

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

**Recenzja osiągnięć naukowo-badawczych, dorobku dydaktycznego
i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej
dr Łukasza Kruszewskiego
w postępowaniu habilitacyjnym
w dziedzinie nauk o Ziemi w dyscyplinie geologia**

1. Podstawy formalne wykonania recenzji

Recenzja została sporządzona na zlecenie Dyrektora Instytutu Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk w Warszawie prof. dr hab. Ewy Słaby, zawarte w piśmie nr DIN-0002-1-2019, informującym o powołaniu mnie do pełnienia roli recenzenta przez Centralną Komisję do Spraw Stopni i Tytułów w postępowaniu habilitacyjnym dr Łukasza Kruszewskiego. Podstawę merytoryczną recenzji, wykonanej zgodnie z zaleceniami Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz. U. nr 196 z roku 2011, poz. 1165), stanowią przedstawione przez dr Kruszewskiego dokumenty:

- ✓ wniosek Habilitanta do Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów z dnia 07.02.2019 o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk o Ziemi w dyscyplinie geologia,
- ✓ kopia dokumentu stwierdzającego posiadanie stopnia doktora,
- ✓ autoreferat w języku polskim,
- ✓ autoreferat w języku angielskim,
- ✓ wykaz opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych oraz informacja o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki Habilitanta,
- ✓ oświadczenia autorów,
- ✓ publikacje stanowiące osiągnięcie naukowe, będące podstawą postępowania habilitacyjnego (6 artykułów naukowych).

2. Sylwetka Habilitanta

Pan Łukasz Kruszewski w 2005 roku ukończył studia magisterskie na Wydziale Geologii Uniwersytetu Warszawskiego, gdzie następnie, w latach 2005-2010, odbył studia doktoranckie. W 2010 roku obronił wyróżnioną pracę doktorską n.t.: „Zespoły mineralne powstające na objętych pożarami hałdach pogórnich Górnego Śląska”, której promotorem był prof. dr hab. Jan Parafiniuk, uzyskując tym samym stopień doktora nauk o Ziemi, w zakresie geologii. W latach 2006-2008 pracował w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego, na Wydziale Rolnictwa i Biologii jako technik, a następnie, w latach 2009-2010 wolontarystycznie, jako

technik na Wydziale Geologii UW. Od 01.07.2010 pracuję na stanowisku adiunkta w Instytucie Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk w Warszawie.

3. Ocena osiągnięć naukowo-badawczych

3.1. Ocena osiągnięcia naukowego będącego podstawą postępowania habilitacyjnego

Jako osiągnięcie naukowe, będące podstawą postępowania habilitacyjnego dr Łukasz Kruszewski przedstawił cykl sześciu, powiązanych tematycznie, publikacji zatytułowany: "Wieloetapowa transformacja w obszarach występowania paliw kopalnych - mineralogia i geochemia produktów pirometamorfizmu, procesów ekshalacyjnych i hipergenicznych". Obejmuje on pięć publikacji w czasopismach z listy JCR (poz. 1; 3-6) oraz rozdział w książce (poz. 2):

1. Ciesielczuk, J., Kruszewski, Ł., Majka, J., 2015. *Comparative mineralogical study of thermally altered coal-dump waste, natural rocks and the products of laboratory heating experiments*. International Journal of Coal Geology 139, s. 114-141, IF=4,13 (2017); 40 p. MNiSW, udział 45%;
2. Kruszewski, Ł., Gatel, P., Thiéry, V., Moszumańska, I., Kusy, D., 2018. *Crystallochemical behavior of slag minerals and the occurrence of potentially new mineral species from Lapanouse-de-Sévérac, France*. Rozdział 13, w: Stracher, G.B. (Ed.), Coal and Peat Fires: A Global Perspective, Volume 5: Case Studies – Advances in Field and Laboratory Research. Elsevier (ISBN 978-0-12-849885-9), s. 241-300, 5 p. MNiSW, udział 80%;
3. Fabiańska, M., Ciesielczuk, J., Kruszewski, Ł., Misz-Kennan, M., Blake, D.R., Stracher, G., Moszumańska, I., 2013. *Gaseous compounds and efflorescences generated in self-heating coalwaste Dumas – A case study from the Upper- and Lower Silesian Coal Basins (Poland)*. International Journal of Coal Geology 116-117, s. 247-261, IF=4,13 (2017); 40 p. MNiSW, udział 22%;
4. Kruszewski, Ł., Fabiańska, M.J., Ciesielczuk, J., Segit, T., Orłowski, R., Motyliński, R., Moszumańska, I., Kusy, D., 2018. *First multi-tool exploration of a gas-condensate-pyrollysate system from the environment of burning coal mine heaps: An in situ FTIR and laboratory GC and PXRD study based on Upper Silesian materials*. Science of the Total Environment 640-641, s. 1044-1071, IF=4,61 (2017); 40 p. MNiSW, udział 50%;
5. Kruszewski, Ł., 2013. *Supergene sulphate minerals from the burning coal mining dumps in the Upper Silesian Coal Basin, South Poland*. International Journal of Coal Geology 105, s. 91-109, IF=4,13 (2017); 40 p. MNiSW;
6. Kruszewski, Ł., 2019. *Secondary sulfate minerals from Bhanine valley coals (South Lebanon) – a crystallochemical and geochemical study*. Geological Quarterly 63, s. 65-87; doi: 10.7306/gq.1450, IF=0,759; 20 p. MNiSW.

Dwa artykuły są samodzielnymi pracami Habilitanta. Pozostałe prace są współautorskie (w dwóch Habilitant jest pierwszym autorem). Udział dr Kruszewskiego w ich opracowaniu wynosił od 22% do 80% (śr. 49%) i polegał na wykonaniu analiz (eksperymenty HTPXRD, ilościowa analiza fazowa metodą Rietveld, analizy geochemiczne, badania FTIR i in.), opisie i interpretacji ich wyników oraz uczestnictwie w pisanu artykułów. Czasopisma, w których zamieszczono artykuły (International Journal of Coal Geology, Science of the Total Environment) posiadają wysoki IF (>4, każde). Sumaryczna liczba punktów wg punktacji MNiSW wynosi 185.

Publikacje składające się na osiągnięcie naukowe poświęcone są przemianom mineralogicznym i geochemicznym zachodzącym w wyniku pożarów i wietrzenia odpadów

pogórnich, zawierających węgiel lub substancję bitumiczną, oraz węgli występujących *in situ*. Mają one spójny i wyczerpujący charakter, składając się na wszechstronne i szczegółowe opracowanie. Materiał do badań pochodził ze stanowisk w kraju i zagranicą (Francja, Liban).

Publikacje nr 1 i 2 dotyczą procesów pirometamorfizmu. W pierwszej z nich Habilitant przeprowadził eksperymenty termiczne, mające na celu odtworzenie, w warunkach laboratoryjnych, przebiegu procesu pirometamorfizmu z jednoczesną rejestracją przemian fazowych przy użyciu metody dyfrakcji wysokotemperaturowej (HTPXR). Dzięki temu uzyskano pierwszy na świecie szczegółowy obraz tych przemian. Wykazano, że skład mineralny produktów otrzymanych podczas eksperymentu jest zbliżony do składu naturalnych pirometamorfitów z hałd. Stwierdzono też powtarzalność anomalii krystalochemicznych badanych minerałów. Ważnym osiągnięciem Habilitanta jest charakterystyka termicznego zachowania się wüstytu i peryklazu oraz tworzonego przez te minerały szeregu, który uważany jest za istotny składnik dolnego płaszcza Ziemi ale występuje też m. in. w ofiolitach i meteorytach. Przeprowadzone badania dowiodły, że strefy wypalenia odpadów pogórnich są modelowym obiektem do obserwacji procesów geochemicznych typowych dla środowisk skrajnych (ziemskich i pozaziemskich). Istotnym efektem praktycznym prac jest wykazanie, że istnieje możliwość przewidywania składu mineralnego produktów przemian termicznych.

Kontynuacja wątku badawczego dotyczącego pirometamorfizmu, prowadzona w międzynarodowym gronie badaczy, skutkowałą publikacją nr 2. Przedmiot badań stanowiły szlaki ze stanowiska Lapanouse-de-Severac, we Francji, których protolitami były głównie łupki bitumiczne i wapienie. Indywidualnym osiągnięciem Habilitanta jest oznaczenie i ilościowe scharakteryzowanie licznych faz mineralnych występujących w tych szlakach (z których część wcześniej nie została w nich zidentyfikowana), a także doprecyzowanie chemizmu 16 faz stanowiących nowe gatunki mineralne, w tym analogów chemicznych znanych minerałów. Ważnym rezultatem prac jest także (podobnie jak w publikacji nr 1) określenie temperatury przemian fazowych w protolitach pirometamorficznych.

Zagadnienia związane z procesami ekshalacyjnymi, towarzyszącymi pożarom odpadów pogórnich znalazły swoje odzwierciedlenie w publikacjach nr 3 i 4. Są one ważne zarówno ze względów poznawczych, jak i praktycznych, ze względu na toksyczny wpływ gazów pożarowych na środowisko. Zrealizowane prace mają w dużej mierze nowatorski charakter. W publikacji nr 3, będącej efektem współpracy międzynarodowej, wykazano m.in., że badane ekshalacyjne zespoły mineralne charakteryzują się bogatym i bardzo zmiennym składem (wyróżniono kilkadziesiąt faz mineralnych lub ich grup). Podobnie, gazy pożarowe odznaczają się dużą zmiennością składu chemicznego; związki nieorganiczne przeważają w nich nad organicznymi. Istotną konkluzją wynikającą z pracy jest stwierdzenie, iż skład chemiczny gazów pożarowych oraz skład mineralny zespołów ekshalacyjnych może wskazywać na stopień zaawansowania procesów pożarowych i mieć związek ze stopniem uwęglania materii organicznej.

W toku badań, których rezultaty zawarto w publikacji nr 4, znacząco rozbudowano metodykę, wykorzystując m.in. przenośny system GASMET DX4000 ze spektrometrem FTIR. Umożliwiło to analizę 38 związków, z czego 14 stanowiły gazy nieorganiczne. Stężeń wielu z nich do tej pory nie badano w żadnym środowisku geologicznym. Wykazano, że głównym gazowym związkiem siarki w badanych emanacjach jest tiofen. Interesujące jest odkrycie, że chlorek germanu (IV) jest częstym i niekiedy silnie stężonym składnikiem gazów pożarowych. Habilitant zauważa także, iż skład chemiczny gazów pożarowych jest przestrzennie skrajnie zmienny i bardziej złożony niż wynikało to z wcześniejszych prac. Brak jest powtarzalnych zależności pomiędzy składem chemicznym tych gazów i składem mineralnym zespołów

ekshalacyjnych. W ramach przeprowadzonych badań po raz pierwszy określono zawartości poszczególnych związków azotu, wykazując, że najczęstszym z nich jest NO_2 . Po raz pierwszy dokonano także pomiaru stężenia AsH_3 i SiF_4 w gazach pożarowych.

Rezultaty badań poświęconych procesom hipergenicznym opublikowano w samodzielnych pracach nr 5 i 6. Poruszona w nich tematyka do tej pory rzadko była przedmiotem rozważań naukowych, tak w Polsce, jak i zagranicą. W obu Habilitant stwierdza, że produktami wietrzenia materiału skalnego płonących hałd są niemal wyłącznie siarczany. W publikacji nr 5 dr Kruszewski stosując nowatorską metodykę - standaryzowane analizy EDS w mikroobszarze, poparte badaniami ICPMS i modelowaniem strukturalnym metodą Rietvelda, dowodzi różnorodności i wysokiego stopnia komplikacji składu mineralnego mieszanin na składowiskach odpadów pogórnich, co tłumaczy procesami hydratacji-dehydratacji oraz oddziaływaniem tlenu atmosferycznego, wód gruntowych i opadowych na chaotycznie rozmieszczone odpady. Przedstawia charakterystykę krystalochemiczną wielu zidentyfikowanych przez siebie minerałów siarczanowych. Wykazuje też, że użycie metody Rietvelda i metody Pawley'a daje na ogół podobne wartości parametrów komórek elementarnych.

W publikacji nr 6 Habilitant przedstawił wyniki badań minerałów występujących w strefie wietrzenia formacji węglonośnej Chouf w Libanie. Wykazał, że najważniejszymi z nich są minerały z grupy copiapitu i coquimbitu, a także siarczany Fe^{2+} , glinu i wapnia. Wykrył również siarczany bogate w pierwiastki ziem rzadkich, cynk i nikiel. Do najważniejszych osiągnięć w tej pracy należy rozpoznanie krystalochemii i krystalografii wielu zidentyfikowanych tam grup i pojedynczych minerałów. Wartym podkreślenia jest fakt, że materiał analityczny był szczególnie trudny do badań, ze względu na niestabilność minerałów siarczanowych.

Analizując dokonania dr Kruszewskiego w zakresie wszystkich publikacji składających się na osiągnięcie habilitacyjne należy zwrócić uwagę na jego kompleksowe podejście do badanego zagadnienia, które umożliwiło mu identyfikację możliwych ścieżek migracji pierwiastków, w tym śladowych, toksycznych i strategicznych, w trakcie procesów przeobrażenia węgla i towarzyszących mu skał. Ważnym aspektem badań są poczynione przez Habilitanta rozwiązania metodyczne polegające na odtworzeniu warunków transformacji termicznej skał i ich składników, użyciu standaryzowanej analizy EDS do badania nietrwałych minerałów siarczanowych czy też zastosowaniu udokładnienia strukturalnego metodą Rietvelda do oznaczenia parametrów komórek elementarnych minerałów. W związku z powyższym uważam, że badania przeprowadzone przez Habilitanta mają bardzo wysoką wartość naukową i znaczenie praktyczne. Na podkreślenie zasługuje ich, w dużej mierze nowatorski charakter. Będące efektem prac artykuły zostały zamieszczone w uznanych periodykach naukowych. Udział Habilitanta w pracach zespołowych jest wyraźnie zdefiniowany i niepodważalny. Przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe jest oryginalne i wartościowe, oraz przyczynia się do rozwoju dyscypliny geologia.

3.2. Ocena pozostałej działalności naukowej

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk o Ziemi i podjęciu pracy w Instytucie Nauk Geologicznych PAN w Warszawie (w roku 2010), Habilitant poświęcił się głównie badaniom mineralogii i geochemii produktów procesów związanych z pożarami węgla. Oprócz publikacji składających się na osiągnięcie habilitacyjne, dr Kruszewski jest również autorem wielu innych prac o podobnej tematyce, stanowiących wprowadzenie do jego późniejszych głębszych badań lub też ich dopełnienie. Omawiane są w nich m. in. produkty pirometamorfizmu i ekshalacji oraz pierwiastki śladowe i substancja organiczna występujące na hałdach pogórnich w kraju i za

granicą. Interesująco, z naukowego punktu widzenia, przedstawia się również potraktowanie środowiska pożarów węgla jako modelu i analogu innych środowisk geologicznych, rozwinięte w późniejszych badaniach. W większości prace są współautorskie, z udziałem Habilitanta 10-33%. W pięciu z nich udział ten wynosi jednak od 50% do 80%, a dwie są samodzielne. Trzy artykuły zamieszczone zostały w czasopismach z listy JCR (*Environmental Geochemistry and Health*, *Chemie der Erde* oraz *International Journal of Coal Geology*), trzy kolejne to prace będące rozdziałami w książkach opublikowanych przez wydawnictwa zagraniczne. Pozostałe są publikacjami w czasopismach krajowych i w materiałach konferencyjnych.

Inne zainteresowania badawcze Habilitanta dotyczą m. in. minerałów wtórnych powstających w procesach wietrzenia złóż rud metali, mineralogii skał alkalicznych, krystalochemii minerałów z grupy alunitu i z grupy mik. Pięć prac z tego zakresu zostało opublikowanych w czasopismach z listy JCR: *Geological Quarterly* (dwa), *Contributions to Mineralogy and Petrography*, *Physics and Chemistry of Minerals* oraz *Mineralogia*, inne - głównie w czasopismach krajowych spoza niej. Udział Habilitanta w większości z nich wynosi 5-20%, są też jednak publikacje samodzielne lub o udziale 90%.

W sumie dorobek publikacyjny dr Łukasza Kruszewskiego, z wyłączeniem prac składających się na osiągnięcie habilitacyjne, obejmuje 10 artykułów w czasopismach z listy JCR, wszystkie współautorskie, z udziałem Habilitanta 5-90%. Osiem z nich ukazało się po doktoracie. Ponadto dr Kruszewski jest także autorem lub współautorem 37 artykułów (28 po doktoracie) w czasopismach międzynarodowych lub krajowych spoza listy JCR oraz materiałach konferencyjnych. Osiem z nich (w tym sześć po doktoracie) jest indywidualnym dziełem Habilitanta, pozostałe są współautorskie (udział 5-85%).

Sumaryczny Impact Factor wszystkich artykułów w czasopismach z listy JCR (z uwzględnieniem osiągnięcia naukowego) wynosi 25,84. Według bazy Web of Science, publikacje dr Kruszewskiego były cytowane 81 razy, a Indeks Hirscha wynosi 5.

Habilitant dwukrotnie (w tym raz po doktoracie) był kierownikiem projektów badawczych MNiSW i NCN. Na szczególną uwagę w tej kwestii zasługuje zrealizowany w latach 2014-2018 projekt finansowany przez NCN: "Zróżnicowanie gazów pożarowych i pochodnych kondensatów organicznych i zespołów mineralnych dla zrozumienia procesów mobilizacji, transportu i koncentracji związków i pierwiastków na hałdach górnictwa węglowego Górnego Śląska", który, jak można domniemywać, umożliwił dr Kruszewskiemu realizację badań, których pochodną były m. in. publikacje stanowiące osiągnięcie habilitacyjne. Ponadto Habilitant czterokrotnie brał udział w projektach badawczych NCN jako wykonawca. Jak wynika z dostarczonego wykazu, już po doktoracie, wygłosił także 8 referatów oraz przedstawił 4 postery na konferencjach krajowych i międzynarodowych.

Zestawione powyżej dokonania i dane bibliometryczne dowodzą znaczącej aktywności naukowej dr Kruszewskiego oraz świadczą o jego dojrzałości naukowej, umiejętności współpracy z badaczami krajowymi i zagranicznymi i wnoszeniu specjalistycznego, wyraźnie identyfikowalnego wkładu do publikacji zespołowych. Należy podkreślić, że znaczna część dorobku jest efektem współpracy Habilitanta z gronem naukowców o uznanej renomie z kraju i zagranicy (m. in. M. Fabiańska, M. Misz-Kennan, J. Ciesielczuk, E. Słaby), co świadczy o rozpoznawalności Habilitanta i jego ugruntowanej pozycji jako badacza. Dr Łukasz Kruszewski znacząco powiększył swój dorobek naukowy, zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym, w stosunku do okresu przed uzyskaniem stopnia doktora.

Relatywnie niewielką część dorobku stanowią prace indywidualne. Wliczając publikacje w ramach osiągnięcia habilitacyjnego jest ich w sumie 10 (w tym 8 po doktoracie). Dwie z nich

zamieszczono w czasopismach z listy JCR. Ten element działalności naukowej Habilitanta należy zatem ocenić niżej. Również liczba prezentacji (referatów i posterów) na konferencjach naukowych jest niewysoka. Całość dorobku naukowego oceniam jednak zdecydowanie pozytywnie.

Należy dodać, że Habilitant uczestniczył także w szkoleniach podnoszących jego umiejętności analityczne m. in. w zakresie spektroskopii podczerwonej i masowej oraz dyfraktometrii rentgenowskiej. Świadczy to o jego aktywności, sumienności i chęci naukowego rozwoju. Został także zwycięzcą Climathonu w Warszawie (2017), zorganizowanego przez ruch na rzecz rozwiązywania problemów klimatycznych zainicjowany przez organizację Climate-KIC.

4. Ocena osiągnięć dydaktycznych, popularyzatorskich oraz współpracy krajowej i zagranicznej

Doktor Łukasz Kruszewski ma w swym dorobku dydaktycznym prowadzenie, w latach 2005-2008, zajęć z mineralogii w Instytucie Geochemii, Mineralogii i Petrologii Wydziału Geologii UW. Był opiekunem trzech miesięcznych praktyk absolwenckich.

W ramach działalności popularyzującej naukę wygłosił dwa wykłady poświęcone minerałom grupy eudialitu i siudaitu, a także wykład w ramach I Konferencji MINDAT na temat pobierania minerałów z płonących hałd. Brał także udział w Pikniku Naukowym Radia Z oraz w Sudeckim Festiwalu, gdzie przedstawił dwa wykłady poświęcone minerałom i zastosowaniu metody XRF w ich badaniu.

W zakresie współpracy międzynarodowej Habilitant uczestniczył w projekcie ATLAB (*Action Towards Laboratories Enhancement and Know-How Exchange for Advanced Research on Geosystem*), zrealizowanego w ramach konkursu REGPOT-2011, 7 Programu Ramowego UE. Ponadto, jak wskazano wcześniej, brał aktywny udział (referaty, postery) w konferencjach krajowych i zagranicznych.

5. 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 geologia, a także wykazuje się istotną aktywnością naukową i znacząco powiększył swój dorobek naukowy po uzyskaniu stopnia doktora. Jest autorem lub współautorem w sumie 53 publikacji naukowych, w tym 15 artykułów w czasopismach z listy JCR o sumarycznym IF=25,84. Był kierownikiem i wykonawcą projektów badawczych, a także brał aktywny udział w konferencjach międzynarodowych i krajowych oraz szkoleniach badawczych.

Na tej podstawie stwierdzam, że całokształt dokonań Habilitanta spełnia wymogi Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 (Dz. U. z 2003 r., nr 65, poz 595), z późniejszymi zmianami, w tym Ustawą o zmianie ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz o zmianie niektórych ustaw z dnia 18 marca 2011 r. (Dz. U. nr 84, poz. 455), a także Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz. U. nr 196, poz. 1165). Wyrażam tym samym przekonanie, że dr Łukasz Kruszewski w pełni zasługuje na nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie geologia.