

AUTOREFERAT

JOANNA SREŃSCEK-NAZZAL

**Modyfikacja handlowych węgli aktywnych a ich zdolności
sorpcyjne w stosunku do CO₂ oraz CH₄**

Dokumentacja do wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego

1. Imię i nazwisko

Joanna Sreńscek-Nazzal

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

16.06.1999 – magister inżynier

Politechnika Szczecińska (obecnie Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie), Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej

Promotor: prof. dr hab. inż. Urszula Narkiewicz

Tytuł pracy: „Badanie właściwości kompozytów żelazowo – węglowych”

31.03.1999 – dyplom kwalifikacji pedagogicznych do pracy nauczycielskiej

Studium pedagogiczne (2-letnie) z odbytą praktyką pedagogiczną

Politechnika Szczecińska (obecnie Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie)

14.06.2004 – doktor nauk technicznych

Dyscyplina: technologia chemiczna

Specjalność: technologia nieorganiczna

Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Politechnika Szczecińska (obecnie Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie)

Promotor: prof. dr hab. inż. Ryszard J. Kaleńczuk

Tytuł pracy: „Preparatyka i badanie właściwości katalizatorów do utleniania wodoru do celów energetycznych”

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/artystycznych

01.10.1999 – 14.06.2004

Doktorant (studia doktoranckie)

Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej,
Politechnika Szczecińska (obecnie
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w
Szczecinie)

01.04.2004 – 30.09.2005

Asystent

Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej,
Politechnika Szczecińska (obecnie

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie), Instytut Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Inżynierii Środowiska, Zakład Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Podstaw Technologii

01.10.2005 – obecnie

Adiunkt

Politechnika Szczecińska (obecnie Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie), Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Instytut Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Inżynierii Środowiska, Zakład Analizy Technicznej i Podstaw Technologii

03.03.2008 – 09.03.2009

przerwa w aktywności zawodowej związana z urodzeniem dziecka

29.09.2012 – 01.02.2014

przerwa w aktywności zawodowej związana z urodzeniem dziecka

4. Wskazanie osiągnięcia 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 z późniejszymi zmianami):

a) tytuł osiągnięcia naukowego/artystycznego

Monografia pt.: „**Modyfikacja handlowych węgli aktywnych a ich zdolności sorpcyjne w stosunku do CO₂ oraz CH₄**”

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

J. Sreńscek-Nazzal, Modyfikacja handlowych węgli aktywnych a ich zdolności sorpcyjne w stosunku do CO₂ oraz CH₄, 2017, Wydawnictwo Uczelniane Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, **ISBN 978-83-7663-238-4**.

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

Podstawą ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego jest rozprawa habilitacyjna pt.: „Modyfikacja handlowych węgli aktywnych a ich zdolności sorpcyjne w

stosunku do CO₂ oraz CH₄”, której jestem autorem. Pracę opublikowano w Wydawnictwie Uczelnianym Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, ISBN 978-83-7663-238-4.

Wstęp i uzasadnienie celu badawczego

Węgłe aktywne znajdują szerokie i wciąż rosnące zastosowanie z uwagi na rozległą bazę surowcową, różne metody otrzymywania, dużą odporność chemiczną i termiczną, dobre właściwości adsorpcyjne i katalityczne. Zarówno przegląd literatury światowej jak i krajowej wskazuje na duże zainteresowanie zastosowaniem węgla aktywnych w wielu dziedzinach życia [1–2].

Węgłe aktywne są rozważane również jako adsorbenty wykorzystywane w procesie wychwytywania ditlenku węgla celem zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych. Wzrost stężenia ditlenku węgla uważa się za główną przyczynę globalnego ocieplenia. Wśród proponowanych technologii ograniczenia emisji adsorpcja CO₂ uważana jest za bardzo obiecującą. Jednymi z najlepszych adsorbentów wykorzystywanych w badaniach są adsorbenty węglowe [3–5].

W ostatnich latach zwraca się także szczególną uwagę na zastosowanie węgla aktywnych w procesach adsorpcji metanu związanej z zastosowaniem gazu ziemnego, jako paliwa do silników pojazdów mechanicznych. W trakcie spalania paliw silnikowych powstają zanieczyszczenia, które mają niekorzystny wpływ na środowisko naturalne. Spalając metan mamy do czynienia wyłącznie z ditlenkiem węgla oraz wodą. Największe nadzieje wiąże się z gazem ziemnym, gdyż metan jest doskonałym paliwem do wykorzystania do napędu pojazdów samochodowych.

Oczekuje się, iż duży potencjał węgla aktywnych w procesie adsorpcji CO₂ oraz CH₄ może być jednym z najważniejszych przyszłych kierunków ich zastosowania. Jednym z głównych zagadnień związanych z adsorpcją tych gazów jest uzyskanie adsorbentu o odpowiedniej strukturze porowatej gwarantującej najlepszą pojemność adsorpcyjną. Postanowiłam bliżej zainteresować się tym zagadnieniem.

W czasie prowadzonych studiów literaturowych zauważyłam, że właściwości materiałów węglowych, można w szerokim zakresie zmieniać dzięki zastosowaniu odpowiednich modyfikacji. W wyniku modyfikacji handlowych węgla aktywnych istnieje możliwość uzyskania materiałów o zróżnicowanych właściwościach adsorpcyjnych.

Zwróciłam uwagę na fakt, że zwiększenie zdolności do adsorbowania CO₂ było głównie realizowane przez podwyższenie zasadowości powierzchni węgla aktywnych, a w

szczegółności wprowadzanie grup azotowych w wyniku działania amoniakiem lub aminami [6–10]. Zauważyłam również, że w dostępnej bibliografii mało jest opracowań związanych z samym procesem modyfikacji powierzchni węgla aktywnych, które znalazły zastosowanie w procesie adsorpcji metanu [11]. Podwyższenie zdolności adsorpcji CH_4 w większości prezentowanych prac dotyczyło węgla aktywnych modyfikowanych za pomocą nasyconego roztworu $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, mieszaniny $\text{H}_2\text{SO}_4/(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, H_2O_2 [12–14], jak również poprzez zastosowanie tlenków metali takich jak MgO , Fe_2O_3 i NiO [15].

B. Buczek [11, 16] opisał modyfikację węgla za pomocą KOH , który był w końcowym etapie preparatyki całkowicie usuwany. Wykonano tylko badania wstępne. Modyfikacja została przeprowadzona z zastosowaniem tylko jednego stosunku masowego modyfikatora do węgla i tylko jednej temperatury wygrzewania. Ponieważ węgiel po modyfikacji wykazywał znacznie wyższą adsorpcję CO_2 oraz CH_4 w porównaniu z węglem wyjściowym, a badania tego typu nie były kontynuowane, uznałam, że jest to bardzo obiecujący kierunek, który powinien zostać rozwinięty.

Biorąc pod uwagę przedstawione powyżej informacje uznałam, że sposób modyfikacji alkaliami komercyjnych węgla aktywnych wydaje się być interesującym w poszukiwaniu nowych materiałów zwiększających adsorpcję ditlenku węgla i metanu. Postanowiłam określić wpływ modyfikacji handlowych węgla aktywnych za pomocą KOH i K_2CO_3 w celu podwyższenia ich adsorpcji CO_2 i CH_4 . Za szczególnie ważne uznałam określenie wpływu temperatury i stosunku modyfikatora do węgla na właściwości teksturalne i adsorpcyjne uzyskanych materiałów. Wartym podkreślenia jest fakt, że zastosowanie K_2CO_3 jako modyfikatora węgla komercyjnych nie zostało do tej pory opisane.

Za istotne uznałam również wyjaśnienie jakie parametry teksturalne węgla warunkują wysoką adsorpcję CO_2 i CH_4 . Ważnym elementem nowości było również wyznaczenie modeli izoterm adsorpcji najlepiej opisujących wyniki doświadczalne oraz wartości izosterycznego ciepła adsorpcji dla najlepszych modyfikowanych adsorbentów węglowych.

Sposób realizacji i otrzymane wyniki

Do realizacji zamierzeń wykorzystywałam komercyjne węgle aktywne o symbolach WG-12, FPV oraz CWZ-22 produkowane przez firmę Gryfskand Sp. z o.o.

Węgle aktywne charakteryzowałam zgodnie z zastosowanymi procedurami badawczymi, opartymi o polskie normy dotyczące analityki węgla aktywnych. W celu oceny właściwości teksturalnych materiałów węglowych przeprowadziłam pełną charakterystykę związaną z badaniami adsorpcji-desorpcji N_2 w temperaturze -196°C oraz CO_2 w

temperaturze 0°C. Do określenia struktury węglowej wykorzystałam spektroskopię Ramana. Zawartości metali w węglach aktywnych wyznaczyłam stosując spektroskopię fluorescencji rentgenowskiej oraz emisyjną spektroskopię atomową ze wzbudzeniem plazmowym. Badania adsorpcji CO₂ dla wszystkich węgli aktywnych przeprowadziłam w temperaturze 25°C oraz 0°C, do ciśnienia 0,1 MPa. Natomiast adsorpcję CO₂ i CH₄ w warunkach ciśnienia wyższego niż 0,1 MPa badałam w zakresie temperatur 25–160°C do ciśnienia 3,5 MPa dla CO₂ oraz do ciśnienia 4,5 MPa w przypadku CH₄.

Jednym z najważniejszych osiągnięć w pracy było przeprowadzenie modelowania procesu adsorpcji CO₂ i CH₄. Dane doświadczalne izoterm adsorpcji CO₂ oraz CH₄ analizowałam przy użyciu dziesięciu modeli takich jak model: Langmuira, Freundlicha, Sipsa, Totha, Radlicha-Petersona, Unilana, Fritza–Schlundera, Radke–Prausnitza, Temkina i Pyzheva, Dubinina–Radushkevicha oraz Jovanovicha. Parametry izoterm wyznaczyłam stosując analizę regresji nieliniowej. Wykorzystałam matematyczne metody do wyznaczenia parametrów izoterm korzystając z odpowiedniego równania izotermy. Do oceny jakości dopasowania modeli do danych doświadczalnych zastosowałam pięć różnych błędów funkcji. W rezultacie stwierdziłam, że najlepsze dopasowanie do danych doświadczalnych przez porównanie wartości funkcji błędów otrzymałam z zastosowaniem równania Sipsa. Stwierdziłam, iż model Sipsa daje najlepszą korelację pomiędzy doświadczalnymi izotermami adsorpcji zarówno CO₂ jak i CH₄. Wyznaczyłam optymalne wartości parametrów modelu Sipsa związanego z wartościami maksymalnymi adsorpcji (q_{ms}), opisującego powinowactwo adsorpcji (b_s), czy też mówiącego o homo- lub heterogeniczności powierzchni adsorbentu (n_s). Na podstawie przeprowadzonych badań i obliczeń stwierdziłam heterogeniczność powierzchni wszystkich badanych węgli aktywnych.

Badania dotyczące modyfikacji i charakterystyki otrzymanych węgli aktywnych pozwoliły na sformułowanie wniosków, które stanowią jednocześnie najważniejsze osiągnięcia pracy

W swojej pracy badawczej wykazałam, że

- Metoda modyfikacji komercyjnych węgli aktywnych FPV, CWZ-22 i WG-12 firmy Gryfskand związkami potasu takimi jak KOH i K₂CO₃ oferuje możliwości szerokiego kształtowania właściwości teksturalnych tych materiałów.
- Zastosowanie modyfikatorów takich jak KOH i K₂CO₃ w przypadku węgli aktywnych FPV, CWZ-22 i WG-12 pozwala na otrzymanie materiałów o większej

objętości porów, mikroporów oraz powierzchni właściwej w odniesieniu do węgla wyjściowych.

- Zwiększenie temperatury modyfikacji i ilości modyfikatora prowadzi do uzyskania bardziej rozwiniętej struktury porowatej.
- Kluczowe znaczenie dla adsorpcji CO₂ w temperaturze 25°C pod ciśnieniem 0,1 MPa mają badane materiały o średnicach porów nie większych niż 0,82 nm.
- Wielkość powierzchni właściwej ma decydujący wpływ na adsorpcję CH₄ w temperaturze 25°C i pod ciśnieniem 3,5 MPa.
- Modyfikując w odpowiednich warunkach węgiel FPV można uzyskać zarówno najlepszy adsorbent CO₂ jak i CH₄.
- Węgiel FPV modyfikowany KOH przy stosunku masowym KOH : węgiel równym 4 charakteryzował się największą powierzchnią właściwą (2406 m²/g) Najbardziej mikroporowatym materiałem z objętością mikroporów 0,46 cm³/g okazał się węgiel FPV modyfikowany KOH w stosunku masowym KOH : węgiel równym 1.
- Wysokociśnieniowe izotermy adsorpcji CO₂ i CH₄ najlepiej opisuje model Sipsa.
- Adsorpcja CO₂ i CH₄ na badanych węglach aktywnych ma charakter wyłącznie fizyczny.

Podsumowanie

W ramach przeprowadzonych prac badawczych wykazałam możliwość modyfikacji komercyjnych węgla aktywnych w celu podwyższenia adsorpcji CH₄ i CO₂. Zdobyta wiedza umożliwi opracowanie nowych i skutecznych adsorbentów węglowych wykorzystywanych w tych procesach. Opisanie przez mnie modyfikacje mogą znaleźć zastosowanie w produkcji węgla aktywnych zarówno do adsorpcji CH₄ jak i CO₂

Ponieważ sposób modyfikacji komercyjnych węgla aktywnych jaki przedstawiłam w monografii nie został do tej pory opisany jest on przedmiotem zgłoszenia patentowego (**Zał. 3, pkt. IIC, poz.2**).

Badania opisane w monografii były prezentowane na konferencjach międzynarodowych (**Zał. 3, pkt. IIIB1, poz.7, 13–14**) oraz krajowych (**Zał. 3, pkt. IIIB2, poz.6, 16, 18–20**). Prowadziłam również prace dotyczące modyfikacji komercyjnego węgla aktywnego o symbolu DTO w celu podwyższenia adsorpcji CO₂, które nie zostały ujęte w monografii. Wyniki tych badań przedstawiono w czasopiśmie notowanym w bazie JCR *Acta Physica Polonica A* (**Zał. 3, pkt. IIA poz.17**) jak również zaprezentowano na konferencji międzynarodowej (**Zał. 3, pkt. IIIB1 poz.15**).

Cytowana literatura

1. H. Jankowska, A. Świątkowski, J. Choma, Węgiel aktywny, WNT Warszawa 1985.
2. B. Buczek, L. Czepirski, Adsorbenty węglowe – surowce, otrzymanie, zastosowanie. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi* 17, 2001, 29–61.
3. S. Deng, B. Hu, T. Chen, B. Wang, J. Huang, Y. Wang, G. Yu, Activated carbons prepared from peanut shell and sunflower seed shell for high CO₂ adsorption. *Adsorption* 21, 2015, 125–133.
4. X. Zhang, W. Li, A. Lu, Designed porous carbon materials for efficient CO₂ adsorption and separation. *New Carbon Materials* 30, 2015, 481–501.
5. K.M.K. Yu, I. Curcic, J. Gabriel, S.C.E. Tsang, Recent advances in CO₂ capture and utilization. *ChemSusChem* 1, 2008, 893–899.
6. S. Biniak, G. Szymanski, J. Siedlewski, A. Swiatkowski, The characterization of activated carbons with oxygen and nitrogen surface groups. *Carbon* 35, 1997, 1799–1810.
7. R.J.J. Jansen, H. van Bekkum, XPS of nitrogen-containing functional groups on activated carbon. *Carbon* 33, 1995, 1021–1027.
8. M.G. Plaza, C. Pevida, C.F. Martín, J. Feroso, J.J. Pis, F. Rubiera, Developing almond shell-derived activated carbons as CO₂ adsorbents. *Separation and Purification Technology* 71, 2010, 102–106.
9. H. Tamai, K. Shiraki, T. Shiono, H. Yasuda, Surface functionalization of mesoporous and microporous activated carbons by immobilization of diamine. *Journal of Colloid and Interface Science* 295, 2006, 299–302.
10. A. Boonpoke, S. Chiarakorn, N. Laosiripojana, S. Towprayoon, A. Chidthaisong, Investigation of CO₂ adsorption by bagasse-based activated carbon. *Korean Journal of Chemical Engineering* 29(1), 2012, 89–94.
11. B. Buczek. Adsorpcja metanu i ditlenku węgla na węglu aktywnym modyfikowanym wodorotlenkiem potasu. *Przemysł Chemiczny* 92 (4), 2013, 535–537.
12. K.R. Matranga, A. Stella, A.L. Myers, Molecular simulation of adsorbed natural gas. *Separation Science and Technology* 27(14), 1992, 1825–1836.
13. M.J. Bojan, R. Sooten, W. Steele, *Separation Science and Technology*, 27(14), 1992, 1837–1856.
14. P.N. Auckett, N. Quirke, S. Riddiford, S.R. Tennison, Methane adsorption on microporous carbons-A comparison of experiment, theory and simulation. *Carbon* 30(6), 1992, 913–924.
15. M. R. Cuervo , E. Asedegbega-Nieto , E. Diaza , S. Ordonez, A. Vega, A. B. Dongil, I. Rodriguez-Ramos, Modification of the adsorption properties of high surface area graphites by oxygen functional groups. *Carbon* 46, 2008, 2096–2106.
16. B. Buczek. Preparation of active carbon by additional activation with potassium hydroxide and characterization of their properties. *Advances in Materials Science and Engineering* 2016, 2016, 1–4, Article ID 5819208.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

W 1994 roku, po ukończeniu Liceum Ogólnokształcącego w Aleksandrowie Kujawskim, rozpoczęłam studia na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Szczecińskiej. Pracę magisterską pt. „Badanie właściwości kompozytów żelazowo-węglowych” przygotowałam pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. Urszuli

Narkiewicz. Badania zawarte w pracy były prezentowane na Ogólnopolskim Kolokwium Katalitycznym (**Zał. 3, pkt. IIB2, poz.1**). Egzamin dyplomowy magisterski zdałam w 1999 roku i uzyskałam dyplom magistra inżyniera chemika. W latach 1997–1999 byłam uczestnikiem Studium Pedagogicznego organizowanego przez Instytut Ekonomii i Zarządzania na Politechnice Szczecińskiej. Tematyka zajęć obejmowała zagadnienia z dziedziny pedagogiki, psychologii oraz dydaktyki. Odbyłam również 150 godzin praktyk pedagogicznych, które zrealizowałam w Liceum Ogólnokształcącym w Aleksandrowie Kujawskim.

Po ukończeniu studiów w roku 1999 zostałam słuchaczką studium doktoranckiego na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Szczecińskiej. Moim opiekunem naukowym i promotorem pracy doktorskiej był prof. dr hab. inż. Ryszard J. Kaleńczuk.

Tematem mojej pracy naukowej był proces katalitycznego utleniania wodoru przy wykorzystaniu katalizatorów. Problem ten bardzo mnie zainteresował ze względu na możliwość zastosowania wodoru jako nośnika energii. Zaletą katalitycznego utleniania wodoru w porównaniu z konwencjonalnymi metodami spalania paliw, jest przede wszystkim fakt, iż jego spalanie zmniejsza emisję tlenków azotu do poziomu niemożliwego do osiągnięcia przez technologie płomieniowe. Zająłam się poszukiwaniem metod preparatyki katalizatorów wykazujących się wysoką aktywnością w tym procesie. Prace te wykonywałam w ramach grantu młodego naukowca nr 3 T09B 030 19 „Badania preparatyki nośników do katalizatorów spalania wodoru”, którego byłam kierownikiem.

Głównym celem mojej rozprawy doktorskiej było opracowanie metod preparatyki katalizatorów wykazujących się wysoką aktywnością w procesie katalitycznego utleniania wodoru. W pracy przedstawiłam wyniki dotyczące otrzymywania katalizatorów ziarnistych, katalizatorów na nośniku ceramicznym i metalicznym oraz katalizatorów monolitycznych, które testowano w reakcji niskotemperaturowego spalania wodoru.

Stwierdziłam, że proces spalania wodoru możliwy jest do przeprowadzenia w niskich temperaturach rzędu 500°C. Wykazałam bardzo wysoką skuteczność katalizatorów tlenkowych w procesie utleniania wodoru. Dowiodłam, że zastąpienie platyny kobaltem w procesie impregnacji otrzymywanych materiałów powoduje przebieg omawianego procesu również z dużą efektywnością. O praktycznym zastosowaniu kobaltu w preparatyce katalizatorów wodorowych decyduje przede wszystkim jego niższa cena.

Określiłam, że wysoką aktywnością w procesie utleniania wodoru odznaczały się katalizatory kobaltowe, miedziowe oraz niklowe preparowane na nośniku ceramicznym.

Stwierdziłam, że katalizatory osadzone na nośnikach ceramicznych mogą być wykorzystywane do budowy palników wodorowych typu reaktora rurowego. Opracowałam preparatykę katalizatora hopkalitowego osadzonego na nośniku ceramicznym. Powstały katalizator z tlenku miedzi i dwutlenku manganu z dodatkiem kaolinu uformowałam w postaci rury z wewnątrz przebiegającymi kanalikami, umożliwiającymi swobodny przepływ gazu. Wykazałam, że otrzymane układy hopkalitowe, zarówno w postaci ziarnistej jak i monolitycznej wkładki ceramicznej okazały się być doskonałymi materiałami w procesie utleniania wodoru, na których uzyskiwano wysoki stopień przemiany.

Opracowana przeze mnie metoda preparatyki katalizatorów na nośniku metalicznym posiadającym dużą wytrzymałość mechaniczną oraz odporność na wysokie temperatury, pozwoliła na przebieg procesu z dużą efektywnością. Na wszystkich otrzymanych przeze mnie układach uzyskiwałam wysoki, pomiędzy 80% a 90%, stopień przemiany wodoru. Stwierdziłam, że uzyskane materiały katalityczne są dobrymi układami do spalania wodoru w niskich temperaturach, efektem czego jest wytworzenie ciepła w czystej postaci. W produktach obok pary wodnej brak było innych zanieczyszczeń gazowych.

W badaniach wykorzystywałam różnorodne techniki i metody analityczne: sorpcję azotu, dyfrakcję promieniowania rentgenowskiego, skaningową mikroskopię elektronową, atomową spektroskopię emisyjną ze wzbudzeniem plazmowym. Pomiary aktywności katalitycznej kontaktów przeprowadziłam w zaprojektowanej i zbudowanej przez siebie aparaturze laboratoryjnej.

Wyniki moich badań były przedstawiane na konferencjach polskich i zagranicznych (**Zał. 3, pkt. IIIB1, poz. 1–2, Zał. 3, pkt. IIIB2, poz. 2–4**) oraz zostały opublikowane w Przemśle Chemicznym i w Polish Journal of Chemical Technology (**Zał. 3, pkt. IIA poz. 1–2**).

W czasie studium doktoranckiego w roku 2000–2001 odbyłam sześciomiesięczny staż w Fachhochschule Stralsund w Niemczech, gdzie kontynuowałam badania związane z tematyką mojej pracy doktorskiej. Pobyt w Niemczech pozwolił mi na pogłębienie wiedzy dotyczącej tematyki wodorowej. Podczas stażu zapoznałam się z istniejącą w Fachhochschule Stralsund instalacją do otrzymywania wodoru metodą elektrolityczną. Na zakończenie stażu w Niemczech wygłosiłam referat podsumowujący wykonane tam badania na seminarium zorganizowanym przez Fachhochschule Stralsund. Prace badawcze w Niemczech zaowocowały także wspólną publikacją z moimi opiekunem ze strony niemieckiej J.A. Szymczykiem (**Zał. 3, pkt. IIIE, poz. 3**). W czasie stażu nabyłam również umiejętności

komunikowania się w języku niemieckim, co w późniejszym czasie umożliwiło mi prowadzenie zajęć laboratoryjnych dla niemieckich uczniów Niemiecko-Polskiego Gimnazjum w Löcknitz w ramach promocji Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej.

Rozprawę doktorską zatytułowaną: „Preparatyka i badania właściwości katalizatorów do utleniania wodoru do celów energetycznych” obroniłam 14 czerwca 2004 roku na Politechnice Szczecińskiej i uzyskałam stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie technologia chemiczna, specjalność technologia nieorganiczna.

Równolegle do prowadzonych badań związanych z utlenianiem wodoru, jako wykonawca projektu badawczego nr 4 T09B 059 25, którego kierownikiem był prof. dr hab. inż. Ryszard J. Kaleńczuk, zajęłam się poszukiwaniem nowych materiałów węglowych do magazynowania wodoru.

Trzy miesiące przed obroną pracy doktorskiej zostałam zatrudniona na stanowisku asystenta w Instytucie Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Inżynierii Środowiska Politechniki Szczecińskiej, gdzie prowadziłam zajęcia laboratoryjne ze studentami.

W październiku 2005 roku awansowałam na stanowisko adiunkta.

Po obronie pracy doktorskiej zajmowałam się badaniami związanymi z bezpośrednim, selektywnym utlenianiem metanu do formaldehydu lub metanolu pod ciśnieniem atmosferycznym, przy wykorzystaniu katalizatorów. Temat ten bardzo mnie zainteresował ze względu na możliwość wyeliminowania energochłonnego etapu otrzymywania gazu syntezowego. Zajęłam się poszukiwaniem aktywnych katalizatorów i opracowaniem warunków prowadzenia procesu pozwalających na uzyskanie jak najwyższego stopnia przemiany metanu w formaldehyd.

Jako wykonawca projektu badawczego nr 3 T09B 001 27, którego kierownikiem był prof. dr hab. inż. Kazimierz Kałucki, badałam możliwość zastosowania wybranych tlenków metali grup 3–12 układu okresowego osadzonych na SiO_2 w procesie selektywnego utleniania metanu (**Zał. 3, pkt. III poz.2**). Wykazałam, że spośród badanych katalizatorów najbardziej obiecujący jest tlenek niobu(V) osadzony na SiO_2 . Jest to szczególnie warte podkreślenia ponieważ tlenek niobu jest stosowany często jako jeden ze składników wykorzystywanych w głębokim utlenianiu metanu. Rola Nb_2O_5 w selektywnym utlenianiu metanu nie została do tej pory opisana. Zaobserwowałam wyraźny wpływ odmiany polimorficznej tego tlenku na zawartość formaldehydu w produktach. Stwierdziłam, że użycie faz o strukturze blokowej (podwójnego krystalograficznego ścinania), pozwala na otrzymanie wyższych wartości selektywności utleniania metanu do formaldehydu w porównaniu do odmiany polimorficznej,

która nie posiada struktury blokowej. Jest to związane z faktem, że w układach w których łatwo tworzą się płaszczyzny ścinania, powstają dogodnie energetycznie drogi dla wbudowania tlenu sieciowego do cząsteczki węglowodoru. Wyniki badań dotyczących bezpośredniego utleniania metanu do formaldehydu pod ciśnieniem atmosferycznym przy zastosowaniu jako katalizatora tlenku niobu(V), wanadu(V) czy azotanu(V) żelaza(III) osadzonego na SiO₂ przedstawiono w publikacjach (**Zał. 3, pkt. IIA poz.3–4**), których jestem współautorem.

Zajmowałam się również innymi metodami chemicznej przeróbki metanu. W przemyśle metan jest głównie wykorzystany jako surowiec do otrzymywania gazu syntezowego w reakcji z parą wodną. Interesującą alternatywą jest tzw. suchy reforming metanu, czyli konwersja metanu z ditlenkiem węgla. Problemem jaki należy rozwiązać w tym temacie jest dezaktywacja katalizatora na skutek powstawania depozytu węglowego. Badałam aktywność katalityczną katalizatora niklowego wykorzystywanego przez Zakłady Chemiczne „Police” S.A., Ni/SiO₂ oraz Ni-Cu/SiO₂ w procesie suchego reformingu metanu. Stwierdzono, że dodatek miedzi wpływa korzystnie na zahamowanie powstawania depozytu węglowego. Wyniki badań opisano w publikacji w czasopiśmie z bazy JCR *Catalysis Letters* (**Zał. 3, pkt. IIA poz.6**) i przedstawiono na trzech konferencjach (**Zał. 3, pkt. IIIB1 poz.4, 8, 9**). Pomimo obiecujących wyników wstępnych temat konwersji metanu z ditlenkiem węgla został zaniechany. Miała na to wpływ odmowna decyzja dotycząca finansowania wniosku pt.: „Badanie procesu reformingu metanu z dwutlenkiem węgla do gazu syntezowego z zastosowaniem katalizatorów heterogenicznych” (Konkurs KBN, 2007 r).

W kręgu moich zainteresowań znalazła się również tematyka związana z wykorzystaniem metanu jako paliwa samochodowego. Od dawna mówi się o problemie wyczerpywania paliw kopalnych i konieczności znalezienia paliw alternatywnych. Paliwa takie mogłyby uzupełniać lub zastąpić benzynę stosowaną obecnie w samochodach. Metan posiada szereg zalet, ale jego główną wadą jest niska gęstość energetyczna. Wymusza to stosowanie dużych metalowych zbiorników, w których magazynowany jest gaz. Rozwiązaniem może być zastosowanie adsorbentów. Jako przedmiot badań wybrałam materiały węglowe. Opracowałam metodę otrzymywania porowatych węgli aktywnych z węgla kamiennego metodą aktywacji chemicznej. W sposobie tym surowiec w postaci węgla kamiennego traktowałam nasyconym roztworem KOH. Wyniki moich badań prezentowałam na konferencjach krajowych (**Zał. 3, pkt. IIIB2 poz.5, 7**) oraz opublikowałam w czasopiśmie *Polish Journal of Chemical Technology* (**Zał. 3, pkt. IIA poz.8**). Stwierdziłam, że materiały

węglowe przygotowane przez chemiczną aktywację węgla kamiennego za pomocą KOH są głównie mikroporowate. Materiały te ze względu na otrzymane duże powierzchnie właściwe do 2091 m²/g okazały się dobrymi układami do magazynowania metanu. Udowodniłam, że możliwe jest otrzymanie węgla aktywnych z taniego i ogólnie dostępnego surowca, jakim jest węgiel kamienny. Pomimo interesujących rezultatów, przygotowane przeze mnie wnioski związane z tym tematem pt.: „Magazynowanie metanu w porowatych materiałach zawierających węgiel” (Konkurs KBN 2009 r.) oraz „Preparatyka i charakterystyka wysokoporowatych węgla” (Konkurs NCN 2011 r.) nie uzyskały finansowania.

Przygotowanie wniosków oraz przeprowadzone badania umożliwiły mi jednak zdobycie doświadczenia, które mogłam wykorzystać w mojej kolejnej pracy badawczej.

Zgłębiając literaturę przedmiotu w zakresie możliwości zastosowania różnych materiałów jako surowców węgla aktywnego zwróciłam uwagę na melasę - odpad przemysłu cukrowniczego. Tylko jedna z dostępnych mi publikacji traktowała o tym właśnie surowcu. Z uwagi na wyjątkową ubogość badań dotyczących melasy jako prekursora węgla aktywnego postanowiłam podjąć tę tematykę. Autorzy wspomnianej publikacji stosowali kwas siarkowy jako aktywator chemiczny. Ja zdecydowałam się na zastosowanie roztworu KOH. Ponieważ taki sposób otrzymywania węgla aktywnego nie został do tej pory opisany, stał się przedmiotem patentu (**Zał. 3, pkt. IIC poz.1**). Stwierdzono, że taką metodą można otrzymać węgle aktywne o wysokiej powierzchni właściwej (powyżej 2000 m²/g) oraz wysokiej objętości porów (powyżej 1 cm³/g). Zaobserwowano wyraźny wpływ temperatury karbonizacji na ich właściwości strukturalne, teksturalne i pojemność sorpcyjną metanu. Stwierdzono, że dla stosunku masowego KOH : melasa (w przeliczeniu na suchą masę) wynoszącego 2,8 : 1 najwyższą powierzchnię właściwą (2202 m²/g), objętość porów (1,30 cm³/g) i co ważniejsze adsorpcję metanu (11,35 mmol/g pod ciśnieniem 4 MPa w temperaturze 20°C) uzyskano poddając materiał pirolizie w temperaturze 780°C. Warto dodać, że taka wartość pojemności sorpcyjnej metanu należy do najwyższych jakie podaje dostępna literatura. Adsorpcja metanu na najlepszym z sorbentów została przeprowadzona w temperaturach 20–100°C. Analizę procesu sorpcji przeprowadzono estymując dwuparametrowe modele izoterm Freundlicha, Langmuira, i Temkina jako modele liniowe, metodą najmniejszych kwadratów. Stwierdzono, że najlepiej proces adsorpcji metanu na węglu z melasy opisuje równanie Lagmuira, co sugeruje adsorpcję monowarstwową na powierzchni homogenicznej. Na podstawie wyznaczonej wartości izosterycznego ciepła adsorpcji (15,15 kJ/mol) wykazano zachodzenie adsorpcji fizycznej.

Badania dotyczące adsorpcji metanu na węglach aktywnych z melasy były prowadzone przy współpracy z profesorem Zvi C. Koren z Shenkar College of Engineering and Design, w Izraelu. Owocem studiów literaturowych przedmiotu była wspólna publikacja (**Zał. 3, pkt. IIE poz.4**). Wyniki badań dotyczących adsorpcji metanu na węglu aktywnym z melasy przedstawiono w publikacji w czasopiśmie z bazy JCR *Industrial Crops Products* (**Zał. 3, pkt. IIA poz.12**) oraz na konferencji międzynarodowej (**Zał. 3, pkt. IIIB1 poz.12**).

Od 2014 roku w kręgu moich zainteresowań naukowych pojawił się, bardzo aktualny dzisiaj, problem adsorpcyjnego usuwania CO₂ z mieszanin gazowych. Brałam czynny udział w projekcie w ramach programu Polsko-Norweska Współpraca Badawcza w zakresie wychwytywania i składowania ditlenku węgla (Carbon Capture and Storage – CCS) zatytułowanym "Post-Combustion CO₂ Capture on New Solid Sorbents and Application in a Moving Bed Reactor". W projekcie kierowanym przez prof. dr. hab. Urszulę Narkiewicz byłam jednym z wykonawców zadania: „Testing of materials in CO₂ and N₂ sorption under normal and elevated pressure” (**Zał. 3, pkt. IIIA poz.1**). Celem projektu było znalezienie efektywnych i selektywnych sorbentów CO₂ z gazów spalinowych. W ramach projektu testowane były m.in. takie sorbenty jak węgle aktywne, modyfikowany TiO₂, zeolity. Moje badania w ramach projektu koncentrowały się na modyfikacji komercyjnych węgli aktywnych w celu podwyższenia ich zdolności do adsorbowania CO₂. Wyniki prac zostały opisane w rozdziale “The increase of the microporosity and CO₂ adsorption capacity of the commercial activated carbon CWZ-22 by KOH treatment”, który po recenzjach został przyjęty do druku w książce "Microporous and Mesoporous Materials" (**Zał. 3, pkt. IIE poz.7**). Modyfikacje węgla CWZ-22 były również przedmiotem badań opisanych w mojej monografii będącej podstawą ubiegania się o stopień dr. hab. W wyżej wymienionym rozdziale opisano inne niż w monografii materiały, gdyż temperatura modyfikacji wynosiła 800°C.

Oprócz opisanych powyżej tematów badawczych brałam udział w pracach dotyczących otrzymywania przyjaznych środowisku pigmentów antykorozyjnych do zastosowania w powłokach ochronnych takich jak fosforany(V) amonu i glinu (**Zał. 3, pkt. IIA poz.10**) oraz amonu, glinu i wapnia (**Zał. 3, pkt. IIA poz.13**).

Uczestniczyłam także w badaniach związanych z modyfikacją rutylu ditlenku tytanu w kierunku otrzymania pigmentu o wymaganych właściwościach optycznych i niskiej fotoaktywności (**Zał. 3, pkt. IIA poz.9**).

Brałam również udział w pracach związanych z otrzymywaniem kompozytów składających się z wielościennych nanorurek węglowych w połączeniu z MOF-5.

Stwierdzono, że otrzymane materiały wykazują stabilność struktury w wilgotnych środowiskach. W badaniach związanych z otrzymywaniem mezoporowatych nanorurek węglowych (**Zał. 3, pkt. IIA poz.7**) przedstawiono mechanizm powstawania nanorurek węglowych o dobrze rozwiniętej powierzchni właściwej (**Zał. 3, pkt. IIA poz.11**).

Brałam czynny udział w projektach badawczych wykonywanych w macierzystym Instytucie. Dotychczas byłam wykonawcą w 9 projektach finansowanych przez KBN (NCN). Byłam kierownikiem 1 grantu tematycznie związanego z rozprawą doktorską.

Wyniki moich badań były prezentowane na 15 konferencjach międzynarodowych oraz 20 konferencjach krajowych (**Zał. 3, pkt. IIIB**). Za pracę naukową zostałam uhonorowana nagrodami JM Rektora Politechniki Szczecińskiej (obecnie Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie) (**Zał. 3, pkt. IIK**).

Zostałam również zaproszona do wykonania recenzji publikacji w takich czasopismach, jak: Polish Journal of Chemical Technology, Results in Physics oraz w materiałach Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej w Łodzi.

Na podstawie decyzji Rady Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej ZUT w Szczecinie jestem promotorem pomocniczym trzech prac doktorskich rozpoczętych w 2013 r., 2014 r. oraz 2016 r. (**Zał. 3, pkt. III K**).

Istotną część mojej pracy stanowią zajęcia dydaktyczne (**Zał. 3, pkt. III I**). Prowadzę lub prowadziłam zajęcia na kierunkach studiów Technologia Chemiczna, Ochrona Środowiska oraz Nanotechnologia. W ramach pracy dydaktycznej przeprowadziłam zajęcia z takich przedmiotów jak: „Techniki badania produktów nieorganicznych”, „Podstawy technologii chemicznej II”, „Analiza techniczna”, „Elementy automatyki i pomiary w nanotechnologii”, „Technologie chemiczne przemysłu nieorganicznego i inżynierii środowiska”, „Technologie ochrony powietrza i oczyszczania gazów przemysłowych”, „Analiza instrumentalna w ochronie środowiska”, „Podstawy informatyki”. Prowadziłam także ćwiczenia laboratoryjne w ramach przedmiotu „Testing methods of inorganic products” w języku angielskim (program Erasmus).

Byłam również odpowiedzialna za organizację zajęć dla studentów w zakładach przemysłowych, w ramach przedmiotu „Przemysłowe laboratorium technologiczne”, na kierunku studiów Technologia Chemiczna. Zajęcia odbywały się w Zakładach Chemicznych Police (Grupa Azoty, Zakłady Chemiczne Police S.A.), Apis Sp. z o.o. Oddział Szczecin, Fosfan S.A., oraz w firmie St³ Offshore Sp. z o.o. w Szczecinie.

Efektom mojego zaangażowania w pracę dydaktyczną są wysokie oceny jakie otrzymuję w ankietach przeprowadzanych wśród studentów Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej. Przez lata pracy udało mi się przekonać studentów, że dobre poznanie zagadnień chemii i technologii chemicznej jest niezwykle przydatne w prowadzeniu różnych procesów technologicznych i w życiu codziennym.

Byłam opiekunem naukowym 4 prac dyplomowych – w tym 2 prac inżynierskich i 2 prac magisterskich oraz recenzentem 16 prac badawczych realizowanych w Instytucie Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Inżynierii Środowiska. Uczestniczyłam również w obronach 5 prac dyplomowych jako przewodnicząca komisji (**Załącznik 3, pkt. III I**).

Byłam też współautorem jednego skryptu dla studentów „Materiały do zajęć laboratoryjnych z przedmiotu Podstawy technologii chemicznej” wydane przez Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Szczecińskiej (**Załącznik 3, pkt. III E, poz. 6**).

W okresie 1.12.2015 – 28.02.2016 w ramach programu Erasmus Plus współpracowałam naukowo ze studentem Umudem Mutlu z Kocaeli University, Turcja. Odbywał on praktykę indywidualną w Instytucie Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Inżynierii Środowiska pracując w projekcie pt. „Activated carbons for gases adsorption”. Wyniki wspólnych badań zaprezentowano na konferencji międzynarodowej (**Załącznik 3, pkt. III B1, poz. 7**).

Ciągle doskonalam swoje umiejętności zawodowe. W celu podnoszenia kwalifikacji brałam udział w następujących kursach:

- Kurs z zakresu zastosowania optycznej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-AES) (czterodniowy)
- Szkolenie dotyczące 7 Programu Ramowego (trzydniowe)
- Szkolenie Regionalnego Centrum Innowacji i Transferu Technologii (jednodniowe)
- Szkolenie z zakresu obsługi aparatu Quantachrom do pomiaru sorpcji azotu (jednodniowe)
- Szkolenie z zakresu obsługi urządzenia IMI Hiden Ischema do pomiarów wysokociśnieniowej adsorpcji gazów (trzydniowe)

Od 2004 roku jestem członkiem Komitetu Organizacyjnego, odbywającej się co trzy lata w Międzyzdrojach konferencji „Technologie bezodpadowe i zagospodarowanie odpadów w przemyśle chemicznym i rolnictwie” (**Załącznik 3, pkt. III C**).

Aktywnie angażuję się w promocję Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie wśród uczniów oraz mieszkańców województwa zachodniopomorskiego. Od kilku lat czynnie uczestniczę w Zachodniopomorskim Festiwalu

Nauki. W ramach tego corocznego wydarzenia na wydziałach technicznych ZUT prowadzę pokazy dla uczniów oraz mieszkańców województwa zachodniopomorskiego.

W latach 2014–2016 byłam aktywnie zaangażowana w organizację zajęć popołudniowych dla uczniów Zespołu Szkół im. I. Łukasiewicza w Policach. Prowadziłam cykl zajęć laboratoryjnych dla uczniów zainteresowanych chemią.

W 2014 zrealizowałam podobne zajęcia dla niemieckich uczniów Niemiecko-Polskiego Gimnazjum w Löcknitz (**Zał. 3, pkt. III I**).

Jestem członkiem Polskiego Towarzystwa Chemicznego i Polskiego Klubu Katalizy (**Zał. 3, pkt. IIIH**).

W Instytucie Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Inżynierii Środowiska jestem również opiekunem technicznym chromatografów gazowych oraz współopiekunem urządzeń do badania sorpcji ciał stałych. Opracowałam metodyki analityczne i procedury związane z obsługą tych aparatów. Z wyżej wymienionej aparatury korzystają doktoranci, studenci i pracownicy Instytutu Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Inżynierii Środowiska ZUT w Szczecinie.

6. Plany naukowo-badawcze

Moje plany naukowe są związane z otrzymywaniem węgla aktywnych do adsorpcji CO₂ i CH₄ ze źródeł odnawialnych. Mam na myśli wykorzystanie biomasy jako źródła węgla.

Planuję podjąć działania zmierzające do otrzymania bardziej efektywnych materiałów w postaci układów monolitycznych, które mogłyby znaleźć zastosowanie szczególnie w procesie magazynowania metanu. Ponadto proces adsorpcji ditlenku węgla zamierzam testować również na materiałach węglowych preparowanych metodą Stobera. Materiały takie już otrzymałam i wstępne wyniki badań adsorpcji CO₂ są bardzo obiecujące.

7. Wykaz dorobku naukowego

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

Rodzaj osiągnięcia	Liczba publikacji	IF ^{a)}	IF ^{b)}	Suma punktów MNiSW ^{c)}
Oryginalne prace twórcze				
opublikowane w czasopismach z bazy JCR	19	20,277	27,195	395
opublikowane w czasopismach spoza bazy	5			33

JCR				
Monografie i rozdziały w monografiach				
– w języku polskim	4			20*
– w języku angielskim	1			5*
Ogółem oryginalne prace twórcze	29	20,277	27,195	453
Prace i doniesienia konferencyjne				
a) Konferencje międzynarodowe				
– materiały pełnotekstowe	5			
– streszczenia, postery	10			
b) Konferencje krajowe				
– materiały pełnotekstowe	2			
– streszczenia, postery	18			
Ogółem publikacje naukowe	64	20,277	27,195	453
Patenty				
– przyznane	1			30
– zgłoszenia	1			
Ogółem dorobek naukowy	66	20,277	27,195	483

- 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 2016 r.
- * Liczba punktów wg D.U. Poz. 2154 z dnia 27 grudnia 2016 r.

7.2. Zestawienie liczbowe czasopism w których opublikowano prace naukowe

Rodzaj publikacji	Liczba publikacji	IF ^{a)}	IF ^{b)}	Suma punktów MNiSW ^{c)}	Liczba cytowań (05.07.2017)
Przemysł Chemiczny	3	1,139	0,987	45	3
Acta Physica Polonica A	3	1,407	1,467	45	8
Polish Journal of Chemical Technology	3	0,337	2,322	45	12
Chemical Papers	2	1,854	2,388	40	15
Physica Status Solidi B-Basic Solid State Physisc	1	1,349	1,557	20	19
Catalysis Letters	1	2,021	2,649	25	3
Colloids and Surfaces A-Physicochemical and Engineering Aspects	1	2,236	2,838	30	6
Industrial Crops and Products	1	3,208	3,577	40	34
Journal of Industrial and Engineering Chemistry	1	2,063	3,949	35	3
Journal of Chemical and Engineering Data	1	1,835	2,448	30	11
Adsorption-Journal of the International Adsorption Society	1	2,074	2,236	25	0
Adsorption Science and Technology	1	0,754	0,777	15	0
Journal of Energy and Environmental Sciences	2			4	-
Recent Patent on Catalysis	1			2	-

Annals of the Polish Chemical Society	1			2	-
Applied Mechanics and Materials	1			7	-
Monografia (rozdział) w języku angielskim	1			5*	-
Monografie (rozdział) w języku polskim	4			20*	-
Razem	29	20,277	27,195	435	114

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

7.3 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 publikacji	Przed doktoratem	Po doktoracie	Razem
Oryginalne prace twórcze			
opublikowane w czasopismach z bazy JCR	2	17	19
opublikowane w czasopismach z spoza bazy JCR	1	4	5
Monografie i rozdziały w monografiach			
– w języku polskim	0	4	4
– w języku angielskim	0	1	1
Ogółem oryginalne prace twórcze	3	26	29
Prace i doniesienia konferencyjne			
c) Konferencje międzynarodowe			
– materiały pełnotekstowe	0	5	
– streszczenia, postery	2	8	
d) Konferencje krajowe			
– materiały pełnotekstowe	0	3	
– streszczenia, postery	4	14	
Ogółem publikacje naukowe	9	56	65
Patenty			
– przyznane	0	1	
– zgłoszenia	0	1	
Ogółem dorobek naukowy	9	58	67

7.4. Sumaryczne zestawienie dorobku naukowego

Mój dorobek naukowy obejmuje łącznie **67** publikacji, z czego **58** przypada na okres po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. Na dotychczasowy dorobek składa się **29** oryginalnych prac twórczych, w tym 19 z bazy JCR, 5 artykułów opublikowanych w czasopismach spoza bazy JCR, **7** artykułów pełnotekstowych w materiałach konferencyjnych (w tym **5** z konferencji międzynarodowych i **2** z konferencji krajowych), **35** doniesienia i

komunikaty na konferencjach krajowych i zagranicznych, **4** rozdziały w monografiach wydanych w języku polskim i **1** rozdział w monografii wydanej w języku angielskim, **1** patent oraz **1** zgłoszenie patentowe.

7.5. Wartość naukowa dorobku publikacyjnego

- Suma punktów **za publikacje** wg ujednoliconego wykazu czasopism MNiSW z dnia 09.12.2016 r. wynosi **435** pkt.
- Suma punktów za **cały dorobek naukowy** wg MNiSW z dnia 9.12.2016 r. wynosi **483** pkt.
- Sumaryczny Impact Factor (IF) wg bazy Journal Citation Reports (JCR) zgodny z rokiem ukazania się pracy wynosi **20,277**.
- Sumaryczny 5-letni Impact Factor (IF) wg bazy Journal Citation Reports (JCR) wynosi **27,195**.
- Liczba cytowań wg bazy ICI Web Science (05.07.2017) – **100** bez autocytowań.
- Indeks Hirscha wg bazy ICI Web Science – **6**.

Joanna
Sreńscek - Nazzal