

# **Autoreferat**

Elwira Katarzyna Wróblewska

**Nowe obszary zastosowań wybranych barwników  
solwatochromowych**

*Dokumentacja do wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego*

Szczecin 2018

<b>Spis treści</b>	<b>str.</b>
1. Dane osobowe	3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej	3
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych	4
4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.)	4
a) tytuł osiągnięcia naukowego	4
b) autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa	5
c) omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania	6
5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych	20

## 1. Dane osobowe

*Imię i nazwisko:* **Elwira Katarzyna Wróblewska**  
*Miejsce pracy:* Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie (od  
1.01.2009 r. następcą prawną Politechniki Szczecińskiej – PS)  
Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej  
Katedra Chemii Organicznej i Chemii Fizycznej  
Zakład Chemii Fizycznej  
*Dane kontaktowe:* al. Piastów 42, 71-065 Szczecin  
tel. 91 449 40 04, e-mail: [elwira.wroblewska@zut.edu.pl](mailto:elwira.wroblewska@zut.edu.pl)  
*Stanowisko:* adiunkt

## 2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

**2015** Dyplom studiów podyplomowych w zakresie *Organizacji i zarządzania w oświacie*, Collegium Balticum w Szczecinie

**2011** Dyplom studiów podyplomowych w zakresie *Przygotowania Pedagogicznego*, Wyższa Szkoła Humanistyczna Towarzystwa Wiedzy Powszechnej w Szczecinie

### 2002 – doktor nauk technicznych

*Specjalność:* *Technologia chemiczna*  
*Promotor:* *Dr hab. inż. Jacek A. Soroka, prof. nadzw. PS*  
*Tytuł pracy:* *Synteza, badania fizykochemiczne i aplikacyjne wybranych barwników solwatochromowych pochodnych kationu 7H-indolo[1,2-a]chinoliniowego i jego prekursorów*  
*Recenzenci:* *Prof. dr hab. inż. Eugeniusz Milchert, Prof. dr hab. Arnold Jarczewski*

**1998 – 2002** Studia Doktoranckie na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Szczecińskiej

### 1998 – magister inżynier

*Specjalizacja:* *Analityka w ochronie środowiska*  
*Promotor:* *Dr hab. inż. Jacek A. Soroka*  
*Tytuł pracy:* *Próby wykorzystania merocyjaninowych wskaźników solwatochromowych do oceny składu binarnych układów rozpuszczalnikowych*

- 1993 – 1998**                      Studia magisterskie na kierunku Ochrona środowiska, Wydział  
Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Szczecińskiej
- 1993**                                Dyplom w zakresie *Analityki medycznej*, Medyczne Studium Zawodowe  
nr 1 w Szczecinie

### ***3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych***

- 10.2004 – obecnie**                adiunkt, Zakład Analizy Instrumentalnej, Wydział Technologii  
i Inżynierii Chemicznej (WTiCh) Politechniki Szczecińskiej,  
obecnie – Zakład Chemii Fizycznej WTiCh Zachodniopomorskiego  
Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie
- 12.2003 – 09.2004**                asystent, Zakład Analizy Instrumentalnej, Wydział Technologii  
i Inżynierii Chemicznej Politechniki Szczecińskiej
- 02 – 11.2003**                      asystent w wymiarze ½ etatu, Zakład Analizy Instrumentalnej,  
Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki  
Szczecińskiej
- 08.2006 – 02.2008**                przerwa w aktywności zawodowej (długotrwałe zwolnienie  
lekarskie, urlop macierzyński i wychowawczy)

### ***Funkcje pełnione w trakcie zatrudnienia***

1. Kierownik Studiów Podyplomowych z Chemii dla nauczycieli (od 2008– )
2. Członek Wydziałowej Komisji ds. Promocji WTiCh (2016-2020)
3. Sekretarz Rady Programowej dla kierunku Chemia (2018– )
4. Członek Rady Wydziału (przedstawiciel adiunktów w kadencji 2016-2020)

### ***4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):***

#### *a) tytuł osiągnięcia naukowego*

Osiągnięciem, które stanowi podstawę złożonego wniosku habilitacyjnego są wyniki badań opisane w jednotematycznych publikacjach pod wspólnym tytułem:

#### **Nowe obszary zastosowań wybranych barwników solwatochromowych**

Wyniki badań dotyczące tytułowego osiągnięcia zostały przedstawione w 15 pracach: 11 artykułach naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie *Journal Citation Reports*, dwóch patentach oraz dwóch rozszerzonych materiałach konferencyjnych. Oświadczenia

współautorów dotyczące ich udziału w powstaniu wspólnych publikacji zamieszczone zostały w załączniku nr 4.

b) autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa

- [b.1] **Elwira K. Wróblewska**, Jacek A. Soroka, Krystyna B. Soroka, Monika Gąsiorowska, Marta J. Sawicka, *Calibration Surfaces in Analysis of Ternary Mixtures. Part 2. Degree of Analytical Utility of Solvatochromic Indicator*, **Chemia Analityczna**, **49 (2004)** 729-738,
- [b.2] **Elwira K. Wróblewska**, Jacek A. Soroka, Krystyna B. Soroka, Monika Gąsiorowska, *Solvatochromism of Dyes. Part IV. Energetic Characteristic of Merocyanine Derivatives of 1-Phenyl-2[2-(3-X-4-hydroxy-5-R-phenyl)ethenyl]-3,3-dimethyl-3H-indolium cation*, **Journal of Physical Organic Chemistry**, **18 (2005)** 347-352,
- [b.3] **Elwira K. Wróblewska**, Jacek A. Soroka, Monika Gąsiorowska, *Solvatochromism of Dyes. Part V. Apparent or Real Solvation Parameters?*, **Polish Journal of Chemistry**, **83 (2009)** 217-236,
- [b.4] **Elwira K. Wróblewska**, Monika Gąsiorowska, Jacek A. Soroka, *5-(3-Bromo-4-hydroxy-5-methoxyphenyl)-7,7-dimethyl-7H-indolo[1,2-a]quinolinium Perchlorate as a New Indicator for Anionic Surface Active Agents Determination*, **Tenside Surfactants Detergents**, **47, 2 (2010)** 119-122,
- [b.5] **Elwira K. Wróblewska**, Monika Gąsiorowska, *5-(3-Bromo-4-hydroxy-5-methoxyphenyl)-7,7-dimethyl-7H-indolo[1,2-a]quinolinium Perchlorate as a New Indicator for Anionic Surface Active Agents Determination, Part II. Influence of pH on the Titration Results*, **Tenside Surfactants Detergents**, **48, 2 (2011)** 127-129,
- [b.6] Monika Gąsiorowska, **Elwira K. Wróblewska**, *Two-Phase Titration Method for Cationic Surface Active Agents Determination with Use of 5-(3-Bromo-4-hydroxy-5-methoxyphenyl)-7,7-dimethyl-7H-indolo[1,2-a]quinolinium Perchlorate Dye*, **Tenside Surfactants Detergents**, **49, 01 (2012)** 23-25,
- [b.7] Monika Gąsiorowska, **Elwira K. Wróblewska**, *Manual direct two-phase titration method for anionic surface active agents determination with use of solvatochromic dye. The modification towards toxicity abatement*, **Tenside Surfactants Detergents**, **49, 02 (2012)** 97-99,

- [b.8] **Elwira K. Wróblewska**, Monika Gąsiorowska, Jacek A. Soroka, *Sposób oznaczania zawartości środków kationowo czynnych metodą dwufazowego miareczkowania bezpośredniego*, OPIS PATENTOWY **PL 215147 B1 (2013)**, data zgłoszenia 13.12.2010, Polska, Urząd Patentowy RP,
- [b.9] Marta J. Sawicka, Jacek A. Soroka, **Elwira K. Wróblewska**, *Sposób określania stężenia kationowych środków powierzchniowo czynnych* OPIS PATENTOWY **PL 219435 B1 (2014)**, data zgłoszenia 04.06.2012, Polska, Urząd Patentowy RP,
- [b.10] Marta J. Sawicka, **Elwira K. Wróblewska**, *The application of 7H-indolo[1,2-a]quinolinium merocyanine as a new water sensor in organic solvents*, **Chemical Papers**, **72**, 3 (2018) 741-752,
- [b.11] Ewa Janus, **Elwira K. Wróblewska**, *Zależności pomiędzy stereoselektywnością i szybkością reakcji a polarnością cieczy jonowych*, **Przemysł Chemiczny**, **92/9 (2013)** 1610-1614,
- [b.12] Ewa Janus, **Elwira K. Wróblewska**, *Zależności pomiędzy stereoselektywnością i szybkością reakcji a polarnością cieczy jonowych*, VIII Sympozjum CZWARTORZĘDOWE SOLE AMONIOWE I OBSZARY ICH ZASTOSOWANIA nt. Ciecze jonowe – od syntezy przez właściwości do aplikacji, Poznań 1– 3.07.2013 r., 82,
- [b.13] **Elwira K. Wróblewska**, Jacek A. Soroka, Zbigniew Rośliniec, *Barwniki solwatochromowe w badaniach struktury polimerów. Część II. Profile dyfuzji w wybranych kopolim(estroeterach)*, **Polimery**, **50**, 4 (2005) 286-290,
- [b.14] **Elwira K. Wróblewska**, Jacek A. Soroka, Marta J. Sawicka, Zbigniew Rośliniec, *Profile dyfuzji barwnika solwatochromowego w poliamidzie 6*, **Przemysł Chemiczny**, **95/4 (2016)** 834-837,
- [b.15] **Elwira K. Wróblewska**, Jacek A. Soroka, Monika Gąsiorowska, Marta J. Sawicka, *Barwniki solwatochromowe w badaniach dyfuzji. Profile dyfuzji w wybranych kauczukach silikonowych*, Wydawnictwo Uczelniane Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, materiały konferencji Materiały Polimerowe Pomerania – Plast 2016, Szczecin – Międzyzdroje, 7–10.06.2016 r. (2016) 307-308.

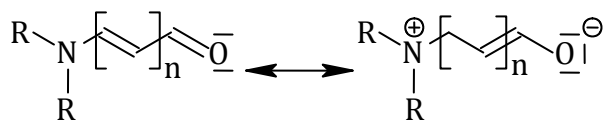
c) omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

## Wprowadzenie

Zjawisko *solwatochromii* po raz pierwszy znalazło swój opis w literaturze w 1922 roku, kiedy to Hantzsch [1, 2] opisał zależność widm absorpcyjnych UV-VIS barwnika od rodzaju rozpuszczalnika. Zmiany położenia i kształtu pasm absorpcyjnych, wynikające ze zmian wzajemnych relacji pomiędzy stanami podstawowym i wzbudzonym chromogenu [3, 4] są wynikiem jednego lub kilku typów oddziaływań międzycząsteczkowych, takich jak jon – dipol, dipol – dipol, dipol – dipol indukowany, donor – akceptor wiązań wodorowych [5]. O rodzaju i sile oddziaływań pomiędzy substancją rozpuszczoną a rozpuszczalnikiem decyduje jego polarność. Obserwowane w widmie barwnika zmiany wywołane zmianą rozpuszczalnika mogą być z powodzeniem wykorzystane do analizy oddziaływań typu: substancja rozpuszczona – otoczenie.

Jednym z pierwszych zastosowań solwatochromii było wprowadzenie *metryki polarności ośrodka*, wyrażonej zmianą pozycji pasm absorpcyjnych UV-VIS barwników, w których forma podstawowa i wzbudzona silnie różnią się rozkładem ładunku elektrycznego. Były to skale oparte na tzw. *empirycznych wskaźnikach polarności*. Obserwowane przesunięcie *hipsochromowe* (niebieskie), wywołane wzrostem polarności ośrodka określono jako solwatochromię ujemną, w przeciwieństwie do solwatochromii dodatniej, związanej z *batochromowym* (czerwonym) przesunięciem pasma przy takiej samej zmianie polarności.

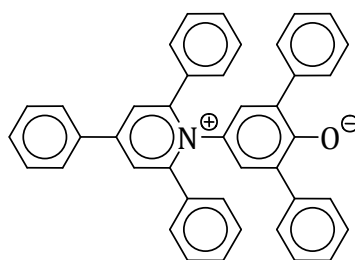
Wpływ rozpuszczalnika na widmo barwnika zależy głównie od jego chromogenu i natury związanego z nim przejścia typu  $\sigma \rightarrow \sigma^*$ ,  $\pi \rightarrow \pi^*$ ,  $n \rightarrow \pi^*$  lub *charge transfer*. Szczególnie duży jest w dwóch ostatnich przypadkach. Związki organiczne posiadające chromogeny z układem  $\pi$ -elektronowym, wg Dähnego, mogą być sklasyfikowane jako hybrydy związków aromatycznych, polimetinów oraz polienów lub poliynów [6–9]. Z powodu silnej podatności na wpływ rozpuszczalnika dużym zainteresowaniem cieszą się jonowe barwniki meropolimetynowe, szczególnie *merocyjaniny*, których struktura elektronowa zależy od budowy chemicznej, a także od polarności rozpuszczalnika i leży pomiędzy polienami a polimetynami. W związkach tych chromogen merocyjaninowy należy do typu donor – akceptor sprzężony. Budowa  $\pi$ -elektronowa ich stanu podstawowego daje się opisać dwiema mezomerycznymi strukturami,  $D-R-A \leftrightarrow D^+-R-A^-$  (D – donor, A – akceptor, R – łańcuch węglowy zawierający układ sprzężonych wiązań podwójnych), z których jedna bliska jest winylogowi amidu, a druga – betainie (Schemat 1) ( $n = 0, 1, 2, \dots$ ).



**Schemat 1**

Przejścia elektronowe w tych związkach mają naturę wewnątrzcząsteczkowego przeniesienia ładunku pomiędzy donorem a akceptorem, zaś momenty dipolowe  $\mu_w$  (stanu wzbudzonego) i  $\mu_p$  (stanu podstawowego) są bardzo różne. Z analizy wpływu rozpuszczalnika na widmo wynika, że wyraźną solwatochromię wykazują tylko te cząsteczki z elektronami typu  $\pi$ , w których podczas wzbudzenia następuje zmiana momentu dipolowego [10, 11].

Przykładem barwników wykazujących jeden z najsilniejszych efektów solwatochromowych jest tzw. *betaina Dimrotha-Reichardta* (Schemat 2).

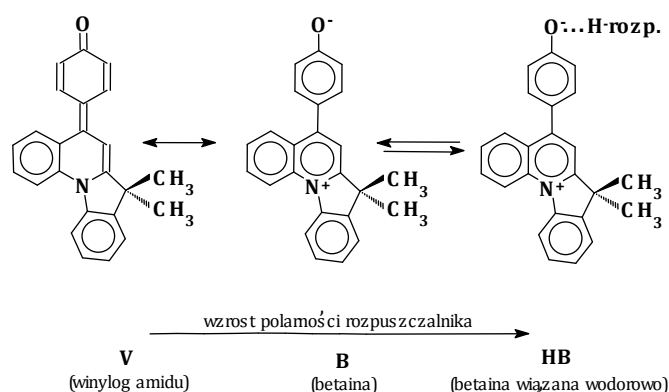


**Schemat 2**

Charakteryzuje się ona ujemną solwatochromią – maksimum jej długofalowego pasma absorpcji UV-VIS przesunęła się hipsochromowo o  $9730\text{ cm}^{-1}$  (357 nm) podczas zmiany rozpuszczalnika z eteru difenyloвого na wodę [12]. Niezwykle spektakularne właściwości *betainy Dimrotha-Reichardta* oraz jej analogów posłużyły do zaproponowania i wyznaczenia empirycznego parametru  $E_T$ , charakteryzującego polarność rozpuszczalnika. Waga zagadnienia widoczna jest szczególnie przy doborze optymalnych warunków do przeprowadzenia konkretnych procesów chemicznych, wówczas gdy pojawia się problem wyboru odpowiedniego medium. Dotyczy to zarówno czystych rozpuszczalników jak również układów rozpuszczalnikowych (dwu- lub wieloskładnikowych). Zastosowanie barwników solwatochromowych jako wskaźników polarności było brane pod uwagę już w 1951 roku, przez Brookera z laboratorium firmy Kodak [13]. Wśród znanych skal polarności wymienić można skalę polarności Y – Winstaina i Grunwalda, skalę polarności Z – Kosowera, a także inne skale polarności, oparte na różnorodnych efektach [14]. Jedną z najbardziej popularnych jest skala polarności  $E_T(30)$  [5].



Pośród wielu związków posiadających właściwości solwatochromowe na uwagę zasługują pochodne soli 5-(hydroksyarylo)-7H-indolo[1,2-a]chinoliniowych, należące do grupy wspomnianych wcześniej merocyjanin. Solwatochromia merocyjanin/betain 7H-indolo[1,2-a]chinoliniowych opisana została w 1991 roku fizykochemicznym modelem VBHB [15]. Z założeń modelu wynika, że zmiana polarności rozpuszczalnika powoduje zmianę budowy merocyjaniny w elektronowym stanie podstawowym, przy czym istnieć mogą dwie lub trzy jej formy. W rozpuszczalnikach o małej polarności dominująca jest forma mało polarna – chinoidowa zwana też winylogowo-amidową, zaś w polarnych bardziej polarna – struktura dipolarna (betainowa) (Schemat 3).



Schemat 3

Wzbudzeniu obu form towarzyszy przeniesienie elektronu w kierunkach wzajemnie przeciwnych. W obu skrajnych strukturach wyróżnić można chromogen typu donor – akceptor z tą jednak różnicą, że to co w jednej ze struktur jest donorem, w drugiej jest akceptorem. Powoduje to, że merocyjanina w elektronowym stanie wzbudzonym ma strukturę pośrednią pomiędzy obiema skrajnymi strukturami stanu podstawowego. W rozpuszczalnikach niskopolarnych obserwuje się zmniejszanie energii wzbudzenia pod wpływem wzrostu polarności ośrodka, a w konsekwencji przesunięcie hipsochromowe. W rozpuszczalnikach polarnych, wraz ze wzrostem polarności, wymagana jest większa energia wzbudzenia, przez co obserwuje się solwatochromię dodatnią. W rezultacie, w większości opisanych przypadków, pochodne 7H-indolo[1,2-a]chinoliniowe, wykazują zmienną solwatochromię, dodatnią w rozpuszczalnikach niepolarnych oraz ujemną w rozpuszczalnikach polarnych aprotycznych i protycznych tworzących wiązanie wodorowe.

W przeciwieństwie do polarności czystych rozpuszczalników, pojawiają się trudności w interpretacji polarności mieszanin wieloskładnikowych. Rozpuszczalniki mieszane, w tym układy binarne, są ważne ze względu na zapotrzebowanie na media o płynnie regulowanej

polarności, wymagającej korzystania z matematycznych metod optymalizacji procesów chemicznych. Badania solwatochromii w układach binarnych *betainy Brookera* [16] lub *Dimrotha-Reicharta* [17], wskazujące na brak liniowej zależności polarności od ułamków molowych składników [18], nie znajdowały długo wyjaśnienia. Próby ich interpretacji podjął się Langhals [17], wprowadzając dwuparametrowe równanie umożliwiające wycinkowe „wyprostowanie” omawianych zależności, nie obejmujące jednak pełnego zakresu zmian składu i dotyczące tylko jednego wskaźnika – *betainy Dimrotha-Reicharda*. Mechanistyczny opis zjawiska solwatochromii w układach binarnych został wprowadzony przez Dawbera [19], który jako pierwszy wprowadził pojęcie *selektywnej solwatacji*. W tym samym czasie, badania betainowych form merocyjanin [20] wykazały istnienie równowagi pomiędzy trzema formami *solwatów*. Według fizykochemicznego modelu oddziaływań SA-SAB-SB [20], przy dwóch rozpuszczalnikach A i B i jednej formie barwnika S, istnieją w równowadze solwaty SA, SAB i SB. Model ten uwzględnia selektywną solwatację wskaźnika solwatochromowego stanowiąc solidną podstawę do badania i interpretacji oddziaływań w wielu możliwych do stworzenia seriach rozpuszczalnikowych, dając precyzyjne wyniki i dostarczając cennych informacji o wewnętrznej budowie cieczy, a zwłaszcza najbliższej okolicy wskaźnika solwatochromowego.

Różnorodność czynników wpływających na zmiany spektralne barwników solwatochromowych powoduje, że wykazują one szerokie spektrum zastosowań, m.in. w analizie układów rozpuszczalnikowych, w badaniach preferencyjnej solwatacji leków w binarnych układach rozpuszczalnikowych [21], badaniach właściwości mikroskopowo-molekularnych oraz preferencyjnej solwatacji w mieszaninach protonowych cieczy jonowych [22], analizie składu trójskładnikowych układów rozpuszczalnikowych [23] czy też wykorzystania ich zdolności do tworzenia, wykazujących właściwości solwatochromowe, kompleksów z metalami [24], co jest wskazówką do dalszych poszukiwań w aspekcie aplikacyjnym i technologicznym.

Przegląd dostępnej literatury wykazał, że wybrane przeze mnie jako obiekty badań grupy związków, nie zostały wcześniej wykorzystane w badaniach umożliwiających zdefiniowanie ich zastosowań aplikacyjnych i w tym zakresie niewątpliwie stanowią nowość naukową.

### ***Omówienie najważniejszych osiągnięć zawartych w pracach przedstawionych do habilitacji***

Celem nadrzędnym moich badań było znalezienie takich zastosowań wybranych barwników solwatochromowych, które mogłyby przede wszystkim usprawnić procesy technologiczne. Bardziej szczegółowo tematykę prac przedstawiłam poniżej.

Pierwsze prace wchodzące w zakres tematyczny kompilacji dotyczą badań nad wykorzystaniem barwników solwatochromowych w analizie potrójnych oraz podwójnych układów rozpuszczalnikowych z uwzględnieniem opisu ich solwatochromii.

W pracy **b.1** przedstawiłam metodę ilościowej oceny jakości barwnika solwatochromowego wykorzystywanego jako wskaźnik w analizie n-składnikowych mieszanin rozpuszczalnikowych o różnych polarnościach. W układach tego typu istotna jest możliwość kontroli czystości rozpuszczalników stosowanych w reakcjach chemicznych i procesach technologicznych, głównie pod kątem oceny obecności różnego rodzaju zanieczyszczeń, mających wpływ na ich selektywność, przebieg oraz szybkość. Dobry barwnik, wykorzystywany jako wskaźnik solwatochromowy powinien charakteryzować się tym, że w jego widmie obecne jest ostre pasmo absorpcyjne UV-VIS z wyraźnym maksimum (łatwe do precyzyjnej lokalizacji) oraz wykazywać dużą podatność położenia tego pasma na polarność ośrodka. Zaproponowany przeze mnie, nowy parametr  $a_u$ , określający stopień użyteczności analitycznej, wyraża miarę równoczesnego wystąpienia pożądaných cech barwnika. Wartości parametrów  $a_u$  wyznaczyłam dla trzech binarnych i jednego potrójnego układu rozpuszczalnikowego: woda – metanol, woda – etanol, metanol – etanol oraz woda – metanol – etanol. Zastosowana przeze mnie procedura pozwoliła na wyłonienie barwników o największej wartości tego parametru. Stwierdziłam, że najlepszymi właściwościami solwatochromowymi w badanych binarnych układach rozpuszczalnikowych odznaczają się 5-(hydroksyarylowe) pochodne podstawione chlorem i bromem, natomiast znacznie gorszymi – barwniki zawierające jako podstawnik grupę nitrową. Celem weryfikacji uzyskanych wyników wykonałam badania ilościowe układu trójskładnikowego woda – metanol – etanol. Wybrałam dwa z ocenianej grupy barwników – o najwyższej oraz najniższej wartości parametru  $a_u$ . W obliczeniach wykorzystałam metodę powierzchni kalibracyjnych, których równania opisujące zależność dwóch niezależnych właściwości makroskopowych, tu:  $\bar{\nu}_{\max}$  oraz  $n_D^{20}$  od składu mieszaniny wyznaczyłam poprzez dopasowanie do danych doświadczalnych równań powierzchni trzeciego stopnia. Stwierdziłam, że maksymalny błąd oznaczenia składu mieszaniny w przypadku barwnika o wysokiej wartości parametru  $a_u$  nie przekracza 1%. Oznacza to, że zaproponowany przeze mnie parametr w znaczny sposób ułatwić może wybór właściwego wskaźnika solwatochromowego już we wstępnym etapie pracy i pozwoli uniknąć serii niepotrzebnych pomiarów dostarczających odległych od rzeczywistości wyników.

W pracy **b.2** opisałam solwatochromię merocyjanin 3H-indoliowych. Podstawowe parametry energetyczne – położenia i nachylenia poziomów energetycznych względem polarności ośrodka (termów) barwników, wyznaczyłam w oparciu o fizykochemiczny model

oddziaływań VBHB. Określiłam typ solwatochromii jakiemu podlegają badane merocyjaniny. Badania wykonałam w 20 rozpuszczalnikach o polarnościach mieszczących się w zakresie od 129,5–273,3 kJ/mol w skali polarności  $E_T(30)$  *Dimrotha-Reicharda*. Stwierdziłam, że pochodne zawierające grupę nitrową charakteryzują się solwatochromią typu PNN (P – solwatochromia dodatnia, N – solwatochromia ujemna). W rozpuszczalnikach aprotycznych wzrost polarności powoduje batochromowe przesunięcie pasma, będące efektem zmniejszania różnicy pomiędzy energią stanu podstawowego i wzbudzonego barwnika. W rozpuszczalnikach średniopolarnych i polarnych tworzących wiązanie wodorowe, przesunięcie pasma w kierunku większych liczb falowych wiąże się ze wzrostem różnicy energii pomiędzy stanami podstawowym i wzbudzonym. Pochodne podstawione chlorem i bromem, wykazują solwatochromię typu PPN, co oznacza, że w obszarze średnich polarności, w miarę wzrostu polarności ośrodka, silniej stabilizowana przez rozpuszczalnik jest wzbudzona forma barwnika. Rozszerzenie, w przeprowadzonych badaniach, zakresu pomiarowego o składnik silniej polarny niż woda – heksafluoro-2-propanol pozwoliło mi udowodnić, że merocyjaniny 3H-indoliowe podlegają temu samemu mechanizmowi solwatochromii co pochodne 7H-indolo[1,2-a]chinoliniowe, stąd też tak jak i one mogą zostać z powodzeniem wykorzystane w szeroko pojętej analityce i nowoczesnych technologiach. Wyniki tej pracy zainspirowały mnie do podjęcia kolejnych badań opisanych w następnej publikacji.

W pracy **b.3** opisałam zachowanie się w binarnych układach rozpuszczalnikowych wybranych barwników solwatochromowych, pochodnych nadchloranów 3H-indoliowych oraz produktów ich fotochemicznej cyklizacji, soli 7H-indolo[1,2-a]chinoliniowych. Opierając się m.in. na wynikach uzyskanych w pracy **b.2** wykonałam pomiary w obszarach polarności odpowiadających dwom strukturom barwnika – V (winylogowi amidu) i HB (betainie wiązanej wodorowo), według modelu oddziaływań w czystych rozpuszczalnikach VBHB. Widma UV-VIS związków zmierzyłam w zakresie polarności od 129,5 do 155,5 kJ/mol, w układach rozpuszczalnikowych heksan – anizol i heksan – tetrachlorek węgla oraz w zakresie od 192,8 do 264,4 kJ/mol w układzie acetonitryl – woda. W oparciu o wyznaczone z teoretycznego modelu SA–SAB–SB [20], stałe równowag solwatacyjnych, stwierdziłam, że elementem niezbędnym do oceny rzeczywistej preferencji solwatacji cząsteczek barwnika przez jeden z rozpuszczalników w binarnych układach rozpuszczalnikowych jest przede wszystkim, znajomość cech pasma stosowanego wskaźnika solwatochromowego (parametr kształtu pasma  $\chi$ ). Na potrzeby badań wprowadziłam tzw. *zredukowany parametr kształtu pasma*  $\chi^r$ , stosowany wówczas gdy barwnik solwatochromowy jest bardzo słabo rozpuszczalny, co wymaga posługiwania się jego nasyconym roztworem o nieznanym stężeniu. Istotnym czynnikiem okazał się parametr  $\beta$ , opisujący ilościowo oddziaływania niespecyficzne, w przypadku którego, przyjęcie dowolnych

wartości może prowadzić nawet do błędnej oceny rzeczywistej preferencji solwatowania. Obydwa parametry, możliwe do wyznaczenia na drodze doświadczalnej, mają istotny i nie do pominięcia wpływ na wyznaczone wartości stałych równowag solwatacji, a także umożliwiają pełne odtworzenie kształtu widm VIS w zmieniającym się otoczeniu.

Prace **b.4 – b.9** dotyczą wykorzystania wskaźników solwatochromowych, pochodnych 7H-indolo[1,2-a]chinoliniowych w analizie środków powierzchniowo czynnych. Szerokie zastosowanie jonowych środków powierzchniowo czynnych (m.in. w przemyśle kosmetycznym, spożywczym, włókienniczym, naftowym i górniczym, metalurgicznym, medycynie i farmacji, a także w syntezie i technologii chemicznej jako: reagenty, rozpuszczalniki lub katalizatory reakcji) oraz stwierdzony szkodliwy wpływ na środowisko stymulują rozwój technik ich oznaczania. Zazwyczaj wykrywa się je za pomocą pomiarów spektroskopowych przy użyciu barwnego związku, wytrącania nierozpuszczalnej pochodnej lub miareczkowania. W pracach **b.4 i b.8** przedstawiłam badania dotyczące modyfikacji metody stosowanej do ilościowej analizy środków powierzchniowo czynnych, opisanej w normie PN ISO 2271:2000 pt. *Środki powierzchniowo czynne. Detergenty. Oznaczanie zawartości substancji anionowo czynnych metodą bezpośredniego dwufazowego miareczkowania ręcznego lub mechanicznego*. Mieszaninę barwników, używanych w normie jako wskaźnik mieszany – kationowego bromku dimidiowego oraz anionowego błękitu kwasowego 1, o udowodnionych właściwościach mutagennych i karcenogennych, zastąpiłam z powodzeniem przez bromopochodną nadchloranu 7H-indolo[1,2-a]chinoliniowego. Aktywność biologiczna tego barwnika nie została wprawdzie zbadana, jednak okazał się on bezpieczny w czasie wieloletniego z nim kontaktu i można założyć, że niewielka jego ilość ( $1,2 \cdot 10^{-7}$  mola) nie jest szkodliwa. Wykrywanie punktu końcowego za pomocą zaproponowanego przeze mnie pojedynczego barwnika było znacznie łatwiejsze niż w przypadku użycia wskaźnika mieszanego, ze względu na wyraźną zmianę barwy w punkcie końcowym miareczkowania. W pracy udowodniłam również, że zastąpienie oddziałującego silnie na ośrodkowy układ nerwowy oraz wykazującego działanie embriotoksyczne i karcenogenne chloroformu przez dichlorometan nie wpływa na wyniki oznaczeń. Jej zaletą jest również dokładne i szybkie oznaczenie środka powierzchniowo czynnego – analitu. Zmodyfikowaną metodę z powodzeniem zastosowałam do określenia zawartości anionowych substancji powierzchniowo czynnych w kosmetykach i produktach chemii gospodarczej.

Praca **b.5** jest kontynuacją badań dotyczących opublikowanej modyfikacji stosowanej metody oznaczania anionowych substancji powierzchniowo czynnych. W oparciu o wyznaczoną wartość  $pK_a$  używanego w oznaczeniach barwnika 7H-indolo[1,2-a]chinoliniowego, wynoszącą 6,59, badałam wpływ różnych wartości pH na precyzję wyznaczania punktu końcowego

miareczkowania. Podczas procesu miareczkowania określałam zmianę pH, wykazując, że w zakresie pH wahającym się od 3,5 do 5, odczyn środowiska nie ma wpływu na uzyskane wyniki oznaczeń. Przedstawiłam również modyfikację metody dla wskaźników, których kwasowości ( $pK_a$ ) nie mieszczą się w określonym zakresie.

W pracy **b.6** opisałam badania nad zastosowaniem metody bezpośredniego miareczkowania dwufazowego z użyciem, stosowanego w pracy **b.4**, wskaźnika solwatochromowego do oznaczania zawartości kationowych substancji powierzchniowo czynnych. Badania prowadziłam przy użyciu roztworów wzorcowych kationowego środka powierzchniowo czynnego (chlorku benzetonowego) oraz produktów komercyjnych, wykazując przydatność tej metody, co sprawia, że okazała się ona uniwersalna, ponieważ może być stosowana do oznaczania związków powierzchniowo czynnych (tensydów) zarówno kationowych jak i anionowych. W trakcie badań stwierdziłam również, że początkowa wartość pH fazy wodnej powinna wynosić od 2 do 5, ponieważ znacząco wpływa na stopień dysocjacji barwnika i jednocześnie na określenie punktu końcowego miareczkowania. Aby uniknąć problemu, barwnik solwatochromowy (sonda) powinien zostać zalkalizowany lub zakwaszony, aby osiągnąć wymaganą wartość pH, a następnie można przeprowadzić procedurę miareczkowania.

Praca **b.7** dotyczy modyfikacji, stosowanej w poprzednich pracach metody, której celem było zastąpienie chloroformu lub dichlorometanu innym rozpuszczalnikiem organicznym, wykazującym mniejszą szkodliwość. W badaniach zaproponowałam zastosowanie butan-1-olu i alkoholu izobutyloвого. Znaczne obniżenie pH roztworu obserwowane w trakcie miareczkowania spowodowało, że używany dotychczas barwnik solwatochromowy zastąpiłam nitropochodną nadchloranu 3H-indoliowego, o znacznie niższej wartości  $pK_a$  wynoszącej 3,51. Ułatwiło to wyraźnie dysocjację barwnika i tym samym zmianę barwy w punkcie końcowym miareczkowania. Zmodyfikowaną metodę przetestowałam przy trzech różnych stężeniach roztworu dodecylosiarczanu sodu, a uzyskane wyniki okazały się zgodne z zadanymi rzeczywistymi. Opisane w powyższych pracach metody mogą z powodzeniem zostać wykorzystane do szybkiej i łatwej w stosowaniu analizy w laboratoriach kontroli jakości oraz śródprodukcyjnych laboratoriach technologicznych.

Praca **b.9** dotyczy sposobu określania stężenia kationowych środków powierzchniowo czynnych metodą spektrofotometryczną. Oznaczenie prowadziłam w niej z wykorzystaniem krzywej kalibracyjnej. Krzywa ta opisuje zależność położenia maksimum pasma absorpcji, użytej jako wskaźnika, pochodnej 7H-indolo[1,2-a]chinoliniowej w funkcji zawartości kationowego środka powierzchniowo czynnego. Oznaczenie może być wykonane przy pomocy najprostszego

nawet spektrofotometru, zaś wykorzystanie w analizie położenia maksimum długofalowego pasma absorpcji barwnika solwatochromowego umożliwi zredukowanie błędu oznaczenia związanego m.in. z wahaniami temperatury czy sposobem dozowaniem wskaźnika do próby badanej. Udowodniłam, że zakres oznaczanych stężeń pokrywa się z typowymi zakresami stężeń środków powierzchniowo czynnych spotykanych w ściekach miejskich, który waha się od kilku do kilkunastu mg/l. Zaletą opatentowanej metody jest łatwość wykonania oznaczenia, szeroki zakres liniowości mierzonych zmian, duża czułość i nisko położona granica wykrywalności. Z powodzeniem może być ona stosowana do określania stężeń kationowych środków powierzchniowo czynnych występujących jako zanieczyszczenia wód, czy też jako składniki leków, kosmetyków, środków piorących i czyszczących.

Praca **b.10** dotyczy wykorzystania pochodnych 7H-indolo[1,2-a]chinoliniowych jako sensorów w oznaczeniach zawartości wody w rozpuszczalnikach organicznych. Jest to bardzo istotny problem, szczególnie podczas prowadzenia syntez organicznych, w przypadku których substraty lub produkty reakcji są wrażliwe na obecność wody i mogą ulegać hydrolizie lub innym niepożądanym reakcjom. Badania opisane w pracy dotyczą etanolu, propan-1-olu, propan-2-olu, DMSO i DMF, w których obecność wody wyraźnie wpływała na wzrost ich polarności, powodując hipschromowe przesunięcie pasma absorpcyjnego UV-VIS barwnika solwatochromowego. Obserwowane w widmie zmiany posłużyły do wykreślenia krzywych kalibracyjnych opisujących zmianę położenia pasma sondy solwatochromowej w funkcji zawartości wody w rozpuszczalniku organicznym w zakresie stężeń od około 0,05 do 11% (w/w). W przypadku etanolu, propan-1-olu i propan-2-olu były to funkcje liniowe, natomiast w dwóch pozostałych efektywniejsze okazało się zastosowanie funkcji wielomianowej, pozwalającej na uzyskanie w badanym zakresie stężeń wyniku obciążonego niewielkim błędem. Czułość metody zależała od różnicy w polarnościach pomiędzy rozpuszczalnikiem organicznym i wodą, a także związana była z preferencyjną solwatacją wskaźnika przez cząsteczki wody, zwiększając się wraz ze zmniejszającą się polarnością rozpuszczalnika. Zaproponowana metoda może być użytecznym narzędziem do oznaczania wody w rozpuszczalnikach organicznych. Jest prosta, wygodna i szybka, a zastosowany jako sensor barwnik solwatochromowy pozwala uzyskać wyniki porównywalne z otrzymanymi przy zastosowaniu popularnych dziś sond fluorescencyjnych. Co więcej, pomiary mogą być wykonywane przy użyciu spektrofotometrów UV-VIS, będących rutynowym wyposażeniem laboratoriów, a nie z użyciem drogiej aparatury i specjalnych roztworów koniecznych dla stosowania odczynnika Karla Fischera.

Możliwości zastosowania barwników solwatochromowych w określaniu polarności cieczy jonowych zostały omówione w pracach **b.11** i **b.12**. Istotną cechą cieczy jonowych jest łatwość przewidywania ich właściwości, którymi sterować można m.in. przez zmianę długości

łańcuchów w kationach oraz rodzaju anionu. Z tego powodu są też często nazywane projektowanymi rozpuszczalnikami. Znajdują one szerokie zastosowanie w chemii organicznej jako środowisko wielu przemysłowo prowadzonych reakcji i procesów chemicznych (np. reakcja Dielsa-Aldera czy Friedla-Craftsa), zastępując niejednokrotnie tradycyjnie stosowane rozpuszczalniki. Właściwości użytkowe cieczy jonowych, są determinowane ich właściwościami fizykochemicznymi takimi jak temperatura topnienia, lepkość, gęstość i stabilność termiczna. Szczególne znaczenie w określaniu ich potencjalnych zastosowań mają właściwości solwatacyjne, takie jak polarność czy zdolność do tworzenia wiązania wodorowego, opisywane przy pomocy różnych empirycznych skal polarności. W sposób kompleksowy właściwości te mogą być opisane za pomocą parametrów wyznaczonych w oparciu o zmiany spektralne barwników solwatochromowych takich jak parametry Kamleta-Tafta  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\pi^*$  oraz  $E_T(30)$  czy  $E_T^N$ . W pracach omówiłam wyniki badań uzyskane, dla kilkunastu cieczy jonowych zbudowanych z anionu bis(trifluorometylosulfonylo)imidkowego,  $NTf_2^-$  i różnych kationów, przy użyciu 4 barwników, w tym *betainy Dimrotha-Reicharda* i pochodnej 7H-indolo[1,2-a]chinoliniowej. Na podstawie analizy korelacyjnej przeprowadzonej metodą wielowymiarowej regresji liniowej stwierdziłam, że właściwości protonodonorowe, związane z parametrem polarności  $\alpha$  oraz lepkość cieczy mają największy wpływ na stałą szybkości reakcji, natomiast polaryzowalność, opisana parametrem  $\pi^*$  wpływa na zmiany stereoselektywności *endo:egzo* badanej reakcji Dielsa i Adlera pomiędzy cyklopentadienem i maleinianem dimetylu.

W pracach **b.13–b.15** opisałam wykorzystanie barwników solwatochromowych w badaniach dyfuzji w tworzywach sztucznych, takich jak termoplastyczne blokowe elastomery kopolimerów (esteroeterowe) typu Elitel o różnym udziale segmentów giętkich, poliamid 6 oraz kauczuk silikonowy. Właściwości użytkowe polimerów w istotny sposób zależą od dyfuzji różnego rodzaju penetrantów. Ma ona również bardzo ważne znaczenie m.in. w procesach produkcji, głównie na potrzeby wysoko zaawansowanych technologii, jak również użytkowania filmów polimerowych o szerokim spektrum zastosowań. Bardzo ważny obszar zastosowań polimerów jest związany z medycyną i farmacją (np. produkcja implantów czy nośników do transdermalnego, kontrolowanego uwalniania leków). Dyfuzja w polimerach jest bardzo złożonym procesem, wynikającym z istnienia specyficznych oddziaływań typu tworzywo – penetrant, możliwości dynamicznych zmian w strukturze indukowanych temperaturą lub rozpuszczalnikiem oraz występowaniem zróżnicowanych faz krystalicznych.

Wykorzystywana przeze mnie metoda badania procesu pozwala na uzyskanie tzw. *profili dyfuzji*, otrzymywanych metodą analizy postępu dyfuzji wybranych penetrantów, pochodnych nadchloranów 7H-indolo[1,2-a]chinoliniowych oraz difenylopiryliowych. Barwnik wprowadzałam do tworzywa metodą dyfuzyjno-spęcznień, kontrolując postęp dyfuzji



w stałych odstępach czasowych. Dobór rozpuszczalnika, temperatur w jakich prowadzono proces oraz czas jego trwania determinowany był rodzajem badanego tworzywa. Po zakończeniu procesu, tworzywo kroiałam, a następnie obserwowałam jego przekrój poprzeczny pod obiektywem mikroskopu i fotografowałam w białym świetle odbitym. Zdjęcia analizowałam komputerowo, uzyskując profile dyfuzji obrazujące zależność intensywności purpurowej lub niebiesko-zielonej składowej barwy w funkcji głębokości wnikania sondy solwatochromowej. Do uzyskanych profili dopasowywałam się równaniem regresji nieliniowej, wynikającym ze scałkowanej postaci II prawa Ficka. Na podstawie parametrów dopasowania wyznaczałam współczynniki dyfuzji odpowiadające różnym warunkom prowadzenia procesu. Użycie barwników w charakterze dyfundującej sondy solwatochromowej dało wskazówki co do obszarów wnętrza polimeru, których dyfuzja dotyczyła. W przypadku Elileli znalezienie dwóch różnych od siebie wartości współczynników dyfuzji wskazało, że sposób wnikania solwatochromowej sondy jest różny w zależności od udziału segmentów giętkich, a im jest on większy tym szansa na dwoistość dyfuzji maleje. Analiza udziałów składowych barwy, purpurowej oraz niebiesko-zielonej charakterystycznej dla barwnika w otoczeniu niepolarnym wskazała, że im głębiej tym większy jest udział obszarów niepolarnych, o większej szybkości dyfuzji niż znacznie wolniejszych kanałów dotyczących polarnych obszarów tworzywa. W przypadku poliamidu 6, lepsze dopasowania uzyskałam dla składowej purpurowej, charakterystycznej dla barwnika w otoczeniu polarnym, co potwierdza, że dyfuzja w tym tworzywie dotyczy obszarów polarnych, związanych z przestrzeniami między łańcuchami metylenowymi, zawierającymi związane wodorowo grupy amidowe, charakterystycznymi dla formy  $\alpha$  poliamidu. W przypadku kauczuku silikonowego, wyznaczyłam dwa różne współczynniki dyfuzji mogące świadczyć o jego mikro lub nano niejednorodności. Niepolarne kanały o większej szybkości dyfuzji, mogą być związane z właściwym szkieletem siloksanowym, natomiast polarne o mniejszej szybkości dyfuzji mogą odpowiadać zastosowanemu w produkcji wypełniaczowi – krzemionce.

Dzięki wrażliwości sondy solwatochromowej na zmianę polarności ośrodka, poza badaniami procesów dyfuzji, opisana metoda może również znaleźć zastosowanie w rozróżnianiu tworzyw sztucznych o różnej polarności, kontroli stopnia polimeryzacji w procesach technologicznych oraz ocenie różnego rodzaju defektów wówczas, gdy tworzywo otrzymanywane jest na drodze mieszania reaktywnego.

Tematyka badań związana z wybranymi przeze mnie związkami solwatochromowymi jest rzadko podejmowana w aspekcie aplikacyjnym i użytkowym, stąd też niezbyt często cytowana.

### **Podsumowanie – elementy nowości naukowej**

Otrzymane wyniki badań wchodzące w zakres rozprawy habilitacyjnej stanowiły próbę znalezienia takich zastosowań wybranych barwników solwatochromowych, które mogłyby przede wszystkim usprawnić procesy technologiczne. Pozwalają one na sformułowanie wniosków natury ogólnej, które poszerzyły wiedzę w tym zakresie. Do **najważniejszych osiągnięć naukowych** zaliczam:

1. Przedstawiłam metodę ilościowej oceny jakości barwnika solwatochromowego wykorzystywanego jako wskaźnik w analizie n-składnikowych mieszanin rozpuszczalnikowych o różnych polarnościach. Po raz pierwszy wprowadziłam nowy parametr  $a_u$ , określający stopień użyteczności analitycznej udowadniając, że w znaczny sposób może on ułatwić wybór właściwego wskaźnika solwatochromowego.
2. Udowodniłam, że merocyjaniny 3H-indoliowe podlegają temu samemu mechanizmowi solwatochromii co pochodne 7H-indolo[1,2-a]chinoliniowe, stąd też tak jak i one mogą zostać z powodzeniem wykorzystane jako sondy solwatochromowe w szeroko pojętej analityce i nowoczesnych technologiach.
3. Badając solwatochromię pochodnych 3H-indoliowych oraz 7H-indolo[1,2-a]chinoliniowych w binarnych układach rozpuszczalnikowych stwierdziłam, że elementem niezbędnym do oceny rzeczywistej preferencji solwatacji cząsteczek barwnika jest znajomość cech pasma absorpcyjnego stosowanego wskaźnika solwatochromowego. Po raz pierwszy wprowadziłam tzw. *zredukowany parametr kształtu pasma*  $\chi^r$ , stosowany w przypadku bardzo słabo rozpuszczalnych barwników. Udowodniłam, również wpływ parametru oddziaływań niespecyficznych  $\beta$ , na ocenę rzeczywistej preferencji solwatowania oraz na wyznaczone wartości stałych równowag solwatacyjnych.
4. Zmodyfikowałam metodę stosowaną do ilościowej analizy jonowych środków powierzchniowo czynnych zastępując mieszaninę używanych jako wskaźnik mieszaną barwników o udowodnionych właściwościach mutagennych i karcenogennych, bromopochodną nadchloranu 7H-indolo[1,2-a]chinoliniowego. Udowodniłam również, że zastąpienie silnie toksycznego chloroformu przez dichlorometan nie wpływa na wyniki oznaczeń. Określiłam ponadto zakres pH stosowalności metody oraz przedstawiłam jej modyfikację dla wskaźników, których kwasowości ( $pK_a$ ) nie mieszczą się w tym zakresie. Dowiodłam, że opisana metoda

- i jej modyfikacje mogą zostać z powodzeniem wykorzystane do szybkiej i łatwej w stosowaniu analizy w laboratoriach kontroli jakości oraz śródprodukcyjnych laboratoriach technologicznych.
5. Zaproponowałam sposób określania stężenia kationowych środków powierzchniowo czynnych metodą spektrofotometryczną, umożliwiającą zredukowanie błędów oznaczeń związanych m.in. z wahaniami temperatury czy sposobem dozowaniem wskaźnika do próby badanej, zaletą której jest łatwość wykonania oznaczenia, szeroki zakres liniowości mierzonych zmian, duża czułość i nisko położona granica wykrywalności. Może być ona z powodzeniem stosowana do określania stężeń kationowych środków powierzchniowo czynnych zarówno w laboratoriach technologicznych jak i analitycznych.
  6. Zaproponowałam nową i szybką metodę oznaczania wody w rozpuszczalnikach organicznych przy użyciu barwników solwatochromowych stosowanych jako sensory, szczególnie przydatną podczas prowadzenia syntez organicznych, w przypadku których substraty lub produkty reakcji są wrażliwe na obecność wody, ulegając np. hydrolizie lub innym niepożądanym reakcjom.
  7. Wiążąc właściwości solwatacyjne i fizykochemiczne cieczy jonowych, zbudowanych z anionu  $\text{NTf}_2^-$  i różnych kationów, w sposób kompleksowy opisałam je za pomocą parametrów Kamleta-Tafta  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\pi^*$  oraz  $E_T(30)$  i  $E_T^N$ . Na podstawie analizy korelacyjnej przedstawiłam zależność właściwości protonodonorowych oraz lepkości cieczy, określając ich wpływ na stałą szybkości reakcji. Wykazałam również wpływ polaryzowalności na zmiany stereoselektywności *endo:egzo* badanej reakcji Dielsa i Adlera pomiędzy cyklopentadienem i maleinianem dimetylu.
  8. Wykazałam, że wybrane przeze mnie barwniki solwatochromowe mogą być z powodzeniem stosowane do wyznaczania współczynników dyfuzji. Udowodniłam jednocześnie, że użycie barwników w charakterze dyfundującej sondy solwatochromowej daje wskazówki co do obszarów wnętrza polimeru, których dyfuzja dotyczy, wiążąc je z jego budową chemiczną, co jest bardzo istotne z punktu widzenia właściwości użytkowych polimerów.

### **Bibliografia**

- [1] A. Hantzsch, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.*, 1922, **55**, 953
- [2] H.-H. Perkampus, *Encyclopedia of Spectroscopy*, VCH, Weinheim 1995
- [3] A.M. Braun, M.-T. Maurette i E. Oliveros, *Technologie fotochimique*, Presses Polytechniques Romandes, Lausanne 1986
- [4] J. Griffiths, *Colour and Constitution of Organic Molecules*, Academic Press, London – New York – San Francisco 1976

- [5] Ch. Reichardt, *Solvents and Solvent Effects in Organic Chemistry*, VCH, Weinheim 1990
- [6] S. Dähne, *Z. Chem.*, 1965, **5**, 441
- [7] S. Dähne i D. Leupold, *Ber. Bunsenges. Phys. Chem.*, 1966, **70**, 618
- [8] S. Dähne i F. Moldenhauer, *Prog. Phys. Org. Chem.*, 1985, **15**, 1
- [9] J. Fabian i H. Hartman, *J. Mol. Structure*, 1975, **27**, 67
- [10] S. Dähne, D. Leupold, H.-E. Nikolajewski i R. Radeglia, *Z. Naturforsch.*, 1965, **20b**, 1006
- [11] R. Radeglia i S. Dähne, *J. Mol. Structure*, 1970, **5**, 399
- [12] K. Dimroth, Ch. Reichardt, T. Siepman i F. Bohlmann, *Liebigs Ann. Chem.*, 1963, **661**, 1
- [13] L.G.S. Brooker, G.H. Keyes i D.W. Heseltine, *J. Am. Chem. Soc.*, 1951, **73**, 5350
- [14] E.K. Wróblewska, J.A. Soroka i K.B. Soroka, *Wiad. Chem.*, 2002, **56**, 1-2, 113
- [15] J.A. Soroka, K.B. Soroka, *J. Phys. Org. Chem.*, 1991, **4**, 592
- [16] L.G.S. Brooker, A.C. Craig, D.W. Heseltine, P.W. Jenkins i L.L. Lincoln, *J. Am. Chem. Soc.*, 1965, **87**, 2443
- [17] H. Langhals, *Nouv. J. Chim.*, 1981, **5**, 97
- [18] M.J. Kamlet, J.-L. Abboud i R.W. Taft, *J. Am. Chem. Soc.*, 1977, **99**, 6027
- [19] J.D. Dawber, J. Ward i R.A. Williams, *J. Chem. Soc., Faraday Trans. 1*, 1988, **84**, 713
- [20] K.B. Soroka i J.A. Soroka, *J. Phys. Org. Chem.*, 1997, **10**, 647
- [21] Y. Marcus, *Pharm. Anal. Acta*, 2017, **8**, 1
- [22] H. Salari, S. Ahmadvand, A.R. Harifi-Mood, M. Padervand, M.R. Gholami, *J. Solution Chem.*, 2013, **42**, 1757
- [23] M.J. Sawicka, J.A. Soroka, *Cent. Eur. J. Chem.*, 2013, **11**, 1239
- [24] M. Gąsiorowska, J. Typek, J.A. Soroka, M.J. Sawicka, E.K. Wróblewska, N. Guskos, G. Żołnierkiewicz, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 2014, **124**, 300

## 5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych

Po ukończeniu w 1991 roku VII Liceum Ogólnokształcącego w Szczecinie podjęłam naukę w Medycznym Studium Zawodowym nr 1 w Szczecinie na Wydziale Analityki Medycznej. W roku 1993, po zdanych egzaminie teoretycznym i praktycznym, uzyskałam *Dyplom technika analityki medycznej*. W październiku 1993 roku rozpoczęłam studia na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej ówczesnej Politechniki Szczecińskiej, na kierunku Ochrona środowiska, uzyskując w postępowaniu rekrutacyjnym najwyższą liczbę punktów wśród kandydatów.

W trakcie studiów byłam zaangażowana w pracę naukową na rzecz Wydziału – pełniłam funkcję przewodniczącej Komitetu redakcyjnego oraz współautora skryptu wydziałowego opracowanego przez zespół studentów pod kierunkiem ówczesnej dr hab. inż. dziś profesor Joanny Kośmider pt. *Podstawy ekologii* (ISBN 83-86359-70-6, 1994, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Szczecińskiej). Brałam również aktywny udział w pracach *Studenckiego Koła Zapachowej Jakości Powietrza*, uczestnicząc m.in. w badaniach olfaktometrycznych na terenie Z.Ch Police, dofinansowywanych przez WFOŚiGW. W okresie 1.05.1997–31.08.1997 w ramach stypendium finansowanego ze środków *TEMPUS S-JEP 07206-94* przebywałam w *Catholic University of Louvain, Faculty of Engineering* (Belgia). Pracując w zespole, którym kierował prof. J. Hermia, pod opieką dr S. Vigneron w *CERTECH – Laboratory of gaseous waste treatment*, zajmowałam się między innymi badaniami olfaktometrycznymi z wykorzystaniem elektronicznego nosa. W trakcie stypendium uczestniczyłam również w kongresie

EURODEUR'97 Congress: *Masking and deodorization – physiology and perception* (Paryż, 25-26 czerwca 1997).

Pracę dyplomową magisterską nt. *Próby wykorzystania merocyjaninowych wskaźników solwatochromowych do oceny składu binarnych układów rozpuszczalnikowych* wykonywałam pod opieką naukową dr hab. inż. Jacka A. Soroki w Zakładzie Analizy Instrumentalnej. Dnia 12 czerwca 1998 roku zdałam egzamin dyplomowy uzyskując tytuł magistra inżyniera, natomiast średnia ocen uzyskana w toku 5-letnich studiów pozwoliła mi na znalezienie się w gronie najlepszych absolwentów kierunku Ochrona środowiska. W październiku 1998 roku podjęłam naukę na Studium Doktoranckim prowadzonym na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Szczecińskiej, na kierunku Technologia chemiczna. Pracę doktorską pt: *Synteza, badania fizykochemiczne i aplikacyjne wybranych barwników solwatochromowych pochodnych kationu 7H-indolo[1,2-a]chinoliniowego i jego prekursorów* obroniłam w dniu 16 grudnia 2002 roku. Promotorem pracy był dr hab. inż. Jacek A. Soroka, prof. nadzw. PS.

W lutym 2003 roku zostałam zatrudniona w wymiarze ½ etatu na stanowisku asystenta w Zakładzie Analizy Instrumentalnej Instytutu Chemii i Podstaw Ochrony Środowiska, na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Szczecińskiej natomiast w okresie grudzień 2003 – wrzesień 2004 już w pełnym wymiarze etatu. We wrześniu 2003 roku ukończyłam 7-miesięczny Kurs Doskonalenia Pedagogicznego dla nauczycieli Akademickich w Instytucie Ekonomii i Zarządzania Politechniki Szczecińskiej. Od października 2004 roku jestem zatrudniona na stanowisku adiunkta – obecnie w Zakładzie Chemii Fizycznej (Katedra Chemii Organicznej i Chemii Fizycznej, WTiCh, ZUT w Szczecinie). W 2011 roku ukończyłam 3-semestralne *Studia Podyplomowe z Przygotowania Pedagogicznego* w Wyższej Szkole Humanistycznej Towarzystwa Wiedzy Powszechnej w Szczecinie uzyskując pełne uprawnienia pedagogiczne, a w roku 2015 – 2-semestralne *Studia Podyplomowe* na kierunku *Organizacja i zarządzanie w oświacie* w szczecińskim Collegium Balticum. Podnosząc swoje kompetencje dydaktyczne brałam również udział w kursie certyfikującym Szkoły Tutorów Collegium Wratislaviense (2016) oraz w szkoleniu *Innowacyjny sposób myślenia o dydaktyce szkoły wyższej – konstruktywizm* (2018) prowadzonym przez Studium Nauk Humanistycznych i Pedagogicznych ZUT w Szczecinie.

Badania zapoczątkowane w trakcie wykonywania pracy doktorskiej, dotyczące syntezy, właściwości fizykochemicznych pochodnych 7H-indolo[1,2-a]chinoliniowych i pionierskie, wstępne badania nad ich wykorzystaniem w badaniach struktury tworzyw sztucznych (zapoczątkowujące ten trend badawczy) wyznaczyły kierunek mojej dalszej pracy naukowej. Tematyka ta, mimo że wyrosła z tematyki pracy doktorskiej, będąc z nią pośrednio związana,

dotyczy jednak nowych aspektów zastosowań różnych grup związków wykazujących właściwości solwatochromowe, nie tylko pochodnych 7H-indolo[1,2-a]chinoliniowych. W pracy skupiłam się, poza zagadnieniami ściśle związanymi z tematyką habilitacyjną, między innymi nad rozwijaniem takich metod analitycznych, ze szczególnym uwzględnieniem metod spektralnych, a także elektrochemicznych i matematycznych, które mogą znaleźć zastosowanie w laboratoriach przemysłowych w różnych jego gałęziach (**Zał. 3, pkt III.B.2,3**). Uczestnicząc w pracach zespołu Zakładu Analizy Instrumentalnej, kierowanego przez dr hab. inż. Jacka A. Sorokę, prof. nadzw. ZUT, brałam m.in. udział w pracach nad syntezą (**Zał. 3, pkt III.B.7,8**) oraz badaniami UV-VIS nowych silnie solwatochromowych merocyjanin 5-(hydroksynaftylo)-7H-indolo[1,2-a]chinoliniowych (**Zał. 3, pkt II.A.1**). Opracowałam również nową elektrochemiczną metodę wyznaczania śladowych ilości wody w metanolu na podstawie pomiaru przewodnictwa elektrycznego roztworów wybranych elektrolitów, w tym chlorków sodu, potasu, rubidu czy cezu (**Zał. 3, pkt II.A.2**). Brałam udział w badaniach dotyczących analizy ilościowej wieloskładnikowych układów rozpuszczalnikowych metodą krzywych wzorcowych i powierzchni kalibracyjnych (**Zał. 3, pkt III.B.1,6,16**), oceny właściwości spektroskopowych i magnetycznych solwatochromowych kompleksów miedzi i pochodnych 3H-indoliowych (**Zał. 3, pkt II.A.4**), czy też określania właściwości kompleksujących pochodnych 7H-indolo[1,2-a]chinoliniowych, zawierających w części donorowej układ 8-oksychinoliny (**Zał. 3, pkt III.B.13**). Uczestniczyłam również w badaniach nad zjawiskiem odwracalnego zaniku barwy niektórych pochodnych 7H-indolo[1,2-a]chinoliniowych – efektu tworzenia adduktów między barwnikiem a rozpuszczalnikiem w środowisku alkalicznym oraz ich nietypowej solwatochromii w rozpuszczalnikach protycznych (**Zał. 3, pkt III.B.10, pkt III.B.12**). Zajmowałam się ponadto oceną precyzji dozowania pipet tłokowych metodą grawimetryczną, szacując ich dokładność w odniesieniu do wody i rozpuszczalników organicznych, z wykorzystaniem prostej i rewersyjnej techniki pipetowania (**Zał. 3, pkt III.B.17**). Inicjowałam również, m.in. w ramach prowadzonych przeze mnie prac dyplomowych, badania nad wpływem różnego rodzaju czynników na szybkość dyfuzji w tworzywach sztucznych, uwzględniając między innymi rodzaj stosowanego rozpuszczalnika, rozmiar cząsteczki sondy solwatochromowej, sposób wprowadzania koncentratu barwnika oraz wpływ jego stężenia jako siły napędowej dyfuzji (**Zał. 3, pkt II.E.2, pkt III.J.1**). Wyniki tych prac opublikowane zostały w czasopiśmie z listy JCR lub zaprezentowane na konferencjach naukowych.

W ciągu ostatnich trzech lat rozszerzyłam swoje badania nad dyfuzją o polimery biodegradowalne. Skupiłam się między innymi nad optyczną oceną dyfuzji w polilaktydzie (PLA), wykorzystując jako wskaźniki pochodne dioksaboraarenów, wykazujące w rozpuszczalnikach niepolarnych i średniopolarnych wyraźną solwatochromię (**Zał. 3, pkt**

**II.E.3).** W trakcie prowadzonych badań ciekawym zagadnieniem okazała się degradacja PLA, którą analizowałam m.in. w acetonie, octanie etylu, DMSO i 1,2-dichlorobenzenu w temperaturach poniżej oraz powyżej temperatury zeszklenia tworzywa (**Zał. 3, pkt II.E.4**). Badanie te są ściśle związane z grawimetryczną oceną sorpcji rozpuszczalników organicznych w tym tworzywie (**Zał. 3, pkt III.B.18**). Istotnym zagadnieniem są również prowadzone przeze mnie w jedno- oraz dwuskładnikowych układach rozpuszczalnikowych badania, z wykorzystaniem sond solwatochromowych, nad wpływem temperatury na polarność oraz równowagi solwatacyjne (**Zał. 3, pkt II.L.2, pkt III.B.19**).

Pomimo interesujących rezultatów prowadzonych badań, przygotowane przeze mnie lub wraz z zespołem Zakładu Analizy Instrumentalnej, wnioski w konkursach ówczesnego Komitetu Badań Naukowych (m.in. *Badania struktury polimerów metodą analizy dyfuzji wybranych barwników; Barwniki solwatochromowe w badaniach struktury tworzyw sztucznych*) oraz Narodowego Centrum Nauki (m.in. *Badanie właściwości fizykochemicznych solwatochromowych pochodnych 7H-indolo[1,2-a]chinoliniowych oraz ich użyteczności w analityce i nowoczesnych technologiach; Badania nad syntezą oraz właściwościami fizykochemicznymi pochodnych 7H-indolo[1,2-a]chinoliniowych – użytecznych sond supramolekularnych*), przy rozbieżnych ocenach Recenzentów, nie uzyskały finansowania.

### ***Współpraca z przemysłem***

W ramach projektu *Czas na staż II – dyfuzja wiedzy pomiędzy uczelnią a biznesem*, odbyłam w 2012 roku, 3-miesięczny staż naukowo-przemysłowy w firmie GLOBAL CONCEPTS 2000 POLSKA Sp. z o.o., należącej do angielskiej grupy ENVIRONMENTAL SPECIALITY CHEMICALS Ltd, która na rynku polskim specjalizuje się w nowoczesnych metodach uzdatniania wody przemysłowej w oparciu o najnowsze urządzenia, technologie oraz środki chemiczne. Udział w stażu był doskonałą okazją aby w sposób praktyczny skonfrontować posiadaną przeze mnie wiedzę naukową z lokalną przedsiębiorczością, tym bardziej, że zakres działalności firmy był zbliżony z moimi zainteresowaniami naukowymi. Na zaproszenie firmy przygotowałam opinię o innowacyjności dotyczącą *Wprowadzenia nowej generacji produktów z serii ESC 458 do konserwacji układów wody chłodzącej i kotłowej przez przedsiębiorstwo ESC GLOBAL Sp. z o.o.* (**Zał. 3 pkt II.F, III.L**).

Efekt mojej współpracy naukowo-przemysłowej to m.in. opracowanie metody oznaczania oraz określenie zawartości produktu IXONOL 5 w płynnych nawozach azotowych, analiza chemiczna ciekłych nawozów azotowych (*POLCARGO – Rzeczoznawstwo i kontrola towarów w obrocie międzynarodowym*), określenie zawartości rozpuszczalnego chromu(VI)

w wyrobach zawierających cement (*P.P.H.U. INTER GRĄD*), określenie rozpuszczalności tiosiarczanu(VI) potasu w płynnym nawozie azotowym, przedstawienie metody ilościowego oznaczania potasu (jako  $K_2O$ ) rozpuszczonego w roztworze saletrzano-mocznikowym (*KEYTRADE POLSKA Sp z o.o.*) czy też analiza chemiczna ognioochronnych płynów do impregnacji drewna i papieru oraz ich komponentów (*Andrea Team Sp. z o.o.*) (**Zał. 3 pkt III.M**).

### **Udział w grantach i projektach badawczych**

W 2017 roku w ramach współpracy z zespołem prof. dr. hab. inż. Z. Rosłańca z Wydziału Inżynierii Materiałowej i Mechatroniki ZUT w Szczecinie brałam udział w grantie *Opracowanie technologii odzysku i ponownego przetworzenia recyklatu na bazie użytkowej folii PET-G zanieczyszczonej nadrukiem barwnym* (Programu Gekon – Generator Koncepcji Ekologicznych), w którym liderem konsorcjum była firma Nicrometal S.A. a współwykonawcami Politechnika Warszawska, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie oraz Centrum Badań i Rozwoju Technologii dla Przemysłu S.A.). Badania wykonywałam w ramach zadania 3 – *Opracowanie metody mechanicznego oczyszczenia folii odpadowej z wykorzystaniem procesu ekstrakcji*. Mój udział w pracy polegał na opracowaniu spektralnej metody kontroli procesu ekstrakcji (**Zał. 3, pkt II.J**).

Współpracowałam ponadto z zespołem prof. dr hab. inż. M. Żenkiewicza z Katedry Inżynierii Materiałowej Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, wykonując badania właściwości powierzchniowych próbek tworzyw klasycznych i biodegradowalnych metodą solwatochromii, związane z problematyką tryboelektryzacji i rozdzielania elektrostatycznego tworzyw polimerowych, na potrzeby Instytutu Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników w Toruniu (**Zał. 3 pkt II.F**). Efektem tego okresu badań były niepublikowane raporty i sprawozdania z prac badawczych.

Moje doświadczenie naukowe znalazło uznanie również w międzynarodowym środowisku naukowym, o czym świadczą zaproszenia do wykonania recenzji publikacji naukowych w takich czasopismach jak: *Polish Journal of Chemical Technology, Open Chemistry*. Recenzowałam również Materiały Szczecińskiego Sympozjum Młodych Chemików *Postępy w technologii i inżynierii chemicznej* a także Materiały Konferencji Młodych Naukowców *Dokonania Naukowe Doktorantów* (**Zał. 3, pkt III.P**).

### **Zestawienie sumaryczne dorobku naukowego**

*Zestawienie osiągnięć naukowych z podziałem na: oryginalne prace twórcze, artykuły przeglądowe, popularno-naukowe, monografie, prace, komunikaty konferencyjne i patenty*

Rodzaj osiągnięcia	Liczba	IF <sup>a)</sup>	IF <sup>b)</sup>	Suma punktów
--------------------	--------	------------------	------------------	--------------

---



	publikacji			MNiSW <sup>c)</sup>
<b>Oryginalne prace twórcze</b>				
opublikowane w czasopismach z bazy JCR	16	16,197	17.187	290
opublikowane w czasopismach spoza bazy JCR	1	-	-	7
<b>Monografie i rozdziały w monografiach</b>	5			5
<b>Ogółem oryginalne prace twórcze</b>	<b>22</b>	<b>16,197</b>	<b>17.187</b>	<b>302</b>
<b>Prace i doniesienia konferencyjne</b>				
Konferencje międzynarodowe				
- materiały pełnotekstowe				
- streszczenia, postery	3			
Konferencje krajowe				
- materiały pełnotekstowe				
- streszczenia, postery	20			
<b>Ogółem publikacje naukowe</b>	<b>23</b>	<b>16,197</b>	<b>17.187</b>	<b>302</b>
<b>Patenty</b>				
- przyznane	2			60
- zgłoszenia				
<b>Ogółem dorobek naukowy</b>	<b>47</b>	<b>16,197</b>	<b>17.187</b>	<b>362</b>

- a) Sumaryczny *Impact Factor* (IF) wg bazy *Journal Citation Reports* (JCR) zgodny z rokiem ukazania się pracy  
 b) 5-letni *Impact Factor* (IF) wg bazy *Journal Citation Reports* (JCR) zgodny z rokiem, w którym przygotowano zestawienie  
 c) Liczba punktów wg wykazu czasopism naukowych MNiSW z dnia 9 grudnia 2016r.

*Zestawienie liczbowe czasopism, w których opublikowano prace naukowe*

Nazwa czasopisma	Liczba artykułów	IF <sup>a)</sup>	IF <sup>b)</sup>	Suma punktów MNiSW <sup>c)</sup>	Liczba cytowań (06.08.2018r.) Web of Science
<i>Chemia Analityczna (Warszawa)</i>	1	0,622	0.608*	15*	1
<i>Journal of Physical Organic Chemistry</i>	1	1,520	1,312	20	10
<i>Polish Journal of Chemistry</i>	2	1,014	0.760*	30*	8
<i>Tenside Surfactants Detergents</i>	4	2,962	3,276	60	16
<i>Chemical Papers</i>	1	0,963	1,198	20	Praca z 2018r.
<i>Przemysł Chemiczny</i>	2	0,752	0,770	30	1
<i>Polimery</i>	2	1,693	1,556	30	15
<i>Talanta</i>	1	3,290	3,937	40	4
<i>Journal of Solution Chemistry</i>	1	1,128	1,199	15	4
<i>Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy</i>	1	2,353	2,571	30	1
<i>Wiadomości Chemiczne</i>	1	-	-	7	Brak danych
<b>Razem</b>	<b>17</b>	<b>16,197</b>	<b>17.187</b>	<b>297</b>	<b>61</b>

- a) *Impact Factor* (IF) wg bazy *Journal Citation Reports* (JCR) zgodny z rokiem ukazania się pracy  
 b) 5-letni *Impact Factor* (IF) wg bazy *Journal Citation Reports* (JCR) zgodny z rokiem, w którym przygotowano zestawienie  
 c) Liczba punktów wg wykazu czasopism naukowych MNiSW z dnia 9 grudnia 2016r.  
 \* wartość na rok 2011 (ostatni rok parametryzacji czasopisma pod tą nazwą)

*Zestawienie dorobku naukowego z podziałem na: oryginalne prace twórcze, artykuły przeglądowe, popularno-naukowe, monografie i rozdziały w monografiach prace i komunikaty konferencyjne opublikowane przed i po uzyskaniu stopnia doktora*

Rodzaj osiągnięcia	Przed doktoratem	Po doktoracie	Razem
<b>Oryginalne prace twórcze</b>			

opublikowane w czasopismach z bazy JCR	1	15	16
opublikowane w czasopismach spoza bazy JCR	1		1
<b>Monografie i rozdziały w monografiach</b>		5	5
<b>Ogółem oryginalne prace twórcze</b>	<b>2</b>	<b>20</b>	<b>22</b>
<b>Prace i doniesienia konferencyjne</b>			
Konferencje międzynarodowe			
- materiały pełnotekstowe			
- streszczenia, postery		3	3
Konferencje krajowe			
- materiały pełnotekstowe			
- streszczenia, postery	3	17	20
<b>Ogółem publikacje naukowe</b>	<b>3</b>	<b>20</b>	<b>23</b>
<b>Patenty</b>			
- przyznane		2	2
- zgłoszenia			
<b>Ogółem dorobek naukowy</b>	<b>5</b>	<b>42</b>	<b>47</b>

Mój dorobek obejmuje 47 publikacji, w tym 16 publikacji w czasopismach znajdujących się aktualnie na liście filadelfijskiej i 1 publikację w innym recenzowanym czasopiśmie oraz 23 doniesienia prezentowane na konferencjach krajowych, również o zasięgu międzynarodowym. Jestem współautorem 2 patentów. Zgodnie z obowiązującym Rozporządzeniem MNiSW, całkowita liczba punktów wynosi 362. Całkowita liczba cytowań według bazy Web of Science (06.08.2018 r.) wynosi 61, a Indeks Hirscha moich prac jest równy 5.

### ***Plany naukowo – badawcze***

Moje plany naukowe związane są z kontynuacją badań aplikacyjnych dotyczących wykorzystania barwników solwatochromowych. Planuję rozszerzyć badania nad sorpcją rozpuszczalników w tworzywach sztucznych m.in. o pomiary termogravimetryczne oraz kalorymetryczne łącząc je z analizą dyfuzji różnych sond solwatochromowych. Zamierzam również rozwinąć badania dotyczące wpływu temperatury na parametry polarności aprotonowych i protonowych chiralnych cieczy jonowych.

### ***Dydaktyka i popularyzacja nauki***

Istotną część mojej pracy zawodowej stanowi dydaktyka. Jako nauczyciel akademicki prowadziłam lub nadal prowadzę zajęcia dydaktyczne na zdecydowanej większości kierunków prowadzonych na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej: *Chemii, Inżynierii chemicznej i procesowej, Ochronie środowiska, Technologii chemicznej, Towaroznawstwie* oraz na *Studiach*

*Podyplomowych z Chemii dla Nauczycieli (Załącznik 3, pkt III.I)*. Do prowadzonych w formie wykładów, ćwiczeń audytoryjnych oraz laboratoryjnych zajęć opracowałam niezbędne materiały dydaktyczne a także przygotowałam instrukcje oraz stanowiska laboratoryjne. Opracowywałam ponadto treści programowe w systemie KRK do prowadzonych lub współprowadzonych przeze mnie przedmiotów, w tym do przedmiotów prowadzonych w języku angielskim. Efektem mojego zaangażowania w pracę dydaktyczną są bardzo wysokie oceny jakie otrzymuję w ankietach przeprowadzonych wśród studentów.

Od roku akademickiego 2013/2014 prowadzę w języku angielskim (w ramach programu ERASMUS) wykłady, ćwiczenia audytoryjne i laboratoryjne z przedmiotów: *Biochemistry, Instrumental analysis, Methods of organic compounds identification* oraz *Spectroscopic methods*. Jestem również zaangażowana w opiekę nad stażystami programu IAESTE – Wu Qiang (współopiekun), Agustina Milesi i Meng Lv (*Załącznik 3, pkt III.J*). W latach 1999-2004 byłam również współodpowiedzialna za opiekę wakacyjną nad stażystami m.in. z Austrii, Norwegii, Węgier, Hiszpanii, Chorwacji, Serbii i Czarnogóry, Turcji i Tajlandii.

W trakcie zatrudnienia byłam opiekunem 3 prac dyplomowych magisterskich oraz promotorem 20 prac dyplomowych – inżynierskich (7) i magisterskich (13). Przygotowałam recenzję 7 prac dyplomowych oraz 12-krotnie przewodniczyłam w egzaminach dyplomowych (*Załącznik 3, pkt III.I*).

Moja działalność dydaktyczna związana z popularyzacją nauki to m.in. udział w Radzie Programowej projektu promocyjnego DUTEK – *Dziecięcy Uniwersytet Technologiczny*, prowadzenie zajęć warsztatowych w ramach Nocy Naukowców, organizacja Dni Otwartych na WTiCh, a także przygotowanie i prowadzenie zajęć laboratoryjnych dla młodzieży ze Szczecina i okolic. Pracując *metodą tutoring*, objęłam opieką wybitnych uczniów ze szczecińskich liceów, przygotowując ich m.in. do olimpiady chemicznej oraz konkursów chemicznych. Byłam również zaangażowana w organizację I Powiatowego Konkursu Chemicznego w Wałczu oraz pełniłam rolę opiekuna naukowego uczniów biorących udział w Ogólnopolskim Forum Młodych Chemików (*Załącznik 3, pkt III.B, III.I, III.Q*).

Byłam kierownikiem oraz wykonawcą w projektach realizowanych w ramach Programu Ramowego Horyzont 2020 oraz Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki współfinansowanych ze środków EFS, realizowanych m.in. przez Wyższą Szkołę Pedagogiczną TWP w Warszawie, Wojskową Akademię Techniczną im. J. Dąbrowskiego w Warszawie, Federacją Stowarzyszeń Naukowo Technicznych NOT Rady Regionu Zachodniopomorskiego w Szczecinie, które miały na

celu wzrost kompetencji zawodowych, podnoszenie kompetencji kluczowych uczniów oraz poziomu wiedzy w oparciu o autorskie programy kształcenia (**Zał. 3, pkt III.A**).

Pełniąc funkcję przewodniczącej Sekcji Dydaktycznej PTChem O/Szczecin oraz biorąc udział w pracach Komitetu Okręgowego Olimpiady Chemicznej w Szczecinie aktywnie uczestniczę, m.in. w konferencjach oraz Szkołach Problemów Dydaktyki Chemii organizowanych przez Sekcję Dydaktyczną PTChem i Zakład Dydaktyki Chemii UAM w Poznaniu.

W 2017 roku byłam zaangażowana w Projekt *Zachodniopomorski Technologiczny Uniwersytet Trzeciego Wieku* realizowany w ramach programu MNiSW, prowadząc cykl zajęć dotyczących zagadnień związanych z analizą jakościową aminokwasów i białek, wykrywania obecności wiązania peptydowego oraz wpływu różnego rodzaju czynników fizycznych i chemicznych na uszkodzenia struktury przestrzennej białek (**Zał. 3, pkt III.A**).

Za swoją działalność dydaktyczną w 2012 roku otrzymałam Medal Komisji Edukacji Narodowej Ministerstwa Edukacji Narodowej. W 2016 roku zostałam nagrodzona indywidualną nagrodą JM Rektora Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Na podnoszenie swoich kwalifikacji zawodowych i naukowych otrzymałam 4-krotnie stypendium z własnego funduszu stypendialnego JM Rektora oraz stypendium habilitacyjne (**Zał. 3, pkt II.K, III.D**).

### ***Działalność organizacyjna***

W ramach obowiązków służbowych aktywnie działam na rzecz Wydziału i Uczelni – reprezentowałam ją jako Elektor do Rady Głównej Szkolnictwa Wyższego, byłam członkiem Uczelnianej Komisji Wyborczej oraz Komitetu Organizacyjnego Jubileuszu 70-lecia tradycji akademickich. Dziekan WTiCh powołał mnie do pełnienia obowiązków Pełnomocnika ds. Organizacji Zachodniopomorskiego Festiwalu Nauki oraz ds. Promocji. W Radzie Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej jestem przedstawicielem adiunktów. Brałam również aktywny udział w pracach Wydziałowej Komisji Wyborczej. Uczestniczyłam w pracach Wydziałowej Komisji Programowej dla kierunku Ochrona środowiska, obecnie pełnię funkcję sekretarza Rady Programowej dla kierunku Chemia. W latach 2010–2016 kierowałam Laboratorium Badań Chemicznych i Środowiskowych. Od 2008 roku jestem kierownikiem Studiów Podyplomowych z Chemii dla nauczycieli (**Zał. 3, pkt III.Q**). Od 2016 roku uczestniczę w pracach komitetu organizacyjnego Szczecińskiego Sympozjum Młodych Chemików organizowanego przez szczeciński oddział PTChem i WTiCh (**Zał. 3, pkt III.C**). Pełniłam również funkcję przewodniczącej Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej oraz Wydziałowej Komisji Egzaminu dyplomowego na Studiach Podyplomowych z Chemii dla nauczycieli (**Zał. 3, pkt III.N**).

**Prywatnie**

W życiu osobistym od 24 lat jestem zamężna, mam dwóch synów: 22-letniego oraz 11-letniego. Znajduję również czas na realizację swoich pasji pozazawodowych.

Elwira Katarzyna Wróblewska