

AUTOREFERAT

PRZEDSTAWIAJACY OPIS OSIĄGNIĘĆ I DOROBKU NAUKOWEGO

ZAŁĄCZNIK NR 3

dr inż. Natalia Howaniec

Główny Instytut Górnictwa

Katowice, marzec 2017

SPIS TREŚCI

1.	IMIĘ I NAZWISKO.....	2
2.	POSIADANE DYPLIFY I STOPNIE NAUKOWE.....	2
3.	INFORMACJA O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU	2
4.	WSKAZANIE OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO ZGODNIE Z ART. 16 UST. 2 USTAWY Z DN. 14 MARCA 2003 R O STOPNIACH NAUKOWYCH I TYTULE NAUKOWYM ORAZ O STOPNIACH I TYTULE W ZAKRESIE SZTUKI	3
4.1	TYTUŁ OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO	3
4.2	SZCZEGÓŁOWA LISTA PUBLIKACJI DO PRZEWODU HABILITACYJNEGO	3
4.3	OMÓWIENIE OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO	4
5.	OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ W PRACY NAUKOWO-BADAWCZEJ	17
5.1	DZIAŁALNOŚĆ NAUKOWO-BADAWCZA PO DOKTORACIE	17
5.2	DZIAŁALNOŚĆ NAUKOWO-BADAWCZA PRZED DOKTORATEM	19
5.3	ZESTAWIENIE DOROBKU PUBLIKACYJNEGO	22
6.	UDZIAŁ W PROJEKTACH BADAWCZYCH.....	24
6.1	UDZIAŁ W PROJEKTACH BADAWCZYCH PO DOKTORACIE	24
6.1.1	<i>Udział w projektach międzynarodowych po doktoracie</i>	<i>24</i>
6.1.2	<i>Udział w projektach krajowych po doktoracie</i>	<i>24</i>
6.1.3	<i>Udział w projektach realizowanych w ramach działalności statutowej Głównego Instytutu Górnictwa po doktoracie.....</i>	<i>25</i>
6.2	UDZIAŁ W PROJEKTACH BADAWCZYCH PRZED DOKTORATEM.....	26
6.2.1	<i>Udział w projektach międzynarodowych przed doktoratem</i>	<i>26</i>
6.2.2	<i>Udział w projektach krajowych przed doktoratem</i>	<i>27</i>
6.2.3	<i>Udział w projektach realizowanych w ramach działalności statutowej Głównego Instytutu Górnictwa przed doktoratem</i>	<i>28</i>
7.	WSPÓŁPRACA MIĘDZYNARODOWA	30
7.1	WSPÓŁPRACA MIĘDZYNARODOWA PO DOKTORACIE	30
7.1.1	<i>Udział w programach europejskich i krajowych współfinansowanych ze środków europejskich po doktoracie.....</i>	<i>30</i>
7.1.2	<i>Recenzowanie prac publikowanych w czasopiśmie z listy JCR</i>	<i>31</i>
7.1.3	<i>Członkostwo w komitetach redakcyjnych czasopiśm naukowych</i>	<i>31</i>
7.2	WSPÓŁPRACA MIĘDZYNARODOWA PRZED DOKTORATEM	32
7.2.1	<i>Udział w programach europejskich i krajowych współfinansowanych ze środków europejskich przed doktoratem</i>	<i>32</i>
8.	OSIĄGNIĘCIA DYDAKTYCZNE.....	33
8.1	PROMOTORSTWO POMOCNICZE.....	33
8.2	DZIAŁALNOŚĆ DYDAKTYCZNA	34
9.	DZIAŁALNOŚĆ POPULARYZUJĄCA NAUKĘ	34
9.1	UDZIAŁ W KONFERENCJACH MIĘDZYNARODOWYCH.....	34
9.1.1	<i>Udział w konferencjach międzynarodowych po doktoracie.....</i>	<i>34</i>
9.1.2	<i>Udział w konferencjach międzynarodowych przed doktoratem.....</i>	<i>35</i>
9.2	ARTYKUŁY O CHARAKTERZE POPULARNONAUKOWYM.....	36
9.2.1	<i>Artykuły o charakterze popularnonaukowym po doktoracie.....</i>	<i>36</i>
9.2.2	<i>Artykuły o charakterze popularnonaukowym przed doktoratem.....</i>	<i>36</i>
10.	STAŻE	37
11.	NAGRODY I WYRÓŻNIENIA	37

1. Imię i nazwisko

Natalia Howaniec

2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe

Nazwa: stopień doktora nauk technicznych

Dyscyplina: górnictwo i geologia inżynierska

Specjalność: przetwórstwo węgla

Miejsce uzyskania: Główny Instytut Górnictwa, Katowice

Data uzyskania: 14.02.2013

Tytuł rozprawy doktorskiej: Analiza efektu synergii w procesie współgazowania węgla i biomasy roślinnej

Promotor: prof. dr hab. Adam Smoliński

Recenzenci: prof. dr hab. inż. Krzysztof Warmuziński

prof. dr hab. inż. Krzysztof Stańczyk

prof. dr hab. inż. Jan Wachowicz

Nazwa: dyplom magistra inżyniera inżynierii i ochrony środowiska

Specjalność: biotechnologia środowiskowa

Miejsce uzyskania: Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Data uzyskania: 10.09.1996

Tytuł pracy magisterskiej: Badania porównawcze biodegradacji ASPC

Promotor: prof. dr hab. inż. Marta Janosz-Rajczyk

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu

2003 – nadal: Główny Instytut Górnictwa, Katowice, Pl. Gwarków 1, 40-166 Katowice

zajmowane stanowiska:

2013 – nadal – adiunkt

2006-2013 – asystent

2003-2006 – specjalista

2002-2003 – inżynier

2002-2003: Biuro Projektów Gospodarki Wodno-Ściekowej Hydrosan Sp. z o.o., Gliwice

zajmowane stanowisko: specjalista ds. kontaktów z kontrahentami

1997-2002: Hoogovens Technical Services Poland Sp. z o.o., Katowice

zajmowane stanowisko: inżynier sprzedaży

4. Wskazanie osiągnięcia naukowego zgodnie z art. 16 ust. 2 ustawy z dn. 14 marca 2003 r o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki

4.1 Tytuł osiągnięcia naukowego

Wykorzystanie biopaliw stałych i odpadów organicznych do otrzymywania gazu bogatego w wodór w procesie zgazowania z wytworzeniem karbonizatów o kontrolowanej strukturze porowatej

4.2 Szczegółowa lista publikacji do przewodu habilitacyjnego

- [1] **Howaniec N.**, Smoliński A., *Fuel*, Effect of fuel blend composition on the efficiency of hydrogen-rich gas production in co-gasification of coal and biomass, 2014, 128, 442–450.
5-Year Impact Factor: **4,140**, punktacja MNiSW: **40**, udział: 50%
- [2] Smoliński A., **Howaniec N.**, *Energy*, Biowaste utilization in the process of co-gasification with bituminous coal and lignite, 2017, 118, 18-23.
5-Year Impact Factor: **4,810**, punktacja MNiSW: **45**, udział: 70%
- [3] **Howaniec N.**, Smoliński A., Cempa-Balewicz M., *Energy*, Experimental study on application of high temperature reactor excess heat in the process of coal and biomass co-gasification to hydrogen-rich gas, 2015, 84, 455-461.
5-Year Impact Factor: **4,810**, punktacja MNiSW: **45**, udział: 80%
- [4] Smoliński A., **Howaniec N.**, *International Journal of Hydrogen Energy*, Co-gasification of coal/sewage sludge blends to hydrogen-rich gas with the application of simulated high temperature reactor excess heat, 2016, 41, 8154-8158.
5-Year Impact Factor: **3,419**, punktacja MNiSW: **30**, udział: 90%
- [5] **Howaniec N.**, Smoliński A., *Energy*, Influence of fuel blend ash components on steam co-gasification of coal and biomass - chemometric study, 2014, 78, 814-825.
5-Year Impact Factor: **4,810**, punktacja MNiSW: **45**, udział: 50%

[6] Smoliński A., Howaniec N., *Waste and Biomass Valorization*, Chemometric modelling of experimental data on co-gasification of bituminous coal and biomass to hydrogen-rich gas, DOI: 10.1007/s12649-017-9850-z.

5-Year Impact Factor: **0,915**, punktacja MNiSW: **20**, udział: 80%

[7] Howaniec N., *Fuel*, The effects of pressure on coal chars porous structure development, 2016, 172, 118-123.

5-Year Impact Factor: **4,140**, punktacja MNiSW: **40**, udział: 100%

[8] Howaniec N., *Fuel Processing Technology*, Development of porous structure of lignite chars at high pressure and temperature, 2016, 154, 163-167.

5-Year Impact Factor: **3,949**, punktacja MNiSW: **35**, udział: 100%

[9] Howaniec N., *Journal of Sustainable Mining*, Temperature induced development of porous structure of bituminous coal chars at high pressures, 2016, 15, 120-124.

5-Year Impact Factor: **0,000**, punktacja MNiSW: **10**, udział: 100%

Sumaryczny 5-Year IF dla cyklu: **30,993** (średnio na artykuł: **3,444**)

Sumaryczna ilość punktów MNiSW za cykl: **310**

4.3 Omówienie osiągnięcia naukowego

4.3.1 Wprowadzenie

Jedne z głównych wyzwań stojących przed współczesną inżynierią środowiska stanowią zagospodarowanie dużych ilości uciążliwych odpadów organicznych oraz redukcja emisji zanieczyszczeń do atmosfery, w tym tak zwanych gazów cieplarnianych. Dotyczy to zwłaszcza dużych punktowych źródeł emisji, jakimi są systemy produkcji energii pracujące w oparciu o paliwa kopalne. Perspektywną alternatywą dla składowania takich odpadów jak osady ściekowe lub wykorzystania odpadów organicznych do produkcji biogazu w procesie fermentacji beztlenowej, są technologie ich termochemicznej konwersji. Wśród nich na szczególną uwagę zasługują technologie zgazowania, charakteryzujące się wyższą sprawnością procesu i niższymi poziomami emisji zanieczyszczeń stałych i gazowych niż konwencjonalne technologie spalania. Ponadto, produkt gazowy procesu zgazowania, tj. gaz syntezowy, złożony głównie z wodoru i tlenku węgla, ma większy zakres zastosowań w

produkcji energii elektrycznej i ciepłej, syntezie chemicznej i produkcji paliw płynnych, niż produkt spalania (energia cieplna) czy przemian biochemicznych (metan). Istnieje przy tym możliwość sterowania składem produktu gazowego w procesie zgazowania, między innymi w celu pozyskiwania czystego i perspektywicznego nośnika energii – wodoru, którego spalanie w celu produkcji energii elektrycznej nie wiąże się z emisją dwutlenku węgla, jak w przypadku spalania paliw stałych z zastosowaniem konwencjonalnych metod spalania. Zastosowanie technologii zgazowania do przetwarzania biopaliw stałych i odpadów organicznych do celów energetycznych stanowiłoby więc rozwiązanie pozwalające na efektywne zagospodarowanie rosnącej ilości uciążliwych odpadów, w tym zwłaszcza trudno biodegradowalnych, przy równoczesnym zastąpieniu części paliwa kopalnego w systemach produkcji energii surowcami odnawialnymi.

Poza koniecznością redukcji emisji zanieczyszczeń poprzez użytkowanie w większym stopniu odnawialnych nośników energii i ciepła odpadowego lub nadmiarowego z systemów przemysłowych, ważne jest również racjonalne gospodarowanie zasobami naturalnymi. Obejmuje to energetyczne użytkowanie materiałów odpadowych, zarówno biomasy jak i odpadów niepodlegających biodegradacji, a także odzysk i zagospodarowanie odpadów z samych procesów termochemicznej konwersji. W tym kontekście interesujący wydaje się aspekt wykorzystania różnych materiałów węglowych, w tym produktów pośrednich i odpadów z przetwórstwa biomasy, jako prekursorów materiałów o właściwościach sorpcyjnych do zastosowań w układach usuwania zanieczyszczeń z mieszanin gazowych i ciekłych, tak zwanych węgli aktywnych.

Mimo że technologie zgazowania są technologiami dojrzałymi, zastosowanie w nich alternatywnych surowców energetycznych wiąże się nadal z koniecznością prowadzenia prac badawczych w celu optymalizacji wielu aspektów technicznych i procesowych tych rozwiązań. Prowadzone obecnie na świecie badania obejmują między innymi prace eksperymentalne i modelowanie w zakresie optymalizacji rozwiązań technicznych i parametrów eksploatacyjnych procesu pirolizy i zgazowania oraz doboru katalizatorów w celu produkcji gazu o pożądanym składzie i minimalizacji zawartości zanieczyszczeń w produkcie gazowym, w tym substancji smolistych. Istotne są również prace mające na celu optymalizację węzła podawania i wstępnego przygotowania odnawialnych nośników energii w celu uzyskania większej gęstości energetycznej wsadu oraz rozwiązania problemów eksploatacyjnych i bezpieczeństwa związanych z wykorzystaniem biomasy. W celu zapewnienia stabilnych dostaw surowca o odpowiedniej jakości dla systemów zgazowania w skali zapewniającej odpowiednią efektywność ekonomiczną rozwiązań, coraz częściej rozważa się użytkowanie biomasy w

systemach współgazowania z węglem. Umożliwia to prowadzenie procesu w większej skali niż w przypadku zgazowania samej biomasy, a więc przy niższych kosztach jednostkowych produkcji energii, zastąpienie części surowca kopalnego surowcem uważanym w bilansie instalacji za zeroemisyjny oraz uzyskanie korzyści eksploatacyjnych wynikających z uśrednienia składu wsadu, w tym zmniejszenia zawartości siarki w porównaniu z węglem, zwiększenia kaloryczności wsadu oraz zmniejszenia zawartości metali alkalicznych i ziem alkalicznych w porównaniu z biomasą. Wśród nielicznych instalacji współgazowania pracujących w skali przemysłowej wymienia się system produkcji energii elektrycznej w oparciu o proces współgazowania biomasy z węglem w Buggenum w Holandii o mocy 280 MW_t oraz system produkcji paliw płynnych z gazu syntezowego produkowanego w oparciu o proces współgazowania biomasy i odpadów przemysłowych (tworzyw sztucznych) w Varkaus w Finlandii o wydajności 14t/d paliw płynnych i 50 MW mocy cieplnej. W Polsce obecnie około 46% energii elektrycznej i 98% energii cieplnej z odnawialnych nośników energii pochodzi z procesów przetwarzania biopaliw stałych, a odpowiednio 4% i 2% z biogazu. Około połowa energii elektrycznej produkowanej w oparciu o biopaliwa stałe pochodzi z procesów współspalania.

Wobec powyższego, opracowanie wydajnych i niezawodnych rozwiązań dla rozwoju technologii zgazowania mieszanek wsadowych biopaliw stałych, odpadów organicznych i węgla może stanowić odpowiedź na szereg wyzwań z obszaru inżynierii środowiska w zakresie:

- konieczności utylizacji (zamiast składowania) uciążliwych, trudno biodegradowalnych odpadów organicznych poprzez ich zagospodarowanie do celów energetycznych w systemach o większej sprawności energetycznej i mniejszej emisji zanieczyszczeń na jednostkę produkowanej energii niż w konwencjonalnych systemach spalania,
- redukcji kosztów i uciążliwości środowiskowej związanej ze składowaniem odpadów,
- poprawy stabilności i efektywności systemów przetwarzania odpadów organicznych w porównaniu z procesami biotechnologicznymi (fermentacja beztlenowa),
- redukcji emisji zanieczyszczeń z systemów produkcji energii poprzez:
 - częściowe zastąpienie paliwa kopalnego surowcem uważanym za zeroemisyjny (biopaliwa stałe),
 - produkcję gazu bogatego w wodór – czystego nośnika energii, którego produktem spalania jest woda a nie dwutlenek węgla, jak w konwencjonalnych

- systemach produkcji energii w oparciu o proces spalania paliw kopalnych, biomasy lub biogazu z procesu fermentacji beztlenowej,
- o wykorzystanie ciepła nadmiarowego z procesów przemysłowych,
 - możliwości uzyskania produktu gazowego o szerokim zakresie zastosowań w produkcji energii elektrycznej i ciepłej, paliw płynnych i w syntezie chemicznej, jako alternatywy dla energii ciepłej z systemów spalania,
 - minimalizacji problemów eksploatacyjnych i ryzyka związanego z wykorzystaniem biomasy w systemach spalania (wybuchy, korozja) oraz poprawy efektywności ekonomicznej systemu poprzez możliwość prowadzenia procesu w większej skali, dzięki zastosowaniu węgla, jako składnika mieszanki wsadowej, gwarantującego stabilność dostaw podstawowego surowca energetycznego i korzystne uśrednienie składu mieszanki wsadowej,
 - wykorzystania produktów pośrednich z procesu pirolizy i zgazowania do celów wytwarzania materiałów sorpcyjnych o szerokim potencjalnym zakresie zastosowań w oczyszczaniu mieszanin gazowych i ciekłych.

4.3.2 Wyniki badań stanowiących osiągnięcie naukowe

Celem prac badawczych, których wyniki przedstawiłam w cyklu publikacji powiązanych tematycznie, prezentujących osiągnięcie naukowe będące podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, było określenie wpływu warunków pirolizy (temperatury i ciśnienia) oraz zgazowania (temperatury i rodzaju czynnika zgazowującego), a także właściwości fizyko-chemicznych mieszanek wsadowych biopaliw stałych i odpadów organicznych z węglem na efektywność procesu ich zgazowania, a w szczególności:

- a) określenie wpływu składu mieszanek wsadowych oraz warunków procesu zgazowania na skład i wydajność produktu gazowego procesu, istotnych w aspekcie gospodarczego wykorzystania odpadów organicznych, zwiększenia stopnia i efektywności użytkowania biopaliw stałych oraz rozwoju czystych technologii węglowych, w tym szczególnie produkcji gazu bogatego w wodór, jako czystego nośnika energii,
- b) określenie wpływu warunków pirolizy na rozwój struktury porowatej karbonizatów w kontekście:
 - jej znaczenia w kształtowaniu przebiegu procesu termochemicznej konwersji karbonizatów do produktu gazowego w aspekcie czystych technologii węglowych,

- możliwości wykorzystania produktów procesu pirolizy i zgazowania różnych materiałów węglowych (np. biomasy odpadowej, węgla niskiej jakości), jako materiałów o właściwościach sorpcyjnych w szeregu zastosowań z zakresu inżynierii środowiska.

4.3.2.1 Określenie wpływu warunków zgazowania oraz składu mieszanek wsadowych biopaliw stałych, odpadów organicznych i węgla na skład i wydajność produktu gazowego procesu

W prowadzonych przeze mnie pracach badawczych w zakresie zagospodarowania biopaliw stałych i osadów ściekowych z komunalnej oczyszczalni ścieków do celów energetycznych na drodze ich termochemicznej konwersji w procesie współzgazowania z węglem określiłam optymalną zawartość badanych rodzajów biopaliw stałych i odpadów w mieszankach wsadowych dla produkcji gazu bogatego w wodór w procesie współzgazowania w reaktorze ze złożem stałym [artykuły 1–3 wg kolejności podanej w podrozdziale 4.2]. W szczególności określiłam zawartość wybranych rodzajów biopaliw stałych w mieszance wsadowej z węglem pozwalającą na maksymalizację produkcji gazu bogatego w wodór i wykazałam przydatność wybranych rodzajów odnawialnych nośników energii do produkcji gazu bogatego w wodór w procesie współzgazowania w reaktorze ze złożem stałym w temperaturze 700, 800 i 900°C [artykuł 1]. Wykazałam, że maksymalne wartości całkowitej objętości gazu oraz wodoru uzyskano dla mieszanek wsadowych zawierających 20% wag. biomasy ze ślazuwca pensylwańskiego i spartiny preriowej. Przeprowadziłam również badania eksperymentalne możliwości zagospodarowania odpadów z wierzby energetycznej w procesie współzgazowania z węglem kamiennym i węglem brunatnym [artykuł 2]. Określiłam optymalny skład mieszanek wsadowych biomasy odpadowej z węglem kamiennym i brunatnym w procesie zgazowania parą wodną w temperaturze 700 i 900°C w reaktorze ze złożem stałym w aspekcie produkcji gazu bogatego w wodór. Wykazałam, że maksymalną objętość wodoru uzyskano w procesie współzgazowania mieszanki wsadowej zawierającej 20% wag. biomasy w temperaturze 900°C. Podjęłam również prace badawcze w obszarze związanym z tematyką zagospodarowania w procesie zgazowania nadmiarowego ciepła z systemów przemysłowych – możliwych do wykorzystania źródeł o temperaturze 350-700°C. W ramach projektu strategicznego Narodowego Centrum Badań i Rozwoju¹ badałam

¹ Zadanie Badawcze nr 1 „Rozwój wysokotemperaturowych reaktorów do zastosowań przemysłowych”, HTRPL, numer umowy SP/J/1/166183/12, finansowane przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR) w ramach

między innymi możliwości wykorzystania ciepła nadmiarowego z procesów przemysłowych w reakcjach endotermicznych procesu zgazowania, co umożliwiłoby obniżenie emisji dwutlenku węgla w bilansie instalacji poprzez zastąpienie części energii wytwarzanej z paliwa kopalnego. W podjętych przez siebie pracach badawczych w tym zakresie przeprowadziłam między innymi badania eksperymentalne wykorzystania ciepła nadmiarowego z systemów przemysłowych do wstępnego podgrzania czynników zgazowujących w procesie współgazowania biopaliw stałych z węglem [artykuły 3 i 4]. Jako biomasę wykorzystałam rośliny energetyczne o dużym potencjale plonowania w polskich warunkach klimatycznych [artykuł 3] oraz osady ściekowe z oczyszczalni ścieków komunalnych [artykuł 4]. Pierwsze z nich mogą stanowić podstawę stabilnych dostaw biomasy o stałym składzie, przy wykorzystaniu do prowadzenia upraw gleb nawet V i VI klasy bonitacyjnej oraz mogą być jednocześnie wykorzystywane do celów rekultywacji terenów poprzemysłowych. Metody użytkowania osadów ściekowych do celów energetycznych stanowią natomiast perspektywiczną opcję dla obecnie dominującej metody ich zagospodarowania poprzez składowanie. Są więc rozwiązaniem pozwalającym na efektywne zagospodarowanie rosnącej ilości uciążliwych odpadów, przy równoczesnym zastąpieniu części paliwa kopalnego w systemach produkcji energii odpadami. W ramach badań procesu współgazowania mieszaniną tlenu i pary wodnej wybranych rodzajów biopaliw stałych i węgla kamiennych o różnym składzie w reaktorze ze złożem stałym w temperaturze 800°C z wykorzystaniem ciepła nadmiarowego z systemów przemysłowych określiłam skład i ilość produktu gazowego uzyskanego z mieszanek wsadowych o różnych udziale wagowym biomasy, w trzech układach wykorzystania ciepła nadmiarowego [artykuł 3]. Wykazałam też możliwość użytkowania w tym procesie mieszanek wsadowych osadów ściekowych z komunalnej oczyszczalni ścieków z węglem kamiennym lub brunatnym [artykuł 4] i określiłam optymalny skład mieszanki wsadowej w aspekcie produkcji gazu bogatego w wodór w temperaturze 700°C.

Wyniki przeprowadzonych prac eksperymentalnych w zakresie zgazowania i współgazowania biopaliw stałych, odpadów i węgla stanowiły podstawę do przeprowadzenia analiz zależności pomiędzy właściwościami fizycznymi i chemicznymi badanych surowców, a efektywnością procesu ich zgazowania i współgazowania [artykuły 2, 3, 5 i 6]. Na podstawie wyników analizy danych eksperymentalnych współgazowania odpadów z produkcji rolnej z węglem kamiennym i brunatnym z zastosowaniem metody grupowania hierarchicznego

potwierdziłam, że próbki wsadu charakteryzujące się dużymi wartościami wartości opałowej i ciepła spalania, zawartości węgla pierwiastkowego i wskaźnika *fixed carbon* wyróżniały się wśród badanych próbek wsadu z uwagi na dużą całkowitą wydajność produktu gazowego oraz objętość tlenu węgla w procesie zgazowania i współzgazowania [artykuł 2]. Potwierdziłam między innymi, że próbki, z których uzyskano największe wydajności produktu gazowego, w tym tlenu węgla i wodoru, wyróżniały się spośród wszystkich badanych surowców z uwagi na największe wartości ciepła spalania, wartości opałowej, wskaźnika *fixed carbon*, zawartości węgla pierwiastkowego i małe zawartości części lotnych i wodoru w próbce.

Na podstawie analizy danych eksperymentalnych z zastosowaniem metody analizy danych wielowymiarowych z badań procesu współzgazowania wybranych rodzajów biopaliw stałych i węgla kamiennych o różnych właściwościach fizyko-chemicznych wykazałam, że mieszanki wsadowe zawierające 20% wag. biomasy, charakteryzowały się największą wydajnością wodoru i tlenu węgla w procesie współzgazowania we wszystkich badanych konfiguracjach systemu wykorzystania ciepła nadmiarowego z systemów przemysłowych i największą zawartością węgla pierwiastkowego, wskaźnika *fixed carbon*, azotu i popiołu [artykuł 3]. Wskazałam również, że mieszanki wsadowe zawierające 20 i 40% wag. biomasy z wierzby energetycznej charakteryzowały się największą wydajnością metanu i największą wartością opałową gazu wytworzonego w systemach bez wstępnego podgrzania czynnika zgazowującego. Stwierdziłam również, że w przypadku mieszanek wsadowych o udziale biomasy 60 i 80% wag. i większej zawartości części lotnych i wodoru niż w pozostałych badanych próbkach, uzyskano gaz o większej wartości kalorycznej w układzie ze wstępnym podgrzaniem czynnika zgazowującego, a bez zewnętrznego podgrzewania reaktora zgazowania po uzyskaniu temperatury procesu, niż dla pozostałych badanych próbek.

Na podstawie analizy danych eksperymentalnych z badań procesu współzgazowania biopaliw stałych i węgla z zastosowaniem analizy czynników głównych i metody grupowania hierarchicznego wykazałam podobieństwa i różnice pomiędzy kilkudziesięcioma próbkami wsadowymi w zakresie sześćdziesięciu parametrów opisujących właściwości fizyko-chemiczne surowców, reaktywność karbonizatów oraz wyniki procesu współzgazowania w temperaturze 700, 800 i 900°C [artykuł 5]. Próbki wsadowe o zawartości biomasy 60 i 80% wag. zostały wyróżnione w analizie hierarchicznej z uwagi na niższe wartości ciepła spalania, wartości opałowej, zawartości siarki, azotu, węgla, wskaźnika *fixed carbon*, tlenków: glinu, żelaza i tytanu oraz większe zawartości części lotnych, wodoru i tlenu w próbce oraz większy stopień konwersji węgla i reaktywność maksymalną karbonizatów niż dla pozostałych badanych paliw. Na podstawie analizy danych wykazałam również, że paliwa o

mniejszej zawartości biomasy charakteryzujące się dużymi wartościami ciepła spalania, wartości opałowej, siarki, węgla, azotu, wskaźnika *fixed carbon*, tlenków: krzemu, glinu, żelaza, magnezu, sodu i tytanu w próbce generowały w procesie zgazowania gaz o dużej wartości opałowej, a wydajność wodoru i tlenku węgla była większa niż w przypadku pozostałych badanych próbek wsadu.

Na podstawie analizy danych eksperymentalnych procesu zgazowania próbek wsadowych złożonych z kilku rodzajów biopaliw stałych i węgla kamiennych o różnym składzie z zastosowaniem metody analizy czynników głównych wykazałam natomiast między innymi pozytywną korelację pomiędzy zawartością części lotnych i wodoru w surowcu, ciepłem spalania i wartością kaloryczną, a wydajnością dwutlenku węgla w procesie zgazowania parą wodną oraz pomiędzy zawartością azotu w próbce i wydajnością mieszaniny gazowej - produktu gazowego procesu i wodoru w procesie współzgazowania. Wykazałam również negatywną korelację pomiędzy zawartością części lotnych i wodoru w próbce, a zawartością azotu w próbce i wydajnością mieszaniny gazowej – produktu gazowego procesu oraz wodoru w procesie zgazowania mieszanek wsadowych [**artykuł 6**].

4.3.2.2 Określenie wpływu warunków pirolizy na rozwój struktury porowatej karbonizatów

Pogłębienie badań w zakresie tematyki wpływu warunków pirolizy i zgazowania oraz właściwości stosowanego surowca na efektywność procesu zgazowania stanowiło podjęcie przeze mnie prac nad określeniem wpływu parametrów eksploatacyjnych pirolizy na rozwój struktury porowatej karbonizatów stanowiących wsad do procesu zgazowania. Wyniki tych badań mają również znaczenie poznawcze i praktyczne w aspekcie zastosowania karbonizatów, produktów pośrednich i odpadowych z procesu zgazowania, jako materiałów o właściwościach sorpcyjnych do zastosowania w procesach usuwania zanieczyszczeń z mieszanin gazowych i ciekłych.

Właściwości struktury porowatej ciał stałych, w tym produktów i odpadów z procesu pirolizy i zgazowania, mają duże znaczenie zarówno w kontekście procesów termochemicznej konwersji, jak i procesów sorpcyjnych. Kształt porów, połączenia między nimi oraz powierzchnia i objętość porów mają wpływ na szereg właściwości ciał stałych: pory zamknięte determinują gęstość, wytrzymałość mechaniczną i przewodność termiczną materiału, a obecność porów otwartych warunkuje zjawiska przepływu gazów i właściwości sorpcyjne. Ma to istotne znaczenie w kształtowaniu warunków transportu masy i ciepła w procesach termochemicznej konwersji, jak i determinuje pojemności sorpcyjne ciała stałego względem różnych adsorbatów.

Ponieważ parametry eksploatacyjne procesu pirolizy determinują właściwości zgazowywanych karbonizatów, w tym wpływają na rozwój ich struktury porowatej, podjęłam badania w zakresie określenia wpływu ciśnienia i temperatury procesu pirolizy na rozwój struktury porowatej karbonizatów. Większość dostępnych danych literaturowych dotyczących wpływu warunków eksploatacyjnych zastosowanych w procesie pirolizy biopaliw stałych, odpadów organicznych i przemysłowych oraz paliw kopalnych i ich mieszanek na efektywność procesu pirolizy i zgazowania dotyczy wpływu temperatury, ciśnienia, atmosfery gazowej, szybkości nagrzewania, czasu zatrzymania w maksymalnej temperaturze i składu mieszanki wsadowej na wydajność ciekłych, gazowych i stałych produktów pirolizy lub reaktywność karbonizatów w procesie zgazowania. W nielicznych dostępnych w literaturze pracach, poświęconych analizie wpływu warunków pirolizy na właściwości struktury porowatej karbonizatów, omówiono oddziaływanie temperatury procesu i znaczenie uziarnienia surowca w kształtowaniu tych właściwości. Natomiast zaledwie w kilku pracach badano wpływ ciśnienia na rozwój struktury porowatej karbonizatów. Ponadto, prace te dotyczyły głównie procesu pirolizy prowadzonej z szybkościami nagrzewania rzędu kilkuset lub kilku tysięcy stopni na sekundę i czasami zatrzymania rzędu kilku sekund, a ich wyniki nie pozwalały na wysunięcie jednoznacznych wniosków na temat badanej zależności.

Wobec powyższego podjęłam brakujące i potrzebne, w świetle dotychczasowych doniesień literaturowych, badania w zakresie wpływu ciśnienia pirolizy w warunkach wysokiej temperatury, stosunkowo małych prędkości nagrzewania, rzędu kilkudziesięciu stopni na minutę i dłuższych czasów zatrzymania na rozwój struktury porowatej karbonizatów [artykuły 7-9]. W ramach kierowanych przez siebie projektów badawczych^{2,3} wykazałam, że ciśnienie zastosowane w procesie pirolizy ma pozytywny wpływ na rozwój struktury porowatej karbonizatów. W szczególności dla karbonizatów węgla kamiennych wytworzonych pod ciśnieniem w zakresie 1 – 4 MPa i w wysokiej temperaturze (1000°C) stwierdziłam zwiększenie wartości parametrów charakteryzujących strukturę porowatą, a więc powierzchni właściwej, całkowitej objętości porów oraz powierzchni i objętości mikroporów wraz ze zwiększeniem ciśnienia w procesie pirolizy od 1 do 3 MPa [artykuł 7]. Dalszy wzrost ciśnienia pirolizy powodował zmniejszenie wartości tych parametrów. Wysunęłam hipotezę o zależności pomiędzy obserwowaną tendencją, a zawartością części lotnych, wityrnytu i inertynitu,

² Zastosowanie analizatora Autosorb w charakterystyce materiałów z procesów termochemicznej konwersji paliw stałych (2015). MNiSW, 11460155-321.

³ Badania wpływu parametrów eksploatacyjnych procesu pirolizy na charakterystykę powierzchni karbonizatów (2016). MNiSW, 11310026-321.

wpływających między innymi na intensywność pęcznienia węgla, zwłaszcza w warunkach podwyższonego ciśnienia.

W prowadzonych badaniach zwróciłam również uwagę, że na rozwój struktury porowatej pod ciśnieniem i w wysokiej temperaturze mają wpływ skład chemiczny i właściwości fizyczne prekursora. W związku z tym przeprowadziłam badania poświęcone wpływowi ciśnienia pirolizy w warunkach wysokiej temperatury na rozwój struktury porowatej karbonizatów wytworzonych z surowców o różnym składzie. Wyniki badań przeprowadzonych dla wybranych węgli brunatnych potwierdziły zaobserwowaną przeze mnie wcześniej tendencję intensyfikacji rozwoju struktury porowatej karbonizatów ze wzrostem ciśnienia pirolizy [artykuł 8]. Stwierdziłam, że wartość ciśnienia, przy zastosowaniu którego uzyskałam karbonizaty o najbardziej rozbudowanej strukturze porów była różna dla różnych węgli i wynosiła 2 lub 3 MPa. Zaobserwowałam również, że największym udziałem mikroporów w całkowitej objętości porów charakteryzowały się karbonizaty węgla brunatnych uzyskane w procesie pirolizy pod ciśnieniem 1 MPa. Na podstawie przeprowadzonych badań wykazałam znaczenie zawartości wilgoci, części lotnych i popiołu na intensywność rozwoju struktury porowatej w warunkach wysokiego ciśnienia i temperatury. Stwierdziłam, że próbka o największej zawartości wilgoci stanowiła prekursor karbonizatów o najbardziej rozbudowanej strukturze porowatej uzyskanej w warunkach podwyższonego ciśnienia. Karbonizaty charakteryzujące się największym udziałem mikroporów natomiast uzyskałam z surowca o największej zawartości części lotnych i najmniejszej zawartości wilgoci i popiołu. Stwierdziłam, że może to świadczyć o dominującej roli uwalniania wilgoci w procesie pirolizy na całkowitą objętość porów i powierzchnię właściwą oraz o dużym znaczeniu uwalniania części lotnych dla rozwoju mikroporowatości karbonizatów uzyskanych w procesie pirolizy ciśnieniowej.

W dalszych badaniach zwróciłam również uwagę na wpływ temperatury pirolizy w zakresie 700-1000°C w warunkach podwyższonego ciśnienia (3 MPa) na rozwój struktury porowatej karbonizatów [artykuł 9]. Stwierdziłam intensyfikację rozwoju struktury porowatej karbonizatów ze wzrostem temperatury w badanym zakresie warunków eksploatacyjnych pirolizy do wartości granicznej temperatury, po przekroczeniu której zaobserwowałam zmniejszenie wartości parametrów opisujących rozwój struktury porowatej. Zaobserwowałam też duży udział objętości mikroporów w całkowitej objętości porów karbonizatów uzyskanych w procesie pirolizy ciśnieniowej. Na podstawie wyników badań stwierdziłam, że zaobserwowana prawidłowość jest związana z intensyfikacją uwalniania wilgoci, odgazowania i pęcznienia surowca ze wzrostem temperatury do wartości granicznej, charakterystycznej dla

danego rodzaju prekursora oraz destrukcją struktury porowatej pod wpływem ciśnienia i dalszego wzrostu temperatury.

Prace te moim zdaniem stanowią istotny przyczynek do:

- modelowania kinetyki procesu pirolizy i zgazowania,
- wykorzystania produktów i odpadów z procesu pirolizy i zgazowania, jako materiałów o właściwościach sorpcyjnych możliwych do zastosowania w rozwiązaniach z obszaru inżynierii środowiska,
- zastosowania ciśnienia, jako czynnika modyfikującego rozwój struktury porowatej w procesie wytwarzania sorbentów, tzw. węgla aktywnych, z różnych materiałów węglowych, w tym odpadowych.

4.3.3 Podsumowanie

W pracach badawczych, których wyniki przedstawiłam w cyklu publikacji powiązanych tematycznie, prezentujących osiągnięcie naukowe będące podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego:

a) w zakresie dotyczącym rozwoju technologii **użytkowania biopaliw stałych i zagospodarowania odpadów organicznych do celów energetycznych w wysokowydajnych i niskoemisyjnych systemach, w procesie współgazowania do gazu bogatego w wodór, jako czystego nośnika energii:**

- wykazałam przydatność i określiłam optymalny udział różnych rodzajów biomasy, w tym paliw stałych i osadów ściekowych z komunalnej oczyszczalni ścieków w mieszankach wsadowych w aspekcie produkcji gazu bogatego w wodór w procesie współgazowania z węglem kamiennym lub brunatnym w różnych warunkach temperatury w reaktorze ze złożem stałym,
- określiłam zależności pomiędzy właściwościami fizycznymi i chemicznymi badanych surowców energetycznych, a efektywnością procesu ich współgazowania na podstawie wyników prac eksperymentalnych w zakresie zgazowania i współgazowania do gazu bogatego w wodór w różnych warunkach temperatury w reaktorze ze złożem stałym,
- określiłam możliwość zagospodarowania w procesie zgazowania wybranych mieszanek wsadowych ciepła nadmiarowego z systemów przemysłowych,

b) w zakresie **wykorzystania danych na temat właściwości struktury porowatej karbonizatów do modelowania procesów termochemicznej konwersji paliw stałych**

oraz wykorzystania produktów i odpadów z procesu pirolizy i zgazowania różnych materiałów węglowych, jako materiałów o właściwościach sorpcyjnych do zastosowań w układach usuwania zanieczyszczeń z mieszanin gazowych i ciekłych

- określiłam wpływ ciśnienia pirolizy w warunkach wysokiej temperatury, stosunkowo małych prędkości nagrzewania i stosunkowo długiego czasu zatrzymania karbonizatów w temperaturze procesu na rozwój struktury porowatej karbonizatów uzyskanych z różnych prekursorów, w tym wartość powierzchni właściwej, całkowitą objętość porów, rozkład wielkości porów oraz powierzchnię i objętość mikroporów.

Wyniki tych prac mają znaczenie aplikacyjne w aspekcie rozwoju nowoczesnych metod zagospodarowania odpadów organicznych, w tym zwłaszcza odpadów trudno biodegradowalnych, rozwoju technologii współużytkowania odnawialnych źródeł energii i kopalnych surowców energetycznych oraz wykorzystania na potrzeby reakcji endotermicznych procesu zgazowania energii nadmiarowego ciepła z innych procesów przemysłowych. Stanowią tym samym przyczynek do rozwoju rozwiązań umożliwiających efektywne zagospodarowanie rosnącej ilości uciążliwych odpadów, zwiększenie stopnia i efektywności użytkowania biopaliw stałych w systemach produkcji energii oraz zastąpienie części paliwa kopalnego (węgla) materiałami odpadowymi i odnawialnymi nośnikami energii w wysokowydajnych i niskoemisyjnych systemach produkcji energii i wodoru, jako przyjaznego środowisku nośnika energii. Stanowią tym samym wkład do rozwoju czystych technologii węglowych będących podstawą zrównoważonych systemów energetycznych krajów o znaczącym udziale węgla w bilansie surowców energetycznych.

Brakujące i potrzebne, w świetle dotychczasowych doniesień literaturowych, badania wpływu warunków pirolizy na rozwój struktury porowatej karbonizatów wytworzonych w warunkach podwyższonego ciśnienia i w wysokiej temperaturze z różnych prekursorów mają znaczenie poznawcze i praktyczne, stanowiąc istotny przyczynek do modelowania kinetyki procesu pirolizy i zgazowania oraz do wykorzystania produktów pośrednich z tych procesów, jako materiałów o właściwościach sorpcyjnych, możliwych do zastosowania w różnych rozwiązaniach z obszaru inżynierii środowiska. Prace te stanowią też podstawę do kontynuacji badań w zakresie zastosowania ciśnienia, jako czynnika modyfikującego rozwój struktury porowatej w procesie wytwarzania sorbentów, tzw. węgla aktywnych, z różnych materiałów węglowych, w tym odpadowych.

Podsumowując, wyniki prac badawczych przedstawionych w cyklu publikacji mają znaczenie poznawcze i praktyczne w zakresie zagospodarowania odpadów do celów energetycznych, rozwoju wysokowydajnych i niskoemisyjnych systemów produkcji energii w oparciu o proces zgazowania mieszanek wsadowych odpadów, biopaliw stałych i kopalnych surowców energetycznych do gazu bogatego w wodór oraz użytkowania materiałów węglowych, w tym odpadowych, jako materiałów sorpcyjnych w obszarze tematyki dyscypliny inżynierii środowiska, w tym w szczególności w kontekście czystych technologii węglowych.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć w pracy naukowo-badawczej

5.1 Działalność naukowo-badawcza po doktoracie

Przedmiot mojej działalności badawczej w okresie po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych obejmował poza tematyką wymienioną w rozdziale 4 również inne aspekty technologiczne i środowiskowe związane z przetwórstwem paliw stałych do celów energetycznych.

Brałam udział w pracach eksperymentalnych i modelowych obejmujących między innymi określenie rodzaju i ilości substancji smolistych powstających w procesie zgazowania i współzgazowania węgla i biomasy roślinnej⁴ oraz analizy ilościowe i jakościowe gazu z procesu podziemnego zgazowania węgla i zanieczyszczeń zawartych w wodach poprocesowych z układów podziemnego zgazowania węgla⁵.

Prowadziłam badania reaktywności paliw w procesie współzgazowania węgla i biomasy roślinnej^{6,7} oraz badania zastosowania materiałów o właściwościach katalitycznych i sorbentów w procesie zgazowania i współzgazowania węgla i biomasy^{8,9}.

Prowadziłam prace eksperymentalne w zakresie współzgazowania różnych mieszanek wsadowych węgla i odpadów z zastosowaniem różnych czynników zgazowujących i różnych warunków temperatury^{10,11,12,13}.

⁴ Kamińska-Pietrzak N., Howaniec N., Smoliński A., *Ecological Chemistry and Engineering S*, The influence of feedstock type and operating parameters on tar formation in the process of gasification and co-gasification, 2013, 20, 747–761.

⁵ Smoliński A., Stańczyk K., Kapusta K., Howaniec N. *Water Science and Technology*, Analysis of the organic contaminants in the condensate produced in the in-situ underground coal gasification process, 2013, 67(3), 644-650

⁶ Howaniec N., Smoliński A., *International Journal of Hydrogen Energy*, Steam co-gasification of coal and biomass – Synergy in reactivity of fuel blends chars, 2013, 36, 16152-16160.

⁷ Howaniec N., Smoliński A. Gas chromatography in determination of fuel char reactivity and gasification process efficiency - experimental study on steam gasification of various fuels in fixed-bed reactor. Materiały konferencyjne XXXVI Symposium Chromatographic Methods of Investigating the Organic Compounds, Szczyrk, 05-07.06.2013.

⁸ Smoliński A., Howaniec N., *Acta Chromatographica*, Application of gas chromatography in experiments on steam gasification and co-gasification of hard coal and biomass chars, 2013 25(2) 317-330.

⁹ Waszczuk P., Lutyński M., Gonzalez M.A., Smoliński A., Howaniec N., Carbon dioxide sorption on EDTA modified halloysite, Mineral Engineering Conference MEC2016, Wrocław, 25-28.09.2016. E3S Web Conf. Volume 8, 2016 Mineral Engineering Conference MEC2016, Article no 01054.

Brałam udział w pracach mających na celu określenie efektywności procesowej i ekonomicznej rozwiązań z zakresu wykorzystania nadmiarowego ciepła procesowego w układach zgazowania^{14,15,16,17,18,19}.

Zajmowałam się aspektami związanymi z występowaniem pierwiastków śladowych w węglu^{20,21} oraz pierwiastków ziem rzadkich²² w popiołach węglowych w aspekcie ich

¹⁰ Smoliński A., **Howaniec N.**, Thermochemical conversion of biowaste in the process of co-gasification with hard coal, Seventh International Conference on Clean Coal Technologies, CCT2015, Kraków, 17-21 maj 2015.

¹¹ **Howaniec N.**, Smoliński A. Gas chromatography application in steam co-gasification of coal and biowaste. Materiały konferencyjne XXXVII Symposium Chromatographic Methods of Investigating the Organic Compounds, Szczyrk, 10-13.06.2014.

¹² **Howaniec N.**, Wybrane aspekty współzgazowania węgla i biomasy parą wodną, *Karbo* 4 (2015) 139-144.

¹³ Smoliński A., **Howaniec N.**, Chemometric modelling of experimental data on co-gasification of bituminous coal and biomass to hydrogen-rich gas, 4th International Conference on Sustainable Solid Waste Management, Limassol, Cypr, 23-25.06.2016.

¹⁴ Krawczyk P., **Howaniec N.**, Smoliński A., *Energy*, Economic efficiency analysis of substitute natural gas (SNG) production in steam gasification of coal with the utilization of HTR excess heat, 2016, 114, 1207-1213.

¹⁵ Cempa-Balewicz M., **Howaniec N.**, Smoliński A., Rozdział 2: Badania wpływu wstępnie przegrzanych reagentów gazowych na efektywność procesu allotermicznego zgazowania węgla z wykorzystaniem ciepła z reaktora HTR, *Ochrona Powietrza w Teorii i Praktyce*, Tom I, (red. J. Koniecznyński), Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk, Zabrze, 2014, 13-20.

¹⁶ Smoliński A., **Howaniec N.**, Co-gasification of coal/sewage sludge blends to hydrogen-rich gas with the application of the simulated high temperature reactor excess heat, Kanada, 3-6.05.2015.

¹⁷ Smoliński A., **Howaniec N.**, Lab-scale coal gasification system simulating use of High Temperature Reactor excess heat for synthesis gas production. International Conference on Nuclear and renewable Energy Resources (NuRER 2014), Antalya, Turcja, 26-28.10.2014.

¹⁸ Smoliński A., Cempa-Balewicz M., **Howaniec N.** Application of gas chromatography in a lab-scale coal gasification system simulating use of High Temperature Reactor excess heat for synthesis gas production. The XXXVIIth Symposium Chromatographic Methods of Investigating the Organic Compounds. Szczyrk, 10-13.06.2014.

¹⁹ Cempa-Balewicz M., **Howaniec N.**, Smoliński A., Badania wpływu wstępnie przegrzanych reagentów gazowych na efektywność procesu allotermicznego zgazowania węgla z wykorzystaniem ciepła z reaktora HTR. *Ochrona Powietrza w Teorii i Praktyce*, Zakopane, 16.10.2014.

²⁰ Smoliński A., **Howaniec N.**, *Plos One*, Quantitative Modelling of Trace Elements in Hard Coal, 20 July 2016, doi:10.1371/journal.pone.0159265.

²¹ Smoliński A., Rompalski P., Cybulski K., Chečko J., **Howaniec N.**, Chemometric study of trace elements in hard coals of the Upper Silesian Coal Basin, Poland, *The Scientific World Journal*, 2014, Article ID 234204, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/234204>.

odzysku oraz związków rtęci w popiołach węglowych²³ w kontekście ich oddziaływania na środowisko.

Uczestniczyłam również w pracach mających na celu określenie pojemności sorpcyjnych węgla w odniesieniu do wybranych węglowodorów nienasyconych w aspekcie oceny ryzyka występowania pożarów endogennych w kopalniach węgla kamiennego²⁴.

5.2 Działalność naukowo-badawcza przed doktoratem

W okresie przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych prowadziłam prace badawcze w zakresie użytkowania węgla w systemach zgazowania charakteryzujących się wyższą sprawnością i niższymi poziomami emisji zanieczyszczeń, w tym dwutlenku węgla, niż konwencjonalne systemy spalania węgla. Prace ukierunkowane były na produkcję przyjaznego środowiska nośnika energii, wodoru, w procesie zgazowania węgla parą wodną^{25,26,27,28,29,30,31}. Prowadziłam też prace badawcze w zakresie zastosowania metod

²² Smoliński A., Stempin M., Howaniec N., *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*, Determination of Rare Earth Elements in Combustion Ashes from Selected Polish Coal Mines by Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometry, 2016, 116, 63-74.

²³ Rompalski P., Smoliński A., Krztoń H., Gazdowicz J., Howaniec N., Róg L., *Arabian Journal of Chemistry*, Determination of mercury content in hard coal and fly ash using X-ray diffraction and scanning electron microscopy coupled with chemical analysis, 2016, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2016.02.016>.

²⁴ Dudzińska A., Howaniec N., Smoliński A., *Energy and Fuels*, Experimental Study on Sorption and Desorption of Propylene on Polish Hard Coals, 2015, 29(8), 4850–4854.

²⁵ Smoliński A., Howaniec N., *Ecological Chemistry and Engineering S*, Sustainable Production of Clean Energy Carrier – Hydrogen, 2009, 16, 335-345.

²⁶ Smoliński A., Howaniec N., *Ecological Chemistry and Engineering S*, Environment Friendly Coal Processing Technologies for Sustainable Development of Polish Energy Sector, 2010, 17(3), 297-307

²⁷ Smoliński A., Howaniec N. Badania procesu zgazowania roślin energetycznych ukierunkowane na produkcję gazu bogatego w wodór z jednoczesnym wychwytywaniem powstającego CO₂. Ochrona Powietrza w Teorii i Praktyce - Tom I. Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk, Zabrze 2010, 327-340.

²⁸ Smoliński A., Howaniec N. Badania laboratoryjne wykorzystania polskich węgla w procesie produkcji gazu bogatego w wodór na drodze zgazowania w reaktorze ze złożem stałym. Materiały konferencyjne Polskiego Kongresu Górniczego, wrzesień 2007, Kraków, 19-21.

²⁹ Smoliński A., Howaniec N., *Prace Naukowe GIG*, Badania laboratoryjne wykorzystania polskich węgla w procesie produkcji gazu bogatego w wodór na drodze zgazowania w reaktorze ze złożem stałym, 2007, I/2007, 189-196.

³⁰ Rogut J., Howaniec N., Ludwik M., *Przegląd Górniczy*, Gospodarka wodorowa szansą dla rozwoju górnictwa węgla kamiennego, 2004, 6, 1-5.

wychwytywania i składowania dwutlenku węgla³², w szczególności w opcji przed spalaniem^{33,34} oraz zastosowania katalizatorów w procesie zgazowania węgla³⁵.

Brałam również udział w pracach badawczych mających na celu opracowanie założeń technologicznych^{36,37,38} i ocenę aspektów środowiskowych³⁹ związanych ze zgazowaniem węgla w złożu dla opracowania technologii wykorzystania węgla z pokładów, którego wydobywanie z użyciem konwencjonalnych metod eksploatacji górniczej jest niemożliwe ze względów ekonomicznych lub bezpieczeństwa.

Zainteresowałam się również tematyką zgazowania biomasy^{40,41,42,43,44,45} oraz współzgazowania węgla z biomasą z roślin energetycznych w kontekście tworzenia podstaw do budowy zrównoważonych systemów energetycznych^{46,47,48,49}.

³¹ Smoliński A., Howaniec N., Stańczyk K., *Prace Naukowe GIG*, Metody badania reaktywności węgla w procesach spalania i zgazowania, 2006, 4, 77-92.

³² Smoliński A., Howaniec N., Możliwości redukcji stężenia dwutlenku węgla w atmosferze w procesie sekwestracji z wykorzystaniem formacji geologicznych. *Ochrona Powietrza i Problemy Odpadów* 44(1) (2007) 14-22.

³³ Smoliński A., Howaniec N., *Prace Naukowe GIG*, Produkcja wodoru, z wydzieleniem dwutlenku węgla gotowego do sekwestracji w procesie zgazowania węgla, 2006, 3, 5-21.

³⁴ Smoliński A., Świądrowski J., Howaniec N., *Prace Naukowe GIG*, Niekonwencjonalne metody zagospodarowania CO₂, 2009, 4, 85-99.

³⁵ Smoliński A., Howaniec N., *Prace Naukowe GIG*, Badania procesu zgazowania węgla kamiennego w obecności K₂CO₃, 2012, 1, 81-92.

³⁶ Wiatowski M., Stańczyk K., Świądrowski J., Kapusta K., Cybulski K., Krause E., Grabowski J., Rogut J., Howaniec N., Smoliński A., *Fuel*, Semi-technical UCG by the shaft method in experimental mine "Barbara", 2012, 99, 170–179.

³⁷ Stańczyk K., Howaniec N., Smoliński A., Świądrowski J., Kapusta K., Wiatowski M., Grabowski J., Rogut J., *Fuel*, Gasification of lignite and hard coal with air and oxygen-enriched air in a pilot scale ex-situ reactor for underground gasification, 2011, 90, 1953-1962.

³⁸ Stańczyk K., Smoliński A., Howaniec N., Bieniecki M., Ćwiczek M., The potential of the air-blown underground coal gasification product gas utilization in the fuel and energy sector in the light of national and European research, w monografii: Development of coal, biomass and wastes gasification technologies with particular interest on chemical sequestration of CO₂ (red. A.Strugała), Wydawnictwo Akademii Górniczo-Hutniczej, 2012

³⁹ Smoliński A., Stańczyk K., Kapusta K., Howaniec N., *Water, Air and Soil Pollution*, UCG process induced water contamination - chemometric study of the ex-situ UCG wastewater experimental data, 2012, 223, 5745–5758

⁴⁰ Howaniec N., Smoliński A., *International Journal of Hydrogen Energy*, Steam gasification of energy crops of high cultivation potential in Poland to hydrogen-rich gas, 2011, 36, 2038-2043.

Brałam udział w opracowaniu foresightów technologicznych z zakresu technologii energetycznych^{50,51,52,53,54,55} i inżynierii materiałowej⁵⁶.

⁴¹ Smoliński A., **Howaniec N.**, Stańczyk K., *Renewable Energy*, A comparative experimental study of biomass, lignite and hard coal steam gasification, 2011, 36, 1836-1842.

⁴² Smoliński A., Stańczyk K., **Howaniec N.**, *Renewable Energy*, Steam gasification of selected energy crops in a fixed bed reactor, 2010, 35, 397-404.

⁴³ **Howaniec N.**, Smoliński A. Application of gas chromatography in experiments on steam gasification and co-gasification of coal and biomass. Materiały konferencyjne XXXIV Symposium Chromatographic Methods of Investigating the Organic Compounds, Szczyrk, 07-10.06.2011.

⁴⁴ Smoliński A., **Howaniec N.** Application of gas chromatography in a comparative study of biomass, lignite and hard coal steam gasification. Materiały konferencyjne XXXIII Symposium Chromatographic Methods of Investigating the Organic Compounds, Szczyrk, 25-27.05.2010.

⁴⁵ Smoliński A., **Howaniec N.**, *Prace Naukowe GIG*, Możliwości produkcji wodoru w procesie zgazowania biomasy, 2008, 3, 67-78.

⁴⁶ **Howaniec N.**, Smoliński A., Stańczyk K., Pichlak M., *International Journal of Hydrogen Energy*, Steam co-gasification of coal and biomass as an innovative way of hydrogen-rich gas production, 2011, 36, 14455–14463.

⁴⁷ Smoliński A., **Howaniec N.**, Comparative study of steam co-gasification of hard coal and biomass (*Spartina pectinata* and *Miscanthus X Giganteus*) focused on hydrogen-rich gas production, Vth PROMITHEAS Conference, Ateny, 11-12.10.2012.

⁴⁸ Smoliński A., **Howaniec N.** Application of gas chromatography in a comparative study on steam co-gasification of hard coal and various energy crops focused on hydrogen-rich gas production. Materiały konferencyjne XXXV Symposium Chromatographic Methods of Investigating the Organic Compounds, Szczyrk, 30.05-01.06.2012.

⁴⁹ Smoliński A., **Howaniec N.** Mitigation of CO₂ emission from power industry through co-gasification of coal and energy crops. Materiały konferencyjne Global Conference on Global Warming 2011, 11-14.07.2011, Lizbona (Portugalia) 357-362.

⁵⁰ Bondaruk J., Cudzych-Martyńska M., Czaplicka-Kolarz K., Dohn K., Gajda A., **Howaniec N.**, Karbownik A., Kmak-Kapusta D., Krawczyk P., Kwiotkowska A., Łabaj P., Michalik M., Pichlak M., Polaczek A., Smoliński A., Trząski L., Uszok E. Priorytetowe Technologie dla Zrównoważonego Rozwoju Województwa Śląskiego. Część II Foresight Technologiczny Województwa Śląskiego w Świetle Doświadczeń Innych Państw i Regionów (red. K.Czaplicka-Kolarz, A. Karbownik). Główny Instytut Górnictwa, Katowice, 2008.

⁵¹ Czaplicka K., **Howaniec N.**, Smoliński A. Rozdział 1: Pojęcie foresight'u, jego waga i znaczenie, Scenariusze rozwoju technologicznego kompleksu paliwowo-energetycznego dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju, Część I - Studium gospodarki paliwami i energią dla celów opracowania foresightu energetycznego dla Polski na lata 2005 – 2030. Praca zbiorowa pod red. K.Czaplickiej-Kolarz. Główny Instytut Górnictwa, Katowice, 2007.

⁵² Czaplicka K., **Howaniec N.**, Smoliński A., Rozdział 2: Historia foresight'u technologicznego – przegląd głównych projektów prowadzonych za granicą, Scenariusze rozwoju technologicznego kompleksu paliwowo-energetycznego dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju, Część I - Studium gospodarki paliwami i

5.3 Zestawienie dorobku publikacyjnego

Wg bazy Web of Science, dla 25 publikacji mojego autorstwa i współautorstwa notowanych w bazie na dzień 01.03.2017 r:

- Indeks Hirscha wynosi **10**
- liczba cytowań wynosi **232** (bez autocytowań 201)
- średnia cytowań na artykuł wynosi **9,28**.

Wg bazy Scopus dla 27 publikacji mojego autorstwa i współautorstwa notowanych w bazie na dzień 01.03.2017 r:

- liczba cytowań wynosi **264**
- średnia cytowań na artykuł wynosi **9,78**.

energią dla celów opracowania foresightu energetycznego dla Polski na lata 2005 – 2030. Praca zbiorowa pod red. K.Czaplickiej-Kolarz. Główny Instytut Górnictwa, Katowice, 2007.

⁵³ Świądrowski J., Golec T., Rakowski J., Kozdryk B., Aleksa H., Turek M., Stańczyk K., Szczygielski T., Jarema-Suchorowska S., Myszkowska A., Froński A., Steczko K., Jędrzejowska-Tyczkowska H., Klupa A., Gebhardt Z., Rudkowski M., Lubaś J., Chwaszczewski S., Szczurek J., Czerski P., Łuszcz M., Klisińska M., Dreszer K., Wasielewski R., Zuwała J., Ociepka W., Ney R., **Howaniec N.**, Smoliński A., Kapusta K. Rozdział 5: Przegląd technologii związanych z gospodarką energetyczną, Scenariusze rozwoju technologicznego kompleksu paliwowo-energetycznego dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju, Część I - Studium gospodarki paliwami i energią dla celów opracowania foresightu energetycznego dla Polski na lata 2005 – 2030. Praca zbiorowa pod red. K. Czaplickiej-Kolarz. Główny Instytut Górnictwa, Katowice, 2007.

⁵⁴ Aleksa H., Barbacki A., Bartosiewicz-Burczy H., Błesznowski M., Bujakowski W., Chwaszczewski S., Czerski P., Dąbrowska U., Dreszer K., Dyduch F., Froński A., Gebraht Z., Golec T., **Howaniec N.**, Jarema-Suchorowska S., Kapusta K., Klisińska M., Klupa A., Kostecki A., Kozdryk B., Lubaś J., Ludwik-Pardała M., Łuszcz M., Myszkowska A., Smoliński A., Steczko K., Szczurek J., Szczygielski T., Tyczkowska-Jędrzejowska H., Wasilewski R., Wierzchowski K., Rozdział 2: Scenariusze rozwoju technologicznego obszarów sektora energetyki, Scenariusze rozwoju technologicznego kompleksu paliwowo-energetycznego dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju, Część II - Scenariusze opracowane na podstawie foresight'u energetycznego dla Polski na lata 2005 – 2030. Praca zbiorowa pod red. K. Czaplickiej-Kolarz. Główny Instytut Górnictwa, Katowice, 2007, 16-141.

⁵⁵ **Howaniec N.**, Smoliński A. Załącznik do monografii: Scenariusze – wyniki analizy literaturowej, Scenariusze rozwoju technologicznego kompleksu paliwowo-energetycznego dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju, Część II - Scenariusze opracowane na podstawie foresight'u energetycznego dla Polski na lata 2005 – 2030. Praca zbiorowa pod red. K. Czaplickiej-Kolarz. Główny Instytut Górnictwa, Katowice, 2007, 169-189.

⁵⁶ Czaplicka K., **Howaniec N.**, Legocka I., Lenża J., Ludwik-Pardała M., Smoliński A. Foresight polimerowy. Wprowadzenie do Foresight'u Technologicznego Materiałów Polimerowych w Polsce. Instytut Włókien Naturalnych, Poznań, 2007.

Lp.	POZYCJA	Przed uzyskaniem stopnia dra		Po uzyskaniu stopnia dra		Ogółem	
		Łącznie	Samodzielnych	Łącznie	Samodzielnych	Łącznie	Samodzielnych
1	Publikacje w czasopismach z listy JCR	9	-	17	2	26	2
2	Publikacje w czasopismach nie będących na liście JCR	12	1	6	5	18	6
3	Referaty w recenzowanych materiałach konferencji międzynarodowych	7	-	9	-	16	-
4	Monografie naukowe	2	-	-	-	2	-
5	Rozdziały w monografiach naukowych	7	-	1	-	8	-
6	OGÓLEM	37	1	33	7	70	8
7	Łączna punktacja MNiSW	367		604		971	
8	Łączny 5- Year Impact Factor	26,499		55,261		81,760	

6. Udział w projektach badawczych

6.1 Udział w projektach badawczych po doktoracie

6.1.1 Udział w projektach międzynarodowych po doktoracie

W okresie po doktoracie brałam udział w realizacji 3 projektów międzynarodowych współfinansowanych w ramach programu Horyzont2020, 7 Programu Ramowego UE oraz Programu Badawczego Funduszu Badawczego Węgla i Stali, których tematyka dotyczyła technologii wychwytywania, transportu i składowania dwutlenku węgla oraz aspektów środowiskowych procesu podziemnego zgazowania węgla:

1. European Carbon Dioxide Capture and Storage Laboratory Infrastructure, ECCSEL, Contract no.: 675206 (Horizon2020) (2015-2017), jako główny wykonawca,
2. Technology options for coupled underground coal gasification and CO₂ capture and storage, TOPS, Contract no.: 608517 (7 PR) (2013-2017), jako wykonawca,
3. Hydrogen Oriented Underground Coal Gasification for Europe – Environmental and Safety Aspects, HUGE2, Contract no.: RFCR-CT-2011-00002 (RFCS) (2011-2014), jako wykonawca.

6.1.2 Udział projektach krajowych po doktoracie

Po doktoracie brałam udział w realizacji 4 projektów krajowych, w tym 3 współfinansowanych ze środków międzynarodowych Europejskiego Funduszu Społecznego i strategicznego projektu badawczego Narodowego Centrum Badań i Rozwoju oraz 1 współfinansowanego przez Zarząd Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej:

1. Zadanie Badawcze nr 1 „Rozwój wysokotemperaturowych reaktorów do zastosowań przemysłowych”, HTRPL, numer umowy SP/J/1/166183/12, finansowane przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR) w ramach strategicznego projektu badawczego pt. „Technologie wspomagające rozwój bezpiecznej energetyki jądrowej” (2012-2015), wykonawca.
2. Zadanie Badawcze nr 3 „Opracowanie technologii zgazowania węgla dla wysokoefektywnej produkcji paliw i energii elektrycznej”, numer umowy SP/E/3/7708/10, projekt finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

(NCBiR) w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych pt. „Zaawansowane technologie pozyskiwania energii” (2010-2015), wykonawca.

3. „Rozwój potencjału naukowego kadr na potrzeby czystych technologii węglowych”, nr umowy UDA-POKL.04.01.01-00-027/10-00, współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego (2012-2014), wykonawca.
4. „Czystsza produkcja i zrównoważony rozwój”, nr umowy 503/2011/Wn50/EE-EE/D finansowany przez Zarząd Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (2011-2013), wykonawca.

6.1.3 Udział w projektach realizowanych w ramach działalności statutowej Głównego Instytutu Górnictwa po doktoracie

Po uzyskaniu stopnia doktora brałam udział w realizacji 10 projektów realizowanych w ramach działalności statutowej Głównego Instytutu Górnictwa, z czego 4 znajdują się nadal w realizacji:

1. Opracowanie metodyki wytwarzania granulatów z mułów węglowych, biomasy i pyłu węglowego wraz z możliwością ich termochemicznego przetwórstwa na drodze zgazowania do gazu syntezowego i gazu bogatego w wodór (2017). MNiSW, nr projektu 11100117-321, wykonawca.
2. Modelowanie zawartości metali ziem rzadkich w odpadach z zastosowaniem chemometrycznych metod eksploracji danych (2017). MNiSW, nr projektu 10020217-321, wykonawca.
3. Zastosowanie spektrometru podczerwieni FTIR do analizy próbek glebowych pod kątem zawartości metali ciężkich (2017). MNiSW, nr projektu 11110117-321, wykonawca.
4. Badanie procesów transportu i współtransportu radonu z innymi gazami w środowisku skalnym (2017). MNiSW, nr projektu 11050317-370, wykonawca.
5. Badania wpływu parametrów eksploatacyjnych procesu pirolizy na charakterystykę powierzchni karbonizatów (2016). MNiSW, nr projektu 11310026-321, kierownik pracy i główny wykonawca.
6. Zastosowanie analizatora Autosorb w charakterystyce materiałów z procesów termochemicznej konwersji paliw stałych (2015). MNiSW, nr projektu 11460155-321, kierownik pracy i główny wykonawca.
7. Badania zgazowania karbonizatów z biomasy odpadowej z wykorzystaniem pętli chemicznej (2016). MNiSW, nr projektu 11310046-321, wykonawca.

8. Badania wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) powstających w procesie zgazowania i współzgazowania osadów ściekowych (2015). MNiSW, nr projektu 11460235-321, wykonawca
9. Badania procesu zgazowania i współzgazowania osadów ściekowych z węglem do gazu bogatego wodór (2013-2015): Badania procesu współzgazowania powietrzem osadów ściekowych z węglem kamiennym (2014). MNiSW, nr projektu 11460234-321, wykonawca.
10. Badania procesu zgazowania i współzgazowania osadów ściekowych z węglem do gazu bogatego wodór (2013-2015): Badania procesu zgazowania osadów ściekowych (2013). MNiSW, nr projektu 11460133-321, wykonawca.

6.2 Udział w projektach badawczych przed doktoratem

6.2.1 Udział w projektach międzynarodowych przed doktoratem

W okresie przed doktoratem brałam udział w realizacji 5 projektów międzynarodowych współfinansowanych w ramach 6 Programu Ramowego UE oraz Programu Badawczego Funduszu Badawczego Węgla i Stali, których tematyka dotyczyła technologii środowiskowych, wychwytywania dwutlenku węgla z układów zgazowania, podziemnego zgazowania węgla oraz rozwoju gospodarki wodorowej:

1. Hydrogen Oriented Underground Coal Gasification for Europe, HUGE, Contract no.: RFCR-CT-2007-00006 (RFCS) (2007-2010), jako wykonawca,
2. Calcium Cycle for Efficient and Low Cost CO₂ Capture using Fluidized Bed Systems, C3-Capture, Contract no.: 019914 (6 PR UE) (2005-2008), jako wykonawca,
3. The Development and Detailed Evaluation of a Harmonised European Hydrogen Energy Roadmap, HyWays, Contract no.: SES6 502596 (6 PR UE) (2006-2008), jako wykonawca,
4. Innovative In Situ CO₂ Capture Technology for Solid Fuel Gasification, ISCC, Contract no.: SES6-CT-2003-502743 (6 PR UE) (2004-2006), jako wykonawca,
5. Towards European Sectorial Testing Networks for Environmental Technologies, Testnet, project no EC-78558 (6 PR UE) (2005-2008), jako wykonawca.

6.2.2 *Udział w projektach krajowych przed doktoratem*

Przed doktoratem brałam udział w realizacji 10 projektów krajowych, w tym 8 współfinansowanych ze środków międzynarodowych w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, Programu Operacyjnego Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw, Europejskiego Funduszu Społecznego, strategicznych projektów badawczych Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, 1 współfinansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz 1 projektu badawczego zamawianego:

1. Zadanie Badawcze nr 1 „Rozwój wysokotemperaturowych reaktorów do zastosowań przemysłowych”, HTRPL, numer umowy SP/J/1/166183/12, finansowane przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR) w ramach strategicznego projektu badawczego pt. „Technologie wspomagające rozwój bezpiecznej energetyki jądrowej” (2012-2015), wykonawca.
2. „Eksperymentalna weryfikacja koncepcji otrzymywania gazu bogatego w wodór z jednoczesnym wychwytywaniem powstającego CO₂ w procesie katalitycznego współgazowania węgla i biomasy w obecności Fe₂O₃ i CaO”, projekt MNiSW IUVENTUS, projekt nr: 0384/T02/2010/70 (2010) wykonawca.
3. Zadanie Badawcze nr 3 „Opracowanie technologii zgazowania węgla dla wysokoefektywnej produkcji paliw i energii elektrycznej”, numer umowy SP/E/3/7708/10, projekt finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR) w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych pt. „Zaawansowane technologie pozyskiwania energii” (2010-2015), wykonawca.
4. „Rozwój potencjału naukowego kadr na potrzeby czystych technologii węglowych”, nr umowy UDA-POKL.04.01.01-00-027/10-00, współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego (2012-2014), wykonawca.
5. „Centrum Czystych Technologii Węglowych”, projekt nr POIG.02.01.00-00-165/08-00 w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka lata 2007-2013, priorytet 2, działanie 2.1 Rozwój ośrodków o wysokim potencjale badawczym (2009-2012), wykonawca.
6. „Opracowanie modelu oceny ekofektywności technologii zrównoważonego rozwoju”, nr projektu POIG.01.03.01-00-091/08, projekt rozwojowy w ramach POIG (2008-2011), wykonawca.
7. „Priorytetowe technologie dla zrównoważonego rozwoju województwa śląskiego”, nr umowy WKP_1/1.4.5/2/2006/10/13/591, Projekt finansowany przez Sektorowy Program

- Operacyjny - Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw na lata 2004 -2006 (Poddziałanie 1.4.5 pt.: Projekty badawcze i celowe w obszarze monitorowania i prognozowania rozwoju technologii (z ang. Foresight)), (2006-2008) wykonawca.
8. Foresight energetyczny „Scenariusze rozwoju technologicznego kompleksu paliwowo-energetycznego dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju”, umowa nr WKP_1/1.4.5/1/2005/1/1/223/2005/U w ramach Sektorowego Programu Operacyjnego Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw, Podziałanie 1.4.5 (2005-2007), wykonawca.
 9. Projekt badawczy zamawiany nr PBZ-MEiN-2/2/2006 „Chemia perspektywicznych procesów i produktów konwersji węgla” (2007-2010), wykonawca.
 10. „Foresight technologiczny w zakresie materiałów polimerowych”, Sektorowy Program Operacyjny – Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw na lata 2004 -2006, Poddziałanie 1.4.5 pt.: „Projekty badawcze i celowe w obszarze monitorowania i prognozowania rozwoju technologii (z ang. foresight)” (2006-2008), wykonawca.

6.2.3 Udział w projektach realizowanych w ramach działalności statutowej Głównego Instytutu Górnictwa przed doktoratem

Przed uzyskaniem stopnia doktora brałam udział w realizacji 15 projektów realizowanych w ramach działalności statutowej Głównego Instytutu Górnictwa:

1. Badania katalitycznego procesu zgazowania węgla oraz węgla i biomasy do gazu bogatego w wodór (2011-2012): Badania separacji CO₂ z gazu syntezowego (2012). MNiSW, nr projektu 11410212-321, wykonawca.
2. Badania katalitycznego procesu zgazowania węgla oraz węgla i biomasy do gazu bogatego w wodór (2011-2012): Badania katalitycznego procesu zgazowania węgla (2011). MNiSW, nr projektu 13410211-323, wykonawca.
3. Modelowanie chemometryczne reaktywności karbonizatów otrzymanych z węgla kamiennego (2011). MNiSW, nr projektu 13430111-323, wykonawca.
4. Dobór podstawowych aparatów w oparciu o modele symulacyjne oraz opracowanie założeń dla układów sterowania i zbierania danych dla doświadczalnej wielkolaboratoryjnej instalacji zgazowania węgla (2010). MNiSW, nr projektu 16010280-323, wykonawca.
5. Wykorzystanie metod chemometrycznych do modelowania danych z monitoringu zanieczyszczeń wody/powietrza/gleby (2010). MNiSW, nr projektu 13010300-323, wykonawca.

6. Badania procesu zgazowania węgla kamiennych z biomasą ukierunkowane na produkcję gazu bogatego w wodór (2010). MNiSW, nr projektu 14040180-323, wykonawca.
7. Badania procesu zgazowania roślin energetycznych ukierunkowane na produkcję gazu bogatego w wodór (2009). MNiSW, nr projektu 14020189-323, wykonawca.
8. Założenia projektowe do budowy wielkolaboratoryjnej instalacji do zgazowania węgla (2009). MNiSW, nr projektu 16010289-323, wykonawca.
9. Koncepcja Ogólnopolskiego Centrum Wychwytywania i Składowania CO₂ (2008). MNiSW, nr projektu 14010288-323, wykonawca.
10. Określenie wpływu katalizatora na wydajność produkcji wodoru w procesie zgazowania węgla (2008). MNiSW, nr projektu 16110588-323, wykonawca.
11. Badania procesu zgazowania biomasy w reaktorze ze złożem stałym w kierunku wodoru (2008). MNiSW, nr projektu 14020188-323, wykonawca.
12. Niekonwencjonalne metody zagospodarowania CO₂ (2008). MNiSW, nr projektu 14010388-323, wykonawca.
13. Badania laboratoryjne procesu otrzymywania wodoru i gotowego do sekwestracji dwutlenku węgla w procesie zgazowania węgla w reaktorze ze złożem stałym (2007). MNiSW, nr projektu 16110667-323, wykonawca.
14. Badania laboratoryjne przydatności polskich węgli do otrzymywania wodoru (2006). MNiSW, nr projektu 16010766-323, wykonawca.
15. Koncepcja rozwoju i działalności laboratorium procesów przetwórstwa węgla (2006), MNiSW, wykonawca.

7. Współpraca międzynarodowa

7.1 Współpraca międzynarodowa po doktoracie

7.1.1 Udział w programach europejskich i krajowych współfinansowanych ze środków europejskich po doktoracie

Lp.	Program	Wykaz projektów
1	Fundusz Badawczy Węgla i Stali (Research Fund for Coal and Steel)	Hydrogen Oriented Underground Coal Gasification for Europe – Environmental and Safety Aspects, HUGE2, Contract no.: RFCR-CT-2011-00002 (RFCS) (2011-2014), wykonawca.
2	7 Program Ramowy UE (FP7)	Technology options for coupled underground coal gasification and CO ₂ capture and storage, TOPS, Contract no.: 608517 (7 PR) (2013-2017), wykonawca.
3	Horyzont2020	European Carbon Dioxide Capture and Storage Laboratory Infrastructure, ECCSEL, Contract no.: 675206 (Horizon2020) (2015-2017), główny wykonawca.
4	Europejski Fundusz Społeczny	„Rozwój potencjału naukowego kadr na potrzeby czystych technologii węglowych”, nr umowy UDA-POKL.04.01.01-00-027/10-00 (2012-2014), wykonawca.
5	Programy strategiczne Narodowego Centrum Badań i Rozwoju	Zadanie Badawcze nr 1 „Rozwój wysokotemperaturowych reaktorów do zastosowań przemysłowych”, HTRPL, numer umowy SP/J/1/166183/12, finansowane przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach strategicznego projektu badawczego pt. „Technologie wspomagające rozwój bezpiecznej energetyki jądrowej” (2012-2015), wykonawca.
6		Zadanie Badawcze nr 3 „Opracowanie technologii zgazowania węgla dla wysokoefektywnej produkcji paliw i energii elektrycznej”, numer umowy SP/E/3/7708/10, projekt finansowany przez NCBiR w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych pt. „Zaawansowane technologie pozyskiwania energii” (2010-2015), wykonawca.

7.1.2 Recenzowanie prac publikowanych w czasopismach z listy JCR

W okresie po doktoracie recenzowałam 19 artykułów w następujących czasopismach z listy JCR:

1. Applied Energy (5-Year Impact Factor: **6,222**)
2. Environmental Science and Technology (5-Year Impact Factor: **6,396**)
3. Combustion and Flame ((5-Year Impact Factor: **4,806**)
4. Fuel (5-Year Impact Factor: **4,140**)
5. Renewable Energy (5-Year Impact Factor: **4,068**)
6. Science of the Total Environment (5-Year Impact Factor: **4,317**)
7. International Journal of Hydrogen Energy (5-Year Impact Factor: **3,419**)
8. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis (5-Year Impact Factor: **3,912**)
9. Environmental Science and Technology (5-Year Impact Factor: **2,655**)
10. Water Science and Technology (5-Year Impact Factor: **1,195**)
11. Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly (5-Year Impact Factor: **0,739**)

7.1.3 Członkostwo w komitetach redakcyjnych czasopism naukowych

Jestem członkiem komitetów redakcyjnych następujących czasopism:

- Journal of Sustainable Mining, wydawanego na platformie Elsevier, wydawnictwo anglojęzyczne, Lista B MNiSW – pełnię rolę Associate Editor (2015-nadal)
- Karbo, Lista B MNiSW – członek Komitetu Redakcyjnego (2016-nadal)

7.2 Współpraca międzynarodowa przed doktoratem

7.2.1 Udział w programach europejskich i krajowych współfinansowanych ze środków europejskich przed doktoratem

Lp.	Program	Wykaz projektów
1	6 Program ramowy KE (FP6)	Innovative In Situ CO ₂ Capture Technology for Solid Fuel Gasification, ISCC, Contract no.: SES6-CT-2003-502743 (6 PR UE) (2004-2006), główny wykonawca.
2		Calcium Cycle for Efficient and Low Cost CO ₂ Capture using Fluidized Bed Systems, C3-Capture, Contract no.: 019914 (6 PR UE) (2005-2008), główny wykonawca.
3		Towards European Sectorial Testing Networks for Environmental Technologies, Testnet, project no EC-78558 (6 PR UE) (2005-2008), wykonawca.
4		The Development and Detailed Evaluation of a Harmonised European Hydrogen Energy Roadmap, HyWays, Contract no.: SES6 502596 (6 PR UE) (2006-2008), wykonawca.
5	Fundusz Badawczy Węgla i Stali (Research Found for Coal and Steal)	Hydrogen Oriented Underground Coal Gasification for Europe, HUGE, Contract no.: RFCR-CT-2007-00006 (RFCS) (2007-2010), wykonawca.
6		
7	Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka	„Opracowanie modelu oceny ekoefektywności technologii zrównoważonego rozwoju”, nr projektu POIG.01.03.01-00-091/08, projekt rozwojowy w ramach POIG (2008-2011), wykonawca.
8		„Centrum Czystych Technologii Węglowych”, projekt nr POIG.02.01.00-00-165/08-00 w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka lata 2007-2013, priorytet 2, działanie 2.1 Rozwój ośrodków o wysokim potencjale badawczym (2009-2012), wykonawca.
9	Program Operacyjny Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw	„Priorytetowe technologie dla zrównoważonego rozwoju województwa śląskiego”, nr umowy WKP_1/1.4.5/2/2006/10/13/591, Projekt finansowany przez Sektorowy Program Operacyjny - Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw na lata 2004 -2006 (Poddziałanie 1.4.5 pt.: Projekty badawcze i celowe w obszarze monitorowania i prognozowania rozwoju technologii (z ang. Foresight)), (2006-2008) wykonawca.
10		„Foresight technologiczny w zakresie materiałów polimerowych”, Sektorowy Program Operacyjny – Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw na lata 2004 - 2006, Poddziałanie 1.4.5 pt.: „Projekty badawcze i

		celowe w obszarze monitorowania i prognozowania rozwoju technologii (z ang. foresight)” (2006-2008), wykonawca.
11		Foresight energetyczny „Scenariusze rozwoju technologicznego kompleksu paliwowo-energetycznego dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju”, umowa nr WKP_1/1.4.5/1/2005/1/1/223/2005/U w ramach Sektorowego Programu Operacyjnego Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw, Podziałanie 1.4.5 (2005-2007), wykonawca.
12	Europejski Fundusz Społeczny	„Rozwój potencjału naukowego kadr na potrzeby czystych technologii węglowych”, nr umowy UDA-POKL.04.01.01-00-027/10-00 (2012-2014)
13	Programy strategiczne Narodowego Centrum Badań i Rozwoju	Zadanie Badawcze nr 1 „Rozwój wysokotemperaturowych reaktorów do zastosowań przemysłowych”, HTRPL, numer umowy SP/J/1/166183/12, finansowane przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach strategicznego projektu badawczego pt. „Technologie wspomagające rozwój bezpiecznej energetyki jądrowej” (2012-2015), wykonawca.
14		Zadanie Badawcze nr 3 „Opracowanie technologii zgazowania węgla dla wysokoefektywnej produkcji paliw i energii elektrycznej”, numer umowy SP/E/3/7708/10, projekt finansowany przez NCBiR w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych pt. „Zaawansowane technologie pozyskiwania energii” (2010-2015), wykonawca.

8. Osiągnięcia dydaktyczne

8.1 Promotorstwo pomocnicze

Po uzyskaniu stopnia doktora pełniłam rolę promotora pomocniczego w dwóch przewodach doktorskich w dyscyplinie górnictwa i geologii inżynierskiej:

- dr inż. Natalii Kamińskiej-Pietrzak – Decyzja Rady Naukowej GIG o nadaniu stopnia doktora nauk technicznych z dn. 31.03.2015 r, praca doktorska pt „Wpływ szybkości pirolizy mieszanek węglowo-biomasowych na reaktywność karbonizatów w zgazowaniu powietrzem”,
- dr Agnieszki Dudzińskiej – Decyzja Rady Naukowej GIG o nadaniu stopnia doktora nauk technicznych z dn. 21.11.2016 r, praca doktorska pt „Badania sorpcji i desorpcji

wybranych węglowodorów nienasyconych na węglach kamiennych w aspekcie zagrożenia pożarami endogenicznymi”.

8.2 Działalność dydaktyczna

Od roku 2015 jestem wykładowcą Śląskiego Środowiskowego Studium Doktoranckiego z zakresu Zrównoważonych Technologii Energetycznych i Środowiskowych. W ramach Studium prowadzę cykl wykładów pt. Alternatywne źródła energii.

9. Działalność popularyzująca naukę

9.1 Udział w konferencjach międzynarodowych

9.1.1 Udział w konferencjach międzynarodowych po doktoracie

1. Smoliński A., **Howaniec N.**, Chemometric modelling of experimental data on co-gasification of bituminous coal and biomass to hydrogen-rich gas, 4th International Conference on Sustainable Solid Waste Management, Limassol, Cypr, 23-25.06.2016.
2. Waszczuk P., Lutyński M., Gonzalez M.A., Smoliński A., **Howaniec N.**, Carbon dioxide sorption on EDTA modified halloysite, Mineral Engineering Conference MEC2016, Wrocław, 25-28.09.2016.
3. Smoliński A., **Howaniec N.**, Thermochemical conversion of biowaste in the process of co-gasification with hard coal, Seventh International Conference on Clean Coal Technologies, CCT2015, Kraków, 17-21.05.2015.
4. Smoliński A., **Howaniec N.**, Co-gasification of coal/sewage sludge blends to hydrogen-rich gas with the application of the simulated high temperature reactor excess heat, Kanada, 3-6.05.2015.
5. Smoliński A., **Howaniec N.**, Lab-scale coal gasification system simulating use of High Temperature Reactor excess heat for synthesis gas production. International Conference on Nuclear and renewable Energy Resources (NuRER 2014), Antalya, Turcja, 26-28.10.2014.
6. Smoliński A., Cempa-Balewicz M., **Howaniec N.**, Application of gas chromatography in a lab-scale coal gasification system simulating use of High Temperature Reactor excess

heat for synthesis gas production. The XXXVIIth Symposium Chromatographic Methods of Investigating the Organic Compounds. Szczyrk, 10-13.06.2014.

7. Cempa-Balewicz M., **Howaniec N.**, Smoliński A., Badania wpływu wstępnie przegrzanych reagentów gazowych na efektywność procesu allotemicznego zgazowania węgla z wykorzystaniem ciepła z reaktora HTR. Ochrona Powietrza w Teorii i Praktyce, Zakopane, 16.10.2014.
8. **Howaniec N.**, Smoliński A. Gas chromatography application in steam co-gasification of coal and biowaste. Materiały konferencyjne XXXVII Symposium Chromatographic Methods of Investigating the Organic Compounds, Szczyrk, 10-13.06.2014.
9. **Howaniec N.**, Smoliński A. Gas chromatography in determination of fuel char reactivity and gasification process efficiency - experimental study on steam gasification of various fuels in fixed-bed reactor. Materiały konferencyjne XXXVI Symposium Chromatographic Methods of Investigating the Organic Compounds, Szczyrk, 05-07.06.2013.

9.1.2 Udział w konferencjach międzynarodowych przed doktoratem

1. Smoliński A., **Howaniec N.**, Comparative study of steam co-gasification of hard coal and biomass (*Spartina pectinata* and *Miscanthus X Giganteus*) focused on hydrogen-rich gas production, Vth PROMITHEAS Conference, Ateny, 11-12.10.2012.
2. Smoliński A., **Howaniec N.**, Application of gas chromatography in a comparative study on steam co-gasification of hard coal and various energy crops focused on hydrogen-rich gas production. Materiały konferencyjne XXXV Symposium Chromatographic Methods of Investigating the Organic Compounds, Szczyrk, 30.05-01.06.2012.
3. **Howaniec N.**, Smoliński A. Application of gas chromatography in experiments on steam gasification and co-gasification of coal and biomass. Materiały konferencyjne XXXIV Symposium Chromatographic Methods of Investigating the Organic Compounds, Szczyrk, 07-10.06.2011.
4. Smoliński A., **Howaniec N.** Mitigation of CO₂ emission from power industry through co-gasification of coal and energy crops. Materiały konferencyjne Global Conference on Global Warming 2011, 11-14.07.2011, Lizbona (Portugalia) 357-362.
5. Smoliński A., **Howaniec N.**, Application of gas chromatography in a comparative study of biomass, lignite and hard coal steam gasification. Materiały konferencyjne XXXIII Symposium Chromatographic Methods of Investigating the Organic Compounds, Szczyrk, 25-27.05.2010.

6. Świądrowski J., Rejman-Burzyńska A., Jędrzyk E., Wachowicz J., Stańczyk K., **Howaniec N.**, Direct coal liquefaction as a perspective of liquid fuel production in Poland. Materiały konferencyjne Szkoła Podziemnej Rozrobki. Międzynarodowa naukowo-praktyczna konferencja, 17-22.09.2007, Dniepropietrowsk (Ukraina) 247-255.
7. Smoliński A., **Howaniec N.**, Badania laboratoryjne wykorzystania polskich węgli w procesie produkcji gazu bogatego w wodór na drodze zgazowania w reaktorze ze złożem stałym. Materiały konferencyjne Polskiego Kongresu Górniczego, wrzesień 2007, Kraków, 19-21.

9.2 Artykuły o charakterze popularnonaukowym

9.2.1 Artykuły o charakterze popularnonaukowym po doktoracie

1. **Howaniec N.**, *Biuletyn Wdrożeń Czystszej Produkcji*, Niekonwencjonalne metody zagospodarowania CO₂, 2013, 5, 1-2.
2. **Howaniec N.**, *Biuletyn Wdrożeń Czystszej Produkcji*, Współzgazowanie węgla i biomasy do gazu bogatego w wodór, 2013, 4, 1-2.
3. **Howaniec N.**, *Biuletyn Wdrożeń Czystszej Produkcji*, Podziemne zgazowanie węgla w Polsce – projekt HUGE2, 2013, 1, 3-4.

9.2.2 Artykuły o charakterze popularnonaukowym przed doktoratem

1. **Howaniec N.**, *Biuletyn Wdrożeń Czystszej Produkcji*, Biologiczne metody produkcji wodoru, 2012, 7, 1-2.
2. Stańczyk K., **Howaniec N.**, *Ecomanager*, Podziemne zgazowanie węgla w KD Barbara, 2011, 10, 22-23.
3. Smoliński A., **Howaniec N.**, *Czysta Energia*, Wodór-czysty nośnik energii, cz.I., 2006, 8, 56-59.
4. Smoliński A., **Howaniec N.**, *Czysta Energia*, Wodór-czysty nośnik energii, cz.II., 2006, 9, 28-30.

10. Staże

Odbyłam staż zagraniczny w ramach programu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju Science Infrastructure Management Support w okresie listopad – grudzień 2013 r. w:

- IBM w Nowym Jorku:
 - T. J. Watson Research Center, Industry Solutions Lab w Yorktown Heights
 - oraz IBM Central Services Building w Somers,
- Fraunhofer MOEZ w Lipsku,
- Fraunhofer IZPF w Dreźnie,
- Uniwersytet w Dreźnie.

11. Nagrody i wyróżnienia

Uzyskałam następujące nagrody i wyróżnienia:

- Dyplom Naczelnego Dyrektora Głównego Instytutu Górniczego za 3 miejsce w aktywności publikacyjnej w latach 2009-2012 - styczeń 2014 r.
- Dyplom inżyniera górniczego I stopnia, Główny Instytut Górniczego – 2013 r
- Dyplom inżyniera górniczego II stopnia, Główny Instytut Górniczego – 2011 r.
- Dyplom inżyniera górniczego III stopnia, Główny Instytut Górniczego – 2007 r

.....

.....
podpis Wnioskodawcy