

Autoreferat

1. Imię i nazwisko: **Paweł Mateusz Nowak**
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

Stopień **doktora nauk chemicznych** w zakresie chemii, nadany uchwałą **Rady Wydziału Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie**, 15.09.2016 roku. Tytuł rozprawy „*Novel bioanalytical methods using the capillary electrophoresis technique*”. Promotor: prof. dr hab. Paweł Kościelniak, promotor pomocniczy: dr hab. Michał Woźniakiewicz. Recenzenci: prof. dr hab. Roman Kaliszan i prof. dr hab. Marek Trojanowicz.

Tytuł **magistra biotechnologii** nadany przez **Wydział Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie**, dnia 28 czerwca 2012 roku.

Tytuł **licencjata biotechnologii** nadany przez **Wydział Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie**, dnia 5 lipca 2010 roku.

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.

Adiunkt na **Wydziale Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie** od października 2018 roku.

Asystent na **Wydziale Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie**, październik 2016 – wrzesień 2018.

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Omówienie to winno dotyczyć merytorycznego ujęcia przedmiotowych osiągnięć, jak i w sposób precyzyjny określać indywidualny wkład w ich powstanie, w przypadku, gdy dane osiągnięcie jest dziełem współautorskim, z uwzględnieniem możliwości wskazywania dorobku z okresu całej kariery zawodowej.

Tytuł osiągnięcia będącego podstawą do nadania stopnia doktora habilitowanego: **"Białe" spojrzenie na zieloną chemię analityczną – nowa teoria, narzędzia oceny, techniki i metodologie.**

Osiągnięcie to opisane jest w zbiorze dziewięciu powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w prestiżowych czasopismach w dziedzinie chemii analitycznej (H1-H9) – *Tabela 1*, w powstaniu których odegrałem wiodącą rolę (występuję na pozycji pierwszego autora lub jestem jedynym autorem). Wszystkie wskazane publikacje ukazały się po obronie mojego doktoratu (15.09.2016). W przypadku prac wieloautorskich dodatkowym potwierdzeniem mojej wiodącej roli są oświadczenia współautorów zamieszczone w dokumencie „Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny” oraz oświadczenia zamieszczone bezpośrednio w treści artykułów w powszechnie uznawanym międzynarodowym formacie „*CRedit authorship contribution statement*” (dotyczy H6 i H7).

Tabela 1. Wykaz artykułów naukowych będących podstawą osiągnięcia habilitacyjnego.

Numer	Tytuł	Autorzy	Czasopismo	Wydawca	Rok	Tom, strony	IF (2022)	Punkty (2023)
H1	What Color Is Your Method? Adaptation of the RGB Additive Color Model to Analytical Method Evaluation	Paweł Mateusz Nowak, Paweł Kościelniak	Analytical Chemistry	American Chemical Society	2019	91, 10343-10352	7.40	200
H2	White Analytical Chemistry: An approach to reconcile the principles of Green Analytical Chemistry and functionality	Paweł Mateusz Nowak, Renata Wietecha-Posłuszny, Janusz Pawliszyn	TrAC - Trends in Analytical Chemistry	Elsevier	2021	138, 116223	13.10	200
H3	What does it mean, that “something is green”? – The fundamentals of a Unified Greenness Theory	Paweł Mateusz Nowak	Green Chemistry	Royal Society of Chemistry	2023	25, 4625-4640	9.80	200
H4	Simultaneous quantification of food colorants and preservatives in sports drinks by the high performance liquid chromatography and capillary electrophoresis methods evaluated using the red-green-blue model	Paweł Mateusz Nowak	Journal of Chromatography A	Elsevier	2020	1620, 460976	4.10	140
H5	On-line coupling between capillary electrophoresis and microscale thermophoresis (CE–MST); the proof-of-concept	Paweł Mateusz Nowak, Michał Woźniakiewicz	Analyst	Royal Society of Chemistry	2018	143, 4854-4859	4.20	140
H6	The Acid-Base/Deprotonation Equilibrium Can Be Studied with a MicroScale Thermophoresis (MST)	Paweł Mateusz Nowak, Michał Woźniakiewicz	Molecules	MDPI	2022	27, 685	4.60	140
H7	The First Online Capillary Electrophoresis-Microscale Thermophoresis (CE-MST) Method for the Analysis of Dynamic Equilibria—The Determination of the Acidity Constant of Fluorescein Isothiocyanate	Paweł Mateusz Nowak, Maria Klag, Gabriela Kózka, Małgorzata Gołąb, Michał Woźniakiewicz	Molecules	MDPI	2022	27, 5010	4.60	140
H8	Improving repeatability of capillary electrophoresis—a critical comparison of ten different capillary inner surfaces and three criteria of peak identification	Paweł Mateusz Nowak, Michał Woźniakiewicz, Marta Gładysz, Magdalena Janus, Paweł Kościelniak	Analytical and Bioanalytical Chemistry	Springer	2017	409, 4383-4393	4.30	100
H9	Seven Approaches to Elimination of the Inherent Systematic Errors in Determination of Electrophoretic Mobility by Capillary Electrophoresis	Paweł Mateusz Nowak, Michał Woźniakiewicz, Paweł Kościelniak	Analytical Chemistry	American Chemical Society	2017	89, 3630–3638	7.40	200

Zwięzły opis merytoryczny osiągnięcia habilitacyjnego

Wprowadzenie

Po obronie doktoratu podjąłem pracę na etacie dydaktyczno-naukowym w Zakładzie Chemii Analitycznej, w Zespole Analitycznych Technik Przepływowych, a następnie Zespole Analiz Sądowych i Klinicznych, kierowanych przez prof. dr hab. Pawła Kościelniaka. Moje główne osiągnięcia naukowe związane są z rozwijaniem Zielonej Chemii Analitycznej (z ang. Green Analytical Chemistry, GAC), która w ogólnym rozumieniu oznacza świadome ograniczanie niekorzystnego oddziaływania stosowanych metod analitycznych na środowisko naturalne oraz bezpieczeństwo użytkownika. Najbardziej oczywistym przykładem działań w obszarze GAC jest ograniczanie ilości niebezpiecznych odczynników chemicznych stosowanych w metodach, redukcja ilości powstających odpadów, obniżanie energochłonności i tym samym wynikającego śladu węglowego, a co za tym idzie miniaturyzacja oraz automatyzacja metodologii. GAC zyskuje obecnie na popularności, wedle danych z bazy Scopus (23.08.2023) termin „Green Analytical Chemistry” został użyty w tytule, abstrakcie lub słowach kluczowych w 4 197 artykułach naukowych indeksowanych w tej bazie, z czego aż 1 633 (prawie 40%) opublikowanych zostało od 2020 roku.

Szkodliwość oddziaływania procedur analitycznych na środowisko może wydawać się znikoma w porównaniu do procesów syntezy i produkcji chemicznej, niemniej jednak ilość analiz przeprowadzanych każdego dnia na świecie jest ogromna. Metody analityczne stosowane są w laboratoriach o zróżnicowanym profilu, często na dużą skalę, jak na przykład w firmach farmaceutycznych podczas kontroli jakości. Ponadto, każdy proces syntezy wymaga odpowiedniej kontroli analitycznej. W związku z tym problemu tego nie można bagatelizować, a zieloność powinna być rozpatrywana jako jeden z podstawowych atrybutów określających całościowy potencjał metody.

Wedle mojej opinii do największych wyzwań w obszarze GAC należy umiejętne pogodzenie zieloności z pozostałymi kryteriami decydującymi o funkcjonalności metody, opracowanie brakujących podstaw teoretycznych o uniwersalnym charakterze, a także tworzenie i udoskonalanie modeli pozwalających oceniać zieloność publikowanych metod w możliwie prosty i zarazem wiarygodny sposób.

Moje dotychczasowe osiągnięcia, opisane poniżej, pozwalają mi uznawać się za specjalistę w obszarze GAC, dowodem tego są prace o charakterze teoretycznym, prezentujące nowe idee, nowe narzędzia wykorzystywane w ocenie zieloności, a także sukcesy na polu tworzenia nowych technik i metodologii zgodnych z założeniami GAC.

Artykuł H1

Moja przygoda z GAC rozpoczęła się w 2019 roku, gdy byłem wykonawcą w projekcie Opus „Zielona analiza przepływowa” kierowanym przez prof. Pawła Kościelniaka, przeszłego promotora mojej pracy doktorskiej. Moim zadaniem było opracowanie nowego narzędzia pozwalającego oceniać zieloność metod analitycznych, które jednak wedle idei postawionej w projekcie przez prof. Kościelniaka, powinno uwzględniać również inne kryteria decydujące o rzeczywistej wartości analitycznej metody i rozpatrywać ją w sposób całościowy i wszechstronny, a tym samym wykraczać poza zieloność.

Efektom mojej pracy jest artykuł **H1** w którym przedstawiam model RGB (z ang. Red-Green-Blue) jako nowe narzędzie całościowej oceny metod analitycznych. Wyszedłem z założenia, że metoda analityczna oprócz zielonego koloru może być opisana innymi barwami

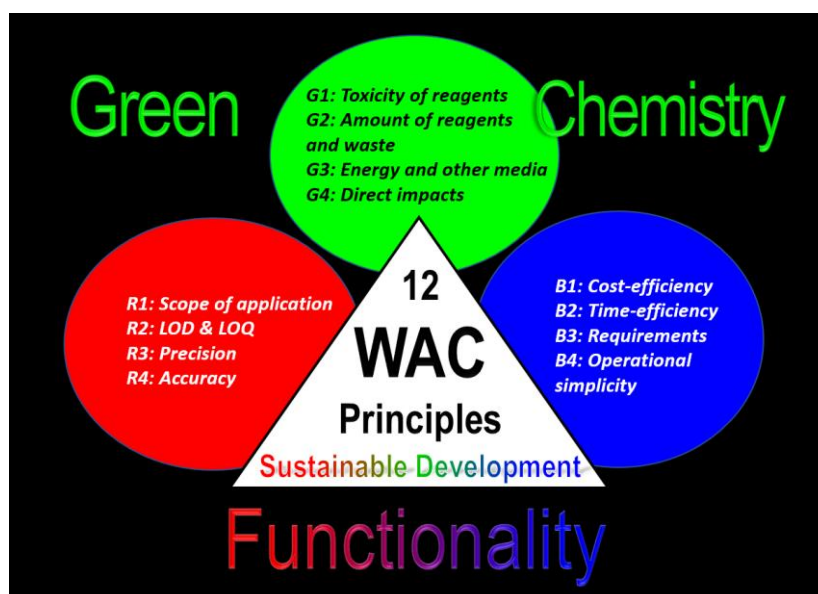
podstawowymi, czerwoną określającą efektywność analityczną (kryteria walidacyjne) oraz niebieską określającą kryteria praktyczne oraz ekonomiczne. Inspiracją był dla mnie model RGB wykorzystywany powszechnie do reprezentacji barwy światła w elektronice. W założeniu metoda analityczna może wykazywać różne „kolory”, a jeśli jest kompletna, czyli jednocześnie efektywna analitycznie, ekologiczna oraz praktyczna, jest reprezentowana kolorem białym. W artykule przedstawiłem ogólne reguły oceny i schemat postępowania, omówione na wybranych przykładach. Ułatwieniem jest specjalnie zaprojektowany przeze mnie arkusz Excel który automatyzuje proces oceny dzięki wprowadzonym formułom i formatowaniu warunkowemu.

Artykuł **H1** spotkał się z pozytywnym odzewem redakcji *Analytical Chemistry*, jest dobrze cytowany, a zaprezentowany model jest obecnie jednym z głównych narzędzi oceny metod w chemii analitycznej (w szczególności gdy celem jest ocena całościowa). Potwierdzeniem mojej wiodącej roli w powstanie pracy **H1** jest załączone oświadczenie prof. Pawła Kościelniaka o jego indywidualnym wkładzie.

Artykuł H2

W 2020 roku nawiązałem współpracę naukową z prof. Januszem Pawliszynem, który jest znaną i wybitną postacią w chemii analitycznej (redaktor naczelny *Trends in Analytical Chemistry*, obecny h-index 129 [1]). Podczas wizyty na Wydziale Chemii UJ zrealizowanej na zaproszenie dr hab. Renaty Wietechy-Posłuszny, Profesor wykazał zainteresowanie wspomnianym modelem RGB i zachęcił mnie do rozwijania koncepcji. Owocem tej współpracy jest artykuł **H2** opublikowany w 2021 roku wraz z Profesorem, który pełnił rolę mentora w procesie rozwijania idei. W pracy tej rozwijam ideę modelu RGB i prezentuję nową koncepcję, tzw. „Białą Chemię Analityczną” (z ang. White Analytical Chemistry, WAC), której wyznacznikiem jest 12 ogólnych zasad WAC przedstawionych obrazowo na *Rysunku 1*, nawiązujących celowo do znanych 12 zasad GAC [2]. WAC jest rozszerzeniem GAC o aspekty decydujące o funkcjonalności metody, czyli kryteria analityczne (czerwone) i praktyczno-ekonomiczne (niebieskie). WAC oznacza w skrócie celowe dążenie do uzyskania optymalnego kompromisu pomiędzy trzema często przeciwstawnymi atrybutami, myślenie całościowe, postrzeganie zieloności jako integralnego i nieodzownego elementu, który jednak nie może przysłańać cech funkcjonalnych decydujących o użyteczności. Zaprezentowana została również nowa postać modelu RGB zintegrowana z łatwym w użyciu arkuszem Excel (RGB 12), która jako kryteria rozpatruje 12 zasad WAC podzielonych na 4 czerwone, 4 zielone oraz 4 niebieskie (pierwsza wersja modelu RGB z pracy **H1** jest bardziej elastyczna i posiada więcej zmiennych, w zależności od potrzeb i specyfiki oceny osoby zainteresowane WAC mają do dyspozycji dwa gotowe narzędzia). Działanie modelu zaprezentowane zostało na przykładach oceny różnych technik ekstrakcyjnych, dane do oceny dostarczyła dr hab. Renata Wietecha-Posłuszny.

Osobiście uważam, że największa wartość pracy **H2** polega na możliwości kształtowania odpowiednich nawyków dotyczących ogólnego podejścia do rozwijania i oceny metod analitycznych. Główny przekaz tego artykułu to myślenie zdroworozsądkowe i otwarcie na poszukiwanie rozwiązań kompromisowych. Zieloność jest integralnym elementem całości, jednak nie może być traktowana jak priorytet kosztem utraty podstawowych cech funkcjonalnych. Obserwowany w ostatnim czasie wzrost zainteresowania GAC jest zjawiskiem korzystnym, jednak rodzi pewne obawy odnośnie możliwości nadużywania zieloności jako środka do osiągnięcia upragnionej korzyści, na przykład łatwej publikacji artykułu.



Rysunek 1. Koncepcja 12 reguł WAC podzielonych na 4 zielone (G1-G4) – synteza idei GAC, oraz 4 czerwone (R1-R4) i 4 niebieskie (B1-B4), decydujące o funkcjonalności metody.

Koncepcja WAC została dobrze przyjęta w społeczności chemii analitycznej, publikowanych jest coraz więcej artykułów w których ocena „białości” metody często idzie w parze z oceną „zieloności” jako jej uzupełnienie, a określenie „biała metoda” staje się powoli synonimem pożądanej pełnej jakości w chemii analitycznej. Wedle mojej najlepszej wiedzy artykuł **H2** jest obecnie najczęściej cytowaną pracą opublikowaną w *Trends in Analytical Chemistry* (IF=13.1) od 2021 roku. Potwierdzeniem mojej wiodącej roli w powstaniu pracy **H2** są załączone oświadczenia prof. Janusza Pawliszyna oraz dr hab. Renaty Wietechy-Posłuszny o ich indywidualnym wkładzie.

Warto również w tym miejscu wspomnieć, że artykuł **H2** i jego dobre przyjęcie pozwoliło mi kontynuować współpracę z prof. Januszem Pawliszynem na innym polu. Od roku 2021, czyli od samego początku, jestem redaktorem nowego czasopisma Elsevier – *Green Analytical Chemistry*, którego redaktorem naczelnym jest prof. Janusz Pawliszyn. Głównym założeniem tego czasopisma jest promowanie nowych rozwiązań w obszarze GAC, ze szczególną dbałością o rzetelną weryfikację „zieloności” publikowanych metod [3]. W ramach pełnionej funkcji współpracuję z wieloma innymi ekspertami w dziedzinie chemii analitycznej i środowiskowej [4], np. z prof. Damià Barceló (obecny h-index 181 [5]), od których nieustannie czerpię wiedzę i doświadczenie. Jako redaktor mam nieocenioną możliwość wglądu i analizy obecnego stanu rozwoju GAC i stojących przed nią problemów. Część swoich nowych osiągnięć na tym polu celowo publikuję w *Green Analytical Chemistry* aby przyspieszyć rozwój czasopisma. Publikacje te nie są z „listy filadelfijskiej” więc nie mogły być wykazane w niniejszym cyklu przewodnim, są to między innymi prace prezentujące nowe narzędzia oceny – ChlorTox Scale [6], bazy danych – ChlorTox Base [7], i dyskusje istotnych problemów, np. szacowania rzeczywistego śladu węglowego laboratorium analitycznego i możliwości jego ograniczania [8]. Pierwsza wartość współczynnika IF zostanie nadana w roku 2024.

Artykuł H3

Zyskując doświadczenie w obszarze zielonej chemii stawałem się coraz bardziej świadomy pewnych problemów i wyzwań stojących na drodze jej dalszego rozwoju. Moją

uwagę przykuwał w szczególności brak spójnej i uniwersalnej teorii „zieloności” która pozwalałaby zdefiniować najważniejsze pojęcia i relacje pomiędzy nimi, np. to kiedy możemy obiektywnie stwierdzić, że „metoda jest zielona”, lub jak opisać zieloność w sposób matematyczny. Znane zbiory reguł zielonej chemii [9,10], GAC [2], czy też zaproponowane przeze mnie reguły WAC [H2] wydawały mi się dalece niewystarczające w tym zakresie. Ponadto, kluczowe wydawało mi się takie przedstawienie najważniejszych założeń teoretycznych aby były w pełni uniwersalne, czyli odnosiły się zarówno do metod syntezy i analizy. Innymi słowy, kluczowa wydawała mi się idea łączenia i unifikacji, a nie dzielenia i tworzenia sztucznych podziałów na różne zielone pod-dyscypliny.

Po fazie przemyśleń i nabierania pewności siebie wyszedłem ze śmiałą koncepcją opracowania nowej teorii od podstaw, którą nazwałem „Zunifikowaną Teorią Zieloności” (z ang. Unified Greenness Theory). Przedstawiłem ją w pracy opublikowanej niedawno w *Green Chemistry* (IF=9.8) o nieco prowokacyjnym tytule „*What does it mean that “something is green”?* *The fundamentals of a Unified Greenness Theory*” – artykuł H3 którego jestem jedynym autorem. Przedstawiam w nim krytyczną analizę obecnej teorii zielonej chemii, nowe definicje kluczowych pojęć, w tym rozpatruję interpretacje zgodne z różnymi filozofiami językowymi, proponuję pierwszy opis matematyczny głównych pojęć, wskazuję najbardziej pierwotne determinanty zieloności które nazwałem „pierwiastkami zieloności”, a ponadto, proponuję nowy zbiór nadrzędnych reguł zielonej chemii. Akcentują one pomijane dotychczas potrzeby, np. konieczność współpracy interdyscyplinarnej, poszukiwania rozwiązań kompromisowych (idea Białej Chemii została przedstawiona jako nadrzędna w stosunku do Zielonej Chemii), rzetelnej weryfikacji potencjału nowych rozwiązań i utrzymywania klarowności języka (nadużywanie terminów „zielony” i „zrównoważony”). Jednocześnie podkreślam, że jest to moja subiektywna propozycja, która powinna podlegać dalszej dyskusji w środowisku.

Mimo początkowych obaw, artykuł został bardzo dobrze przyjęty przez redakcję *Green Chemistry*. Zaproponowano mi zaprojektowanie okładki którą samodzielnie wykonałem (*Rysunek 2*), a artykuł został oznaczony jako „hot” i umieszczony w zbiorze „hot articles 2023” [11]. Niedługo po publikacji pojawiły się wzmianki i dyskusje przedstawionej przeze mnie teorii w mediach branżowych [12].

Green Chemistry

Cutting-edge research for a greener sustainable future
rsc.li/greenchem

Volume 25
Number 12
21 June 2023
Pages 4581-4864



ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY

PERSPECTIVE
Paweł Mateusz Nowak
What does it mean that "something is green"? The
fundamentals of a Unified Greenness Theory

Rysunek 2. Okładka numeru Green Chemistry (mojego autorstwa), nawiązująca do treści artykułu H3, przygotowana na zaproszenie otrzymane od redakcji czasopisma.

Artykuł H4

Publikacje **H4-H9** zostaną zaprezentowane nie w sposób chronologiczny (licząc datę publikacji), lecz mając na względzie przede wszystkim spójność merytoryczną i przejrzystość opisu moich naukowych osiągnięć. Artykuł **H4** ukazał się w 2020 roku (po publikacji pracy **H1**, a przed publikacją pracy **H2**). Choć moim subiektywnym zdaniem wartość naukowa publikacji **H4** nie dorównuje poprzednim (**H1-H3**), osobiście bardzo ją cenię, dlatego nie mogło jej zabraknąć w niniejszym cyklu przewodnim prezentującym moje wybrane najważniejsze osiągnięcia. Całość prac począwszy od postawienia kluczowych pytań, opracowania koncepcyjnego, analizy literatury, zaplanowania doświadczeń, realizacji prac eksperymentalnych (opracowanie i walidacja nowych metod), po analizę wyników i napisanie artykułu naukowego, wykonałem samodzielnie. Moim celem było zyskanie doświadczenia w pracy eksperymentalnej, udoskonalenie umiejętności praktycznych i poznanie realiów mozolnego procesu rozwoju i optymalizacji metod „od podszewki”.

W artykule **H4** zostały zaprezentowane dwie nowe metody analityczne oparte na wysokosprawnej chromatografii cieczowej (z ang. high performance liquid chromatography, HPLC) i elektroforezie kapilarnej (z ang. capillary electrophoresis, CE), pozwalające na rozdzielanie i efektywną analizę jakościową i ilościową wybranych barwników oraz konserwantów spożywczych. Materiałem badawczym były popularne w Polsce napoje izotoniczne dedykowane sportowcom i ludziom prowadzącym aktywny tryb życia. Pytanie naukowe dotyczyło weryfikacji rzeczywistego stopnia zagrożenia związanego ze spożyciem owych substancji w postaci napojów kojarzących się ze zdrowym stylem życia, mając na względzie ich potencjalne skutki uboczne dla zdrowia.

Całościowy potencjał opracowanych metod, włączając w to kryteria zielone, został oceniony i porównany za pomocą opracowanego przeze mnie modelu RGB. Tym samym praca ta stanowi potwierdzenie użyteczności tego narzędzia oceny, a także wskazuje na największe mankamenty tych technik badawczych. Zaletą techniki HPLC są jej walory analityczne, czyli czerwone, natomiast technika CE jest przyjazna dla środowiska uwzględniając jej znikome zużycie rozpuszczalników w porównaniu do HPLC, jednak wypada słabiej pod kątem kryteriów czerwonych. Jeśli chodzi o kryteria praktyczne, czyli niebieskie, ogólna ocena tych technik jest podobna. Wybór pomiędzy HPLC i CE powinien moim zdaniem uwzględniać przede wszystkim wymagania dotyczące kluczowych parametrów, takich jak dokładność, precyzja i czułość. Gdy metoda bazująca na CE spełnia te wymagania dla danego zastosowania, powinna być preferowana ze względu na walory środowiskowe, w szczególności, gdy istnieje możliwość użycia przenośnego instrumentu CE o niewielkich gabarytach, o niewielkim poborze energii.

Artykuły H5-H7

Po obronie doktoratu w 2016 roku moim głównym zainteresowaniem naukowym była technika CE. Mniej więcej w tym okresie natknąłem się na nową technikę badawczą, mikroskalową termoforezę (z ang. microscale thermophoresis, MST), która nie była wtenczas powszechnie znana, a która przez pewne podobieństwa do elektroforezy wzbudziła moje zainteresowanie. Po udziale w szkoleniu organizowanym przez firmę NanoTemper Technologies która posiadała i nadal posiada patent na technologię MST, zacząłem poszukiwać nowych perspektyw naukowych łączących moje poprzednie doświadczenie w CE z technologią MST. Przyszedł mi do głowy dość śmiały pomysł.

Wyobraziłem sobie, że instrumenty CE i MST można połączyć ze sobą za pomocą kapilary krzemionkowej (wykorzystywanej w CE) tworząc technikę sprzężoną bezpośrednio (online), podobnie jak łączy się ze sobą na przykład instrumenty CE i spektrometry mas. Warto zaznaczyć, że MST nie jest techniką separacyjną, jej istotą jest analiza zmian fluorescencji indukowanych utworzeniem gradientu temperatury, która pozwala na wyznaczenie powinowactwa różnych typów oddziaływań, a także badania kinetyczne. Najważniejszą korzyścią połączenia CE-MST byłaby możliwość prowadzenia analiz próbek złożonych i nieoczyszczonych, bezpośrednio po uprzedniej separacji elektrokinetycznej, a także jednoczesne pozyskiwanie informacji o zachodzących oddziaływaniach za pomocą dwóch ortogonalnych technik bazujących na niezależnych zjawiskach. Gdy przedstawiłem swoją koncepcję pracownikom z firmy NanoTemper Technologies poczułem rozczarowanie, uznali ją za całkowicie nierealną, jednak nie poddałem się.

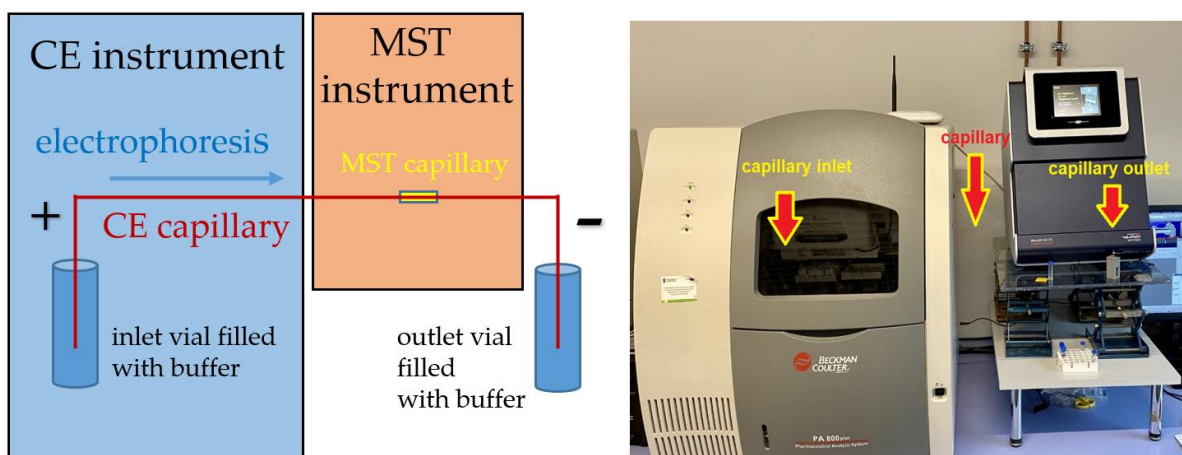
Ostatecznie udało mi się przekonać współpracowników z NanoTemper Technologies do użyczenia instrumentu MST i przeprowadzenia pewnych wstępnych badań pod ich nadzorem. Razem z dr hab. Michałem Woźniakiewiczem udało nam się, po gruntownym przemyśleniu i udoskonaleniu koncepcji i rozwiązaniu pewnych kwestii technicznych, uzyskać istotne wyniki w układzie CE-MST które mogłyby być uznane za swego rodzaju „the-proof-of-concept”. Owocem tych prac jest artykuł **H5**.

W dalszej perspektywie, wierząc coraz mocniej w ideę połączenia CE-MST, starałem się o granty badawcze na ten cel. Udało mi się uzyskać grant *Opus* na lata 2020-2024 (obecnie w trakcie realizacji), który jest już moim trzecim projektem naukowym, w którym pełnię funkcję kierownika (wcześniej kierowałem projektami *Iuventus-Plus* i *Preludium* poświęconym technice CE). W ramach *Opusa* zakupiłem pierwszy w historii Wydziału Chemii

UJ instrument MST, kluczowy bo badań nad połączeniem CE-MST. Istotnym aspektem tego projektu jest całościowa ocena potencjału nowej techniki uwzględniająca założenia zielonej chemii, a głównym narzędziem oceny jest model RGB. Co warto podkreślić, z definicji połączenie online technik CE i MST może prowadzić do miniaturyzacji i automatyzacji metodologii pomiaru, oszczędności w odniesieniu do odczynników (w porównaniu do zwykłego MST) oraz eliminacji żmudnego etapu oczyszczania próbek przed analizą MST stanowiącego istotne obciążenie dla środowiska. Na obecną chwilę ocena zieloności i białości techniki CE-MST nie została jeszcze przeprowadzona, zadanie to jest planowane zgodnie z harmonogramem projektu *Opus* na najbliższy rok kalendarzowy.

W ramach projektu *Opus* udało mi się jednak uzyskać już interesując wyniki, które zostały przedstawione w artykułach **H6** i **H7**. W pierwszym z nich przedstawiam wyniki uzyskane w zwykłym układzie MST, bez połączenia z CE, które jednak dowodzą całkowicie nowego zastosowania tej techniki. Po raz pierwszy technika MST została użyta do analizy właściwości kwasowo-zasadowych i wyznaczania wartości stałej kwasowości (pK_a). Związkiem modelowym była pochodna fluoresceiny. Tego typu analiza jest możliwa z tego względu, że proces deprotonacji pociąga za sobą istotne zmiany we właściwościach termoforetycznych, czyli zmienia wartość współczynnika dyfuzji termicznej.

Następnie ten sam układ badawczy został zaimplementowany do systemu CE-MST, czego efektem jest publikacja **H7**. Przedstawiona została pierwsza w historii metoda pozwalająca wyznaczyć powinowactwo układu molekularnego (w tym wypadku względem protonu) za pomocą nowej techniki CE-MST, której jestem pomysłodawcom. Ponadto, wykazano, że standardowy instrument CE można z powodzeniem zastąpić małym, przenośnym układem CE, tym samym znacząco ograniczając pobór energii oraz potencjalne koszty zakupu komercyjnego instrumentu CE. Jest to istotne osiągnięcie mając na uwadze założenia idei GAC i WAC. Innymi słowy, jest to rzeczywisty dowód realizacji tych założeń w praktyce od strony badawczo-eksperymentalnej. Schemat połączenia CE-MST z wykorzystaniem klasycznych instrumentów CE oraz MST przedstawiono na *Rysunku 3*.



Rysunek 3. Koncepcja połączenia online instrumentów CE i MST za pomocą wspólnej kapilary (lewa strona) oraz zdjęcie prezentujące rzeczywisty układ doświadczalny (prawa strona). Instrument MST przeprowadza pomiar termoforetyczny po uprzednim rozdzieleniu mieszaniny, w czasie chwilowego zatrzymania przepływu gdy rozdzielona strefa analitu osiąga punkt docelowy (więcej o metodologii pomiaru w artykułach H5 i H7).

W artykułach **H5-H7** pełnię rolę pierwszego i zarazem korespondującego autora. Podjęta tematyka jest całkowicie spójna z projektem *Opus* „Kompleksowa ocena analitycznego potencjału elektroforezy kapilarnej sprzężonej z mikroskalową termoforezą (CE-MST)”, o numerze 2019/35/B/ST4/01022, którego jestem autorem i kierownikiem. Dodatkowo, załączono oświadczenie dr hab. Michała Woźniakiewicza o jego indywidualnym wkładzie we wspomniane publikacje. Pozostałymi współautorami pracy **H7** są studenci biorący udział w projekcie, którzy realizowali zlecone im prace doświadczalne. W tej sytuacji uznałem, że załączanie dodatkowych oświadczeń jest zbyteczne.

Artykuły **H8-H9**

Publikacje **H8** i **H9** ukazały się w 2017 roku, krótko po obronie doktoratu, czyli przed publikacją mojego pierwszego artykułu z obszaru GAC. Artykuły te dotyczą techniki CE, a ściślej mówiąc prezentują metody poprawy jej efektywności analitycznej. Jak wiadomo technika ta jest znana ze znikomego zużycia odczynników i często określana jest jako „zielona”, na przykład w porównaniu do HPLC. Z drugiej jednak strony, jej efektywność jest ograniczona z powodu pewnych efektów, na przykład jej powtarzalność często odbiega od HPLC ze względu na niestabilność wewnętrznej powierzchni kapilary i wahania przepływu elektroosmotycznego. Ponadto, pewne komplikacje rodzi ciepło Joule’a wydzielane na skutek przepływu prądu przez elektrolit w czasie rozdzielania. Publikacje te stanowią próbę eliminacji niepożądanych efektów i poprawy całościowej wartości CE jako techniki, utrzymując jej zielone walory. Innymi słowy, są to działania mające na celu poprawę „białości” CE, mimo tego, że idea WAC nie była jeszcze w owym czasie zdefiniowana.

Artykuł **H8** prezentuje porównanie szerokiego spektrum różnych alternatywnych typów kapilar ze zmodyfikowaną powierzchnią, pozwalających zminimalizować wahania przepływu elektroosmotycznego, a także pewne alternatywne kryteria identyfikacji pików w stosunku do czasów migracji. Artykuł **H9** z kolei prezentuje różne podejścia korekcyjne które powinny być stosowane w celu poprawy dokładności wyznaczania wartości ruchliwości elektroforetycznej, kluczowego parametru w wielu zastosowaniach CE, np. analizie powinowactwa. Kluczową rolę odgrywają tutaj efekty cieplne, w tym zjawisko dystorsji pola elektromagnetycznego, którego wpływ został zredukowany dzięki metodologii zaproponowanej przeze mnie w tej publikacji.

Artykuł **H9** cenię sobie szczególnie, gdyż jego publikacja była dla mnie silną motywacją do dalszej pracy naukowej. Artykuł opublikowany w prestiżowym *Analytical Chemistry* w owym czasie pozwolił mi nabrać wiary we własne możliwości. W niedługim czasie po ukazaniu się artykułu dostałem propozycję wyjazdu do Kanady ze strony prof. Sergeya Krylova (York University), światowego specjalisty w zakresie CE, a powodem oferty był wspomniany artykuł, którym Profesor najwidoczniej się zainteresował. Musiałem jednak odrzucić tą propozycję ze względu na moją sytuację osobisto-rodzinną oraz zobowiązania wynikające z trwających projektów *Iuventus-Plus* (IP2014 033273) i *Preludium* (2015/17/N/ST4/03792), których byłem wówczas kierownikiem.

W artykułach **H8** i **H9** pełnię rolę pierwszego i zarazem korespondującego autora. Podjęta tematyka jest spójna ze wspomnianymi projektami *Iuventus-Plus* i *Preludium*, których byłem autorem i kierownikiem. Udział prof. Pawła Kościelniaka oraz dr hab. Michała Woźniakiewicza w powstaniu tych prac został podany w załączonych oświadczeniach. Pozostałymi współautorami pracy **H8** byli studenci realizujący zlecone im przeze mnie zadania projektowe. W tej sytuacji uznałem, podobnie jak poprzednio, że załączanie dodatkowych oświadczeń jest zbyteczne.

Uzupełnienie

Jako bardzo istotne i spójne z ideą GAC i WAC uznaję również wspomniane wcześniej publikacje które ukazały się niedawno w czasopiśmie *Green Analytical Chemistry* [6-8], które nie ma nadanego jeszcze oficjalnego współczynnika IF. Tak jak wspomniałem, był to mój celowy zabieg mający na celu stymulację rozwoju nowego czasopisma, które mam zaszczyt współtworzyć od samego początku jako jeden z redaktorów [3,4]. Warto podkreślić, że artykuł prezentujący nowy indykator zieloności – ChlorTox Scale [6], powstał w ramach zainicjowanej przeze mnie współpracy z dr hab. inż. Markiem Tobiszewskim i dr hab. inż. Justyną Płotką-Wasyłką (Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej), którzy są uznanymi specjalistami w dziedzinie GAC i byłyimi członkami zespołu którym kierował nieżyjący już prof. Jacek Namieśnik, jeden z twórców idei GAC.

Ponadto, w moim dorobku znajduje się wiele innych prac, w powstaniu których odegrałem kluczową rolę. Jedną z nich jest publikacja powstała w ramach nawiązanej współpracy ze wspomnianym dr hab. inż. Markiem Tobiszewskim oraz prof. Pilar Campíns-Falcó (University of Valencia, Faculty of Chemistry, Burjassot, Spain) [13], która prezentuje różne alternatywne podejścia do całościowej oceny metod analitycznych. Szczegółowe dane na temat wszystkich publikacji oraz innych osiągnięć przedstawiono w dokumencie *Wykaz osiągnięć (...)*.

Podsumowanie

Publikacje **H1-H9** uznaję za najważniejsze w swoim dorobku biorąc pod uwagę „listę filadelfijską”. Wspólnym mianownikiem prac **H1-H9** jest rozwijanie i implementacja idei GAC i WAC. Biorąc pod uwagę stronę merytoryczną, zbiór ten można podzielić dalej na **trzy jednostkowe osiągnięcia** opisane w następujących cyklach publikacji:

- **Osiągnięcie 1:** Opracowanie nowych podstaw teoretycznych zielonej i białej chemii – publikacje **H2, H3**;
- **Osiągnięcie 2:** Opracowanie i implementacja nowych narzędzi oceny zieloności – publikacje **H1, H2, H4**;
- **Osiągnięcie 3:** Opracowanie i rozwój nowych technik badawczych i metodologii pomiaru, spójnych z koncepcjami GAC i WAC – publikacje **H5-H9**.

W związku z tym spełniona w moim odczuciu zostaje przesłanka formalna mówiąca, że habilitant powinien wykazać się „osiągnięciami”. W tym wypadku są to 3 przedstawione cykle jednostkowe tworzące jeden całościowy zbiór obejmujący prace **H1-H9**.

Nie łatwo byłoby mi odpowiedzieć na pytanie, co uznaję za swoje jedno największe osiągnięcie lub którą publikację uznaję za najważniejszą. Choć od lat przynależę do środowiska chemii analitycznej w którym jako podstawowy owoc pracy naukowej postrzega się opracowywanie innowacyjnych metod analizy chemicznej próbek lub też zastosowanie znanych metod do nowego typu próbek o szczególnym znaczeniu, muszę przyznać, że szczególnie bliska mojemu sercu jest praca nad nową teorią. Gdy prezentowałem niedawno swój dorobek naukowy na Radzie Wydziału padło pytanie ze sali, „czy nie uważam, że teoria którą opracowałem to jedynie pewien sposób usystematyzowania dostępnej wiedzy”? Po głębszym przemyśleniu stwierdzam, że tak. Koncepcja modelu RGB, WAC i Zunifikowana Teoria Zieloności to jedynie pewne próby ubrania w ładne słowa tego, czego powinniśmy być wszyscy świadomi, celów jakie powinniśmy obierać i sposobów na ich osiągnięcie. Wierzę

jednak głęboko, że moje publikacje będą inspirować innych do podejmowania nowych wyzwań, stymulować rozwój dziedziny którą się zajmuję i promować pożądaną jakość. Jako moje największe osiągnięcie postrzegam możliwość współtworzenia nowego czasopisma, które wierzę, że niedługo stanie się uznanym tytułem w obszarze chemii analitycznej. Nie byłoby tej możliwości gdyby nie uznanie i poparcie wybitnych autorytetów, które miałem szczęście pozyskać.

Co dalej?

Obecnie jestem również w toku realizacji wielu nowych zadań i przedsięwzięć, które jak można zakładać, w niedługim czasie zaowocują kolejnymi publikacjami. Jednym z nich jest implementacja idei zielonej chemii do metod obliczeniowych realizowanych za pomocą algorytmów komputerowych. Jak wiadomo, praca komputera wiąże się z poborem energii, a ślad węglowy jest proporcjonalny do czasu pracy i obciążenie procesora. Badania w tym zakresie były przedmiotem mojego zakończzonego niedawno stażu na Warszawskim Uniwersytecie Medycznym (Wydział Farmacji, Zakład Chemii Organicznej i Fizycznej, dr hab. Łukasz Szeleszczuk). Udało nam się uzyskać interesujące wyniki, które mam nadzieję, w niedługim czasie uda się również opublikować (więcej o nich w dalszej części autoreferatu).

Innym rozpoczętym przedsięwzięciem jest zainicjowana przeze mnie współpraca z prof. Damià Barceló (Institute of Environmental Assessment and Water Research, Barcelona, Spain), prof. Fabiana Arduini (University of Rome Tor Vergata, Roma, Italy), prof. Pilar Campíns-Falcó (University of Valencia, Faculty of Chemistry, Burjassot, Spain) oraz prof. Barbarą Bojko (Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Collegium Medicum w Bydgoszczy). Celem tej współpracy jest porównanie zieloności metod stosowanych w różnych laboratoriach o różnym profilu, które może pozwolić opisać korelację pomiędzy wartościami pewnych wskaźników zieloności a stopniem skomplikowania oraz specyfiką metody.

Przymierzam się również do składania wniosku grantowego do *European Research Council* (ERC) na najbliższy nabór „*Consolidator Grant*”. Przedmiotem wniosku będzie całkowicie nowa perspektywa wykorzystania możliwości sztucznej inteligencji w odniesieniu do zielonej chemii. Aby zwiększyć swoją szansę, odbyłem szkolenie w ramach „Akademii ERC” (Centrum Transferu Technologii, Politechnika Krakowska) oraz nawiązałem współpracę z wybitnym specjalistą w zakresie sztucznej inteligencji, prof. dr hab. Grzegorzem Nalepą (Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie). Obecnie pracujemy intensywnie nad artykułem przeglądowym poświęconym tej tematyce.

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

Staż naukowy na Warszawskim Uniwersytecie Medycznym (Wydział Farmacji, Zakład Chemii Organicznej i Fizycznej, w ramach współpracy naukowej z dr hab. Łukaszem Szeleszczukiem), 30.06.2023 – 30.07.2023.

Efektem tej współpracy są interesujące wyniki pozwalające ocenić zieloność metod teoretycznych modelowania wybranych parametrów fizykochemicznych cząsteczek bazujących na złożonych obliczeniach komputerowych, przez pryzmat śladu węglowego wynikającego ze zużytej energii elektrycznej. Wraz z dr hab. Łukaszem Szeleszczukiem przeprowadziliśmy między innymi optymalizację geometrii z symulacjami drgań w podczerwieni oraz wyznaczyliśmy wartości przesunięć chemicznych NMR metodami chemii kwantowej DFT. Głównym problemem naukowym było sprawdzenie jak duże znaczenie dla zużycia energii mają konkretne zmiany parametrów obliczeniowych związane z dokładnością odwzorowania rzeczywistości przez przyjęty model. Ponadto, rozważony został wpływ dostępnej mocy obliczeniowej na ostateczne zużycie energii w trakcie jednostkowego procesu modelowania.

Otrzymane, nieopublikowane jeszcze wyniki wskazują na duże zużycie energii i istotny ślad węglowy. Przykładowo, jeden pełny proces modelowania dla pojedynczej struktury chemicznej może się wiązać ze zużyciem nawet 350 kWh energii, co odpowiada emisji około 170 kg dwutlenku węgla (wzięto średnią emisyjność energii dla świata), a także jest ekwiwalentem wykonania około 700 analiz techniką HPLC-MS, 4 000 analiz techniką HPLC-UV, oraz przejechania około 2 000 km przeciętnym samochodem elektrycznym [8]. Świadczy to o konieczności włączenia analizy zieloności metod obliczeniowych do ich ogólnej charakterystyki i oceny.

Jest to nowatorska idea, gdyż wedle mojej najlepszej wiedzy, nikt do tej pory nie podjął się analizy metod teoretycznych pod tym kątem, które z racji realizacji poza laboratorium, są powszechnie uznawane za nieszkodliwe i zielone.

Na chwilę obecną jestem w trakcie procesu publikacyjnego uzyskanych wyników (trwają prace nad manuskryptem, które są opóźnione w stosunku do moich pierwotnych założeń z racji napotkania pewnych problemów technicznych w trakcie pomiarów zużycia energii). Artykuł ukaże się z moją podwójną afiliacją.

Praca naukowa w ramach międzynarodowego Komitetu Redakcyjnego *Green Analytical Chemistry* (Elsevier, Holandia), 01.07.2021 – 31.12.2022 na pozycji „junior editor”, 01.01.2023 do chwili obecnej na pozycji „editor” [3,4]. W ramach tej działalności, oprócz pracy o charakterze organizacyjnym, biorę czynny udział w kształtowaniu idei GAC i WAC, dyskusjach z innymi redaktorami i specjalistami ze środowiska chemii analitycznej, a ponadto mam realny wpływ na wyznaczanie nowych trendów naukowych, na przykład poprzez realizację autorskich pomysłów na numery specjalne poświęcone konkretnym zagadnieniom. Byłem też odpowiedzialny za opracowanie od strony merytorycznej i redaktorskiej nowego formatu artykułów, tzw. *protocol*, który służy promowaniu uznanych i powszechnie stosowanych metod analitycznych o istotnych walorach pod względem zieloności. Działalność ta prowadzona jest w ramach umowy podpisanej z wydawnictwem Elsevier, w ramach której pobieram odpowiednie honorarium.

Naukowa aktywna współpraca międzynarodowa i krajowa:

- Prof. Janusz Pawliszyn (University of Waterloo, Department of Chemistry, Waterloo, Ontario, Kanada)
- Prof. Damià Barceló (Institute of Environmental Assessment and Water Research, Barcelona, Hiszpania)

- Prof. Fabiana Arduini (University of Rome Tor Vergata, Roma, Włochy)
- Prof. Luigi Mondello University of Messina, Department of Chemistry Biology Pharmacy and Environmental Sciences, Messina, Włochy)
- Prof. Pilar Campíns-Falcó (University of Valencia, Faculty of Chemistry, Burjassot, Hiszpania)
- Prof. Paweł Zajdel (Zakład Chemii Organicznej, Wydział Farmaceutyczny, Collegium Medicum UJ).
- Dr hab. inż. Justyna Płotka-Wasyłka (Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej)
- Dr hab. inż. Marek Tobiszewski (Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej)

Współpraca z niektórymi z wymienionych zespołów została już potwierdzona publikacją wspólnych artykułów naukowych [H2,3,6,13-16], w pozostałych przypadkach zakłada się, że publikacja wspólnych prac naukowych będących owocem współpracy nastąpi w niedługim czasie.

Przed obroną doktoratu

Staż naukowy, okres 1 miesiąca, Inter-Med Discovery, Dortmund, Germany, pod opieką Prof. Marc Stadler. Podczas stażu nauczyłem się metod pozyskiwania ekstraktów z grzybów oraz ich analizy chemicznej.

Staż naukowy, okres 2 tygodni, Zakład Toksykologii Sądowej, Instytut Ekspertyz Sądowych, Kraków, pod opieką dr. Wojciecha Lechowicza. Podczas stażu nauczyłem się metod analizy nielegalnych substancji z grupy narkotyków za pomocą chromatografii cieczowej i gazowej.

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.

Osiągnięcia dydaktyczne

Aktywna, nieprzerwana praca dydaktyczna na stanowisku asystenta (2016/17, 2017/18, pensum 180 h rocznie) oraz adiunkta (2018/19, 2019/20, 2020/21, 2021/22, 2022/23, pensum 210 h rocznie). **Koordinator kursu** „Zaawansowane techniki analityczne w chemii medycznej II - laboratorium (WCh-MM-B102L-19)” dla studentów chemii medycznej II stopnia od roku akademickiego 2020/21; **autor sylabusów** kursów dla chemii medycznej w języku polskim i angielskim; **praca w zespole roboczym planowania podstaw programowych** dla kierunku chemia medyczna II stopnia (przed jego uruchomieniem).

Promotor 5 obronionych prac magisterskich na kierunku chemia medyczna (mgr Edyta Sekuła, mgr Jacek Głowacz, mgr Gabriela Kózka, mgr Maria Klag, mgr Alicja Bis), aktualny **promotor pomocniczy w otwartym przewodzie doktorskim** mgr Iwony Biel (promotor dr hab. Michał Woźniakiewicz), **promotor pracy magisterskiej** na kierunku chemia medyczna w roku 2023/24.

Wykonawca w projekcie dydaktycznym Erasmus+ "STEM Continuous Professional Development at European Universities – STEM-CPD@EUni", 2023, numer umowy 2020-1-PL01-KA203-081802, koordynator dr Iwona Maciejowska, którego wymiernym skutkiem jest przygotowanie materiałów edukacyjnych dotyczących tematyki zielonej chemii z wykorzystaniem nowoczesnej technologii sztucznej inteligencji.

Wykonawca w projekcie dydaktycznym realizowanym z Funduszy Strukturalnych „StartUJ program zwiększenia szans na rynku pracy studentów nauk ścisłych i przyrodniczych”, 2016-2019, nr umowy POWR.03.01.00-00-K166/15), koordynator prof. dr hab. Barbara Gil, którego celem było podniesienie kompetencji studentów w obszarze wybranych technik analitycznych.

Osiągnięcia organizacyjne

Udział w pracach **Zespołu Chromatografii Komitetu Chemii Analitycznej PAN**, kierowanego przez prof. dr hab. Bogusława Buszewskiego, od roku 2020.

Członek **Komitetu Redakcyjnego czasopisma *Green Analytical Chemistry***, Elsevier, od 2021.

Członek **Komitetów Organizacyjnych** konferencji naukowych:

- International Conference FLOW ANALYSIS XV (2022), Kraków
- V4 Symposium Flow Analysis & Capillary Electrophoresis (2021), Kraków

Nieformalna pomoc w organizacji konferencji naukowych:

- Flow Analysis & Capillary Electrophoresis (2016), Kraków
- European Winter Conference on Plasma Spectrochemistry (2013), Kraków
- IV Konferencja Polskiego Towarzystwa Biologii Eksperymentalnej Roślin (2009), Kraków

Recenzent 56 manuskryptów publikacji naukowych, recenzent grantów wydziałowych w ramach projektu ID.UJ na Wydziale Chemii UJ.

Działalność popularyzatorska

Wielokrotny udział w **Festiwalu Nauki** na Rynku Głównym w Krakowie (współorganizator stoiska Pracowni Chemii Sądowej).

7. Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej.

Zdobyte nagrody i wyróżnienia:

- Stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (Warszawa) dla wybitnych młodych naukowców, 2019
- Nagroda im. Edwarda Romanowskiego Komitetu Chemii Analitycznej PAN za osiągnięcia naukowe dedykowane młodym naukowcom, Zabrze 2018
- Nagroda Komitetu Chemii Analitycznej PAN ufundowana przez firmę Perlan Technologies za rozprawę doktorską (*Nowe metody bioanalityczne z wykorzystaniem techniki elektroforezy kapilarnej*), Sopot 2017
- Stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (Warszawa) za wybitne osiągnięcia naukowe dla doktorantów, 2015
- Nominacja do Nagrody „Naukowiec Przyszłości 2021” w kategorii: Nauki ścisłe i techniczne dla innowacyjnej przyszłości, Centrum Inteligentnego Rozwoju, Polska
- Stypendium wyjazdowe ufundowane przez firmę Chromaleont na udział w 38. Międzynarodowym Sympozjum Chromatografii Kapilarnej w Riva del Garda, Włochy, maj 2014.

Literatura uzupełniająca i dodatkowe odnośniki (poza publikacjami H1-H9)

- [1] J. Pawliszyn, Google Scholar, https://scholar.google.pl/citations?hl=pl&user=FyDRWooAAAAJ&view_op=list_works&sortby=pubdate
- [2] A. Gałuszka, Z. Migaszewski, J. Namieśnik, The 12 principles of green analytical chemistry and the SIGNIFICANCE mnemonic of green analytical practices, *Trac. Trends Anal. Chem.* 50 (2013) 78-84. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2013.04.010>
- [3] J. Pawliszyn, D. Barceló, F. Arduini, L. Mondello, Z. Ouyang, P.M. Nowak, R. Wietecha-Posłuszny, Green analytical chemistry-a new Elsevier's journal facing the realities of modern analytical chemistry and more sustainable future, *Green Anal. Chem.* 1 (2022) 100001. <https://doi.org/10.1016/j.greeac.2022.100001>
- [4] Editorial board, *Green Analytical Chemistry*, <https://www.sciencedirect.com/journal/green-analytical-chemistry/about/editorial-board>
- [5] D. Barceló, Google Scholar, https://scholar.google.pl/citations?hl=pl&user=t32duZ8AAAAJ&view_op=list_works&sortby=pubdate
- [6] P.M. Nowak, R. Wietecha-Posłuszny, J. Płotka-Wasyłka, M. Tobiszewski, How to evaluate methods used in chemical laboratories in terms of the total chemical risk? – a ChlorTox Scale, *Green Anal. Chem.* 5 (2023) 100056, <https://doi.org/10.1016/j.greeac.2023.100056>
- [7] P. M. Nowak, A. Bis, A. Zima, ChlorTox Base—a useful source of information on popular reagents in terms of chemical hazards and greenness assessment, *Green Anal. Chem.* 6 (2023) 100065. <https://doi.org/10.1016/j.greeac.2023.100065>
- [8] P.M. Nowak, A. Bis, M. Rusin, M. Woźniakiewicz, Carbon footprint of the analytical laboratory and the three-dimensional approach to its reduction, *Green Anal. Chem.* 4 (2023) 100051. <https://doi.org/10.1016/j.greeac.2023.100051>
- [9] *Green Chemistry: Theory and Practice*, ed. P. T. Anastas and J. C. Warner, Oxford University Press, Oxford, 1998.
- [10] M. Koel, M. Kaljurand, Application of the principles of green chemistry in analytical chemistry, *Pure Appl. Chem.* 78 (2006) 1993-2002. <https://doi.org/10.1351/pac200678111993>

- [11] Hot articles 2023, Green Chemistry, <https://pubs.rsc.org/en/journals/articlecollectionlanding?sercode=gc&themeid=ade5c751-99fa-467c-86a9-9ba92be59a62>
- [12] Scientific Update 2023, B. Littler, It Ain't Easy Being Green, <https://www.scientificupdate.com/process-chemistry-articles/it-aint-easy-being-green/>
- [13] P.M. Nowak, P. Kościelniak, M. Tobiszewski, A. Ballester-Caudet, P. Campíns-Falcó. Overview of the three multicriteria approaches applied to a global assessment of analytical methods, Trac. Trends Anal. Chem. 133 (2020) 116065. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2020.116065>
- [14] M. Woźniakiewicz, A. Woźniakiewicz, P.M. Nowak, E. Kłodzińska, J. Namieśnik, J. Płotka-Wasyłka, CE-MS and GC-MS as “green” and complementary methods for the analysis of biogenic amines in wine, Food Anal. Methods 11 (2018) 2614-2627, <https://doi.org/10.1007/s12161-018-1219-9>
- [15] J. Płotka-Wasyłka, N. Jatkowska, M. Paszkiewicz, M. Caban, M.Y. Fares, A. Dogan, S. Garrigues, N. Manousi, N. Kalogiouri, P.M. Nowak, V.F Samanidou, M. de la Guardia, Miniaturized Solid Phase Extraction techniques for different kind of pollutants analysis: State of the art and future perspectives – PART 1, Trac. Trends Anal. Chem. 162 (2023) 117034, <https://doi.org/10.1016/j.trac.2023.117034>
- [16] J. Płotka-Wasyłka, N. Jatkowska, M. Paszkiewicz, M. Caban, M.Y. Fares, A. Dogan, S. Garrigues, N. Manousi, N. Kalogiouri, P.M. Nowak, V.F Samanidou, M. de la Guardia, Miniaturized Solid Phase Extraction techniques for different kind of pollutants analysis: State of the art and future perspectives – PART 2, Trac. Trends Anal. Chem. 165 (2023) 117140, <https://doi.org/10.1016/j.trac.2023.117140>

Mój profil:

Google Scholar: <https://scholar.google.pl/citations?user=UWT9JJgAAAAJ&hl=pl&oi=sra>

ORCID: 0000-0002-9006-5742

Scopus:

<http://www.scopus.com/inward/authorDetails.url?authorID=56828917200&partnerID=MN8TOARS>

.....
(podpis wnioskodawcy)