

Dr hab. inż. Małgorzata Franus, prof. uczelni
Politechnika Lubelska
Wydział Budownictwa i Architektury
20-618 Lublin, Nadbystrzycka 40
m.franus@pollub.pl

09.12.2021

RECENZJA

dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr inż. Anny Pajdak przedstawionego we wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Podstawę formalną do wykonania niniejszej recenzji stanowi pismo Dyrektora Głównego Instytutu Górniczego prof. dr hab. inż. Stanisława Prusek z dnia 08.10.2021 zlecającego opracowanie recenzji dorobku dr inż. Anny Pajdak w formie pisemnej i elektronicznej.

2. Podstawa prawna opracowania recenzji

Recenzję opracowano na podstawie obowiązujących przepisów Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789) i Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.), a także Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzenia czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. z 2018 r. poz. 261).

Recenzję opracowano na podstawie następujących dokumentów:

- Dane wnioskodawcy,
- Kopia dokumentu stwierdzającego posiadanie stopnia naukowego doktora nauk technicznych w dyscyplinie: technologia chemiczna,
- Autoreferat opisujący karierę zawodową oraz istotną aktywność naukową,

- Wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka,
- Pełne teksty publikacji stanowiących cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych,
- Dokument potwierdzający odbycie stażu naukowego,
- Oświadczenia o indywidualnym wkładzie współautorów w powstanie publikacji,
- Dokumenty w wersji elektronicznej na płycie CD (2 szt.).

3. Sylwetka Kandydatki

Dr inż. Anna Pajdak jest absolwentką Politechniki Częstochowskiej, Wydziału Inżynierii i Ochrony Środowiska. Dyplom magistra inżynieria uzyskała w 2004 roku broniąc pracę pt. „Dyskusja różniczkowego równania ustalonego ruchu wolnozmiennego w korytach otwartych”.

Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie technologia chemiczna uzyskała w 2015 roku w Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie na podstawie rozprawy doktorskiej pt. „Modyfikowane związki sodowe w usuwaniu zanieczyszczeń typu kwasowego z gazów odlotowych” Promotorem w przewodzie doktorskim była Pani dr hab. Katarzyna Zarębska, prof. AGH, promotorem pomocniczym: dr inż. Norbert Skoczylas.

W 2008 roku Habilitantka ukończyła roczne studia podyplomowe z zakresu Audytu Energetycznego na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej realizując temat pracy podyplomowej pt. „Audyt energetyczny sześciu bloków mieszkalnych Spółdzielni Mieszkańców Osiedla "Słoneczne" w Piekoszowie”.

Studia doktoranckie dr inż. Anna Pajdak zrealizowała w latach 2010-2015 w Politechnice Częstochowskiej, na Wydziale Inżynierii Środowiska i Biotechnologii w dyscyplinie: inżynieria środowiska, dziedzina: nauki techniczne pozyskując wiedzę dotyczącą obsługi urządzeń laboratoryjnych, przeprowadzania analiz oraz interpretacji wyników badań. Wiedza ta stała się podstawą do Jej dalszego rozwoju naukowego oraz pomogła w realizacji prac związanych z projektami badawczymi.

Od października 2014 roku Pani dr inż. Anna Pajdak jest pracownikiem Instytutu Mechaniki Górotworu Polskiej Akademii Nauk (IMG PAN) w Krakowie. Po dwóch latach zdobywania doświadczeń na stanowisku inżynierijno-technicznym, rozpoczęła pracę naukową jako adiunkt w tej jednostce. To stanowisko zajmuje do chwili obecnej.

4. Ocena osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe Pani dr inż. Anna Pajdak przedstawiła cykl dziewięciu publikacji powiązanych tematycznie zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b Ustawy, pod wspólnym tytułem:

„Badanie zjawisk sorpcji i transportu gazu w przestrzeni porowej skał na podstawie ich charakterystyki strukturalnej”.

A1. Pajdak A., Godyń K., Kudasik M., Murzyn T. *The use of selected research methods to describe the pore space of dolomite from copper ore mine, Poland.* **Environmental Earth Sciences**, Vol. 76 (2017) 389. (25 pkt MNiSW, IF: 1,435)

A2. Pajdak A., Kudasik M. *Structural and textural characteristic of selected copper-bearing rocks as one of the elements aiding in the assessment of gasogeodynamic hazard.* **Studia Geotechnica et Mechanica**, Vol. 39, 2 (2017) 51-59. (12 pkt MNiSW, baza WoS)

A3. Kudasik M., Pajdak A., Skoczylas N. *The validation process of the method of balancing gas contained in the pore space of rocks via rock comminution.* **Archives of Mining Sciences**, Vol. 63, 4 (2018) 989-1005. (20 pkt MNiSW, IF: 0,589)

A4. Pajdak A., Skoczylas N., Dębski A., Grzegorek J., Maziarz W., Kudasik M. *CO₂ and CH₄ sorption on carbon nanomaterials and coals – Comparative characteristics.* **Journal of Natural Gas Science and Engineering**, Vol. 72 (2019) 103003. (100 pkt MNiSW, IF: 3,859)

A5. Skoczylas N., Pajdak A., Młynarczyk M. *CO₂ adsorption–desorption kinetics from the plane sheet of hard coal and associated shrinkage of the material.* **Energies**, Vol. 12, 20 (2019) 4013. (140 pkt MNiSW, IF: 2,702)

A6. Pajdak A. *Studies on the influence of moisture on the sorption and structural properties of hard coals.* **International Journal of Greenhouse Gas Control**, Vol. 103 (2020) 103193. (140 pkt MNiSW, JCR-3,639)

A7. Skoczylas N., Pajdak A., Kudasik M., Braga L.T.P. *CH₄ and CO₂ sorption and diffusion carried out in various temperatures on hard coal samples of various degrees of coalification.* **Journal of Natural Gas Science and Engineering**, Vol. 81 (2020) 103449. (100 pkt MNiSW, IF: 3,859)

A8. Kudasik M., Skoczylas N., Pajdak A. *The repeatability of sorption processes occurring in the coal-methane system during multiple measurement series.* **Energies**, Vol. 10, 5 (2017) 661. (25 pkt MNiSW, IF: 2,676)

A9. Pajdak A., Kudasik M., Skoczylas N., Wierzbicki M., Braga L.T.P. *Studies on the competitive sorption of CO₂ and CH₄ on hard coal.* **International Journal of Greenhouse Gas Control**, Vol. 90 (2019) 102789. (140 pkt MNiSW, IF: 3,231).

Artykuły naukowe zostały opublikowane w latach 2017-2020 w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania pracy w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Publikacje A1-A9 przedstawione jako osiągnięcie habilitacyjne wydane są w wydawnictwach o wysokim współczynniku wpływu tzw. *impact factor* oraz stanowią publikacje wysokopunktowane. Sumaryczny *impact factor* publikacji wynosi 21,990. Według zasad ustalonych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego publikacje z roku 2019 i 2020 uzyskują 620 punktów, natomiast z roku 2017 i 2018 - 82 punkty. Wśród nich jest praca autorska Pani dr inż. Anny Pajdak, która ukazała się w prestiżowym czasopiśmie *International Journal of Greenhouse Gas Control* (A6), (A7-współautorska), a pozostałe w wiodących czasopismach *Environmental Earth Sciences* (A1), *Archives of Mining Sciences* (A3), *Journal of Natural Gas Science and Engineering* (A4, A7), *Energies* (A5, A8). Cykl tych artykułów powstał w zespołach 2 - 6 osób, z którymi dr inż. Anna Pajdak współpracowała. Warto zauważyć, że Habilitantka w sumie w pięciu publikacjach jest pierwszym autorem, natomiast w trzech drugim, a w jednej jest trzecim autorem.

Podjęty przez Habilitantkę problem dotyczy zagadnień, które koncentrują się wokół:

- przestrzeni porowej, która definiuje szereg parametrów charakteryzujących ośrodek porowaty, między innymi powierzchnię właściwą, porowatość, średnią średnicę porów, objętość oraz rozkład objętości i wielkości porów,
- zjawisk związanych z obecnością gazu w przestrzeni porowej materiałów oraz korelacji tych zjawisk z ich parametrami strukturalnymi,
- nowatorskiego podejścia do badań poprzez wykorzystanie oryginalnych metod i rozwiązań aparaturowych.

Wieloaspektowość bardzo aktualnego problemu emisji gazów cieplarnianych wymusza ciągle doskonalenie technologii wychwytywania ditlenku węgla (CO₂)

i metanu (CH_4). Pośród wielu metod wiązanie gazu w procesach adsorpcji w materiałach porowatych jest jednym z takich rozwiązań.

Z punktu widzenia charakterystyki materiałów porowatych bardzo ważna jest rzetelna i możliwie szeroka wiedza na temat ich przestrzeni porowej. Materiały węglowe, zarówno te wytworzone syntetycznie jak i pochodzenia naturalnego są wykorzystane do wychwytywania i gromadzenia gazu. Właściwości sorpcyjne przestrzeni porowej węgla kamiennego są jednym z głównych czynników decydujących o efektywności sorpcji i desorpcji CH_4 oraz sekwestracji CO_2 w pokładach węglowych. Specyfika przestrzeni porowej skał jest niezbędnym elementem w aspekcie oceny możliwości obecności gazu w ich strukturze, co stanowi ważną rolę z punktu widzenia oceny bezpieczeństwa eksploatacji górniczej, zarówno w przypadku kopalń węgla kamiennego, jak i kopalń rud miedzi.

Przedstawiony cykl publikacji do postępowania habilitacyjnego stanowi spójny materiał, którego kluczem są procesy fizyczne zachodzące w przestrzeni porowej badanych materiałów.

W pracach (A1) i (A2) Habilitantka na podstawie kompleksowej charakterystyki przestrzeni porowej dolomitu z kopalni rud miedzi *Polkowice-Sieroszowice* w Polsce wykazała, że procesy diagenetyczne doprowadziły do znacznej przebudowy struktur skalnych, w tym przestrzeni porowej tych skał. W oparciu o analizy stereologiczne i densymetryczne (PIC) wykazała, że we wszystkich próbkach dolomitu dominowała porowatość typu otwartego, która stanowiła w badanych próbkach od 67% do 84% ich porowatości całkowitej. Zaproponowane w pracy (A2) porównanie wartości parametrów strukturalnych próbek skały z analizami mas powyrzutowych może być elementem służącym zrozumieniu istoty wystąpienia zjawisk związanych z obecnością gazu w dolomicie.

Artykuły (A1) i (A2) są efektem prac w ramach realizacji projektu LIDER, finansowanego przez NCBiR: „*Nowatorski system wspomagania oceny zagrożeń gazowych w kopalniach rud miedzi*”. Zwieńczeniem tego projektu było także opracowanie oryginalnego rozwiązania technologicznego do bilansowania gazu zawartego w przestrzeni porowej skał miedzionośnych - analizatora GPR12, którego możliwości pomiarowe i walidację pracy przedstawiono w pracy (3).

Prace (A1), (A2) i (A3) składające się na osiągnięcie naukowe Habilitantki są oryginalnym podejściem do charakterystyki właściwości przestrzeni porowej dolomitu, w kontekście rozpoznania zjawisk związanych z obecnością gazu w jego strukturze

porowej. Charakterystyka ta może być pomocnym elementem w przewidywaniu występowania zagrożeń gazogeodynamicznych w kopalniach rud miedzi, co stanowi wkład Habilitantki w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Również zaproponowana w pracy (A4) autorska, porównawcza analiza jakościowa i ilościowa procesów sorpcji CO₂ i CH₄ zachodzących w przestrzeni porowej heterogenicznych strukturalnie węgla kamiennych i nanostruktur węglowych o wysokim stopniu uporządkowania stanowić może pomocny element w zrozumieniu istoty zjawisk związanych z akumulacją gazu w materiałach węglowych.

Oryginalnym podejściem Habilitantki było ekstrapolowanie wyników badań sorpcyjnych modelem Crank'a dla próbek innych niż o kulistym kształcie w osiągnięciu naukowym (A5). Autorka wykorzystwała kilka próbek węgla różniących się parametrami petrograficznymi i strukturalnymi oraz porównała wyniki badań zjawiska kinetyki adsorpcji/desorpcji CO₂ zachodzących w ziarnistych próbkach węgla z badaniami na próbkach typu prostopadłościennego.

Niezwykle istotnym czynnikiem mającym jeden z największych wpływów na właściwości sorpcyjne węgla kamiennego jest zawartość w nim wilgoci. Wilgoć w węglu stanowi w większości przypadków element niepożądany, który przy jego przeróbce i spalaniu stwarza szereg problemów. W pracy autorskiej (A6) składającej się na osiągnięcie naukowe, Habilitantka szczegółowo rozpoznała wpływ wilgoci na zjawiska sorpcji, transportu CO₂ oraz zmiany zachodzące w przestrzeni porowej węgla o różnym stopniu uwęglenia na autorskim stanowisku pomiarowym - zmodyfikowanej wersji sorpcjomatu manometrycznego. Poruszona przez Autorkę problematyka ma szczególne znaczenie w kontekście zagadnień związanych z technologiami intensyfikacji wydobycia metanu z pokładów węgla poprzez zatłaczanie CO₂ (CO₂-ECBM), hydroszczelinowaniem pokładów węglowych, profilaktyką przeciwwyrzutową i tąpaniową oraz z emisją CO₂ i CH₄ z zalewanych wodą podziemnych kopalń węgla kamiennego. Należy podkreślić fakt, że Kandydatka jest jedynym autorem w obszernej publikacji, która dokumentuje jej samodzielność w formułowaniu i rozwiązywaniu problemu naukowego oraz umiejętność zaawansowanej interpretacji i prezentacji wyników badań, które wymagały znacznego nakładu pracy. Z pełnym przekonaniem stwierdzam, że przedstawione do oceny osiągnięcie (A6) jest wartościowym wkładem w naukę i wskazuje na dojrzałość naukową Habilitantki.

Istnienie korelacji pomiędzy zmianami niektórych parametrów sorpcyjnych, wywołanych zmianami temperatury, a stopniem uwęglenia próbek oraz, że do rozważań dotyczących potencjalnej możliwości zastosowania technologii CO₂-ECBM konieczne jest uwzględnienie zarówno czynnika temperatury pokładu węgla, jak również typu węgla. Habilitantka przedstawiła w publikacji (A7) poprzez kompleksową analizę tych czynników.

Ze względu na mnogość i złożoność zjawisk związanych z obecnością gazu w strukturze porowej skał Habilitantka w pracy (A8) zbadała powtarzalność procesów sorpcyjnych zachodzących w układzie węgiel-metan przy wielokrotnych seriach pomiaru. Wykazała, że pojemności sorpcyjne próbek węgla jak i wartości efektywnych współczynników dyfuzji nie zmieniają się w sposób monotoniczny w wyniku trzykrotnego powtarzania cyklu sorpcja-desorpcja. Udowodniła także, że proces wielokrotnej sorpcji CH₄ w węglach kamiennych nie zmienia znacząco wartości podstawowych parametrów sorpcyjnych, ani też parametrów opisujących ich przestrzeń porową. W tej publikacji Habilitantka starała się również odpowiedzieć na pytanie dotyczące możliwości regeneracji sorbentu po procesie sorpcji CH₄ zachodzącej w jego przestrzeni porowej.

Jednym z celów badań Habilitantki była także próba oceny sorpcji w warunkach konkurencyjnych CO₂-CH₄ na węglu oraz obserwacja zmian w jego strukturze porowej, które nastąpiły w wyniku tego zjawiska. Habilitantka podjęła to ryzyko w pracy (A9). Zagadnienia te są istotne z punktu widzenia zastosowania aplikacyjnego w technologii sekwestracji ditlenku węgla (CCS) oraz technologii ECBM. Zidentyfikowanie i zrozumienie jednostkowych procesów podczas prowadzenia fazy zatłaczania ditlenku węgla w miejsce metanu, a także podziemnego składowania CO₂ w pokładach węglowych, umożliwi efektywne pozyskanie cennego surowca w postaci metanu oraz daje możliwość ograniczenia emisji CO₂ do atmosfery, jako gazu odpowiedzialnego za efekt cieplarniany na Ziemi. Autorskie podejście do badań zaprezentowane w tej pracy stanowi istotny wkład naukowy Habilitantki w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka

Podjęta tematyka i uzyskana wiedza umożliwiła Habilitantce zgłębienie kluczowych zagadnień opisujących zjawiska związane z obecnością gazu w przestrzeni porowej materiałów oraz skorelowanie tych zjawisk z ich parametrami strukturalnymi. Część opracowań stanowi nowatorskie podejście do badań w dyscyplinie i wykorzystuje oryginalne metody i rozwiązania aparaturowe. Pozostałe

prace prezentują natomiast udoskonalenie dotychczas sprawdzonych metod badawczych. Takie zamierzenie umożliwiło jej uzyskanie syntetycznych wyników badań w rozwiązywaniu kwestii badawczych.

Podsumowując, uważam, że cykl publikacji Pani dr inż. Anny Pajdak spełnia wymagania stawiane rozprawom habilitacyjnym. Stanowi istotny wkład do rozwoju dyscypliny inżynierii środowiska, górnictwa i energetyki.

5. Ocena istotnej aktywności naukowej

Aktywność naukowa Habilitantki obejmuje: publikacje, rozdział w monografii, publikacje indeksowane na liście *Journal Citation Reports JCR*, publikacje nieindeksowane w *JCR*, postery i referaty wygłoszone na konferencjach krajowych.

Pani dr inż. Anna Pajdak opublikowała łącznie 40 opracowań naukowych, z których 34 ukazało się po obronie pracy doktorskiej. Znacznie większa liczba publikacji po uzyskaniu stopnia doktora świadczy o prawidłowym rozwoju Habilitantki. Kandydatka ma w swoim dorobku 21 publikacji o zasięgu międzynarodowym w czasopiśmie z listy *JCR*, 17 artykułów w czasopiśmie punktowanym przez MNiSW, w których jest autorem lub współautorem oraz 1 rozdziału monografii.

Sumaryczny Impact Factor (IF) prac wynosi 48,394, natomiast łączna liczba osiągniętych punktów MNiSW zgodnie ze starym sposobem punktowania czasopism do 2018 roku – 348, a zgodnie z nowym sposobem punktowania czasopism od 2019 roku – 1405, natomiast index Hirsha (h-index) – 7, według bazy Web of Science. Sumaryczna liczba cytowań publikacji wynosi 121, sumaryczna liczba artykułów w których znajdują się cytowania – 62, natomiast średnia liczba cytowań wynosi 5,5 według bazy Web of Science.

Wśród specjalistycznych czasopism znajdujących się w bazie *JCR*, stanowiące osiągnięcie naukowe i wchodzące w cykl artykułów powiązanych tematycznie są:

- Environmental Earth Sciences (2017), impact factor zgodny z rokiem opublikowania 1,435, deklarowany udział Habilitantki 40%,
- Studia Geotechnica et Mechanica (2017), baza WoS, deklarowany udział Habilitantki 60%,
- Archives of Mining Sciences (2018), impact factor zgodny z rokiem opublikowania 0,589, deklarowany udział Habilitantki 40%,
- Energies (2017), impact factor zgodny z rokiem opublikowania 2,676, deklarowany udział Habilitantki 20%,

- Energies (2019), impact factor zgodny z rokiem opublikowania 2,702, deklarowany udział Habilitantki 33%,
- Journal of Natural Gas Science and Engineering (2019, 2020), impact factor zgodny z rokiem opublikowania 3,859, deklarowany udział Habilitantki 40% w roku 2019 oraz 35% w 2020 roku,
- International Journal of Greenhouse Gas Control (2019), impact factor zgodny z rokiem opublikowania 3,231, deklarowany udział Habilitantki 35%,
- International Journal of Greenhouse Gas Control (2020), impact factor zgodny z rokiem opublikowania 3,639, deklarowany udział Habilitantki 100%.

Udział Autorki w powyższych publikacjach wahał się od 20% do 100% i zgodnie z dokumentacją była ona współtwórcą i pomysłodawcą wszystkich prac laboratoryjnych, samodzielnie przeprowadziła badania niskociśnieniowej adsorpcji CO₂ i badania strukturalne oraz dokonała analizy wyników. Brała czynny udział w opracowaniu wyników oraz przygotowaniu manuskryptów.

Wiedzę Habilitantki doceniono również w środowisku międzynarodowym zapraszając do wykonania recenzji 10 artykułów w czasopismach z listy filadelfijskiej i 7 artykułów opublikowanych w wydawnictwie o zasięgu krajowym.

Działalność naukowa Habilitantki została zauważona przez Komisję Rady Naukowej ds. Odbioru Prac Statutowych IMG PAN i potwierdzona w 2015 roku indywidualnym wyróżnieniem. Dodatkowo w 2017 roku otrzymała III Nagrodę Dyrektora IMG PAN a w 2020 roku otrzymała I Nagrodę Dyrektora IMG PAN, obie zespołowe.

Za działalność wynalazczą otrzymała dwie nagrody. W kategorii: Innowacyjność Górniczy Sukces Roku organizowany przez Górnictwem i Izbę Przemysłowo-Handlową i Szkołę Eksploatacji Podziemnej otrzymała nagrodę zespołową w 2017 roku oraz Bronze Medal in International Warsaw Invention Show IWIS 2019.

Podsumowując liczbę publikacji, ich rangę oraz ich parametry bibliometryczne po uzyskaniu stopnia doktora uważam, że aktywność naukowa Kandydatki jest na dobrym poziomie i dobrze lokuje jej dorobek publikacyjny w grupie naukowców ubiegających się o stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

6. Ocena dorobku dydaktycznego, organizacyjnego oraz działalności popularyzującej naukę

Pani dr inż. Anna Pajdak przed doktoratem w Instytucie Zaawansowanych Technologii Energetycznych, Wydziale Inżynierii Środowiska i Biotechnologii, Politechnice Częstochowskiej prowadziła samodzielnie zajęcia dydaktyczne w formie ćwiczeń z przedmiotu: „Pomiary w Inżynierii Środowiska” oraz „Technologie proekologiczne”.

W sumie przeprowadziła trzy seminaria naukowe w Instytucie Mechaniki Górotworu PAN w Krakowie oraz wygłosiła siedem referatów również w tej jednostce oraz KGHM „Polska Miedź” S.A., Lubin i Wydział Energetyki i Paliw, AGH w Krakowie

W obszarze badawczym należy podkreślić dużą aktywność Pani dr inż. Anny Pajdak w realizacji projektów międzynarodowych i krajowych. W trakcie studiów doktoranckich Habilitantka brała udział w trzyletnim, krajowym projekcie badawczym jako Wykonawca: „Modyfikowany wodorowęglan sodu w procesach suchego oczyszczania gazów odlotowych z różnego rodzaju instalacji przemysłowych”. Projekt dotyczył opracowania nowatorskiej metody modyfikacji sorbentów na bazie związków sodowych, opartej na ich aktywacji mechanicznej, chemicznej oraz elektromagnetycznej. Była czynnym uczestnikiem każdego etapu tego projektu. Aktywność w tym projekcie wiązała się ze ścisłą współpracą z Instytutem Nowych Syntezy Chemicznych, Oddziałem Chemii Nieorganicznej „IChN” w Gliwicach, który był liderem tego projektu. Wyniki prac zrealizowanych w ramach projektu zawarto w czasopismach naukowych znajdujących się w bazie JCR.

Swój udział Pani dr inż. Anna Pajdak zaznaczyła w międzynarodowym programie strategicznym: Zaawansowane Technologie Pozyskiwania Energii, zadanie nr 2: „Opracowanie Technologii spalania tlenowego dla kotłów pyłowych i fluidalnych zintegrowanych z wychwytem CO₂”, którego liderem była Politechnika Częstochowska. W ramach badań wykonywała analizy techniczne i strukturalne paliw stałych wykorzystanych w technologiach spalania. Przeprowadziła pełną charakterystykę struktury porowej produktów spalania, w tym popiołów lotnych i dennych mieszanek osadowo-węglowych. Badania te były elementem służącym optymalizacji procesu spalania tlenowego w kotłach pyłowych i fluidalnych.

W latach 2013-2014 była Kierownikiem Projektu badawczego „Naukowe Stypendia Szansą Na Rozwój Województwa Śląskiego. Metody jednoczesnego usuwania SO₂ i zanieczyszczeń kwasowych: NO_x, HCl, HF i metali ciężkich, w tym Hg

z gazu przy użyciu wodorowęglanu sodu” a także jako Wykonawca w międzynarodowym projekcie badawczym “Study on structural and physical properties of coal and rocks” w latach. 2014-2016.

Po uzyskaniu stopnia doktora uczestniczyła w czterech projektach, w tym w trzech międzynarodowych jako Wykonawca, które są jeszcze w trakcie realizacji (2 projekty):

- 2017-2019, międzynarodowy projekt badawczy “Influence of structural and physical properties of rocks on their behaviour in tensile loading”;
- 2017-2021, projekt badawczy OPUS „Sorpccja wymienna CO₂/CH₄ na materiale węglowym w stanie obciążenia okólnego”;
- 2018-2022, międzynarodowy projekt w ramach unijnego funduszu węgla i stali PICTO „Product face environmental risk minimization in coal and lignite mines”;
- 2020-2022, Międzynarodowy projekt badawczy “Experimental evaluation of work done by gas accumulated in rock pore space during its comminution”.

Ważnym punktem dorobku naukowego była współpraca i konsultacje naukowe Habilitantki w ramach projektów krajowych i międzynarodowych z jednostkami takimi jak: NCBiR, Norwegian Institute for Air Research NILU, Instytut Zaawansowanych Technologii Energetycznych Politechniki Częstochowskiej, Department of Energy and Environment, Instituto de Carboquímica, Institute of Geonics in Ostrava of the Academy of Sciences of the Czech Republic, KGHM „Polska Miedź” S.A. w Lubinie, Norwegian University of Science and Technology, Department of Civil and Environmental Engineering NTNU oraz z Wydziałem Mechaniczno-Energetycznym Politechniki Wrocławskiej, Instytutem Techniki i Systemów Bezpieczeństwa Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego im. Jana Długosza w Częstochowie w ramach projektu NCN, Katedrą Chemii i Technologii Polimerów Politechniki Krakowskiej w ramach projektu NCN, firmą PPH KOSMED w ramach projektu NCBiR oraz EFRR.

Potwierdzeniem znaczenia prac badawczych prowadzonych przez Habilitantkę obok publikacji i projektów badawczych jest staż naukowy w Instytucie Techniki i Systemów Bezpieczeństwa na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego im. Jana Długosza w Częstochowie, w okresie od 29 kwietnia 2019 roku do 2 sierpnia 2019 roku. W oparciu o narzędzia obliczeniowej mechaniki płynów (Computational Fluid Dynamics – CFD) oraz laboratoryjne analizy struktury powierzchni wraz z zespołem opracowała oraz

zoptymalizowała parametry ziół adsorpcyjnych składających się z żelu krzemionkowego i dodatków. Złoża te wykorzystywane były jako adsorbenty pary wodnej w niskotemperaturowych źródłach ciepła do adsorpcyjnej produkcji chłodu. Efektem pracy Habilitantki była między innymi publikacja w czasopiśmie *Energies*, znajdującym się w bazie *JCR*.

Kandydatka przed doktoratem wyniki swoich badań przedstawiała na 4 konferencjach krajowych, na których wygłosiła referaty i przedstawiła poster:

- 2011, XXXV Międzynarodowe Seminarium Naukowo - Techniczne Nauka, Przemysł, Technologie, Marketing z cyklu Chemistry for Agriculture, Karpacz;
- 2012, XIII Ogólnopolska Konferencja Naukowo - Techniczna OCHRONA ŚRODOWISKA, Przepisy – Interpretacje – Rozwiązania – Trendy, Ustroń – Jaszowiec;
- 2013, IX Konferencja, Technologie bezodpadowe i zagospodarowanie odpadów w przemyśle i rolnictwie, Międzyzdroje;
- 2013, XIV Ogólnopolska Szkoleniowa Konferencja Naukowo-Techniczna OCHRONA ŚRODOWISKA, Przepisy – Interpretacje – Rozwiązania – Trendy, Ustroń – Jaszowiec.

Dorobek naukowy Habilitantki uzupełnia 13 konferencji, wśród których zaprezentowała 7 referatów, 2 postery, a na trzech współtworzyła referat. Aktywności te obejmują okres po uzyskaniu stopnia doktora.

Obecnie jest promotorem pomocniczym doktorantki Leticia Teixeira Palla Braga, której w dniu 08.02.2019 roku, decyzją Rady Naukowej Instytutu Mechaniki Górotworu PAN, otwarto przewód doktorski na temat: "*Laboratory analysis of exchange sorption in coal under confining pressure conditions with reference to the description of the processes of underground CO₂ storage with simultaneous capture of CH₄*". Opiekunem i promotorem jest dr hab. inż. Norbert Skoczyła, prof. IMG PAN. Decyzją Rady Naukowej IMG PAN przewód doktorski jest prowadzony w języku angielskim.

Habilitantka pełniła funkcję opiekuna praktyki studenckiej pani Aleksandry Odrobina, studentki II roku Wydziału Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii na kierunku biotechnologia, Uniwersytetu Jagiellońskiego. Miesięczna praktyka studencka odbyła się w lipcu 2020 roku.

W latach 2009-2014 byłam członkiem Zrzeszenia Audytorów Energetycznych. Od 2016 roku pełni funkcję Członka Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego. W 2019 roku została powołana jako Członek Rady

Naukowej Instytutu Mechaniki Górotworu PAN w kadencji 2019-2022. W 2020 roku została członkiem nowo powołanego Zespołu Wspomagającego Prace Publikacyjne IMG PAN.

7. Ocena współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym

Ważnym punktem dorobku naukowego Habilitantki jest jej aktywny udział w pracach na rzecz szerokorozumianego otoczenia społeczno-gospodarczego.

Kandydatka aktywnie współpracowała z sektorem gospodarczym. Uczestniczyła w ekspertyzie dotyczącej opracowania wytycznych do regulacji temperatur wody sieciowej wraz z możliwym do osiągnięcia efektem ekonomicznym i ekologicznym dla systemu ciepłowniczego EC Katowice i EC ELCHO. Brała udział w opracowaniu dotyczącym wyznaczenia przewodności cieplnej materiału LAC 650 SL dla agencji handlowej PPHU BRETAR, reprezentującej francuską fabrykę Dickson Saint Clair. Uczestniczyła w ekspertyzie dotyczącej badań na rzecz rozpoznania zagrożeń zjawiskami gazogeodynamicznymi występującymi w kopalniach rud miedzi na terenie Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego (LGOM), wykonanej dla KGHM „Polska Miedź” S.A. Brała udział w kilkunastu opracowaniach dotyczących analizy i oceny stanu zagrożenia metanowego, wyrzutami metanu i skał, zaliczania pokładów lub ich części do odpowiednich kategorii zagrożenia, prognoz metanowych dla wyrobisk podziemnych oraz własności sorpcyjnych węgla względem metanu. Opracowania te wykonano między innymi dla KWK „Budryk” oraz KWK „Borynia-Zofiówka-Jastrzębie”.

Habilitantka 29.04.2020 roku złożyła także wniosek patentowy „Urządzenie do badań procesów sorpcyjnych w warunkach izobarycznych na sorbencie poddanym obciążeniu quasi hydrostatycznemu oraz do pomiaru wpływu tych procesów na zmiany objętości sorbentu”.

Dla jednostek naukowych takich jak Politechnika Śląska, Politechnika Częstochowska, Politechnika Wrocławska, Department of Energy and Environment in CIDAUT Foundation, Instytut Przemysłu Skórzanego, Instytut Nowych Syntezy Chemicznych, Oddział Chemii Nieorganicznej „IChN” w Gliwicach PPH KOSMED Zbigniew Leżański wykonała w sumie 10 opracowań, głównie z zakresu analiz strukturalnych i sorpcyjnych w warunkach obniżonego ciśnienia metodą porozymetrii rtęciowej i gazowej w skałach, produktach odpadowych oraz zaawansowanych nanomateriałach.

Podsumowując aktywność naukową Habilitantki uważam, że dorobek dydaktyczny, organizacyjny oraz w zakresie współpracy z otoczeniem społeczno-

gospodarczym jest na dobrym poziomie w stosunku do naukowców ubiegających się o stopień doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

8. Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę pozytywną ocenę osiągnięcia naukowego (cykl publikacji) oraz pozostałego dorobku naukowego (walory merytoryczne i formalne), a także doświadczenie organizacyjne, popularyzatorskie oraz wyróżniającą współpracę z otoczeniem społeczno-gospodarczym uważam, że **dr inż. Anna Pajdak spełnia wymagania Ustawy** stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego (art. 221 ust. 10 ustawy z dn. 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.)) w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Magdalena Frenaus