

AUTOREFERAT

1. Imię i nazwisko

Rafał J. Wróbel

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/artystyczne - z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytuł rozprawy doktorskiej

✓ **dr inż.**

Politechnika Szczecińska, 2004 r.

Technologia Chemiczna, Technologia Chemiczna Nieorganiczna

Temat pracy: *"Badanie procesu azotowania nanokrystalicznego żelaza"*

✓ **mgr inż.**

Politechnika Szczecińska, 1999 r.

Technologia Chemiczna, Technologia Chemiczna Nieorganiczna

Temat pracy: *"Rentgenograficzne badanie azotków żelaza"*

✓ Dyplom ukończenia podyplomowego Studium Menedżerskiego

Politechnika Szczecińska, 2002 r.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/artystycznych.

Adiunkt – 2005 r. do chwili obecnej

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Instytut Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Inżynierii Środowiska

ul. Pułaskiego 10, Szczecin

Asystent - 2004-2005 r.

Politechnika Szczecińska, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Instytut Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Inżynierii Środowiska
ul. Pułaskiego 10, Szczecin

Pełnienie obowiązków asystenta stażysty - 1997-1999 r.

Politechnika Szczecińska, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Instytut Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Inżynierii Środowiska
ul. Pułaskiego 10, Szczecin

4. Wskazanie osiągnięcia¹ wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 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/artystycznego

**Monografia pt. "Aktywność katalityczna układów M-tlenek ceru
(M = Pt, Pd, Cu)
w reakcji utleniania tlenku węgla"**

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

Rafał J. Wróbel, 2013, Wydawnictwo Uczelniane Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, ISBN 978-83-7663-149-3

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

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych w 2005 roku odbyłem zagraniczny staż naukowy w Otto von Guericke Universität w Magdeburgu. Badania naukowe prowadziłem w grupie prof. dr. hab. Helmuta Weiße w ramach projektu europejskiego z Piątego Programu Ramowego, *Surface active sites and emission control catalysis*, HPRN-CT-2002-00191 przez cztery lata. Projekt dotyczył zrozumienia zjawisk zachodzących

¹ w przypadku, gdy osiągnięciem tym jest praca/ prace wspólne, należy przedstawić oświadczenia wszystkich jej współautorów, określające indywidualny wkład każdego z nich w jej powstanie

w katalizatorach trójfunkcyjnych (TWC). Moja praca ograniczona była początkowo do wąskiego zakresu z tego tematu tj. epitaksjalnego wzrostu tlenku ceru na monokryształe miedzi Cu(111). W tym celu opracowałem metodologię wytwarzania filmów tlenku ceru metodą CVD w ultra wysokiej próżni w zakresie od ułamka do kilkunastu monowarstw. Kalibracja źródła emisji par wymagała znajomości spektroskopii elektronów Augera (AES), dyfrakcji powolnych elektronów (LEED) oraz skaningowej mikroskopii tunelowej (STM). Średni stopień utlenienia atomów ceru w filmie wymagał opanowania pomiaru metodą spektroskopii fotoelektronów wzbudzanych promieniowaniem rentgenowskim (XPS) oraz rozplatania widm Ce3d będących najbardziej złożonym przypadkiem w technice XPS. Rezultatem moich prac było otrzymanie filmów tlenków ceru, których wzrost zachodził epitaksjalnie, co zostało udowodnione na podstawie dodatkowych refleksów o heksagonalnej symetrii w obrazach LEED. Doświadczenie zdobyte z tlenkiem ceru i badaniami XPS pozwoliło na mój udział w powstaniu publikacji: *Y. Suchorski, J. Gottfriedsen, R. Wrobel, B. Strzelczyk, H. Weiss, Evaluation and X-ray induced modification of the cerium oxidation state in cerium calixarene complexes, Solid State Phenomena, 128 (2007) 115-120*; *Y. Suchorski, R. Wrobel, S. Becker, A. Opalinska, U. Narkiewicz, M. Podsiadly, H. Weiss, Surface Chemistry of Zirconia Nanopowders Doped with Pr₂O₃: an XPS Study, Acta Physica Polonica A, 114 (2008) 125-134*.

Po konsultacji z Prof. Weißem zakres moich prac został rozszerzony o badania właściwości redukcji tlenkiem węgla oraz utleniania otrzymanych filmów tlenku ceru na substratach Cu(111) oraz Pt(111). W trakcie badań zaobserwowałem, że filmy tlenku ceru o takiej samej grubości, w tych samych warunkach termodynamicznych ulegają na tych powierzchniach zjawisku redukcji w różnym stopniu. Na tej podstawie został opracowany mechanizm redukcji tlenku ceru poprzez spill over tlenku węgla z platyny na tlenek ceru. Rezultaty powyższych badań zostały opublikowane w czasopismach **Surface Science** oraz **Journal of Physical Chemistry C** (*R. Wrobel, Y. Suchorski, S. Becker, H. Weiss, Cerium oxide layers on the Cu(111) surface: Substrate-mediated redox properties, 602 (2008) 436-442*); *Y. Suchorski, R. Wrobel, S. Becker, H. Weiss, CO Oxidation on a CeOx/Pt(111) Inverse Model Catalyst Surface: Catalytic Promotion and Tuning of Kinetic Phase Diagrams, 112 (50) (2008) 20012-20017*). Następnie rozpocząłem badania reakcji utleniania tlenku węgla na powierzchni Pt(111) w warunkach wysokiej próżni. Stężenia substratów i produktów mierzyłem spektrometrem masowym (MS). Po wykonaniu testów wykazałem, że reakcja utleniania tlenku węgla zachodzi głównie na oczyszczonej powierzchni platyny, natomiast inne możliwe miejsca reakcji tj. boki oraz tył kryształu, gorące włókna spektrometru

masowego oraz próżniomierzy, w pomijalnym stopniu katalizują reakcję. Obserwacja ta stanowiła podstawę do pomiarów kinetyki reakcji utleniania tlenku węgla zachodzącej na powierzchniach platyny i palladu o różnym stopniu pokrycia tlenkiem ceru. Okazało się, że tlenek ceru promotuje reakcję utleniania tlenku węgla oraz podnosi odporność platyny na zatrucie tlenkiem węgla. Skutkuje to przesunięciem. Objawia się to w przesunięciu tzw. kinetycznego diagramu fazowego. Powyższe obserwacje zostały opublikowane w **Journal of Physical Chemistry C** (*Y. Suchorski, R. Wrobel, S. Becker, H. Weiss, CO Oxidation on a CeOx/Pt(111) Inverse Model Catalyst Surface: Catalytic Promotion and Tuning of Kinetic Phase Diagrams*, 112 (2008) 20012-20017).

Zakres moich prac rozszerzyłem o badania powierzchni palladu Pd(111). Podczas badania właściwości katalitycznych tej powierzchni napotkałem na problemy dotyczące powtarzalności wyników. Chcąc określić ich przyczyny szczegółowo przeanalizowałem wszystkie etapy procedury badawczej. Brak powtarzalności wyników. Zmienność wyników okazał się być związany z różną zawartością tlenu podpowierzchniowego w palladzie. Aby dojść do tej konkluzji opracowałem nowatorską metodę oznaczania jakościowego i ilościowego tlenu podpowierzchniowego na powierzchni Pd(111) przy pomocy elektronów Augera wzbudzanych promieniowaniem rentgenowskim. Doniesienia literaturowe wskazują, że w standardowym pomiarze AES wiązka pierwotna elektronów niszczy fazę tlenu podpowierzchniowego. Natomiast w pomiarach XPS słaby sygnał tlenu pokrywa się z silnym sygnałem palladu uniemożliwiając jego detekcję. Na tym etapie projektu opracowałem również szczegółową procedurę oczyszczania monokryształów Pd(111) oraz Pt(111) bez możliwości wytworzenia tlenu podpowierzchniowego. Dotychczasowa literatura nie zawierała takiej procedury, dlatego wyniki zostały opublikowane w czasopiśmie **Vacuum** (*R. J. Wrobel, S. Becker, Carbon and sulphur on Pd(111) and Pt(111): Experimental problems during cleaning of the substrates and impact of sulphur on the redox properties of CeOx in the CeOx/Pd(111) system*, 84 (2010) 1258-1265).

W powyższym artykule została także opisana metoda oznaczania stężenia węgla w kryształach platyny i palladu, którą opracowałem na podstawie doświadczenia nabytego podczas realizacji pracy doktorskiej dotyczącej układu żelazo - azot. Monitorowanie stężenia węgla w kryształach jest kluczowe podczas uzyskiwania ultraczystych powierzchni i wg mojej wiedzy nie zostało wcześniej opublikowane.

Doświadczenie nabyte podczas oczyszczania układów C/Pd(111) oraz C/Pt(111) pozwoliło wykazać, mechanizm spill over tlenu z wysepki tlenku ceru do powierzchni metalu. Powszechnie znany jest mechanizm utleniania tlenku węgla tlenem zaadsorbowanym

bezpośrednio na powierzchni platynowca. Natomiast nie wyjaśniono wcześniej możliwości występowania zjawiska spill over tlenu z powierzchni tlenku ceru do powierzchni platynowca. Zauważyłem, że układy C/Me(111) o stopniu pokrycia węglem wyższym niż monowarstwa są odporne na utlenianie tlenem w szerokim zakresie temperatur. Natomiast węgiel w układach o stopniach poniżej jednej monowarstwy łatwo ulega utlenieniu. Wytworzony układ C/Me(111) stabilny w danych warunkach termodynamicznych ulegał utlenieniu po naniesieniu na niego wysepek tlenku ceru. Dowodzi to jednoznacznie mechanizmu spill over tlenu z tlenku ceru do powierzchni platynowca co umożliwia utlenienie węgla. Lepsze zrozumienie tego zjawiska może się przyczynić do uzyskania aktywniejszych katalizatorów samochodowych, w których tlenek ceru jest nośnikiem platynowców.

Innym efektem powyższych badań było opracowanie metody miareczkowania powierzchni Pd(111) oraz Pt(111) niepokrytej tlenkiem ceru. W metodzie wykorzystałem fakt, że tlenek węgla w warunkach wysokiej próżni adsorbuje wyłącznie na metalu, natomiast nie adsorbuje na tlenkach, takich jak tlenek ceru. W dotychczasowych badaniach stopień pokrycia powierzchni tlenkiem ceru oznaczano za pomocą tłumienia sygnału w metodzie AES. Metoda miareczkowania tlenkiem węgla świetnie się sprawdza w pomiarach katalitycznych, ponieważ pozwala określić wartość powierzchni, na której zachodzi reakcja katalityczna. Natomiast inne metody, takie jak STM i AES odznaczają się poważnymi ograniczeniami. Porównanie metod, oraz opis ich ograniczeń zamieściłem w monografii.

Kolejnym efektem powyższych badań była analiza anomalii w krzywych histerezy utleniania tlenku węgla na powierzchni Pt(111) objawiająca się w postaci drobnego dodatkowego maksimum. Przegląd literatury wykazał, że zaobserwowany został nieznanym dotąd drugi obszar bistabilności związany z dodatkowym przejściem fazowym na powierzchni Pt(111). Wyniki tych prac zostały opublikowane w *Journal of Physical Chemistry C* (R. J. Wrobel, S. Becker, H. Weiss, *Second/Additional Bistability in a CO Oxidation Reaction on Pt(111): An Extension and Compilation*, 116(42) (2012) 22287–22292). Należy podkreślić, że reakcja utleniania tlenku węgla na czystej powierzchni Pt(111) została szczegółowo przebadana przez wielu badaczy, w tym przez noblistę Ertla, a jej mechanizm jest powszechnie uznawany za wyjaśniony. Dodatkowe przejście fazowe oznacza potrzebę zweryfikowania i uzupełnienia dotychczasowych modeli uznawanych za poprawne.

Po czteroletnim stażu naukowym kontynuowałem badania utleniania tlenku węgla w ramach projektu habilitacyjnego (*Badanie aktywności katalitycznej systemów platyna-tlenek ceru w reakcji utleniania tlenku węgla N N209 336737, MNiSW 2009-2011*) w kooperacji

z ośrodkiem w Niemczech. Mój powrót ze stażu zbiegł się z zakupem przez Instytut, w którym pracuję, nowoczesnego aparatu wysoko próżniowego do badań powierzchniowych firmy Prevac. Zdobyte przeze mnie doświadczenie na bliźniaczym niemieckim aparacie pozwala mi w pełni wykorzystać możliwości nowoczesnego sprzętu, który samodzielnie obsługuję. Tematykę swoich badań rozszerzyłem o katalizatory proszkowe, które w przypadku wysokiej aktywności mogą być bezpośrednio zastosowane komercyjnie. Zaprojektowałem i samodzielnie zbudowałem instalację do oznaczania aktywności katalitycznej w reaktorze przepływowym pod ciśnieniem normalnym. Napisałem oprogramowanie umożliwiające sterowanie i rejestrację temperatury oraz składu atmosfery gazowej, co umożliwia automatyzację badań. Wstępne wyniki eksperymentów opublikowałem w czasopiśmie *Annales UMCS, Chemistry* (R. J. Wróbel, S. Łagonda, U. Narkiewicz, R. Pelech, S. Becker, L. Szymaszkiewicz, *Synthesis and characterization of Pt/CeOx systems for catalytic CO oxidation reaction*, 66 (2011) 37-46).

Równolegle podjąłem próbę modelowania komputerowego reakcji utleniania tlenku węgla na powierzchni platynowców. Do modelowania wykorzystałem ideę automatów komórkowych, którą przystosowałem do celów symulacji. Wyniki modelowania pozwoliły wyjaśnić przyczynę zawężania się obszaru bistabilności w kinetycznym diagramie fazowym wraz z wydłużaniem czasu pomiaru. Opracowany model pozwala można rozbudować i dzięki temu badać wpływ wysepek tlenku ceru na powierzchni platynowców.

Z materiału zawartego w monografii w przygotowaniu są jeszcze trzy artykuły:

- R. J. Wrobel, S. Becker, K. Müller, H. Weiss, *Oxygen spillover from CeOx nanoislands inside CeOx/Pt(111) inverse model catalysts as a possible mechanism for the catalytic promotion in CO oxidation: an experimental evidence*
- R. J. Wrobel, S. Becker, H. Weiss, *The role of subsurface oxygen in the catalytic CO oxidation on Pd(111)*
- R. J. Wrobel, S. Becker, H. Weiss, *Cerium oxide nanolayers on Pd(111) affected by subsurface oxygen: Promotion vs. inhibition of the catalytic CO oxidation*

Wyniki zawarte w monografii były prezentowane w formie wystąpień ustnych oraz na sesjach posterowych na następujących konferencjach:

1. R. J. Wróbel, U. Narkiewicz, *Carbon monoxide oxidation over model catalytic systems CeO_x/M(111)* Ogólnopolskie Kolokwium Katalityczne, 14-16.03.2012 r., Kraków.
2. S. Becker, R. Wrobel, H. Weiß, *Catalytic CO Oxidation on oxide modified Pd(111): catalytic promotion vs. inhibition*, Bunsentagung 2011 (BJT2011), Berlin, 110th Annual German Conference on Physical Chemistry, 02-04.06.2011 r., Berlin.
3. S. Becker, K. Müller, R. Wrobel, H. Weiss, *Ceria promoted CO oxidation on Pt(111): Oxygen-spillover and active border concept*, DPG conference (Deutsche Physikalische Gesellschaft) in Dresden, 13-18.03.2011 r., Dresden.
4. R. J. Wróbel, *Badanie właściwości katalitycznych układów pallad-tlenek ceru w reakcji utleniania tlenku węgla*, VII Konferencja Technologie Bezodpadowe i Zagospodarowanie Odpadów w Przemysle i Rolnictwie, 15-18.06.2010 r., Międzyzdroje.
5. R. Wróbel, U. Narkiewicz, *Modelowe systemy katalityczne w reakcji utleniania tlenku węgla*, XLII Polish Annual Conference on Catalysis, Nowe procesy katalityczne, 15-17.03.2010 r., Kraków.
6. Y. Suchorski, R. Wrobel, S. Becker, H. Weiss, *Ceria promoted CO oxidation on Pt(111): kinetic phase diagrams*, 3rd International Workshop on Surface Physics Polanica-Zdroj; 10-15.09.2007; "Nanostructures on surfaces", University of Wroclaw, 2007, 72.
7. R. Wrobel, Y. Suchorski, S. Becker, B. Strzelczyk, H. Weiss, *CO oxidation on a CeO_x/Pt(111) inverse supported catalyst: promotional effects and reversible redox behaviour*, 3rd International Workshop on Surface Physics Polanica-Zdroj; 10-15.09.2007 r., "Nanostructures on surfaces", University of Wroclaw, 2007, 78.
8. R. Wrobel, Y. Suchorski, S. Becker, H. Weiss, *Oxidation of Ce overlayers on Cu(111): an XPS, LEED, AES and STM study*, 3rd International Workshop on Surface Physics Polanica-Zdroj; 10-15.09.2007 r., in: "Nanostructures on surfaces", University of Wroclaw, 2007, 78.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

W 1994 roku, po ukończeniu Technikum Mechanicznego w Szczecinie, rozpocząłem studia na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Szczecińskiej, na kierunku Technologia Chemiczna. Przez wszystkie lata studiów otrzymywałem stypendium naukowe. W 1996 roku otrzymałem wyróżnienie od Rektora Politechniki Szczecińskiej za najlepsze wyniki w nauce na Wydziale. Studia ukończyłem z najwyższą średnią ocen na Wydziale. Przez dwa ostatnie lata studiów pełniłem obowiązki asystenta stażysty, prowadząc zajęcia laboratoryjne ze studentami. W ostatnim roku studiów odbyłem półroczny kurs

z zakresu nowoczesnych technik badania ciała stałego (*surface science and nanotechnology*) w ramach projektu TEMPUS zakończony dwutygodniowym stażem w Technische Universität Berlin.

Pracę magisterską pt. "*Rentgenograficzne badanie azotków żelaza*" napisana pod kierunkiem Prof. dr. hab. inż. Waleriana Arabczyka obroniłem w 1999 roku z oceną bardzo dobrą. Badania do pracy wykonałem samodzielnie obsługując dyfraktometr rentgenowski HZG-4, na którym uruchomiłem komorę do badań azotowania *in situ* w temperaturze 700 K. Aby wyjaśnić wzrost średniej wielkości krystalitów zarówno substratu jak i produktu w czasie reakcji zaproponowałem model, w którym krystality ulegają przemianie fazowej w kolejności ich wielkości. Model ten stał się podstawą mojej pracy doktorskiej, jak również czterech innych przewodów doktorskich otwartych w zakładzie Profesora Arabczyka.

W czasie studium doktoranckiego odbyłem trzymiesięczny staż w Leibniz Institute for Solid State and Materials Research w Dreźnie. W czasie tego stażu poznałem techniki wysokopróżniowe, w szczególności spektroskopię elektronów Augera (AES) oraz spektrometrię mas (MS). Przedmiotem moich badań były nadprzewodniki wysokotemperaturowe $\text{YNi}_2\text{B}_2\text{C}$. W czasie stażu nabyłem umiejętności płynnego komunikowania się w języku angielskim.

Współpraca z ośrodkiem w Dreźnie zaowocowała w 2002 r. założeniem Polsko-Niemieckiego Laboratorium Badania Ciała Stałego, zlokalizowanego w Szczecinie. Ośrodek w Niemczech wyposażył laboratorium w skaningowy mikroskop elektronowy LEO 920. Przed transportem mikroskopu odbyłem tygodniowe szkolenie w zakresie jego obsługi w Dreźnie, następnie byłem odpowiedzialny za jego transport i obsługę aparatury w Szczecinie. W styczniu 2011 r. zostałem kierownikiem tego laboratorium.

Podczas studiów doktoranckich zajmowałem się rozwijaniem modelu zaproponowanego w czasie pracy magisterskiej. Moimi podstawowymi technikami badawczymi były termowaga oraz dyfraktometr rentgenowski X-Pert Pro Philips. Napisałem nowe oprogramowanie do termowagi, które dzięki analizie statystycznej wykonywanej w czasie pomiaru podniosło rozdzielczość aparatu o rząd wielkości. Dzięki temu byłem w stanie zaobserwować histerezę w stanach stacjonarnych w układzie $\text{Fe-NH}_3\text{-N}_2\text{-H}_2$.

Wykonałem modyfikację konstrukcji termowagi, co umożliwiło pomiar stężenia reagentów bezpośrednio przed i za koszyczkiem z próbką. Wcześniej możliwy był tylko pomiar stężenia na wlocie i wylocie gazów do reaktora termowagi. Dzięki temu wykazałem, że w obrębie koszyczka termowagi nie występuje gradient stężeń reagentów i może on być uważany za reaktor różniczkowy.

Stworzyłem również aparat matematyczny oraz oprogramowanie umożliwiające modelowanie procesu azotowania. W tym celu zmodyfikowałem równania opisujące proces segregacji Langmuira-McLeana, poszerzając zakres ich stosowalności o wyższe stężenia azotu w objętości matrycy żelaza (R. Wrobel, W. Arabczyk, *Solid-gas reaction with adsorption as the rate limiting step*, **Journal of Physical Chemistry A**, 110 (2006) 9219-9224; W. Arabczyk, R. Wrobel, *Study of the kinetics of nitriding of non-crystalline iron using TG and XRD methods*, **Solid State Phenomena**, 94 (2003) 185-188). Dopasowanie krzywych modelowych do eksperymentalnych umożliwia wyznaczenie entalpii segregacji azotu z żelaza oraz azotków żelaza w funkcji zawartości azotu.

Wykorzystując założenia modelu zaproponowałem metodę wydzielenia frakcji nanomateriału o określonej wielkości krystalitów. Utworzyłem również opis matematyczny dla tej metody, który jest niezbędny dla jej praktycznego wykorzystania (W. Arabczyk, Z. Lenzion-Bieluń, R. Wróbel, *Sposób otrzymywania nanomateriałów o określonych rozmiarach krystalitów*, **patent nr PL 206909/14.07.2003**).

Zaproponowałem również bazującą na modelu metodę z niezbędnym opisem matematycznym wyznaczenia rozkładu wielkości krystalitów nanomateriałów. Prace te były wykonywane w ramach grantu młodego naukowca 7T09B 068 21, którego byłem kierownikiem (W. Arabczyk, R. Wrobel, *Utilisation of XRD for the determination of the size distribution of nanocrystalline iron materials*, **Solid State Phenomena**, 94 (2003) 235-238)

Pracę doktorską obroniłem z wyróżnieniem i rok po obronie wyjechałem na czteroletni staż zagraniczny do Niemiec. Podczas stażu zajmowałem się tematyką utleniania tlenku węgla na katalizatorach platynowych oraz palladowych. Tematyka ta stała się treścią mojej monografii habilitacyjnej. W czasie stażu opanowałem języka niemiecki w mowie i piśmie, co umożliwiło mi prowadzenie zajęć ze studentami niemieckimi oraz prowadzenie dyskusji ze współpracownikami w języku niemieckim. Dobra znajomość niemieckiego potwierdza zdany w Magdeburgu egzamin na poziomie C1 z oceną dobrą.

Po powrocie ze stażu naukowego Dyrektor Instytutu ze względu na moje doświadczenie i znajomość zagadnień powierzył mi zorganizowanie przetargu na skaningowy mikroskop elektronowy oraz dyfraktometr rentgenowski. Przetargi opiewały na kwotę odpowiednio 2,5 oraz 1,6 mln PLN. Wnikliwa analiza, wieloletnie doświadczenie z obiema technikami pomiarowymi oraz negocjacje z przedstawicielami firm umożliwiły mi wybór optymalnej specyfikacji technicznej obu urządzeń dla potrzeb Instytutu, w którym pracuję. Obecnie jestem odpowiedzialny za opiekę techniczną i obsługę obu aparatów (SEM Hitachi

SU8020 z zimną emisją polową wyposażony w mikroanalizę pierwiastkową oraz dyfraktometr PANalytical Empyrean).

Moja biegła znajomość technik programowania umożliwiła stworzenie strony internetowej dla Instytutu oraz stron internetowych wraz z serwisem rejestracyjnym dla konferencji Nano2013 oraz IX Konferencji Technologie Bezodpadowe i Zagospodarowanie Odpadów w Przemysle i Rolnictwie (www.itn.zut.edu.pl; www.nano2013.zut.edu.pl; www.techbez.zut.edu.pl). Swoje umiejętności programisty programistyczne ciągle rozwijam, dzięki czemu prowadzę zajęcia na wysokim poziomie. Zapoznaję studentów z aktualnym stanem wiedzy (cpp, php, MySQL, html, python i inne). Dzięki temu, że jestem chemikiem potrafię nauczać zagadnień informatycznych zorientowanych na rozwiązywanie fizykochemicznych problemów. Oprócz zajęć z informatyki opracowałem i prowadziłem szereg ćwiczeń, w tym ćwiczenia laboratoryjne z wysoko próżniowych metod powierzchniowych (XPS, AES, UPS), skaningowej mikroskopii elektronowej oraz rentgenowskiej mikroanalizy pierwiastkowej (SEM, EDX), dyfrakcji rentgenowskiej (XRD), spektrometrii mass (MS) oraz termogravimetrii (TGA). Wszystkie te techniki wykorzystuję regularnie w swojej pracy badawczej, dlatego powierzono mi zadanie prowadzenia wykładów z przedmiotu „Fizykochemia Powierzchni” dla studentów. Zagadnienia tłumaczę w oparciu o przykłady z własnych badań.

Ciągle doskonalę swoje umiejętności i doszkalam się. Ukończyłem kursy internetowe prowadzone przez wykładowców z renomowanych uczelni w języku angielskim (m.in. Massachusetts Institute of Technology – *3.091x: Introduction to Solid State Chemistry*; Rice University - *Chemistry: Concept Development and Application*). Znajomość języka angielskiego pozwala mi na wygłaszanie referatów i prowadzenie zajęć w języku angielskim (Professor *Stefan Mróz Symposium 2008*; *XLIVOKK2012*; *Conan2011*; *Conan2010*; *Conan2009*).

W celu podnoszenia kwalifikacji brałem udział również w następujących kursach: Kurs doskonalenia pedagogicznego dla nauczycielki akademickich (półroczny); Szkolenie do 7 Europejskiego Programu Ramowego (5-dniowe); Obsługa Skaningowego Mikroskopu Elektronowego (7 i 3 dniowe); Szkolenia z zakresu dyfrakcji rentgenowskiej (3 dniowe). Analiza SAXS (jednodniowe); Analiza Rietvelda (trzydniowe). Spektrometria Mass (jednodniowe); Szkoła Menadżerów Politechniki Szczecińskiej (roczne).

Kierownictwo Polsko-Niemieckiego Laboratorium Badania Ciała Stałego, umiejętności obsługi wielu technik badawczych oraz umiejętności analitycznego rozwiązywania problemów umożliwiły mi podjęcie współpracy z przemysłem

- Grupa Azoty, Zakłady Chemiczne "POLICE" S.A.;
- Oddział Spółki Cukrowej S.A. „Cukrownia Kluczewo” w Stargardzie Szczecińskim

oraz współpracy z innymi naukowcami.

W ramach takiej współpracy zostałem promotorem pomocniczym:

- mgr inż. Izabela Moszyńska, *Badania procesów azotowania nanokrystalicznego żelaza w atmosferach o zmiennym potencjale azotującym*
- mgr inż. Jakub Orlikowski, *Preparatyka i badanie fotokatalizatorów na bazie TiO₂ aktywnych w świetle widzialnym*

Byłem również opiekunem naukowym pracy magisterskiej Agaty Kierzek, *Oczyszczanie i funkcjonalizacja nanorurek węglowych*, oraz recenzentem trzech prac magisterskich i inżynierskich.

Moje dobre umiejętności organizacyjne zostały dostrzeżone przez Zwierzchnictwo dzięki czemu byłem członkiem komitetu organizacyjnego trzech konferencji:

- Joint Conference on Advanced Materials FNMA11; IMIM11; AUXETICS11
- VI Krajowa Konferencja Nanotechnologii Nano2013
- IX Konferencja Technologie Bezodpadowe i Zagospodarowanie Odpadów w Przemysle i Rolnictwie.

Brałem aktywny udział w **27** konferencjach. Recenzowałem **10** artykułów w czasopismach tj. Journal of Physical Chemistry A; International Journal of Adhesion and Adhesives; Journal of Coatings Technology and Research; Journal of Materials; Fuel Processing Technology; Chemical Engineering Journal; Aparatura Badawcza i Dydaktyczna; Water, Air and Soil Pollution. Jestem współautorem recenzji książki G. Ertla dla Przemysłu Chemicznego (W. Arabczyk, R. J. Wróbel, *Gerhard Ertl - REACTIONS AT SOLID SURFACES (Reakcje na stałych powierzchniach)*, Przemysł Chemiczny 90/1 (2011) 52.)

Mój dorobek naukowy po uzyskaniu stopnia doktora obejmuje **23** publikacji (łącznie IF = **29,395**), w tym **22** publikacji w czasopismach z listy filadelfijskiej. Indeks cytowań **134**. Indeks Hirscha 7.