

Wrocław, 8.02.2023 r.

dr hab. Jacek Szczepański
Instytut Nauk Geologicznych
Uniwersytetu Wrocławskiego
Pl. Maxa Born'a 9
50-204 Wrocław

Recenzja osiągnięcia naukowego dr Ewy Krzemińskiej w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Recenzja została przygotowana na wniosek Zastępcy Przewodniczącego Rady Naukowej Państwowego Instytutu Geologicznego - Państwowego Instytutu Badawczego dr. hab. Stanisława Wołkowicza z dnia 5.01.2023 roku. Ocenę osiągnięcia naukowego i aktywności naukowej dr Ewy Krzemińskiej przygotowałem na podstawie przekazanych mi dokumentów, które są załącznikami do wniosku Habilitantki o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego. Na wspomniane dokumenty składają się: dane wnioskodawcy (zał. 1), zawiadomienie o nadaniu stopnia doktora (zał. 2), autoreferat (zał. 3), wykaz osiągnięć naukowych (zał. 4), oświadczenia współautorów (Åke Johansson, Leszek Krzemiński, Janina Wiszniewska, Ian S. Williams, Aleksandra Łukawska, Bogusław Bagiński, Paweł Poprawa, Jolanta Paczeńska, Richard Armstrong, Krzysztof Nejbert) o zakresie ich udziału w przygotowaniu publikacji (zał. 5) oraz kopie artykułów składających się na osiągnięcie naukowe (artykuły od [A1] do [A7]).

Pani doktor Ewa Krzemińska w 1986 roku ukończyła studia na Wydziale Geologii Uniwersytetu Warszawskiego. W tym samym roku została zatrudniona w Państwowym Instytucie Geologicznym, gdzie pracowała kolejno na etatach stażysty, specjalisty, asystenta i adiunkta. Należy dodać, że w latach 1987 – 1993 oraz 1997 – 2001 Habilitantka przebywała na urloпах wychowawczych. W 2009 roku uzyskała stopień naukowy doktora nauk o Ziemi w zakresie geologii na podstawie pracy zatytułowanej „*Geochemiczny zapis zmian proterozoicznego środowiska geotektonicznego na podstawie wybranych profili skał krystalicznych północno-wschodniej Polski*”. Promotorką pracy doktorskiej była dr hab. Janina Wiszniewska.

Charakterystyka i ocena osiągnięcia naukowego

Doktor Ewa Krzemińska jako osiągnięcie naukowe w postępowaniu habilitacyjnym przedstawiła cykl siedmiu współautorskich publikacji pod wspólnym tytułem „*Chronologia wydarzeń na wschodnim brzegu kratonu wschodnioeuropejskiego: nowe daty – aktualizacje – rewizje*”, które ukazały się w latach 2019-2022. W czterech publikacjach dr Ewa Krzemińska jest pierwszą autorką [A1, A3, A6, A7], a w pozostałych drugą [A2, A4, A5]. Zgodnie z przedstawionymi deklaracjami współautorów w każdym z ocenianych artykułów, w ramach zespołu autorskiego w części odnoszącej się do geochronologii izotopowej systemu U-Pb była liderem [A1, A3 i A5] lub jedynym wykonawcą badań [A2, A4, A6, A7], a we wszystkich autorką lub współautorką [A5] interpretacji. Należy podkreślić, że geochronologia izotopowa stanowi trzon każdej z włączonych do osiągnięcia naukowego publikacji. Część artykułów [A1 - A3 oraz A5-A7] ukazało się w recenzowanych czasopismach indeksowanych w bazie Journal Citation Reports, znajdujących się na liście czasopism Ministerstwa Edukacji i Nauki (MEN). Jeden artykuł [A4] został opublikowany w czasopiśmie spoza listy czasopism MEN i wszedł w

skład okolicznościowego tomu Biuletynu Państwowego Instytutu Geologicznego wydanego z okazji 100-lecia Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego. Dla cyklu artykułów składających się na osiągnięcie naukowe suma punktów MEN wynosi 990, a suma współczynników dwuletniego IF z roku publikacji wynosi 20,607.

Zgodnie z tytułem ocenianego osiągnięcia naukowego wspólnym tematem wszystkich publikacji jest zapis procesów rozgrywających się na wschodnim obrzeżeniu kratonu wschodnioeuropejskiego. Przy czym zdecydowana większość publikacji skupia się na procesach wieku proterozoicznego ([A1] – [A6]), podczas gdy ostatni z ocenianych artykułów [A7] poświęcony jest opisaniu pierwszych dowodów na zapis post-waryscyjskich impulsów magmowych zachowanych na zachodnim obrzeżeniu kratonu wschodnioeuropejskiego. Pomimo, że praca ta wpisuje się swoją tematyką w oceniany cykl publikacji, to jednak nieco od niego odbiega ze względu na zdecydowanie młodszy wiek opisywanych skał i procesów, które prowadziły do ich powstania. Warto jednak podkreślić, że usprawiedliwienie dla zainteresowania Habilitantki omawianymi skałami znajdujemy we wstępie do ostatniego artykułu [A7] dlatego nie traktuję tej uwagi jako zarzut. Jednakże chciałbym zauważyć, że w mojej opinii brak wspomnianej pracy [A7] w recenzowanym osiągnięciu naukowym nie miałby negatywnego wpływu na końcową ocenę. Prace naukowe, których efektem są oceniane manuskrypty zostały zrealizowane w ramach jednego projektu finansowanego przez NCN i dwóch projektów statutowych finansowanych przez MNSW. Przy czym Habilitantka była kierownikiem tylko jednego z wymienionych grantów finansowanych przez MNSW.

Datowania izotopowe cyrkonów za pomocą metody U-Pb przy użyciu SHRIMP zostały przeprowadzone w różnych laboratoriach, ale zgodnie z deklaracjami zawsze przynajmniej częściowo osobiście przez Habilitantkę. Przyznam, że przyglądając się strukturze zespołów autorskich poszczególnych publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego i latom, w których one się ukazały odnoszę wrażenie, że dla Habilitantki przełomowym był rok 2021. Wtedy to bowiem powstały pierwsze prace, w których wszystkie opublikowane datowania U-Pb cyrkonów na SHRIMP były wykonane wyłącznie w laboratorium PIG-PIB. To wrażenie może być oczywiście złudne, bo cykl poszczególnych publikacji od momentu ich napisania do ukazania się jest przecież często różny.

Ponieważ prace załączone jako osiągnięcie naukowe mają wieloaspektowy charakter i obejmują także inne badania wykonywane przez współautorów takie jak oznaczenia geochemiczne czy izotopowe z wykorzystaniem innych systemów izotopowych (np. Sm-Nd) dlatego w swojej recenzji skupię się wyłącznie na części poświęconej systemowi U-Pb, datowaniom cyrkonów oraz wnioskom, które z nich wypływają. Podsumowując ogólną część charakterystyki ocenianego osiągnięcia naukowego chciałbym zaznaczyć, że obejmuje ono prace opublikowane niedawno, co skutkuje stosunkowo niewielką liczbą cytowań. Jednak na podkreślenie zasługuje fakt, że oceniane prace są cytowane w artykułach o charakterze przeglądowym, co demonstrowuje ich duże znaczenie.

Mam drobne zastrzeżenia do przedłożonego przez Habilitantkę opisu osiągnięcia naukowego. Zasadniczo jest to tekst dobry. Znalazłem w nim jednak nie znane mi wcześniej pojęcie opisane jako „odporność izotopowa cyrkonu”. Ponadto z lektury tego tekstu można domniemywać, że popiół wulkaniczny nie jest tefrą. Mam też wrażenie, że część opisów publikacji nie w pełni oddaje najważniejsze ich osiągnięcia. Niemniej jednak są to zastrzeżenia drobne i niemające znaczenia dla mojej wysokiej oceny przedstawionego osiągnięcia naukowego.

[1] Pierwsza publikacja zatytułowana “Basement correlation across the southernmost Baltic Sea: Geochemical and geochronological evidence from onshore and offshore deep drill cores, northern Poland” ukazała się w czasopiśmie Precambrian Research w dużym zespole współautorskim, w którym Habilitantka pełniła rolę pierwszego autora. Materiał skalny zgromadzony w ramach tego projektu

pochoǳił z wierceń wykonanych na obszarze rozciągającym się od południowej Szwecji po Pomorze (z uwzględnieniem podłoża krystalicznego Bałtyku) i umożliwił wykonanie datowań izotopowych z zastosowaniem systemu U-Pb przy użyciu SHRIMP na cyrkonach. Istotnym wkładem w poznanie budowy podłoża krystalicznego omawianego obszaru wypływającym z opisywanych badań było nie tylko uzyskanie po raz pierwszy nowoczesnych datowań izotopowych badanych skał, ale także wykazanie istnienia zapisu dwóch epizodów proterozoicznego magmatyzmu wieku 1.79 do 1.75 Ga oraz 1.48 do 1.45 Ga. Ponieważ istnienie pierwszego z wymienionych epizodów znane było już wcześniej z południowej Szwecji to pozwoliło na uznanie obu obszarów podłoża krystalicznego jako jednej jednostki tektonicznej i wykazanie jej odmienności w stosunku do transskandynawskiego pasma magmowego, z którym niekiedy obszar Pomorza był korelowany. Zarówno same próbki jak i badane cyrkonie, z których one pochoǳiły zostały w pracy dobrze zilustrowane i szczegółowo opisane. Wyniki badań są jasno i poprawnie przedstawione i omówione. Dyskusja uzyskanych wyników badań jest wyczerpująca, a wnioski dobrze uzasadnione. W mojej opinii ta praca ma bardzo duże znaczenie dla rozpoznania budowy geologicznej podłoża krystalicznego południowo-wschodniego obrzeżenia kratonu wschodnioeuropejskiego.

[A2] Druga publikacja zatytułowana „Advances in geochronology in the Suwałki anorthosite massif and subsequent granite veins, northeastern Poland” tak jak poprzednia ukazała się w czasopiśmie *Percambrian Research*. Przy czym zespół autorski oprócz Habilitantki, jako drugiej autorki, obejmował także prof. Janinę Wiszniewską. Jako obiekt badawczy w tym studium wybrany został suwalski masyw anortozytowy (SAM) stanowiący część większego masywu skał magmowych określanego jako kompleks mazurski. Autorki w sposób przekonujący wykazały, że SAM jest młodszy niż powszechnie do tej pory uważano, a jego wiek wynosi 1.51 i 1.49 Ga. Prezentowane w tej pracy wyniki zostały uzyskane na podstawie badań cyrkonów pochoǳących z 20 próbek skalnych reprezentujących zróżnicowane litologie (anortozyty, granity rapakiwi oraz przecinające je aplity i pegmatyty) i zlokalizowanych w różnych częściach badanego masywu. Szczegółowa analiza uzyskanych wieków izotopowych wskazuje na co najmniej dwuetapową historię jej rozwoju. Kolejny ważny wniosek wypływający z omawianych badań dotyczy najmłodszego elementu budowy masywu, tj. żył granitoidowych, dla których źródłem stopu były przynajmniej częściowo skały lokalne o wieku ok. 1.83 Ga. Podobnie jak w przypadku poprzedniej publikacji zaprezentowany materiał jest dobrze przedstawiony, a wnioski są dobrze udokumentowane.

[A3] Trzecia publikacja zatytułowana „U-Pb zircon geochronology of high-grade charnockites – exploration of pre-Mesoproterozoic crust in the Mazury Complex area” ukazała się w czasopiśmie *Acta Geologica Polonica*, a Habilitantka pełniła w niej rolę pierwszego autora. Wiodącym tematem omawianej pracy są charnockity budujące kompleks mazurski (KM). Skały te budzą spore zainteresowanie ze względu na swoją niejasną genezę. W przypadku opisywanych charnockitów wstępne badania wykonane wcześniej wskazywały, że mogą one mieć genezę metamorficzną związaną z przeobrażeniami w warunkach facji granulitowej. Do badań wyselekcjonowano ogółem 4 próbki skalne pochoǳące z jednego otworu wiertniczego, z których wydатовano cyrkonie metodą U-Pb przy użyciu SHRIMP. Autorzy publikacji wykazali, że badane charnockity nie stanowią części kompleksu magmowego KM, ale raczej jego metamorficzne podłoża, które na różnych poziomach głębokości dały wieki rzędu 1.84, 1.85 oraz 1.88 Ga interpretowane jako wiek magmowego protolitu. Natomiast wiek metamorfizmu jaki udało się uzyskać mieści się w zakresie 1.51 Ga i 1.62 – 1.58 Ga oraz 1.79 – .80 Ga. Opisywane wyniki wydają się być niezwykle istotne z punktu widzenia naszej wiedzy o podłożu krystalicznym wschodniego obrzeżenia kratonu wschodnioeuropejskiego. Przyznaję jednak, że organizacja tekstu nieco mnie dziwi ponieważ autorzy w pierwszej kolejności przedstawili epizody metamorficzne zapisane przez badane skały i znajdujące się w nich cyrkonie, a dopiero potem opisali wiek protolitu. Mam też zastrzeżenia do niezbyt bogatego i stosunkowo słabej jakości materiału

ilustrującego budowę wewnętrzną badanych ziaren cyrkonu, a szczególnie ich metamorficznych domen.

[A4] czwarta publikacja zatytułowana „Detrital zircon geochronology and provenance of the proterozoic quartz-rich metasediments of the Mazowsze Domain: source areas and regional correlation” została opublikowana w Biuletynie Państwowego Instytutu Geologicznego w zespole współautorskim, w którym Habilitantka jest drugą autorką. Materiał badawczy do tej publikacji stanowiły bogate w kwarc skały metaosadowe pochodzące z dwóch otworów wiertniczych zlokalizowanych w obrębie domeny mazowieckiej. W dotychczasowej literaturze skały te były korelowane z formacją jotnicką wieku 1.26 Ga. Badania wieku cyrkonów detrytycznych wskazują, że maksymalny wiek depozycji tych skał wynosi ok. 1.6 Ga, a materiał detrytyczny pochodził z obszaru źródłowego zdominowanego przez skały o wieku od 1.68 do 2.11 Ga. To pozwoliło uznać, że obszarem źródłowym było przypuszczalnie podłoże krystaliczne Fennoskandii i Sarmatii już po zestawieniu obu tych domen, ale jeszcze przed intruzją kompleksu mazurskiego. Niezwykle ważnym osiągnięciem będącym pokłosiem tej pracy jest weryfikacja wieku badanych skał oraz propozycja ich proveniencji. W przypadku tej publikacji moja krytyka dotyczy wyłącznie kwestii technicznych i drugoplanowych. W mojej opinii w przypadku histogramów brakuje informacji o użytym parametrze wygładzania oraz liczbie ziaren użytych do konstrukcji poszczególnych diagramów. Ponadto oceniając proveniencję dobrze jest przedstawić porównanie uzyskanych histogramów z tymi dla sugerowanych obszarów źródłowych, co znakomicie ułatwia czytelnikowi samodzielne wyrobienie sobie opinii w zakresie proveniencji opisywanego materiału okruszowego.

[A5] piąta praca zatytułowana „Geochronology of the Volyn volcanic complex at the western slope of the East European Craton – Relevance to the Neoproterozoic rifting and the break-up of Rodinia/Pannotia” powstała w stosunkowo dużym zespole autorskim, w którym Habilitantka była drugim autorem. Praca ta została opublikowana w czasopiśmie Precambrian Research i dotyczy cyrkonów z tufów formacji sławatyckiej, której odpowiednikiem po stronie ukraińskiej jest formacja wołyńska. Uważa się, że wulkanity i tufy tej formacji są zapisem rozpadu superkontynentu Rodinii. Uzyskane wyniki badań wskazują, że prawdopodobny wiek depozycji badanych tufów zawierał się w przedziale od 567 do 553 Ma. Ten okres czasu został zinterpretowany jako związany z synryftowym rozwojem basenu lubelskiego. Natomiast najintensywniejsze erupcje popiołów i tefry miały miejsce w dwóch okresach od 567 do 560 oraz od 555 do 557 Ma. Co ciekawe w pracy tej udokumentowano również nieco starsze kryształy cyrkonu o wieku z przedziału od 588 do 580 Ma będących zapisem wcześniejszych faz aktywności wulkanicznej związanej z wczesnymi fazami ryftingu na obszarze basenu lubelskiego. Ponadto wszystkie przeanalizowane próbki skalne zawierały ksenokryształy ziaren cyrkonu o wiekach z przedziału 1.83 do 1.48 Ga, zapewne pochodzące z podłoża krystalicznego basenu lubelskiego, i zinterpretowane jako zapis wydarzeń paleo- i mezoproterozoicznych. Ważnym, choć nie nowym, aspektem pracy jest końcowa interpretacja zgodnie, z którą pod koniec proterozoiku obszar basenu lubelskiego był położony na przecięciu dwóch stref ryftowych, z których jedna ograniczała południowo-zachodnią krawędź paleokontynentu Bałtyki (ryft Bałtyk-Dniestr), a druga przecinała ten paleokontynent (ryft Wołyń-Orsza). Konsekwentnie położenie basenu ponad złączem potrójnym skutkowało intensywnym wulkanizmem oraz rozpadem superkontynentu Rodinii na mniejsze fragmenty skorupowe. Pewnym mankamentem tej pracy są bardzo słabej jakości obrazy SEM CL, które ilustrują budowę wewnętrzną badanych ziaren cyrkonu. Ponadto podobnie jak w publikacji [A4] w opisie histogramów brakuje informacji o użytym parametrze wygładzania oraz liczbie ziaren użytych do ich konstrukcji.

[A6] szósta praca zatytułowana „From initiation to termination: The evolution of the Ediacaran Volyn large igneous province (SW East European Craton) constrained by comparative geochemistry of

proximal tuffs versus lavas and zircon geochronology” została opublikowana w czasopiśmie Precambrian Research, a Habilitantka jest w niej pierwszym autorem. Można śmiało stwierdzić, że jest to kontynuacja zagadnień poruszonych w poprzednim artykule [A5]. Za główne zadanie badawcze wyznaczono szczegółowe opisanie ram czasowych wulkanizmu późnoproterozoicznego w basenie lubelskim na podstawie badań formacji sławatyckiej. Zgodnie z uzyskanymi wynikami aktywność wulkaniczna na tym obszarze rozpoczęła się 580 Ma i zakończyła się 547 Ma. Przeprowadzone datowania pozwoliły wyróżnić kilka faz aktywności wulkanicznej związanej z rozwojem wołyńskiej prowincji wulkanicznej, które obejmują fazę inicjalną wieku 580 Ma, fazę główną wieku 567 – 551 Ma oraz fazę końcową wieku ok. 547 Ma. Każda z wymienionych faz charakteryzowała się odmiennym chemicznie wulkanizmem, a cała aktywność wulkaniczna wiązała się z rozpadem superkontynentu Rodinii. Dokumentacja zawarta w tej pracy jest dobrej jakości, a wnioski w niej przedstawione są dobrze udokumentowane. Podobnie jak w publikacji [A5] w opisie histogramów brakuje informacji o użytym parametrze wygładzania. Szczęśliwie tym razem podano informację o liczbie ziaren użytych do konstrukcji histogramów.

[A7] ostatnia praca zatytułowana „First Evidence of the Post-Variscan Magmatic Pulse on the Western Edge of East European Craton: U-Pb Geochronology and Geochemistry of the Dolerite in the Lublin-Podlasie Basin, Eastern Poland” powstała zespołem autorskim prowadzonym przez Habilitantkę. Prezentowane w tej pracy wyniki badań dotyczą datowań ziaren cyrkonu z żyły diabazu udokumentowanej w otworze Mielnik IG1. Opisywana dajka w dotychczasowej literaturze była interpretowana jako związana z wulkanizmem kontynentalnym późnego ediakaru, który miał miejsce na obrzeżeniu kratonu wschodnioeuropejskiego. Jednakże przeprowadzone badania jasno wskazały, że skały te są znacznie młodsze, bo późnokarbońskie (300 Ma). W konsekwencji uznano, że badany doleryt genetycznie związany był epizodem późnowaryscyjskiej ekstensji litosfery.

Podsumowanie oceny osiągnięcia naukowego

Przedstawiony jako osiągnięcie naukowe cykl publikacji [A1]-[A7] jest oryginalnym i przekrojowym opracowaniem naukowym dotyczącym wydarzeń, które rozgrywały się na południowo-zachodnim obrzeżeniu kratonu wschodnioeuropejskiego w bardzo szerokim przedziale czasowym. Cykl publikacji bazuje na bardzo licznych i unikatowych materiałach badawczych pochodzących z wierceń, które osiągnęły podłoże krystaliczne północno-wschodniej Polski, Bałtyku oraz południowej Szwecji. Przedstawione prace dobrze dokumentują procesy, które rozgrywały się na omawianym obszarze od proterozoiku aż po schyłek paleozoiku i są znaczącym osiągnięciem naukowym. Moja ogólna ocena merytoryczna ocenianego osiągnięcia naukowego jest pozytywna. Uważam, że przedstawiony cykl spójnych tematycznie prac, w których dr Ewa Krzemińska ma znaczący wkład, spełnia wymogi stawiane kandydatom ubiegającym się o stopień doktora habilitowanego.

Ocena współpracy krajowej i międzynarodowej oraz dorobku dydaktycznego i organizacyjnego

Doktor Ewa Krzemińska współpracowała z szeregiem specjalistów z wielu polskich i zagranicznych instytucji naukowych i uczestniczyła w międzynarodowych projektach badawczych. Za najbardziej istotną uważam współpracę z Research School of Earth Sciences (RSES), Australian National University w Canberze, która została zrealizowana w ramach projektu PIG-PIB. Ważnym rezultatem tego projektu był zakup mikrosondy jonowej oraz szkolenie z zakresu jej używania, a w późniejszym czasie wykonanie dużego zestawu analiz izotopowych U-Pb oraz pierwszy artykuł z recenzowanego

osiągnięcia naukowego [A1]. Ponadto dr Ewa Krzemińska uczestniczyła w projekcie EUROBRIDGE. Równie znacząca była współpraca z katedrą Bioarcheologii Wydziału Archeologii Uniwersytetu Warszawskiego, w trakcie której Habilitantka wypracowała metodykę badań izotopowych szkliwa pokrywającego zębiny, której pokłosiem było kilka recenzowanych artykułów naukowych spoza zestawu wchodzącego w skład osiągnięcia naukowego. Bardzo istotne jest również to, że Habilitantka stale współpracuje z innymi ośrodkami naukowymi o analogicznym profilu badań izotopowych i o podobnym wyposażeniu.

Osiągnięcia organizacyjne Habilitantki nie są liczne, ale za to istotne i obejmują zdobycie finansowania w ramach konkursu MNSW na uruchomienie Laboratorium Zaawansowanej Mikroanalizy Izotopowej w PIG-PIB z wysokorozdzielczą mikrosondą jonową typu SHRIMP IIe/MC w wersji multikolektora. Zakup niezbędnej aparatury i uruchomienie tego typu laboratorium to niewątpliwie duży wysiłek i spore osiągnięcie.

Pracując w jednostce typu służba geologiczna z natury rzeczy trudno jest mieć duże doświadczenie dydaktyczne. Jednakże Habilitantka regularnie prowadzi warsztaty i pojedyncze zamawiane prezentacje dla słuchaczy m.in. Uniwersytetu Warszawskiego czy Akademii Górniczo-Hutniczej. Co więcej dr Ewa Krzemińska prowadzi również regularnie zajęcia dydaktyczne w Uniwersytecie Warszawskim m.in. w ramach przedmiotów Geochronologia oraz Zaawansowane metody badań minerałów i skał.

Wniosek końcowy

Pozytywnie oceniam osiągnięcia naukowe dr Ewy Krzemińskiej ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego i stwierdzam, że odpowiadają one wymaganiom formalnym określonym w art. 219 ust.1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Wnioskuje zatem o dopuszczenie dr Ewy Krzemińskiej do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

