

Dr hab. inż. Rafał Morga, prof. PŚ
Politechnika Śląska
Wydział Górnictwa, Inżynierii Bezpieczeństwa i Automatyki Przemysłowej
Katedra Geologii Stosowanej
Akademicka 2
44-100 Gliwice

Recenzja osiągnięć naukowych
dr inż. DARIUSZA BOTORA
w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych,
w dyscyplinie naukowej Nauki o Ziemi i Środowisku

1. Podstawy formalne wykonania recenzji

Recenzja została sporządzona na zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Nauki o Ziemi i Środowisku, zawarte w piśmie nr WGGIOŚ-dz.0154-245/21, informującym o powołaniu mnie do pełnienia roli recenzenta w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr inż. Dariuszowi Botorowi.

Podstawę merytoryczną recenzji, wykonanej zgodnie z zapisami Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. nr 2018, poz. 1668) oraz wytycznymi Rady Doskonałości Naukowej w sprawie Postępowania dotyczącego nadawania stopnia doktora habilitowanego stanowią przedstawione przez dr inż. Dariusza Batora dokumenty:

- ✓ wniosek Habilitanta do Rady Dyscypliny Naukowej Nauki o Ziemi i Środowisku, kierowany za pośrednictwem Rady Doskonałości Naukowej, z dnia 15.07.2021, o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego,
- ✓ kopia dokumentu stwierdzającego posiadanie stopnia doktora,
- ✓ autoreferat w języku polskim,
- ✓ wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny wraz z wykazem publikacji,
- ✓ wydruki publikacji składających się na osiągnięcie naukowe, będące podstawą postępowania habilitacyjnego (7 artykułów naukowych),
- ✓ oświadczenia współautorów,
- ✓ kopie dokumentów, będących świadectwem aktywności naukowej i innych istotnych osiągnięć Habilitanta.

2. Sylwetka Habilitanta

Pan Dariusz Botor w 1992 roku ukończył studia magisterskie na Wydziale Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Jagiellońskiego. Następnie, w roku 1994, uzyskał stopień magistra inżyniera, kończąc studia na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej gdzie, w roku 1999, obronił pracę doktorską n.t.: „Procesy generowania i ekspulsji węglowodorów w utworach karbonu w rowie lubelskim”, której

promotorem był prof. dr hab. inż. Maciej Kotarba, uzyskując tym samym stopień doktora nauk o Ziemi, w zakresie geologii. W latach 1993-1999 pracował na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH jako starszy referent techniczny, a następnie, w roku 2000 odbył stypendium na Uniwersytecie w Glasgow. W roku 2001 podjął pracę w Instytucie Nauk Geologicznych PAN w Krakowie. Od roku 2002 jest zatrudniony na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH, na stanowisku adiunkta.

3. Ocena osiągnięć naukowych i aktywności naukowej

3.1. Ocena osiągnięcia naukowego będącego podstawą postępowania habilitacyjnego

Jako osiągnięcie naukowe, będące podstawą postępowania habilitacyjnego dr Dariusz Botor przedstawił cykl siedmiu, powiązanych tematycznie, publikacji zatytułowany: „Uwarunkowania paleotermiczne procesów uwęglenia w utworach karbonu w wybranych basenach sedymentacyjnych środkowoeuropejskich waryscydów w południowej Polsce i Czechach”. Wszystkie zostały zamieszczone w czasopismach z listy JCR:

1. Botor D., 2014. *Wiek uwęglenia utworów górnokarbońskich w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym*. Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management 30, s. 85-104; IF=0,540 (2014), 15 p. MNiSW, udział 100%;
2. Botor D., Dunkl I., Anczkiewicz A., Mazur S., 2017. *Post-Variscian thermal history of the Moravo-Silesian lower Carboniferous Culm Basin (NE Czech Republic – SW Poland)*. Tectonophysics 712-713, s. 643-662; IF=2,727 (2017), 35 p. MNiSW, udział 50%;
3. Botor D., Toboła T., Jelonek I., 2017. *Thermal history of the lower Carboniferous Culm Basin in the Nizky Jeseník Mts. (NE Bohemian Massif, Czech Republic and Poland)*. Annales Societatis Geologorum Poloniae 87, s. 13-40; IF=1,318 (2017); 20 p. MNiSW, udział 60%;
4. Botor D., Anczkiewicz A., Mazur S., Siwecki T., 2019. *Post-Variscian thermal history of the Intra-Sudetic Basin (Sudetes, Bohemian Massif) based on the apatite fission track analysis*. International Journal of Earth Sciences 108, s. 2561-2576; IF=2,278 (2019), 100 p., udział 50%;
5. Botor D., Toboła T., Waliczek M., 2020. *Thermal history of the Carboniferous strata in the northern part of the Intra-Sudetic Basin (SW Poland): A combined Raman spectroscopy and organic petrography study*. Acta Geologica Polonica 70, s. 363-396; IF=0,797 (2019), 70 p., udział 60%;
6. Botor D., 2020. *Burial and thermal history of the Intra-Sudetic Basin (SW Poland) constrained by 1-D maturity modelling – implications for coalification and natural gas generation*. Bulletin of Geosciences 95, s. 497-514; IF=1,025, 70 p., udział 100%;
7. Botor D., 2020. *Burial and thermal history of the Upper Silesian Coal Basin (Poland) constrained by maturity modelling - implications for coalification and natural gas generation*. Annales Societatis Geologorum Poloniae 90, s. 99-123; IF=1,025, 70 p., udział 100%.

Trzy artykuły są samodzielnymi publikacjami Habilitanta. Pozostałe prace są współautorskie, przy czym we wszystkich Habilitant jest głównym autorem, z udziałem 50% lub 60%. Jak wynika z oświadczeń autorów, dr Botor pełnił w nich wiodącą rolę, polegającą na opracowaniu koncepcji badań, interpretacji wyników w odniesieniu do budowy i historii

geologicznej analizowanych jednostek oraz napisaniu tekstów artykułów. Można zatem przyjąć, że, adekwatnie do potrzeb wynikających z realizowanych zadań badawczych, Habilitant powoływał różnorodne zespoły naukowe (w większości składające się z osób spoza AGH), którymi kierował, w celu osiągnięcia założonego celu. Świadczy to o dojrzałości naukowej dr Batora i jego ugruntowanej pozycji, jako badacza, co jest ważną przesłanką, w kontekście Jego starań o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego. Udział pozostałych autorów miał charakter pomocniczy i wiązał się z głównie z przeprowadzeniem określonego typu pomiarów oraz pracami natury technicznej (np. wykonaniem rysunków).

Większość publikacji, z wyjątkiem dwóch, wieloautorskich, wydanych w *Tectonophysics* (35 p. wg starej punktacji) oraz w *International Journal of Earth Sciences* (100 p.), zamieszczono w czasopismach o średnim poziomie punktacji. Brak jest artykułów, które opublikowano by w najbardziej prestiżowych czasopismach naukowych z dyscypliny, którą zajmuje się Habilitant (40-50 p. wg starej punktacji lub 140-200 p. wg nowej). Znajduje to swoje odzwierciedlenie w relatywnie niewysokim sumarycznym IF (9,968) siedmiu publikacji przedstawionych do oceny. W opinii recenzenta w/w kwestie nie podważają jednak znaczenia recenzowanego osiągnięcia.

Artykuły składające się na osiągnięcie naukowe poświęcone są głównie analizie warunków paleotermicznych i przebiegowi procesu uwęglania materii organicznej, w wybranych karbońskich basenach sedymentacyjnych Polski i Republiki Czeskiej. Oprócz poznawczego, mają one też istotny kontekst praktyczny, którym jest analiza procesu generowania węglowodorów, a w konsekwencji możliwości ich pozyskania do celów gospodarczych. Swoje rozważania naukowe Habilitant poświęcił niecce górnośląskiej, niecce śródsudeckiej oraz morawsko-śląskiemu pasmu fałdowemu. Tak więc, omawiane prace, są spójne zarówno pod względem tematycznym, jak też geologiczno-regionalnym, dotyczą bowiem jednostek warycyjskich pogranicza Polski i Czech.

W samodzielnej publikacji nr 1 przeprowadzono datowania za pomocą metody trakowej i helowej dla apatyty z osadów karbońskich GZW. Dowiedziono, że utwory te osiągnęły maksymalną paleotemperaturę (w ich partii stropowej $>100^{\circ}\text{C}$) na przelomie karbonu i permu, a zatem główna faza uwęglania miała charakter synorogeniczny – była konsekwencją warycyjskich ruchów fałdowych, co skądinąd wiadomo z innych, wcześniejszych źródeł. W mezozoiku, w NE części dzisiejszego GZW, doszło do powtórnego podgrzania tych osadów, zapewne wskutek procesów hydrotermalnych.

Artykuł nr 2 prezentuje wyniki badań utworów karbonu dolnego morawsko-śląskiego pasma fałdowego, przeprowadzonych z użyciem metody trakowej (na apatycie) oraz metody helowej (dla cyrkonu). Wykonane zostało również rzetelne modelowanie termiczne. Wykazano, że historia termiczna tego obszaru wiązała się zarówno z procesami warycyjskimi, jak i post-warycyjskimi. Rozpatrywane utwory osiągnęły maksymalną paleotemperaturę u schyłku karbonu, po czym, w zachodniej części basenu zostały powtórnie podgrzane w mezozoiku. Wychładzanie górotworu rozpoczęło się od schyłku kredy.

Rozważania dotyczące tej samej jednostki geologicznej Habilitant kontynuował w publikacji nr 3, skupiając się na obszarze Niskiego Jesionika (Republika Czeska). W tym przypadku oparł się na pomiarach refleksyjności wityryny, spektroskopii ramanowskiej i badaniach inkluzji fluidalnych. Dowiódł, że maksymalna paleotemperatura wynosiła od ok. 200°C we wschodniej części analizowanego obszaru do 350°C w jego partii NW. Została ona

osiągnięta w karbonie, podczas maksymalnego pograżenia utworów, wynoszącego od 3 do 8 km. W zachodniej części obszaru na stan termiczny dodatkowy wpływ miała post-warwaryscyjska migracja roztworów hydrotermalnych.

Kolejne trzy artykuły (nr 4-6) odnoszą się do obszaru niecki śródsudeckiej. W pierwszym z nich Habilitant przedstawił wyniki datowania za pomocą metody trakowej, a następnie wykonał modelowanie termiczne. Wykazał, że utwory karbońskie osiągnęły maksymalną paleotemperaturę na przełomie karbonu i permu, co wiązało się z zachodzącymi wtedy procesami magmowymi. W kredzie górnej miał miejsce drugi epizod termiczny, wywołany pograżaniem utworów, związanym z rozwojem basenu sedymentacyjnego w cenomanie i turonie. Nie wpłynął on jednak na stopień uwęglenia materii organicznej w utworach karbońskich. Uzyskane wyniki dowodzą, że pokrywa osadów górnokredowych, jakie wtedy powstały miała grubość ok. 4 km. Ostateczne wychładzanie utworów rozpoczęło się u schyłku kredy i miało związek z inwersją tektoniczną basenu sedymentacyjnego. W kontynuacji wątku badawczego (praca nr 5) dr Botor zastosował pomiary refleksyjności oraz spektroskopię ramanowską. Ich wyniki potwierdziły wcześniejsze wnioski, w tym dotyczące głównej fazy uwęglenia, przypadającej na przełom karbonu i permu. Wykazano przy tym, że regionalny gradient termiczny w późnym paleozoiku wynosił $80^{\circ}\text{C}/\text{km}$, co jest kolejną cenną obserwacją. W samodzielnej artykule (nr 6), zamykającym tryptyk poświęcony niecce śródsudeckiej, Habilitant wykonał kolejne pomiary refleksyjności wityrynytu i przeprowadził modelowanie termiczne. Ustalił, że maksymalna paleotemperatura utworów karbońskich na przełomie karbonu i permu wynosiła od 100 do 260°C , a paleostrumień cieplny osiągał wartości od 90 do $150 \text{ mW}/\text{m}^2$. Stopień transformacji kerogenu w osadach górnokarbońskich wyniósł od 19 do ponad 90% . Uzyskane rezultaty potwierdzają także fakt istnienie grubej (ok. 3 km) pokrywy osadów górnokredowych.

W ostatniej, również samodzielnej, publikacji (nr 7) Habilitant powrócił do zagadnień związanych z historią termiczną GZW. W pracy tej wykonał bardzo wnikliwe modelowanie. Ustalił, że wartość paleostrumienia cieplnego podczas maksymalnego pograżenia u schyłku karbonu wynosiła od 50 do $71 \text{ mW}/\text{m}^2$. Utwory górnokarbońskie osiągnęły temperaturę od 90°C we wschodniej części basenu do 170°C , w jego partii zachodniej. Wtedy też, zdaniem Habilitanta, wykształcony został obecny rozkład stopnia uwęglenia, którego nie zmieniły późniejsze procesy geologiczne (choć teza ta jest dyskusyjna w odniesieniu do rejonu Jastrzębia). Osady górnokarbońskie uległy post-warwaryscyjskiej erozji wynoszącej od $1,7$ km na wschodzie GZW do $4,5$ km w jego części zachodniej. Uzyskane wyniki dowodzą również, zachodzącej na dużą skalę, generacji węglowodorów lotnych, których większość została utracona. Stopień transformacji kerogenu w utworach karbonu górnego wyniósł $5-75\%$.

Biorąc pod uwagę dokonania dr Dariusza Botora w zakresie wszystkich publikacji składających się na osiągnięcie habilitacyjne, należy zwrócić uwagę na jego kompleksowe podejście do badanego zagadnienia, które przejawia się zastosowaniem szerokiego zestawu metod badawczych, którymi są: metoda trakowa, metoda helowa, spektroskopia ramanowska, pomiary refleksyjności wityrynytu, analiza inkluzji fluidalnych oraz modelowanie termiczne. Przy czym, dwie pierwsze, w odniesieniu do odtworzenia ewolucji paleotermicznej, były dotąd stosowane na ograniczoną skalę. Taki dobór wzajemnie uzupełniających i weryfikujących się metod umożliwił Habilitantowi uzyskanie wiarygodnych wyników pozwalających na wnikliwą rekonstrukcję historii termicznej osadów karbońskich w obrębie

jednostek geologicznych pogranicza Polski i Czech. Prace, powstałe w latach 2014-2020, ukazują też rozwój naukowy Habilitanta. Stają się coraz bardziej dojrzałe i obejmują szerszy kontekst interpretacyjny.

Osiągnięcie habilitacyjne dr Dariusza Batora ma spójny charakter i jest jego oryginalnym, wartościowym i, do pewnego stopnia, w zakresie metodycznym, nowatorskim dziełem. Przedstawione prace wnoszą liczne nowe i ważne obserwacje do zasobu wiedzy, przede wszystkim z zakresu geologii regionalnej, jak również geologii złożowej. Ich najważniejszą wartością dodaną stanowią, w moim przekonaniu, wnioski dotyczące procesów, związanych z historią termiczną badanych obszarów, w tym wyznaczenie, dla badanych obszarów:

- wartości i rozkładów maksymalnej paleotemperatury oraz czasu wychładzania z niej,
- maksymalnej głębokości pograżenia utworów karbońskich oraz wartości paleostrumienia cieplnego i paleogradientu geotermicznego w tym czasie,
- istnienia mezozoicznych epizodów termicznych i zidentyfikowanie ich natury,
- grubości pokrywy górnokredowej w niecce sudeckiej,
- stopnia transformacji kerogenu i ilości generowanych węglowodorów (niecka górnosląska, niecka śródsudecka).

Część wniosków zawartych w recenzowanym osiągnięciu potwierdza lub doprecyzowuje znane tezy, będące efektem prac wcześniejszych badaczy. Dotyczy to m. in. kwestii synorogenicznego uwęglenia i stopnia erozji utworów górnokarbońskich w niecce górnosląskiej czy wpływu intruzji magmowych na stopień uwęglenia w niecce śródsudeckiej. Fakt ten nie pomniejsza, oczywiście, znaczenia wniosków, do jakich doszedł Habilitant w toku swych wieloletnich badań.

Biorąc pod uwagę powyższe uważam, że przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe jest oryginalne i ma wysoką wartość poznawczą, a także znaczenie praktyczne, związane z prospekcją złóż węglowodorów. Po części, w zakresie zastosowanej metodyki, ma ono charakter nowatorski w skali krajowej. Będące efektem badań artykuły zostały zamieszczone w uznanych periodykach naukowych, choć brakuje wśród nich wiodących czasopism zagranicznych. Być może przyczyną tego jest fakt, iż tematyka prac ogniskuje się na wymiarze regionalnym, co, do pewnego stopnia, mogło ograniczyć możliwości publikacyjne. Udział Habilitanta w pracach zespołowych jest pierwszoplanowy i wyraźnie zdefiniowany.

Stwierdzam zatem, że osiągnięcie naukowe dr Dariusza Batora wnosi istotny wkład naukowy oraz przyczynia się do rozwoju dyscypliny Nauki o Ziemi i Środowisku.

3.2. Ocena pozostałej działalności naukowej

Oprócz publikacji składających się na osiągnięcie habilitacyjne, dr Botor jest również autorem wielu innych prac, głównie o podobnej tematyce, stanowiących wprowadzenie do jego późniejszych, głębszych badań lub też ich dopełnienie. Wiele z nich dotyczy zagadnień związanych z konwencjonalnymi i niekonwencjonalnymi złożami węglowodorów.

Według załączonego wykazu, w sumie dorobek publikacyjny Habilitanta, z wyłączeniem prac składających się na osiągnięcie habilitacyjne, liczy 87 pozycji, w tym

10 artykułów w czasopismach z listy JCR, w tym 1 samodzielny i 9 współautorskich. W większości dr Botor jest pierwszym autorem. Publikacje te ukazały się w uznanych czasopismach naukowych, w tym m.in. Spectrochimica Acta Part A (IF=4,098 - 2020), Organic Geochemistry (IF=1,756 - 2002), Terra Nova (IF=2,464 - 2018), International Journal of Earth Sciences (IF=2,133 - 2015), a także Annales Societatis Geologorum Poloniae, i in.

Ponadto dr Botor jest też autorem lub współautorem 1 monografii, 4 rozdziałów w monografiach oraz 17 artykułów w czasopismach spoza listy JCR. Znaczącą część dorobku stanowią materiały konferencji międzynarodowych (30) i krajowych (25). Zdecydowana większość publikacji powstała po doktoracie.

Sumaryczny Impact Factor wszystkich artykułów w czasopismach z listy JCR (z uwzględnieniem osiągnięcia naukowego) wynosi 24,199. Według bazy Web of Science, publikacje dr Batora były cytowane 75 razy (bez autocytowań), a Indeks Hirscha wg tej samej bazy wynosi 6.

Ponadto, Habilitant 18 razy brał udział w projektach badawczych finansowanych przez różne podmioty zewnętrzne (w tym KBN, MŚiZN, MNiSW, NCBiR), w tym raz w roli kierownika. Odbył 5 staży w instytucjach naukowych za granicą (Niemcy, W. Brytania, Czechy), w tym 4 trwające co najmniej 2 miesiące, a także 8 krótkich szkoleń, w tym 7 za granicą (Francja, USA, Holandia, W. Brytania, Norwegia). Współpracuje ze specjalistami z PGNiG oraz Orlenu, a także z naukowcami z Uniwersytetu w Getyndze (Niemcy), Uniwersytetu w Ołomuńcu, jak również z Instytutu Nauk Geologicznych PAN, Uniwersytetu Śląskiego czy Państwowego Instytutu Geologicznego. Umożliwia to Habilitantowi wspólną realizację przedsięwzięć badawczych i publikacyjnych.

Dr Botor wykonał też 24 recenzje artykułów dla czasopism naukowych. Za swoją działalność naukową uzyskał 4 indywidualne Nagrody Rektora.

Zestawione powyżej dokonania świadczą o pokaźnym dorobku i znaczącej aktywności naukowej Habilitanta. Dowodzą też Jego dojrzałości naukowej, umiejętności współpracy z badaczami krajowymi i zagranicznymi i kierowania zespołami badawczymi.

4. Ocena osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzatorskich

Dr Botor od roku 2002 prowadzi zajęcia dydaktyczne (wykłady, ćwiczenia, praktyki terenowe) na kierunkach: Górnictwo i Geologia, Ochrona Środowiska, Inżynieria Środowiska oraz Geofizyka, głównie z przedmiotów ściśle wiążących się z obszarem Jego zainteresowań naukowych (m. in. Geologia złóż, Geologia złóż węgla, Petrologia węgla i rozproszonej materii organicznej, Geochemia węgla, Analiza techniczna węgla oraz Surowce mineralne). Są wśród nich zajęcia realizowane w języku angielskim.

Był promotorem 50 prac dyplomowych, w tym 12 magisterskich.

Na Uniwersytecie w Ołomuńcu prowadził kurs Basin & Petroleum System Modeling (2018), a od 2020 roku jest koordynatorem współpracy z tą uczelnią, w ramach programu Erasmus.

Wniosek końcowy

Po szczegółowym zapoznaniu się z przedstawioną dokumentacją, w tym autoreferatem, wykazem osiągnięć i załączonymi publikacjami, uznaję, że Habilitant przedstawił do oceny oryginalne, wartościowe osiągnięcie naukowe, wnoszące istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Nauki o Ziemi i Środowisku, a także wykazuje się istotną aktywnością naukową. Uwzględniając publikacje składające się na osiągnięcie habilitacyjne, jest autorem lub współautorem w sumie 94 publikacji naukowych, w tym 17 w czasopismach z listy JCR o sumarycznym $IF=24,199$. Był kierownikiem i wykonawcą wielu projektów badawczych, a także brał aktywny udział w wielu konferencjach międzynarodowych i krajowych oraz odbył staże i szkolenia za granicą i w kraju.

Na tej podstawie stwierdzam, że całokształt dokonań Habilitanta spełnia wymogi Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. nr 2018, poz. 1668). Wyrażam tym samym przekonanie, że dr Dariusz Botor w pełni zasługuje na nadanie Mu stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie Nauki o Ziemi i Środowisku.

