowań w sprawie nadania stopnia doktora w UMCS w Lublinie (załącznik do Uchwały Nr XXIV-29.15/19 Senatu UMCS z późn. zm.) oraz w Uchwale nr 3.3.II/2019 Rady Instytutu Nauk Chemicznych UMCS w Lublinie z dnia 16 grudnia 2019 r. Tekst autoreferatu przygotowany jest bardzo starannie. Znalazłem jedynie kilka mało istotnych błędów językowych i korektorskich (np. str. 5, 22, 25, 42). Analiza jego tekstu, a przede wszystkim publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe Doktorantki pozwala stwierdzić, że sformułowane cele naukowe zostały w pełni osiągnięte i wnoszą wiele nowych elementów do rozwoju współczesnej analizy chemicznej.

Obowiązkiem recenzenta jest zwrócić uwagę na najistotniejsze niedociągnięcia dostrzeżone podczas lektury rozprawy doktorskiej. Część z nich zamieściłem już w recenzji. Uwagi krytyczne nie dotyczą spraw merytorycznych, lecz wynikają z chęci uzyskania informacji uzupełniających lub korygujących prezentowane w autoreferacie treści. Na najistotniejsze uwagi oczekuję odpowiedzi podczas publicznej obrony rozprawy doktorskiej.

- Str. 6. Spis skrótów i symboli nie jest kompletny. Zauważyłem kilka istotnych dla czytelności autoreferatu braków. Doktorantka nie uwzględniła np. symbolu K_{ij} , CIM, 3DOM, CRGO, ERGO (pojawiają się na str. 29), TOANO_3 , TDMANO_3 , TOACl, NPOE (są str. 45).
- Str. 6. W spisie skrótów i symboli Doktorantka przypisała elektrodzie jonoselektywnej ze stałym kontaktem skrót SC-ISE podczas gdy w tekście autoreferatu posługuje się innym: SCISE (np. str. 17, 19, 21).
- Str. 18. Uściślenia wymaga definicja siły elektromotorycznej ogniwa. Czy rzeczywiście jest to suma wszystkich potencjałów granicznych faz ogniwa?
- Str. 25. Błąd w cytowaniu odnośników: [74] poprzedza [42]. Zauważyłem też niejednolity sposób prezentowania odnośników do prac własnych - stosowane są nawiasy kwadratowe (np. str. 48, 60), okrągłe (str. 38, 40, 45, 52, 55) lub bez nawiasów (Tabele 1-6, str. 60).
- Str. 26. Co oznacza pojęcie „wydajności analitycznej” materiału stosowanego jako SC?
- Str. 28. czy rzeczywiście sygnał jonowy przekształcany jest w sygnał elektroniczny?
- Str. 31. Nieprecyzyjne jest nazwanie parametru n wywodzącego się z równania Nikolskiego wartościowością jonu głównego.
- Str. 34. Trudno się zgodzić z Doktorantką, że wprowadzenie nanocząstek ZnO do warstwy pośredniej spowodowało obniżenie oporności objętościowej z 479 na 882 k Ω , a pojemność warstwy podwójnej jednocześnie wzrosła z 26.7 do 0.116 nF.
- W autoreferacie pojawiają się skróty stosowane w pracach źródłowych, które nie są objaśnione, np. na str. 46-47: II-MWCNTs, III-MWCNTs; na str. 56: ISE-CuO(a), ISEFe₂O₃(a) ISE-ZnO(a) – ich nieprecyzyjne wyjaśnienie znalazłem dopiero w legendzie do Tabeli 5.
- Nie wszystkie strony rozprawy są numerowane. Brakuje np. numerów: 49-52, 54, 55, 57-60.
- Str. 49. Dlaczego w Tabeli 2 nie podano stabilności potencjału dla elektrody azotanowej [D1] jak w pracach D2 i D4? Parametru tego nie uwzględniono w przypadku elektrody uranylowej (Tabela 6). Utrudnieniem dla czytającego jest podawanie go w różnych jednostkach (mV s⁻¹, $\mu\text{V s}^{-1}$, mV h⁻¹, mV min⁻¹). Dotyczy to wyników własnych Doktorantki, jak również danych literaturowych (Tabele 2-5).

Uwagi do tekstu recenzowanej rozprawy doktorskiej Pani mgr Karoliny Pietrzak nie wpływają na jej bardzo wysoką ocenę. Opieram ją przede wszystkim na jakości wyników przedstawionych w publikacjach oraz ich przydatności do rozwiązywania problemów analitycznych.

Podsumowanie

Stwierdzam, że przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska Pani mgr Karoliny Pietrzak spełnia wymagania zawarte w art. 187 ust. 1-4 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Stanowi ona oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, potwierdza ogólną wiedzę teoretyczną Kandydatki w dyscyplinie nauki chemiczne, a także umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Spełnia ona również wymagania dotyczące cyklu publikacji i konstrukcji

autoreferatu określone w Uchwale nr 3.3.II/2019 Rady Instytutu Nauk Chemicznych UMCS w Lublinie z dnia 16 grudnia 2019 r. W związku z tym zwracam się do Rady Instytutu Nauk Chemicznych Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie z wnioskiem o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie Pani mgr Karoliny Pietrzak do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Biorąc pod uwagę znaczący dorobek naukowy Doktorantki zawierający istotne elementy nowości naukowej i aspekt jego praktycznego zastosowania, wnioskuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej Pani mgr Karoliny Pietrzak stosowną nagrodą.

Stawomir Michaliewicz