

dr inż. Justyna Pyssa

Katedra Technologii Paliw

Wydział Energetyki i Paliw

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

AUTOREFERAT

1. Uzyskane tytuły i stopnie naukowe oraz kursy

2008 doktor nauk technicznych, dyscyplina: technologia chemiczna

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica, Wydział Energetyki i Paliw; specjalność: gospodarka odpadami niebezpiecznymi, ochrona środowiska, gospodarka surowcami mineralnymi.

Tytuł pracy: *Dobór technologii unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych w aspekcie ochrony środowiska na przykładzie województwa małopolskiego.*

Promotor: dr hab. inż. Wojciech Suwała, prof. AGH.

2001 Studium Doskonalenia Dydaktycznego dla Asystentów w Instytucie Nauk Społecznych AGH.

1999 magister inżynier, dyscyplina: technologia chemiczna

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica, Wydział Paliw i Energii; specjalność: Sorbenty w procesach przemysłowych i ochronie środowiska.

Tytuł pracy: *Analiza porównawcza danych teoretycznych i empirycznych w procesie sorpcji gazów na węglu kamiennych.* Promotor: prof. dr hab. inż. Janina Milewska-Duda.

1997 inżynier

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica, Wydział Paliw i Energii

Tytuł pracy: *Wpływ dawkowania sorbentu na zmniejszenie emisji SO₂ do atmosfery w kotle parowym nr 4 Elektrociepłowni II Zakładów Azotowych S.A. w Tarnowie.* Promotor: prof. dr hab. Leszek Czepirski.

1996 Institut de Formation de Cadres pour le Développement I.F.C.A.D. Bruxelles (Belgia) – kurs języka francuskiego.

2. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu

1999 – 2009 AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Paliw i Energii, Katedra Zrównoważonego Rozwoju Energetycznego, **asystent**.

2000 – 2001 Państwowe Gimnazjum i Liceum Muzycznym im. F. Chopina w Krakowie, **nauczyciel chemii**.

2009 AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Energetyki i Paliw, Katedra Technologii Paliw, **adiunkt**.

3. Wskazanie osiągnięcia naukowego

3.1. Autor, tytuł osiągnięcia naukowego/publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa

Jako osiągnięcie naukowe wynikające z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.) wskazuję monografię habilitacyjną (dzieło opublikowane w całości):

Pyssa J., 2019 – Odpady przemysłowe i niebezpieczne w gospodarce obiegu zamkniętego. Seria Rozprawy Monografie nr 361. Wydawnictwa AGH, Kraków. ISBN 978-83-66016-90-3

Recenzentami wydawniczymi byli: dr hab. inż. Katarzyna Styszko (AGH w Krakowie) oraz prof. dr hab. inż. Eugeniusz Mokrzycki (IGSMiE PAN w Krakowie).

3.2. Omówienie celu naukowego ww. pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Wprowadzenie/Omówienie celu naukowego

Procesy produkcyjne, które były prowadzone w minionych dziesięcioleciach, wywierały ogromny wpływ na środowisko przyrodnicze. Skutkiem takiego postępowania, oprócz emisji gazów i pyłów, było wytwarzanie ogromnych ilości odpadów przemysłowych, w tym odpadów niebezpiecznych. Spowodowane to było niewłaściwie prowadzoną polityką państwa, przejawiającą się brakiem koniecznych regulacji prawnych w zakresie ochrony środowiska, oraz swobodą funkcjonowania podmiotów gospodarczych powodujących zagrożenia ekologiczne. W wyniku ekspansywnej działalności człowieka znacznie zmniejszyły się zasoby naturalne oraz w zatrważającym tempie postępowała dewastacja środowiska przyrodniczego. Podjęto zatem działania kontrolne, zmierzające do ograniczenia tej niekorzystnej sytuacji. Wprowadzano nowoczesne technologie oczyszczania gazów i ścieków. Zapobiegano wytwarzaniu odpadów poprzez opracowanie technologii małodopadowych. Działania te miały przynieść rezultaty zarówno ekonomiczne, jak i środowiskowe.

Jednym z podstawowych problemów współczesnej polityki społeczno-gospodarczej jest gospodarka surowcowo-mineralna związana z pogłębiającą się dysproporcją pomiędzy rosnącym w szybkim tempie zapotrzebowaniem na surowce i materiały, a ograniczonymi możliwościami ich pozyskiwania. Są to problemy kluczowe w skali całej Unii Europejskiej. Z inicjatywy Komisji Europejskiej w dokumencie (COM(2015) 614)¹ zaprezentowano zarys działań oraz inicjatyw na rzecz efektywnego wykorzystania zasobów. Przedstawione cele ukierunkowane zostały na minimalizację ilości wytwarzanych odpadów. Zmiany w funkcjonowaniu europejskich gospodarek mają doprowadzić do ich przeobrażenia w kierunku modelu gospodarki o obiegu zamkniętym – GOZ (*circular economy*). Charakteryzuje się on większą efektywnością wykorzystania surowców, ograniczeniem wytwarzania odpadów oraz efektywniejszymi metodami pozyskiwania i wykorzystywania surowców wtórnych. Skutkować to powinno ograniczeniem wykorzystania surowców pierwotnych. Jest to swoista odpowiedź na narastającą w świecie presję na zasoby, zmniejszające się bezpieczeństwo dostaw oraz rosnącą konsumpcję energochłonnych towarów i usług. Wdrożenie strategii i

¹ COM(2015) 614 final. Komunikat Komisji Do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów Zamknięcie obiegu – plan działania UE dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym. Bruksela, 2.12.2015

założeń GOZ będzie wymagało zmian w wielu aspektach funkcjonowania gospodarki oraz produkcji. Począwszy od etapu projektowania produktów, ich użytkowania, zagospodarowania odpadów, aż po zmiany w zachowaniach konsumentów. Dotyczy to między innymi surowców mineralnych (energetycznych, metalicznych, chemicznych, skalnych), wody i biomasy oraz różnego rodzaju odpadów, które są cennym źródłem wielu surowców, w tym pierwiastków krytycznych.

W świetle przedstawionych rozważań przedmiotem monografii była problematyka gospodarki wybranymi grupami odpadów przemysłowych oraz niebezpiecznych, które są wytwarzane w Polsce. Efektywność procesów zagospodarowania odpadów będzie mierzona ograniczeniem ilości składowanych odpadów, a w szczególności ilością odpadów poddanych procesom odzysku i recyklingu, co w dłuższej perspektywie ogranicza presję na środowisko oraz w znaczny sposób zmniejsza zużycie surowców pierwotnych.

Celem naukowym pracy była ocena skuteczności zagospodarowania odpadów przemysłowych i niebezpiecznych w aspekcie ochrony środowiska oraz ograniczania zużycia surowców pierwotnych.

Założenie takie jest kluczowe w zakresie wspierania zrównoważonego rozwoju społeczno-gospodarczego wszystkich krajów europejskich. Przedstawione w monografii modele zagospodarowania odpadów przemysłowych i niebezpiecznych istotnie wpisują się w koncepcję gospodarki obiegu zamkniętego.

Przyjęty cel badawczy realizowany został poprzez:

- przegląd na podstawie dostępnych danych statystycznych kierunków zagospodarowania poszczególnych grup odpadów przemysłowych oraz niebezpiecznych,
- przegląd obecnego (na dzień 1.01.2019) prawodawstwa, zarówno europejskiego jak i polskiego, dotyczącego gospodarki odpadami oraz norm dotyczących kryteriów przemysłowego wykorzystania poszczególnych grup odpadów,
- przeprowadzoną na podstawie własnych publikacji oraz najnowszych publikacji i badań wykonywanych w innych ośrodkach naukowych koncepcji zagospodarowania wybranych grup odpadów.

Realizacja celu pracy będzie stanowić wkład autorki do problematyki funkcjonowania gospodarki obiegu zamkniętego w Polsce. Doświadczenia potwierdzone zarówno badaniami autorki, jak i wynikające z przeglądu światowych publikacji jednoznacznie wskazują, że odpowiednio przetworzone odpady mogą stanowić składniki wielu surowców i produktów spełniających wymagania produktowe.

Omówienie osiągniętych wyników

Podjęta w monografii problematyka gospodarki odpadami przemysłowymi i niebezpiecznymi mieści się w szerokim nurcie badawczym mającym za zadanie określenie prawidłowego kierunku rozwoju gospodarki obiegu zamkniętego (GOZ). W przeszłości badania dotyczące gospodarki odpadami ograniczały się do określania skutków środowiskowych oddziaływania składowanych odpadów (gdyż właśnie na składowiska trafiała większość wytwarzanych odpadów). Obecnie postulat gospodarki obiegu zamkniętego jest kwestią pierwszoplanową w tego typu badaniach. Podstawowym zadaniem dla sektorów, w których wytwarzane są największe ilości odpadów przemysłowych, czyli górnictwa i wydobywania, przetwórstwa przemysłowego, energetyki oraz gospodarki ściekowej, jest dostosowanie do coraz ostrzejszych wymogów środowiskowych opartych na prawodawstwie krajowym oraz europejskim. Dodatkowym wyzwaniem, a jednocześnie szansą na wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań oraz obniżanie kosztów, jest wdrożenie w praktyce idei gospodarki o obiegu zamkniętym, czyli modelu gospodarki niskoemisyjnej, zasobooszczędnej, a dzięki temu konkurencyjnej.

Monografia została podzielona na trzy główne części.

W pierwszej części (rozdział 2) omówione zostały szczegółowo pojęcia związane z odpadami przemysłowymi oraz niebezpiecznymi, scharakteryzowano cechy, które świadczą, że dany odpad zakwalifikowany jest do odpadów niebezpiecznych. Dokonując szczegółowej analizy prawodawstwa polskiego i europejskiego, wskazano na cechy (na podstawie charakterystyk chemicznych odpadów), które świadczą o przynależności danych odpadów do grupy odpadów niebezpiecznych. Przeanalizowano również strukturę wytwarzania odpadów przemysłowych z podziałem na sektory gospodarki oraz grupy odpadów. Porównano zmiany w ilości wytwarzanych odpadów przemysłowych, jak również podano dane dotyczące ilości wytwarzanych odpadów niebezpiecznych w Polsce i Unii Europejskiej. Podstawowym źródłem danych były materiały statystyczne udostępniane przez Główny Urząd Statystyczny oraz Eurostat. Do badań wykorzystano dane z lat 2004–2016 oraz częściowo z 2017 r. Umożliwiło to analizę kształtowania się pewnych trendów zarówno w obszarze gospodarki odpadami przemysłowymi, jak i niebezpiecznymi.

Drużga część monografii dotyczy gospodarki odpadami przemysłowymi. Obszary badawcze podzieliłam na cztery kategorie. Gospodarkę odpadami wydobywczymi powęglowymi (rozdz. 3), odpadami wydobywczymi z poszukiwań gazu ze złóż niekonwencjonalnych (rozdz. 4), gospodarkę odpadami energetycznymi (rozdz. 5) oraz osadami ściekowymi (rozdz. 6). W

rozdziałach 3–6 przedstawiłam obowiązujące przepisy prawne odnoszące się do poszczególnych grup odpadów. Zawarte w monografii wyniki badań składu mineralnego i chemicznego odpadów przesądzą o możliwościach oraz kierunkach gospodarczego wykorzystania. Szczegółowej analizie poddałam wpływ wybranych grup odpadów przemysłowych na wszystkie komponenty środowiska (wodę, glebę, powietrze). Główną częścią każdego z tych rozdziałów jest analiza najnowszych i innowacyjnych technologii wykorzystania odpadów przemysłowych.

W trzeciej części monografii omówione zostały odpady niebezpieczne. Do analizy wybrane zostały dwie grupy odpadów, należą do nich odpady azbestowe (rozdz. 7) oraz elektroodpady (rozdz. 8). Pomimo, iż jedyną dopuszczoną prawnie metodą unieszkodliwiania wyrobów azbestowych jest składowanie, w pracy zamieściłam alternatywne metody postępowania z tymi odpadami. Zniszczenie struktury włóknistej powoduje, że materiał ten znajduje wiele zastosowań. Wykorzystanie zaawansowanych technologii przetwarzania zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego powoduje, że skutecznie odzyskiwane są zarówno metale ciężkie, jak i cenne metale szlachetne. Najnowsze badania dotyczą możliwości odzysku metali ziem rzadkich, które stanowią obecnie czynnik determinujący rozwój nowoczesnych technologii.

Monografia oparta została na 406 cytowaniach z literatury, które uwzględniają najnowsze badania pochodzące z opracowań książkowych oraz prasy naukowej, przede wszystkim zagranicznej. Zdecydowana większość publikacji ukazała się w latach 2014–2019. Uwzględniłam również polskie doświadczenia dotyczące gospodarki odpadami przemysłowymi i niebezpiecznymi. Dodatkowym atutem monografii, powinien być przegląd obowiązujących aktów prawnych, zarówno europejskich, jak i krajowych (68 pozycji) oraz polskich norm (11 pozycji).

Znaczenie osiągnięcia naukowego

Jednym z zasadniczych wyzwań gospodarczych Europy jest racjonalna gospodarka zasobami. Szacuje się, że w Europie do 2050 r. dwukrotnie wzrośnie roczne zużycie surowców mineralnych, paliw kopalnych oraz biomasy. Wynika to nie tylko z wzrastającej liczby ludności oraz jej zamożności, ale przede wszystkim z krótszego cyklu życia wyrobów. Obecnie prawie 40% surowców jest importowanych do Europy. W związku z tym w gospodarce materiałowej coraz większe znaczenie mają surowce i materiały pochodzące z odzysku. Jak wykazałam w monografii, w przypadku odpadów przemysłowych poziom

odzysku jest bardzo zróżnicowany. Ze względu na rosnące zagrożenia środowiskowe ze strony niewłaściwie zagospodarowanych odpadów oraz malejące zasoby kopalin mineralnych w całej Unii Europejskiej kierunek badawczy związany z gospodarką obiegu zamkniętego powinien być nadal intensywnie rozwijany. Monografia stanowi wkład w te badania.

W świetle przeprowadzonej analizy nasuwa się szereg wniosków, które mają charakter poznawczy i aplikacyjny.

1. Problem zagospodarowania odpadów powstających w wyniku poszukiwań i przeróbki węgla, ze względu na ich ilość oraz jakość, ma bardzo istotne znaczenie dla całego sektora, jakim jest górnictwo i wydobywanie. Wpływają one bowiem na wszystkie komponenty środowiska. Odpady powstają przede wszystkim przy wydobyciu węgla oraz jego przeróbce, a zależą głównie od jakości i stanu złóż węglowych, metod urabiania pokładów węglowych i technologii wzbogacania urobku. Z analizy dostępnych danych wynika, że około 93% odpadów powstających podczas eksploatacji i przeróbki kopalin wykorzystywana jest gospodarczo. Z tej ilości zaledwie 30% jest wykorzystywana przemysłowo, a prawie 70% wykorzystuje się do niwelacji terenów, robót inżynierskich oraz tak zwanych „budowli ziemnych” czy „brył krajobrazowych”. Odpady wydobywcze znalazły szerokie zastosowanie w technologiach górniczych do doszczelniania zrobów, sporządzania podsadzki samozestalającej się, likwidacji pustek w górotworze, wykonywania korków i pasów podsadzkowych oraz w praktyce przeciwpożarowej. Często praktyką jest wykorzystanie odpadów gruboziarnistych z procesów wzbogacania węgla oraz odpadów wydobywczych jako kruszyw w budownictwie drogowym oraz robotach inżynierskich do formowania nasypów oraz skarp. Odpady górnicze ze względu na duży udział skał ilastych znalazły zastosowanie w produkcji ceramiki budowlanej, zaś w przemyśle cementowym jako surowiec glinonośny i krzemonośny w produkcji cementu portlandzkiego. Jak wykazano, składowane odpady wydobywcze mogą stanowić poważne zagrożenie środowiskowe. Problem dotyczy degradacji powierzchni ziemi (w efekcie zajmowania terenów pod zwałowiska materiałów odpadowych – skały płonnej oraz odpadów poftotacyjnych), zanieczyszczeń wód powierzchniowych (przez wody zasolone i zanieczyszczone zawiesiną mineralną) oraz powietrza atmosferycznego w wyniku pylenia.
2. Wykorzystanie węgla jako podstawowego nośnika energii pierwotnej do wytwarzania energii elektrycznej oraz ciepła w Polsce powoduje, że wytwarzane są znaczne ilości

odpadów – stałe produkty spalania wychwytywane w postaci popiołu lotnego w elektrofiltrach i popiołu dennego (zwanego żużlem) odprowadzanego ze złoża. W zależności od tego, jaki węgiel jest spalany, kamienny czy brunatny, skład popiołów lotnych wykazuje różne właściwości, a co się z tym wiąże – różne mogą być kierunki ich gospodarczego wykorzystania. Najczęściej odpady energetyczne znajdują zastosowanie jako materiały budowlane (33%) oraz jako kruszywa przy budowie dróg (16%). Wykorzystywane są w technologiach górniczych (11%) oraz jako dodatki przy produkcji cementu (9%). Przyszłościowym kierunkiem wykorzystania popiołów lotnych jest produkcja zeolitów syntetycznych. Prowadzone są również badania nad możliwością odzysku metali ziem rzadkich. W popiołach pochodzących ze spalania polskiego węgla kamiennego zawartość pierwiastków ziem rzadkich kształtuje się na poziomie 334–364 ppm, natomiast w przypadku popiołów otrzymanych ze spalania węgla brunatnego zawartość REE jest wyższa i wynosi 443,6 ppm. Przy opracowywaniu koncepcji pozyskiwania metali ziem rzadkich należy uwzględnić zmienność ich koncentracji. Odpowiednie podejście do ubocznych produktów spalania oraz postrzeganie ich jako pełnowartościowych surowców, stanowi istotny filar zrównoważonej produkcji przemysłowej. Przynosi wymierne korzyści zarówno dla przedsiębiorcy, jak i środowiska dzięki ochronie nieodtwarzalnych zasobów naturalnych.

3. W Polsce pierwszy odwiert w celu poszukiwania gazu ziemnego z łupków wykonano w 2010 r. Na wszystkich etapach prac związanych z poszukiwaniem i wydobywaniem węglowodorów ze złóż niekonwencjonalnych wytwarzane są odpady wydobywcze, których zagospodarowanie stanowi problem pod względem logistycznym, technologicznym oraz środowiskowym. Cechą, która w znaczny sposób utrudnia zagospodarowanie odpadów wydobywczych, jest wysoka zawartość wody: 5–53% w przypadku zwiercin, 70–90% zużytej płuczki oraz do 99,9% płynu zwrotnego. Kolejnym czynnikiem jest konsystencja odpadów – płynna, półpłynna lub stała. Utrudnieniem jest również zmienny i trudny do przewidzenia skład chemiczny odpadów, który uzależniony jest od rodzaju stosowanej płuczki oraz składu przewiercanych skał. Zużyte płuczki poddawane są procesom immobilizacji. Proces zestalania zużytych płuczek wiertniczych w znaczny sposób ogranicza oddziaływanie na środowisko dzięki izolowaniu oraz hydraulicznemu związaniu związków rozpuszczalnych (chlorków, metali ciężkich, substancji ropopochodnych). Powstałe w ten sposób materiały używane są jako dodatki do nawierzchni drogowych, podsypki

pod drogi, wykorzystywane są do robót ziemnych oraz jako dodatek do materiałów budowlanych. Ciekawym sposobem zagospodarowania zwiercin jest wykorzystanie w rekultywacji zakwaszonych gleb. Właściwości fizyczne i chemiczne wskazują, że zwierciny mogą być wykorzystywane przyrodniczo do rekultywacji gleb, ze względu na alkaliczny odczyn oraz na zawartość makroelementów (takich jak: magnez, potas, wapno), jak również pierwiastków śladowych (miedzi, żelaza, cynku, manganu), które są niezbędne do wzrostu roślin. Innowacyjną metodą jest wykorzystanie zwiercin do wytwarzania lekkich kruszyw. Kruszywa te znajdują zastosowanie w budownictwie – poprawiają izolację termiczną i akustyczną, wykorzystywane są również w geotechnice – zmniejszają osiadanie terenu.

4. W ciągu kilkunastu ostatnich lat znacząco wzrosła ilość wytwarzanych osadów ściekowych w Polsce. Stanowią one dość istotny problem ze względu na duże uwodnienie, masę oraz ewentualne niebezpieczeństwo sanitarne. Wydawać by się mogło, że komunalne osady ściekowe ze względu na właściwości nawozowe oraz próchnicotwórcze powinny wzbogacać glebę w cenne składniki (azot, fosfor, siarkę czy magnez) oraz materię organiczną. Jednak czynnikami ograniczającymi lub wręcz wykluczającymi ich stosowanie w rolnictwie lub na cele przyrodnicze są często ponadnormatywne zawartości metali ciężkich, obecność zanieczyszczeń organicznych czy też obecność organizmów chorobotwórczych i jaj pasożytów. Coraz częściej osady ściekowe znajdują alternatywne sposoby zagospodarowania. Wykorzystywane są w budownictwie jako dodatki do kruszyw, zapraw, przy produkcji materiałów budowlanych. Ze względu na wysoką zawartość fosforu w osadach ściekowych oraz popiołach z procesów spalania osadów wprowadza się metody odzysku tego cennego pierwiastka.
5. Poważnym wyzwaniem, przed którym stoi cała Unia Europejska, są malejące zasoby kopalin mineralnych. Aby zapewnić ciągłość dostaw surowców, konieczne jest nie tylko obniżanie materiałochłonności procesów technologicznych, ale również odzysk składników użytecznych zawartych w odpadach niebezpiecznych. Do takich zaliczane są elektroodpady. Odpady sprzętu elektrycznego i elektronicznego oprócz surowców wtórnych jak: stal, aluminium, miedź, złoto oraz bardzo cennych metali pierwiastków ziem rzadkich, zawierają składniki niebezpieczne dla środowiska. Są to metale ciężkie (ołów, kadm, rtęć, sześciowartościowy chrom) oraz czynniki chłodzące – chlorowcopochodne związki organiczne. Ograniczone zasoby surowców naturalnych oraz wysokie koszty ich pozyskiwania powodują, że recykling urządzeń elektrycznych

i elektronicznych jest uzasadniony ekologicznie i ekonomicznie. Odzyskane materiały znajdują zastosowanie w produkcji nowych urządzeń elektrycznych i elektronicznych. Szczególnie dotyczy to odzysku metali szlachetnych oraz intensywnie rozwijanych technologii odzysku metali ziem rzadkich. W związku z powyższym zagospodarowanie zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego idealnie wpisuje się w ideę gospodarki cyklu zamkniętego.

6. Podstawowym problemem, który musi zostać rozwiązany do 2032 r., jest całkowite usunięcie z terytorium Polski wyrobów zawierających azbest. Obecnie zaledwie 11% zinwentaryzowanych wyrobów azbestowych zostało usuniętych. Jediną dopuszczalną metodą unieszkodliwiania w Polsce jest składowanie. W wielu instytucjach naukowych prowadzone są badania nad alternatywnymi metodami postępowania z odpadami zawierającymi azbest. Polegają one na zniszczeniu włóknistej struktury i przekształceniu jej w materiał, który tych cech nie wykazuje. Termicznie przekształcony eternit może być wykorzystywany jako dodatek schudzający do mas ceramicznych, dzięki czemu ogranicza się wykorzystanie piasku kwarcowego, który ma ograniczoną bazę surowcową. Alternatywnym sposobem przekształcania azbestu jest mielenie w wysokoobrotowych młynach kulowych. Produktem końcowym są wolne od włókien azbestowych proszki, które ze względu na bardzo dobre właściwości pucolanowe mogą być wykorzystane w zaprawach murarskich. Z czystego chryzotyłu poddanego działaniu 0,05M dwuwodnego kwasu szczawiowego ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) otrzymuje się produkt – szczawian magnezu, który w wyniku procesów termicznych ($T = 397^\circ\text{C}$) przekształcony zostaje w tlenek magnezu będący cennym materiałem stosowanym w przemyśle.

Znaczenie niniejszej pracy polega głównie na wypracowaniu solidnych podstaw na rzecz efektywniejszego zagospodarowania i wykorzystania przemysłowego analizowanych grup odpadów przemysłowych i niebezpiecznych. Bogaty materiał dokumentacyjny otwiera nowe pola badawcze związane z poszukiwaniem innowacyjnych rozwiązań związanych z gospodarką odpadami w cyklu zamkniętym.

4. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

4.1. Przed uzyskaniem stopnia doktora

Pracę naukowo-badawczą rozpoczęłam wraz z przyjęciem do pracy na stanowisku asystenta w Katedrze Polityki Energetycznej na Wydziale Paliw i Energii AGH w Krakowie. Od początku pracy zawodowej interesował mnie problem zrównoważonego rozwoju energetycznego, wykorzystania węgla kamiennego w procesach spalania, problemy emisji gazów oraz zagospodarowania odpadów energetycznych, jak również prognozowania skutków zobowiązań międzynarodowych związanych z rozwojem sektora paliwowo-energetycznego.

Wyniki badań przeprowadzone w tym zakresie zostały opublikowane w 7 publikacjach, w tym 4 artykułach i 3 rozdziałach w monografiach:

1. Rokita J., 2000 – Środowiska występowania metanu. Konferencja naukowa, Węgiel, sorbenty i wyroby węglowe 2000. Ogólnopolskie Seminarium dedykowane profesorom A. Długoszowi i M. Żyle z okazji 45-lecia pracy naukowej i dydaktycznej. Kraków 15–16 czerwca 2000, Akademia Górniczo-Hutnicza. Wydział Paliw i Energii. Kraków, s. 110–111 (załącznik 4e, poz. II.E.1).
2. Rokita J., 2001 – Emisja zanieczyszczeń powietrza w aglomeracji krakowskiej. Konferencja naukowa, Paliwa i energia dziś i jutro – 2001. Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków 12-13 czerwca 2001. s. 239–241 (załącznik 4e, poz. II.E.2).
3. Pyssa J., Suwała W., 2003 – Zobowiązania międzynarodowe Polski w zakresie redukcji emisji i skutki dla sektora paliwowo-energetycznego. Polityka Energetyczna. t. 6, z. spec. s. 107–133 (załącznik 4e, poz. II.E.5).
4. Pyssa J., 2004 – Powstawanie tlenków siarki, węgla i azotu w procesie spalania węgla. [W:] Paliwa i energia XXI wieku/kom. red. monogr.: Krzysztof Bytnar, Grzegorz Stefan Jodłowski; kom. nauk.: Bronisław Buczek [et al.]; Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH. Kraków. s. 345–351 (załącznik 4e, poz. II.E.3).
5. Pyssa J., 2005 – Odpady z energetyki – przemysłowe zagospodarowanie odpadów z kotłów fluidalnych. Gospodarka Surowcami Mineralnymi. Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków. t. 21, z. 3, s. 83–93 (załącznik 4e, poz. II.E.6).

6. Pyssa J., 2005 – Prawne i ekologiczne aspekty współspalania biomasy z węglem. *Polityka Energetyczna*. Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków. t. 8, z. 2, s. 95–105 (załącznik 4e, poz. II.E.7).
7. Pyssa J., 2008 – Uboczne produkty spalania – możliwości wykorzystania. *Ekopartner* nr 5 (199)/2008. s. 4–5 (załącznik 4e, poz. II.E.12).

Drugim kierunkiem badawczym, który podjęłam w ramach doktoratu, była problematyka gospodarki odpadami niebezpiecznymi. Jako obiekt badań wybrałam województwo małopolskie, które pomimo iż, nie jest najbardziej przemysłowo rozwiniętym regionem Polski, cechowało się największą w kraju ilością wytwarzanych odpadów niebezpiecznych. Ze względu na fakt, że odpady te są silnie zróżnicowane, dobór technologii właściwego postępowania z odpadami niebezpiecznymi był procesem złożonym, wymagającym uwzględnienia szeregu warunków o różnorodnym charakterze. Najważniejszymi był dobór odpowiedniej metody unieszkodliwiania w zależności od właściwości odpadów oraz ich oddziaływania na środowisko. Uwzględniłam również kryteria ekonomiczne, które pomimo iż nie są najważniejsze, nie mogą być pomijane.

W ramach badań wykonałam:

- analizę właściwości poszczególnych grup odpadów niebezpiecznych,
- przegląd technologii ich odzysku i unieszkodliwiania,
- analizę zmian wytwarzania, struktury odpadów niebezpiecznych oraz istniejącego stanu ich zagospodarowania,
- zaproponowałam model teoretyczny doboru technologii, który został oparty na analizie prac badawczych oraz własnej koncepcji.

Wyniki badań przeprowadzone w tym okresie zostały opublikowane w 7 publikacjach, w tym 6 artykułach i 1 rozdziale w monografii.

1. Pyssa J., 2004 – Problemy utylizacji odpadów niebezpiecznych w województwie małopolskim. [W:] *Paliwa i energia XXI wieku/kom. red. monogr.: Krzysztof Bytnar, Grzegorz Stefan Jodłowski; kom. nauk.: Bronisław Buczek [et al.]; Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH*. Kraków. s. 341–344 (załącznik 4e, poz. II.E.4).
2. Pyssa J., 2005 – Gospodarka odpadami przemysłowymi: oleje odpadowe – ekologiczna bomba? *Nafta & Gaz Biznes*. nr 4/5, s. 48–50 (załącznik 4e, poz. II.E.8).

3. Pyssa J., 2005 – Ekonomiczne aspekty ekologicznych zagrożeń. Oleje odpadowe i co dalej? Nafta & Gaz Biznes. nr 6/8, s. 44, 46–48 (załącznik 4e, poz. II.E.9).
4. Pyssa J., 2006 – Gospodarka odpadami przemysłowymi na przykładzie odzysku ołowiu ze zużytych akumulatorów. Gospodarka Surowcami Mineralnymi. Wydawnictwo IGSMiE PAN. Kraków. Tom 22. Zeszyt 2, s. 15–26 (załącznik 4e, poz. II.E.10).
5. Pyssa J., Rokita G.M., 2007 – Azbest – występowanie, wykorzystanie i sposób postępowania z odpadami azbestowymi. Gospodarka Surowcami Mineralnymi. Wydawnictwo IGSMiE PAN. Kraków. Tom 23. Zeszyt 1, s. 49–61 (załącznik 4e, poz. II.A.1).
6. Pyssa J., 2007 – Uwarunkowania prawne, organizacyjne i techniczne postępowania z zużytymi bateriami i akumulatorami. Problemy ekologii. Wydawnictwo GWSP Mysłowice. vol. 11, nr 4, lipiec-sierpień, s. 194–198 (załącznik 4e, poz. II.E.11).
7. Pyssa J., 2008 – Techniczno-ekonomiczne oraz ekologiczne aspekty odzysku i unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych. Gospodarka Surowcami Mineralnymi. Wydawnictwo IGSMiE PAN. Kraków. Tom 24. Zeszyt 1/1, s. 113–125 (załącznik 4e, poz. II.A.2).

4.2. Po uzyskaniu stopnia doktora

W 2009 roku zostałam zatrudniona na stanowisku adiunkta w Katedrze Technologii Paliw na Wydziale Energetyki i Paliw AGH w Krakowie. Od tego czasu moje prace badawcze dotyczą przede wszystkim zagadnień związanych z gospodarką odpadami przemysłowymi wytwarzanymi w Polsce. Podejmowana przeze mnie problematyka badawcza, z zakresu gospodarki obiegu zamkniętego (*Circular Economy*), wpisuje się w najnowsze trendy i wyzwania, przed którymi stoi Unia Europejska. Do głównych obszarów moich zainteresowań należy problem zanieczyszczenia środowiska odpadami, racjonalna gospodarka zasobami surowców mineralnych oraz paliw kopalnych, jak również procesy odzysku oraz powtórnego wykorzystania surowców i materiałów pochodzących z odpadów.

Podejmowaną przeze mnie tematykę w badaniach naukowych można podzielić na następujące obszary badawcze:

- gospodarka odpadami niebezpiecznymi,
- gospodarka odpadami przemysłowymi,
- gospodarka surowcami mineralnymi i kopalinami,

- oczyszczanie wód i gospodarka osadami ściekowymi.

Gospodarka odpadami niebezpiecznymi

Badania dotyczące gospodarki odpadami niebezpiecznymi zostały uzupełnione i poszerzone o nowe zagadnienia, modele badawcze oraz nowe aspekty naukowe. Uwzględniłam w nich specyfikę poszczególnych grup wytwarzania odpadów.

W publikacjach (Pyssa J., 2010; Pyssa J., 2014, Pyssa J., 2017a oraz Pyssa J., 2019a) wykazałam, że dobór technologii unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych powinien odbywać się zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju. Zintegrowane podejście do ochrony środowiska przed negatywnym oddziaływaniem działalności przemysłowej, kładzie nacisk przede wszystkim na zapobieganie, redukcję oraz eliminację zanieczyszczeń, przy równoczesnym zapewnieniu racjonalnej gospodarki zasobami naturalnymi. W swoich pracach uwzględniałam również aspekty ekonomiczne, czyli rachunek kosztów i korzyści. Stosowanie tego rodzaju zabiegów nie jest zadaniem prostym. Konieczne jest bowiem powiązanie ze sobą wielu wskaźników, a mianowicie: technicznych, ekonomicznych oraz ekologicznych.

1. Pyssa J., 2010 – Zasady i kryteria doboru technologii unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych. *Przemysł Chemiczny*, t. 89, nr 7, s. 927–934 (załącznik 4e, poz. II A 3).
2. Pyssa J., 2014a – Odzysk i unieszkodliwianie odpadów niebezpiecznych. *Nowoczesna Gospodarka Odpadami*, nr 1, s. 38–43 (załącznik 4e, poz. II.E.19).
3. Pyssa J., 2017a – Environmental, technical and technological aspects of hazardous waste management in Poland. *E3S Web of Conferences*; vol. 19 art. no. 02021, s. 1–9 (załącznik 4e, poz. II.E.28).
4. Pyssa J., 2019a – Recovery and treatment of hazardous waste: Modern management of hazardous waste in Poland. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*; vol. 214 [no.] 1 art. no. 012022, s. 1–11 (załącznik 4e, poz. II.E.31).
5. Pyssa J., 2019b – Techniczno-ekonomiczne, zdrowotne oraz środowiskowe aspekty zagospodarowania odpadów azbestowych w Polsce. *Przemysł Chemiczny*, t. 93, z. 3, s. 461–467 (załącznik 4e, poz. II A 4).

Innym wątkiem w tym obszarze badawczym były prace związane z zagospodarowaniem zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego, gospodarka bateriami i akumulatorami, pojazdami wycofanymi z eksploatacji oraz oponami. Gospodarka Unii Europejskiej traci

znaczne ilości potencjalnych surowców wtórnych, które znajdują się w strumieniu odpadów komunalnych. Dodatkowo, zarówno e-odpady, baterie i akumulatory, jak i samochody wycofane z eksploatacji są produktami, które po zużyciu stają się odpadami o charakterze niebezpiecznym. Ze względu na wysoki poziom rozproszenia miejsc powstawania tych odpadów, szczególnie trudna jest kontrola ich właściwego gromadzenia oraz przetwarzania. Powszechną praktyką jest przenikanie zużytych baterii i akumulatorów, szczególnie małogabarytowych, do strumienia odpadów komunalnych i w rezultacie deponowanie ich na składowiskach komunalnych. Również w przypadku zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego oraz samochodów wycofanych z eksploatacji bardzo często dochodzi do nieprawidłowości i niekontrolowanych emisji i zanieczyszczeń. Jak wykazałam w publikacjach, odpady te oprócz ewidentnych cech charakteryzujących je jako odpady niebezpieczne posiadają znaczą wartość surowcową. Poddane procesom odzysku stanowią znaczne zasoby ochraniające naturalne złoża surowcowe.

6. Pyssa J., 2014b – Zużyte baterie i akumulatory. Uwarunkowania prawne, ekonomiczne i techniczne. *Nowoczesna Gospodarka Odpadami*. ISSN 2300-2786. nr 2, s. 29–34 (załącznik 4e, poz. II.E.20).
7. Pyssa J., 2015a – Logistics of waste electrical and electronic equipment: regulations, technology and practice. *Logistyka*; ISSN 1231-5478. Nr 4 dod.: CD nr 3 *Logistyka-nauka*: artykuły recenzowane, s. 9643–9649 (załącznik 4e, poz. II.E.21).
8. Pyssa J., 2015b – Rynek elektroodpadów w Polsce. *Nowoczesna Gospodarka Odpadami*; ISSN 2300-2786. Nr 1–2, s. 21–24 (załącznik 4e, poz. II.E.22).
9. Pyssa J., 2015c – Rynek elektroodpadów w Europie i na świecie: przepisy i praktyka. *Nowoczesna Gospodarka Odpadami*; ISSN 2300-2786. Nr 3–4, s. 26–30 (załącznik 4e, poz. II.E.23).
10. Pyssa J. 2016a – Recykling samochodów wycofanych z eksploatacji. Teoria i praktyka *Nowoczesna Gospodarka Odpadami*; nr 1–2, s. 16–19 (załącznik 4e, poz. II.E.24).
11. Pyssa J., 2018 – Kierunki zagospodarowania zużytych opon samochodowych [W:] *Elementy zarządzania w zrównoważonym rozwoju i gospodarce o obiegu zamkniętym*. Kulczycka J., (red) Wydawnictwo IGSMiE PAN, s. 37–48 (załącznik 4e, poz. II.E.15).

Gospodarka odpadami przemysłowymi

Kolejnym etapem moich zainteresowań naukowych był problem zagospodarowania odpadów wydobywczych pochodzących z poszukiwań gazu łupkowego w Polsce. Ze względu na wysoką zawartość wody oraz konsystencję odpadów, jak również zmienny i trudny do przewidzenia skład chemiczny – odpady te są trudne do zagospodarowania. W pracach przedstawiłam charakterystykę zarówno ilościową, jak i jakościową odpadów. Przeanalizowałam możliwe sposoby zagospodarowania odpadów wydobywczych, związanych z poszukiwaniem i wydobywaniem węglowodorów ze złóż niekonwencjonalnych w Polsce oraz związane z tym wyzwania logistyczne. Przeanalizowałam również aspekty środowiskowe oraz zagrożenia wiążące się z poszukiwaniem gazu z łupków.

12. Pyssa J., 2016b – Polish experience in the area of management of the waste generated during the exploration for hydrocarbons from unconventional accumulations. E3S Web of Conferences. vol. 10 art. no. 00076, s. 1–6 (załącznik 4e, poz. II.E.25).
13. Pyssa J., 2017b – The influence of shale gas mining activities on the natural environment in Poland. E3S Web of Conferences. vol. 19 art. no. 02024, s. 1–8 (załącznik 4e, poz. II.E.29).

Jedną z najbardziej odpadotwórczych gałęzi przemysłu w Polsce jest górnictwo węgla kamiennego. Odpady powstają przede wszystkim przy wydobywaniu węgla oraz jego przeróbce, a zależą głównie od jakości i stanu złóż węglowych, metod urabiania pokładów węglowych i technologii wzbogacania urobku. Skład petrograficzny i chemiczny odpadów z górnictwa węgla kamiennego jest zróżnicowany i zależy od warunków geologicznych eksploatowanego złoża. W pracy przedstawiłam innowacyjne metody wykorzystania odpadów górniczych.

14. Pyssa J., 2017c – Extractive waste from hard coal mining in Poland – balance, status of management and environmental aspects. E3S Web of Conferences. vol. 14 art. no. 02024, s. 1–10 (załącznik 4e, poz. II.E.30).

Innym nurtem prowadzonych przeze mnie prac badawczych były zagadnienia związane z gospodarką odpadami przemysłowymi pochodzącymi z energetyki. Ciągłe zmiany technologiczne zachodzące w energetyce istotnie wpływają na różnorodność odpadów, a co za tym idzie – parametry fizykochemiczne, które szczegółowo opisałam w publikacjach. Uboczne produkty spalania stanowią cenny surowiec dla wielu gałęzi przemysłu. Z powodzeniem zastępują surowce naturalne, których wydobywanie powoduje degradację

środowiska przyrodniczego. Najnowsze kierunki gospodarczego wykorzystania UPS-ów, które wpisują się w ideę gospodarki cyklu zamkniętego zamieściłam w publikacjach:

15. Pyssa J., Rokita J., 2012 – Perspektywy i możliwości zagospodarowania ubocznych produktów spalania. *Przegląd Górniczy*; t. 68, nr 12, s. 132–138 (załącznik 4e, poz. II.E.17).
16. Pyssa J., 2016c – The influence of changes in the structure of electric power generation on the management of energetic waste in Poland. *E3S Web of Conferences*, vol. 10 art. no. 00077, s. 1–6 (załącznik 4e, poz. II.E.26).

Gospodarka surowcami mineralnymi i kopalinami

Kolejnym obszarem moich zainteresowań naukowych były zagadnienia związane z pozyskiwaniem i wykorzystaniem surowców mineralnych. Baza zasobowa kruszyw w Polsce jest ważnym elementem środowiska przyrodniczego i decydująco wpływa na gospodarkę kraju. Wzrost produkcji kruszyw powiązany jest ściśle ze wzrostem gospodarczym. Dotyczy to przede wszystkim zapotrzebowania na kruszywa wykorzystywane w budowie infrastruktury transportowej, obiektów przemysłowych oraz budownictwie. Mając na uwadze zrównoważone wykorzystanie zasobów naturalnych, wskazałam na możliwość wykorzystania materiałów alternatywnych i odpadowych w produkcji kruszyw sztucznych. Przeanalizowałam również rozmieszczenie złóż kopalin do produkcji kruszyw naturalnych, geologiczne zasoby bilansowe oraz wydobycie kruszyw w Polsce w latach 1989–2007.

17. Pyssa J., 2010 – Kruszywa w Polsce – zasoby, produkcja oraz kierunki wykorzystania. *Przegląd górniczy*. t. 66, nr 5. s. 38–44 (załącznik 4e, poz. II.E.16).

Prowadzone przeze mnie badania, dotyczące możliwości pozyskiwania uranu ze złóż w Polsce, zostały zainspirowane dyskusją na temat potrzeb modernizacji sektora energetycznego, w tym rozwojem energetyki jądrowej. W opracowaniu *Program polskiej energetyki jądrowej* (Ministerstwo Gospodarki) z 2014 r., założono budowę elektrowni jądrowej do 2030 r. Skutkować to będzie koniecznością zabezpieczenia dostaw uranu. Przeanalizowałam zatem miejsca występowania złóż uranu na terytorium Polski, historię poszukiwań oraz perspektywy wydobycia uranu, w tym możliwości pozyskiwania uranu z odpadów składowanych na hałdach w rejonie Lubin-Sieroszowice.

18. Pyssa J., 2016d – Uranium occurrence, deposits and mines in Poland. Inżynieria Mineralna – Journal of the Polish Mineral Engineering Society, r. 17, nr 1, s. 47–55 (załącznik 4e, poz. II.E.27).

Jednym z wielu walorów Krakowa oraz jego najbliższych okolic są wody lecznicze. Jest to dobro, które nie jest właściwie rozpropagowane oraz należycie wykorzystywane. Wody lecznicze są szczególnym rodzajem wód podziemnych. Mogą nimi być zarówno wody mineralne, jak i słodkie, zawierające składniki swoiste. W Małopolsce najbardziej znanymi wodami są szczawy, wody siarczkowe oraz wody chlorkowe. Do celów leczniczych, zarówno w Swoszowicach, jak i Matecznym, wykorzystywanych jest zaledwie 30% zasobów złoża. Wody siarczkowe, które występują na tym terenie, powinny znaleźć szersze zastosowanie do kąpieli leczniczych, szczególnie w leczeniu chorób reumatologicznych, dermatologicznych, neurologicznych i wielu innych. W artykule oprócz analizy możliwości wykorzystania, przedstawiłam pochodzenie oraz skład chemiczny wód leczniczych.

19. Pyssa J., Rokita G.M., 2012 – Występowanie, chemizm oraz znaczenie wód leczniczych Krakowa i okolic. Acta Balneologica, t. 54, nr 1, s. 49–55 (załącznik 4e, poz. II.E.18).

Oczyszczanie wód i gospodarka odpadami ściekowymi

Kolejne moje inspiracje naukowe obejmują zagadnienia związane z oczyszczaniem ścieków oraz zrównoważoną gospodarką osadami ściekowymi. Zagadnienia te są niezmiernie istotne bowiem, właściwie przeprowadzone procesy oczyszczania ścieków, które realizowane są wysoko efektywnymi technologiami z podwyższonym usuwaniem biogenów, umożliwiając zwiększoną redukcję azotu i fosforu w ściekach. Procesy te, generują jednak znaczne ilości osadów ściekowych. Od 2016 r. obowiązuje całkowity zakaz składowania osadów ściekowych, których ciepło spalania jest wyższe niż 6 MJ/kg s.m. Na podstawie wykonanych badań stwierdzono, że analizowane osady ściekowe pochodzące z jednej z oczyszczalni na Podhalu mogą być używane jako paliwo alternatywne. Przeanalizowałam również alternatywne metody zagospodarowania osadów ściekowych z uwzględnieniem aktualnych przepisów prawnych.

20. Pyssa J., Milewska-Duda J., 2014 – Zastosowanie biotechnologii w procesach oczyszczania ścieków. [W:] Paliwa i energia XXI wieku. red. Grzegorz S. Jodłowski;

Wydział Energetyki i Paliw AGH. Kraków. Wydawnictwo Naukowe „Akapit”, s. 323–336 (załącznik 4e, poz. II.E.13).

21. Pyssa J., Rządkosz B., 2015 – Osady ściekowe jako substraty do produkcji bioenergii [W:] Paliwa z odpadów: badania i rozwiązania praktyczne: praca zbiorowa/ pod red. M. Landrata. Gliwice: Katedra Technologii i Urządzeń Zagospodarowania Odpadów, Politechnika Śląska. s. 181–195 (załącznik 4e, poz. II.E.14).
22. Pyssa J., 2019b – Technical and technological aspects of sewage waste management after amendments in legislation in Poland. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 214 [no.] 1 art. no. 012016, s. 1–10 (załącznik 4e, poz. II.E.32).

5. Syntetyczne zestawienie dorobku naukowego

Przed uzyskaniem stopnia doktora (w 2008 r.) na mój dorobek składało się **14 publikacji** (w tym 12 samodzielnych) z czego 10 artykułów w czasopismach i 4 rozdziały w monografiach. W 2009 r. rozpocząłam pracę na stanowisku adiunkta na Wydziale Energetyki i Paliw AGH w Krakowie. W ostatnim dziesięcioleciu przygotowałam **22 publikacje** (w tym 18 samodzielnych), z czego 2 publikacje znajdują się w bazie Journal Citation Reports (JCR). Spośród publikacji innych niż znajdujące się w bazie JCR, po doktoracie opublikowałam 4 artykuły znajdujące się w wykazie MNiSW (lista B) oraz 7 publikacji konferencyjnych indeksowanych w Web of Science. Byłam również współautorką 3 rozdziałów w monografiach. Opublikowałam 16 streszczeń (abstraktów) konferencyjnych – 9 w materiałach międzynarodowych i 7 krajowych.

Dla publikacji – z okresu od momentu uzyskania stopnia doktora do chwili obecnej – sumaryczny indeks Hirscha wg bazy Web of Science wynosi – 2, wg bazy Scopus – 3, natomiast wg Google Scholar – 5. Łączna liczba punktów wyliczona wg punktacji MNiSW zgodnej z rokiem wydania publikacji wynosi 125 (195 – z publikacjami z 2019 r.). Moje publikacje (opublikowane w latach 2010–2019) były cytowane 9(3) razy wg bazy Web of Science, wg bazy Scopus 15 razy i 101 razy wg bazy Google Scholar.

Liczba cytowań moich prac oraz *Indeks Hirscha* zostały zestawione w tabeli A.

Tabela A. Liczba cytowań oraz Indeks Hirsha

Baza danych	Liczba publikacji	Liczba cytowań	Indeks Hirscha
Web of Science	8	9(3)	2
Scopus*	11	17	3
Google Scholar*	25	101	5

* bazy zawierają autocytowania

Syntetyczne zestawienie dorobku zamieściłam w tabeli B.

Tabela B. Syntetyczne zestawienie dorobku naukowego dr inż. Justyny Pyssa (stan na 23.04.2019)

Dorobek naukowo-badawczy	Przed doktoratem	Po doktoracie	suma
Sumaryczna liczba publikacji	14	22 ¹	36
Czasopisma z listy JRC	2	2	4
Publikacje w bazie Scopus	1	10	11
Publikacje w Web of Science	2	8	10
Artykuły w czasopismach innych niż z listy JRC	8	19	27
Materiały konferencyjne krajowe	6	7	13
Materiały konferencyjne międzynarodowe	—	9	9
Sumaryczny Impact Factor	—	0,29 (0,689)*	0,29 (0,689)*
Sumaryczna	56	126 (196)*	182 (252)*

punktacja publikacji wg MNiSW			
Sumaryczna liczba punktów za autorstwo lub współautorstwo publikacji wg MNiSW	50	120,7 (190,7)*	170,7 (240,7)*
Wykonawca projektów badawczych i prac zleconych	8	12	20
Udział w konferencjach o zasięgu międzynarodowym	—	6	6
Udział w konferencjach o zasięgu krajowym	5	5	10
Wygłoszone referaty na konferencjach międzynarodowych	—	2	2
Wygłoszone referaty na konferencjach krajowych	1	2	3
Recenzje artykułów	—	1	1

¹ - nie uwzględniono monografii habilitacyjnej

* przy uwzględnieniu punktów za publikacje wydane w 2019 r.

Działalność naukowo-badawcza obejmowała m.in.: badania własne i statutowe, autorstwo ekspertyz zamawianych, recenzję publikacji naukowej, pracę w Komitecie Organizacyjnym konferencji „Paliwa i energia dziś i jutro – 2001” oraz prace w Komisjach Rekrutacyjnych. Szczegółowy wykaz prac naukowych i twórczych prac zawodowych znajduje się w załączniku 4e. Poniżej zestawiono, w sposób skrótowy, najważniejsze dokonania.

Badanie własne i statutowe (załącznik 4e, poz. II J 1-14)

- kierowałam projektami badań własnych realizowanym na Wydziale Paliw i Energii AGH w latach 2004 – 2006 pt. *Technologie neutralizacji odpadów chemicznych*.
- kierowałam podzadaniami w ramach badań statutowych Katedry Polityki Energetycznej (w latach 2002–2008) i Katedry Technologii Paliw (w latach 2009–2019) Wydziału Energetyki i Paliw AGH.

Projekty krajowe – ekspertyzy zamawiane (załącznik 4e, poz. II M 1-4):

- Praca w ramach umowy zawartej z The Krakow Institute for Sustainable Energy – wykonawca opracowania: *Przygotowanie i modyfikacja danych z zakresu produkcji energii elektrycznej* (2004 r.)
- Praca w ramach umowy zawartej z Instytutem Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN w Krakowie – wykonawca opracowania: *Przygotowanie i weryfikacja danych w zakresie kosztów opieki zdrowotnej, danych meteorologicznych oraz danych o sektorach transportu i energetyki* (2004 r.).
- Praca w ramach umowy zawartej z Towarzystwem Badań Przemian Środowiska „GEOSFERA” w Krakowie – wykonawca opracowania: *Ocena uwarunkowań prawnych, ekonomicznych i technicznych postępowania z zużytymi bateriami i akumulatorami oraz odpadami ropopochodnymi*. (2009)
- Praca w ramach umowy (załącznik 4e, poz. II M.4) – wykonawca opracowania: *Analiza prawna, techniczna oraz technologiczna wytwarzania oraz możliwości zagospodarowania Ubocznych Produktów Spalania* – (2013 r.)

Działalność recenzencka (załącznik 4e, poz. II K)

Wykonałam recenzję artykułu opublikowanego w Zeszytach Naukowych Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN (2013 r.).

Nagrody (załącznik 4e, poz. II K)

- za osiągnięcia naukowe otrzymałam w 2006 r. otrzymałam Nagrodę Indywidualną Rektora III-go stopnia za osiągnięcia naukowe (za 2005 r.)
- za wyróżniającą się pracę doktorską pt. *Dobór technologii unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych w aspekcie ochrony środowiska na przykładzie województwa*

małopolskiego otrzymałam Nagrodę Stołecznego Królewskiego Miasta Krakowa 2009.

Poza dorobkiem publikacyjnym do osiągnięć naukowych mogę zaliczyć również pracę jako ekspert w projekcie nr WND-POIG.01.01.01-00-009/09 *Odpady nieorganiczne przemysłu chemicznego – foresight technologiczny* w okresie styczeń 2010 – marzec 2012.

Brałam również czynny udział w popularyzacji nauki poprzez stałą, wieloletnią (2014–2016) współpracę z czasopismem branżowym *Nowoczesna Gospodarka Odpadami*, w którym opublikowałam 6 artykułów dotyczących gospodarki odpadami niebezpiecznymi i przemysłowymi.

Na zaproszenie Polskiego Stowarzyszenia Stacji Demontażu Pojazdów Eko-Auto na Ogólnopolskiej Konferencji dla Stacji Demontażu Pojazdów oraz Branży Recyklingu – Oszczędzaj – Przetwarzaj – Zyskuj 2017, przygotowałam i wygłosiłam prezentację – *Prawne i techniczne aspekty gospodarki samochodami wycofanymi z eksploatacji*.

6. Osiągnięcia dydaktyczne i organizacyjne (załącznik 4e, poz. II Q)

W ramach obowiązków dydaktycznych prowadziłam zajęcia z następujących przedmiotów:

- ćwiczenia audytoryjne z *Chemii ogólnej* dla studentów z Wydziału Górnictwa i Geoinżynierii (2000/2001),
- ćwiczenia laboratoryjne z *Chemii nieorganicznej* dla studentów studiów niestacjonarnych z Wydziału Wiertnictwa Nafty i Gazu (2000–2002),
- ćwiczenia laboratoryjne z *Chemii organicznej* dla studentów z Wydziału Energetyki i Paliw zarówno stacjonarnych, jak i niestacjonarnych (2000–2015),
- ćwiczenia audytoryjne i laboratoryjne z *Chemii ogólnej* dla studentów Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej (2003–2019),
- seminaria z przedmiotu *Energia przyszłości* dla studentów z Wydziału Energetyki i Paliw (2003–2006),
- seminaria i wykłady z przedmiotu *Energetyka a środowisko* dla studentów z Wydziału Energetyki i Paliw (2003–2008),
- seminaria z przedmiotu *Ekonomika energetyki i ochrony środowiska* dla studentów Międzywydziałowej Szkoły Energetyki (2007–2009),

- ćwiczenia komputerowe z przedmiotu *Technologie informatyczne* dla studentów Wydziału Energetyki i Paliw (2007–2010),
 - seminaria z przedmiotu *Podstawy biotechnologii* dla studentów Wydziału Energetyki i Paliw (2013–2019),
 - ćwiczenia audytoryjne z *Chemii organicznej* dla studentów z Wydziału Energetyki i Paliw (2017–2019),
- oraz 2 autorskie przedmioty:**
- wykład i seminaria *Energetyczne wykorzystanie odpadów* dla studentów z Wydziału Energetyki i Paliw (2017–2019),
 - wykład i seminaria *Techniki i technologie unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych* dla studentów z Wydziału Energetyki i Paliw (2017/2018).

W latach 2008–2012 byłam opiekunem roku na kierunku Technologia chemiczna.

Od początku pracy na stanowisku adiunkta czynnie uczestniczę w sprawowaniu opieki naukowej nad dyplomantami. Do chwili obecnej byłam promotorem 12 prac magisterskich i 19 prac inżynierskich. Obecnie jestem opiekunem dwóch prac magisterskich. Recenzowałam prace inżynierskie.

Od 2001 roku biorę czynny udział w pracach Komisji Rekrutacyjnej Wydziału Paliw i Energii. W latach 2003–2008 byłam członkiem Komisji Rekrutacyjnej Międzywydziałowej Szkoły Energetyki. Zaś w latach 2009–2016 r. byłam członkiem Komisji Rekrutacyjnej Wydziału Energetyki i Paliw, od 2018 r. pełnię funkcję zastępcy przewodniczącego Komisji Rekrutacyjnej.

W latach 2000–2001 pracowałam w Komisji Bibliotecznej. Moim zadaniem była inwentaryzacja wypożyczonych księgozbiorów. Pracowałam również w Komitecie organizacyjnym konferencji *Paliwa i energia dziś i jutro – 2001*.

