

prof. dr hab. Adam Idziak
Uniwersytet Śląski
Wydział Nauk Przyrodniczych
Instytut Nauk o Ziemi
Sosnowiec

Sosnowiec, 09.12.2019

RECENZJA

OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH ORAZ DOROBKU NAUKOWO-BADAWCZEGO, DYDAKTYCZNEGO I POPULARYZATORSKIEGO

Dr Pauliny Krakowskiej-Madejskiej

UBIEGAJĄCEJ SIĘ O NADANIE STOPNIA NAUKOWEGO DOKTORA HABILITOWANEGO.

Recenzję opracowano na podstawie umowy z Radą Dyscypliny Naukowej Nauki o Ziemi i Środowisku Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, reprezentowanym przez jej Przewodniczącego – prof. dr hab. inż. Jacka Matyszkiewicza.

Oceny osiągnięć naukowych, dorobku naukowo-badawczego, dydaktycznego oraz popularyzatorskiego dr Pauliny Krakowskiej-Madejskiej dokonano zgodnie z obowiązującym stanem prawnym w zakresie postępowań habilitacyjnych.

1. Ocena osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe habilitantka przedstawiła dzieło naukowe zatytułowane „Innowacyjne badania petrofizyczne i komputerowe modelowanie dla rozpoznania potencjału zbiornikowego i ruchu mediów w skałach” będące zbiorem ułożonych w porządku chronologicznym, tematycznie powiązanych, sześciu autorskich lub współautorskich publikacji naukowych.

Pierwszy z artykułów, współautorski (kandydatka jest drugim w kolejności autorem), opublikowany został w roku 2016 w *Computational Geosciences*. Nosi tytuł „X-ray computed microtomography – a useful tool for petrophysical properties determination.” Przedstawiono w nim efekty porównania wartości parametrów charakteryzujących porowatość i przepuszczalność wybranych próbek skalnych, wyznaczonych na podstawie trójwymiarowych obrazów uzyskanych techniką cyfrowej tomografii rentgenowskiej (XRCMT), z wartościami wyznaczonymi innymi stosowanymi dotychczas metodami, takimi jak piknometria helowa, porozymetria rtęciowa, przepływomierze. Celem artykułu było wykazanie, że cyfrowa tomografia komputerowa może znacząco poprawić dokładność wyznaczania parametrów

charakteryzujących własności zbiornikowe skał oraz dostarczać danych do komputerowego modelowania przepływów w skałach porowatych.

Drugi artykuł, zamieszczony w *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, którego dr Krakowska-Madejska jest pierwszym autorem, zatytułowany został „Computed X-ray microtomography as the useful tool in petrophysics: A case study of tight carbonates Modryn formation from Poland”. Przedstawione w nim badania związane były z aktualnym wówczas problemem możliwości pozyskiwania gazu ziemnego z głęboko zalegających, bardzo zwięzłych skał zbiornikowych o małej porowatości i przepuszczalności. Jako obiekt badań wybrano próbki skał węglanowych formacji Modryń. W artykule przedstawiono wyniki ilościowej interpretacji trójwymiarowych obrazów tomografii rentgenowskiej w skali mikro, przeprowadzonej przy użyciu specjalistycznego programu komputerowego MAVI. Na ich podstawie obliczono parametry, takie jak porowatość całkowita, krętość kanałów porowych, parametr jednorodności skały, średnią długość cięciwy. Pozwoliło to na przedstawienie liczbowych charakterystyk przestrzeni porów badanych zwięzłych skał węglanowych. Autorzy artykułu wykazali, że cyfrowa tomografia rentgenowska jest efektywną metodą umożliwiającą charakterystykę przestrzeni porowej w skałach, a co za tym idzie, określenie ich potencjału zbiornikowego i własności filtracyjnych. Jednym z efektów badań przedstawionych w artykule było wykazanie, że formację modryńską budują skały o słabo rozwiniętej przestrzeni porowej i o ograniczonych zdolnościach filtracyjnych.

W publikacji nr 3, w *Journal of Petroleum Science and Engineering*, napisanej z pięcioma współautorami (habilitantka jest tu pierwszym autorem), zatytułowanej „Innovative characterization of tight sandstones from Paleozoic basins in Poland using X-ray computed tomography supported by nuclear magnetic resonance and mercury porosimetry”, przedstawiono wyniki badań próbek zwięzłych piaskowców paleozoicznych za pomocą cyfrowej tomografii rentgenowskiej, spektroskopii NMR oraz porozymetrii rtęciowej, przeprowadzonych dla uzyskania dokładnego opisu przestrzeni porowej skał niskoporowatych i niskoprzepuszczalnych. Do obliczeń analizowanych parametrów i interpretacji użyto zaawansowanego programu poROSE, którego współtwórczynią jest kandydatka. Został on przedstawiony czytelnikom artykułu, jako efektywne komputerowe narzędzie do trójwymiarowego badania obrazów materiałów porowatych. Do lokalizacji porów i oceny niejednorodności wykształcenia przestrzeni porowej wykorzystano metody geostatystyczne. Stwierdzono także, że określanie sferyczności porów na podstawie ich objętości i pola powierzchni jest lepszą metodą niż metoda momentów bezwładności.

Artykuł nr 4 – „Detailed parametrization of the pore space in tight clastic rocks from Poland based on laboratory measurement results”, zamieszczony w *Acta*

Geophysica, jest samodzielną publikacją kandydatki. Przedstawiono w niej efekt badań przeprowadzonych na licznych rdzeniowych próbkach klastycznych skał gazonośnych, pobranych z różnych formacji lito-stratygraficznych. Ich celem było sparametryzowanie struktury porów, ujawnienie wzajemnych zależności między parametrami geometrycznymi i stworzenie formuły do obliczania przepuszczalności absolutnej. Z obrazów cyfrowej tomografii rentgenowskiej wyznaczono parametry charakteryzujące geometrię przestrzeni porowej, takie jak średnia grubość, równoważna średnica, anizotropia, wydłużenie, sferyczność i inne, a także parametry trójwymiarowej analizy szkieletu skalnego. Autorka wykazała zależność niektórych wielkości charakteryzujących widma NMR z parametrami geometrycznymi porów dla wszystkich analizowanych próbek. Metodą liniowej regresji wielorakiej określiła zależność logarytmu przepuszczalności absolutnej od parametrów geometrycznych przestrzeni porowej wyznaczonych z obrazów tomograficznych.

Publikacja nr 5 (w *Minerals*) pt. „Diverse Scale Data for Shale Gas Formation Description—Why is Digital Shale Rock Model Construction Difficult? The Polish Silurian and Ordovician Rocks Case Study” napisana została wspólnie z prof. Jadwigą Jarzynową. Habilitantka jest jej pierwszym autorem. Przedstawione zostały w niej wyniki badań prowadzonych w ramach programu Blue Gas. Miały one na celu zintegrowanie danych w mezo-skali (uzyskanych z geofizycznych profilowań otworowych), w mikro-skali (z badań laboratoryjnych na próbkach skał) oraz nano-skali (z cyfrowej tomografii rentgenowskiej) i stworzenie cyfrowego modelu struktury badanych skał. Wybrane profilowania oraz metody laboratoryjne okazały się skuteczne w opisie parametrów petrofizycznych skał łupkowych i wraz z tomografią rentgenowską umożliwiły rozszerzenie standardowego podejścia 2D w budowaniu modelu skały na model 3D i bardziej szczegółową prezentację parametrów petrofizycznych skał łupkowych.

Ostatnia wchodząca w skład dzieła habilitacyjnego publikacja, zamieszczona w *Energies*, jest współautorskim artykułem, którego habilitantka jest głównym autorem. Artykuł nosi tytuł „Research on Fluid Flow and Permeability in Low Porous Rock Sample Using Laboratory and Computational Techniques”. Powstał we współpracy z dr inż. Pawłem Madejskim. Przedstawiono w nim rezultaty symulacji przepływu płynu przez zwięzłą skałę stanowiącą potencjalny rezerwuar gazu. Impulsem do podjęcia badań było stwierdzenie kosztowności pozyskiwania próbek rdzeniowych i wykonywania na nich niszczących pomiarów laboratoryjnych. Alternatywą dla tych pomiarów może być cyfrowe modelowanie przepływu w którym potrzebne parametry wyznaczone są z obrazów cyfrowej tomografii rentgenowskiej za pomocą programu poROSE. Porównując wyniki symulacji przepływu z wynikami bezpośrednich pomiarów laboratoryjnych przeprowadzonych za pomocą przepuszczalnościomierza gazowego na próbkach skał, autorzy stwierdzili, że dla prawidłowo ustalonych parametrów i odpowiednio dobranego modelu płynu wartości przepuszczalności wyznaczone oboma sposobami są porównywalne.

Uzupełnieniem, łączącym prezentowane prace w zwartą całość, jest kilkunasturowe opracowanie habilitanta zawarte w autoreferacie, w którym uzasadniono związki tematyczne prac, pozwalające na zestawienie ich w zwarte dzieło naukowe. Kończącą część opracowania stanowi podsumowanie osiągniętych rezultatów.

Składające się na cykl publikacje cechuje wysoki poziom naukowy. Zamieszczone zostały w czasopiśmie indeksowanym przez JCR o współczynniku wpływu przekraczającym 2. Jedną z nich jest samodzielną pracą habilitantki (O4), w czterech jest pierwszym autorem (O2, O3, O5 i O6) a w szóstej (O1) jednym ze współautorów. Poza pierwszym artykułem, w którym dr Krakowska-Madejska określa swój wkład na 30%, udział kandydatki w pozostałych publikacjach współautorskich, zgodnie z jej oświadczeniem oraz dołączonymi oświadczeniami współautorów, wynosi od 50% do 75%. Przy tym, odnosi się to nie tylko do przygotowania artykułów, ale przede wszystkim do udziału w opisywanych badaniach. We wszystkich wymienionych pracach habilitantka prowadziła dużą część laboratoryjnych pomiarów petrofizycznych oraz interpretację ich wyników. Wszystkie publikacje związane są konsekwentnie z jej zainteresowaniami naukowymi. Zajmuje się rozwijaniem nowoczesnych metod pomiarowych służących badaniu geometrii przestrzeni porowych w skałach i określaniu na tej podstawie ich własności zbiornikowych. Szczególnym obszarem zainteresowań naukowych dr inż. P. Krakowskiej-Madejskiej jest cyfrowa tomografia rentgenowska, umożliwiająca tworzenie trójwymiarowych obrazów struktury badanych ośrodków. Wprowadzenie tej techniki badawczej do petrofizyki jest niewątpliwym osiągnięciem kandydatki.

Chronologiczne zestawienie poszczególnych pozycji cyklu wyraźnie pokazuje rozwój naukowy habilitantki. W pierwszej publikacji przedstawiła, razem z współautorami, możliwości zastosowania cyfrowej tomografii rentgenowskiej w petrofizyce i wykazała zgodność wartości parametrów hydraulicznych wyznaczonych z obrazów tomograficznych z wartościami uzyskanymi innymi, wcześniej stosowanymi metodami. Kolejne publikacje to konsekwencje wdrażania w praktyce nowych metod petrofizyki – tomografii rentgenowskiej i spektroskopii NMR - do badania porowatości i przepuszczalności bardzo zwięzłych skał niskoporowatych, w których struktura mikro- i nanoporów jest trudna do wyznaczenia innymi metodami. Ostatnie dwa artykuły wskazują, że oprócz opanowania najnowszych technik laboratoryjnych doskonale posługuje się metodami komputerowymi pozwalającymi na tworzenie modeli cyfrowych badanych skał i symulację przepływu w nich płynów. Stanowi to kolejny krok w działalności naukowej kandydatki do stopnia naukowego doktora habilitowanego.

Podsumowując, należy stwierdzić, że przedstawiony cykl publikacji ma charakter dzieła naukowego, wskazującego na istotny wkład habilitantki w rozwój metod pomiarowych petrofizyki. Tym samym spełnia kryterium zawarte w art. 219 ust. 1 pkt 2b ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca 2018 r.

2. Ocena dorobku naukowo-badawczego kandydata.

Dorobek publikacyjny dr inż. Pauliny Krakowskiej-Madejskiej po uzyskaniu stopnia naukowego obejmuje, poza wyodrębnionym cyklem, jedną współautorską monografię w języku polskim wydaną przez AGH, dziesięć rozdziałów w monografiach napisanych samodzielnie lub we współautorstwie (w tym dwa w języku angielskim, w monografiach wydanych zagranicą) oraz dziesięć artykułów w języku angielskim w czasopismach wykazywanych przez JCR (Acta Geophysica, Journal of Natural Gas Science and Engineering, Computational Geosciences i innych). Oprócz tych najważniejszych publikacji habilitantka jest także współautorką siedmiu artykułów opublikowanych w czasopismach nie będących na liście JCR oraz siedmiu w materiałach konferencyjnych uwzględnianych w WoS, a także 48 abstraktów w innych materiałach konferencyjnych. Sumaryczny impact faktor czasopism, w których opublikowane były prace dr inż. P. Krakowskiej-Madejskiej po uzyskaniu stopnia doktora wynosi 23,2. Według bazy Web of Science artykuły jej autorstwa i współautorstwa cytowane były 51 razy (bez autocytowań), a jej indeks Hirsza jest równy 6. Jak na petrofizyka, reprezentującego naukę z pogranicza geofizyki i petrologii, którą zajmuje się na świecie stosunkowo wąskie grono naukowców, wskaźniki naukometryczne kandydatki są w zupełności zadowalające.

O aktywności kandydatki w rozpowszechnianiu wyników swoich badań nie tylko ma forum krajowym, ale przede wszystkim zagranicznym, świadczy jej udział w piętnastu międzynarodowych i trzech krajowych konferencjach naukowych, na których wygłosiła łącznie siedem referatów i zaprezentowała dwadzieścia trzy postery.

Po uzyskaniu stopnia doktora habilitantka uczestniczyła w ośmiu projektach badawczych finansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Jednym z tych projektów kierowała. Świadczy to nie tylko o umiejętności działania w szerszych, interdyscyplinarnych zespołach naukowych ale także o nabyciu kompetencji w samodzielnym ich tworzeniu i kierowaniu nimi. Za działalność naukową habilitantka została trzykrotnie wyróżniona nagrodą JM Rektora AGH. O pozycji naukowej kandydatki, jej rozpoznawalności i uznaniu kompetencji świadczy też spora liczba recenzji (ponad 20) wykonanych dla czasopism krajowych i zagranicznych oraz wydawnictw konferencyjnych.

Oprócz osiągnięć na polu badań podstawowych i stosowanych ma także udział w pracach badawczo rozwojowych. Kierowała zespołem opracowującym program komputerowy poROSE służący jakościowej i ilościowej interpretacji obrazów tomograficznych materiałów porowatych (nie tylko skał). Współuczestniczyła też w opracowaniu dwóch innych programów: Geo Lab – Log platform przeznaczonego do interpretacji danych z laboratoryjnych badań petrofizycznych i otworowych profilowań geofizycznych, a także aplikacji TOC do programu GeoWin. Aktualnie sprzedawane są licencje oprogramowania poROSE, a aplikacja TOC i program Geo Lab są w fazie demonstrowania ich możliwości potencjalnym nabywcom.

Habilitantka współpracuje z podmiotami gospodarczymi, takimi jak Geofizyka Toruń, PGNiG, Orlen, Lotos Petrobaltic czy Tauron Wydobycie, uczestnicząc w zespołach wykonujących dla nich prace badawcze i ekspertyzy.

Należy stwierdzić, że dorobek naukowy dr inż. Pauliny Krakowskiej-Madejskiej jest znaczący. Większość jej prac została opublikowana po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. Zakres jej zainteresowań naukowych jest wyraźnie określony. Koncentruje się na interpretacji wyników pomiarów petrofizycznych oraz wykorzystaniu ich w określaniu własności zbiornikowych i przepuszczalności skał. Stosuje przy tym najnowocześniejsze techniki badawcze i modelowania komputerowe. Z przedstawionego dzieła oraz pozostałych publikacji wynika, że osiągnęła na tym polu duże doświadczenie, łącząc umiejętności badacza doświadczalnego z wiedzą teoretyczną i biegłością posługiwania się narzędziami informatycznymi. O wartości jej dorobku świadczy znaczna liczba cytowań. Został on udostępniony międzynarodowym gremiom naukowym również poprzez referaty wygłoszone na ważnych konferencjach naukowych. Można stwierdzić, że dokonania naukowe dr inż. P. Krakowskiej-Madejskiej znalazły uznanie zarówno krajowej jak i międzynarodowej społeczności naukowej. W świetle kryteriów zapisanych w rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego uważam, że dorobek naukowo-badawczy habilitanta odpowiada wymogom stawianym kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego.

3. Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego

Dorobek dydaktyczny habilitantki jest pokaźny. Obejmuje zajęcia z takich przedmiotów jak geofizyka otworowa, modelowania w geofizyce, techniki wizualizacji danych dla studentów kierunku geofizyka ale również z geofizyki dla kierunków geoinformatyka, górnictwo i geologia oraz z metod badań geofizycznych dla studentów kierunku ochrona środowiska. Dr inż. P. Krakowska-Madejska prowadzi także zajęcia w języku angielskim dla specjalności magisterskiej Applied Geophysics oraz studentów z Arabii Saudyjskiej, Wietnamu i Ukrainy w ramach wymiany zagranicznej AGH. Przez kilka lat była opiekunem Koła Naukowego Geofizyków GEOFON, wspomagając studentów w organizacji Ogólnopolskich Warsztatów Geofizycznych GEOSFERA, współorganizując konferencje Geofizyka w Kosmosie, koordynując sekcję geofizyczną na Festiwalu Nauki w Krakowie oraz wystawę geofizyczną na 21-ym Pikniku Naukowym Polskiego Radia i CNK. Za działalność dydaktyczną wyróżniona została nagrodą JM Rektora AGH. Kandydatka była promotorem dziewięciu prac inżynierskich i siedmiu magisterskich.

Biorąc pod uwagę inne, poza naukowymi, kryteria wskazywane przez Radę Doskonałości Naukowej należy stwierdzić, że dr inż. P. Krakowska-Madejska koncentrując się na pracy naukowo-badawczej i dydaktycznej nie zaniedbuje jednak działalności popularyzatorskiej i organizacyjnej. Uważam, że ta część całościowej oceny ma także istotne znaczenie dla pozytywnej oceny rozpatrywanego wniosku habilitantki.

Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę dzieło naukowe oraz całościową ocenę dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego kandydatki jednoznacznie stwierdzam, że dr inż. Paulina Krakowska-Madejska spełnia wszystkie warunki wymagane do uzyskania stopnia doktora habilitowanego i rekomenduję Komisji ds. Postępowania Habilitacyjnego wydanie pozytywnej opinii dla Rady Dyscypliny Nauki o Ziemi i Środowisku Akademii Górniczo- Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, do której skierowany został wniosek habilitantki.

