

Prof. dr hab. inż. Kazimierz Różański
Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
al. Mickiewicza 30
30-059 Kraków

**Ocena osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej
dr Jacka Pawlaka w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku**

Ocena osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej dr Jacka Pawlaka w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku, została sporządzona na podstawie pisma prof. dr hab. Ewy Słaby, Dyrektora Instytutu Nauk Geologicznych PAN w Warszawie (DIN-0002/JP/2021) z dnia 10 grudnia 2021 roku, otrzymanego 17 grudnia 2021 r, oraz przesłanej dokumentacji w formie elektronicznej zawierającej: (i) wniosek przewodni (ii) dane wnioskodawcy (iii) autoreferat (iv) wykaz osiągnięć naukowych, (v) kopie oświadczeń współautorów, oraz (vi) kopie publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe oraz innych prac opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora.

1. Wprowadzenie

Wtórne formy węglanowe występujące w jaskiniach krasowych (m.in. stalagmity, stalaktyty, polewy naciekowe) są przedmiotem zainteresowania paleoklimatologów od kilkudziesięciu lat. Nacieki jaskiniowe są uważane za jedne z najbardziej użytecznych archiwów zmian klimatycznych i środowiskowych na kontynentach. Sprawiają to następujące cechy tych obiektów: (i) mogą formować się przez długie okresy czasu liczone w dziesiątkach tysięcy lat, (ii) można je precyzyjnie datować z wykorzystaniem metod opartych o izotopy promieniotwórcze (m.in. radiowęgiel, metoda $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$), (iii) skład izotopowy tlenu i węgla w węglanach formujących nacieki może być odnoszony do ważnych parametrów klimatycznych i środowiskowych takich jak temperatura powietrza, ilość opadów oraz stan i rodzaj szaty roślinnej na obszarze zasilania wód meteorycznych wpływających do jaskini w okresie formowania się nacieków.

Prowadzone pod kątem rekonstrukcji paleoklimatycznych badania składu izotopowego tlenu i węgla w węglanach formujących nacieki jaskiniowe rozpoczęły się już na początku lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku. Rekonstrukcje te miały i mają najczęściej charakter jakościowy. Wynika to ze złożonej natury powiązań między mierzonym składem izotopowym tlenu i węgla w badanych formach naciekowych a parametrami klimatycznymi i środowiskowymi. Z mierzonego składu izotopowego tlenu badanych nacieków ($\delta^{18}\text{O}$) można zasadniczo wyznaczyć temperaturę atmosfery jaskini w momencie depozycji kalcytu pod warunkiem znajomości składu izotopowego tlenu w wodzie z której ten kalcyt się wytrąca oraz przy założeniu równowagi izotopowej w procesie formowania CaCO_3 . Ponieważ skład ten nie jest znany dla materiału deponowanego w przeszłości, można tylko estymować zmiany temperatury powietrza czyniąc przy tym szereg założeń co do zmian składu izotopowego opadów w przeszłości i czynników kontrolujących ten skład. Problem ten próbowano rozwiązywać poprzez pomiar składu izotopowego wodoru ($\delta^2\text{H}$) w inkluzjach wodnych obecnych w naciekach jaskiniowych, z którego wyznaczano skład izotopowy tlenu tych inkluzji i w połączeniu z mierzonym składem izotopowym tlenu w kalcytcie wykorzystywano go do wyznaczania temperatury jaskini. Jednak kwestia równowagi izotopowej w procesie formowania się nacieków jaskiniowych pozostawała otwarta. Skład izotopowy węgla w formujących się naciekach jaskiniowych

kontrolowany jest głównie przez stężenie i skład izotopowy glebowego dwutlenku na obszarze zasilania jaskini w wodę. Oba te czynniki związane są warunkami klimatycznymi na powierzchni (rodzaj pokrywy roślinnej, zawartość materii organicznej w profilu glebowym, temperatura). Dodatkowo, skład izotopowy węgla układu węglanowego w wodzie infiltrującej do jaskini zależy od geochemicznych warunków jego formowania się (tzw. układ otwarty lub zamknięty).

W ostatnich kilkunastu latach obserwuje się zwiększone zainteresowanie naciekami jaskiniowymi jako archiwami zmian klimatycznych i środowiskowych na kontynentach. Wynika ono z dwóch przyczyn (i) automatyzacji pomiaru składu izotopowego tlenu i węgla w kalcytynie umożliwiającą uzyskiwanie zapisów $\delta^{18}\text{O}$ i $\delta^{13}\text{C}$ o dużej rozdzielczości czasowej obejmujących znaczne okresy czasu, oraz (ii) rozwoju geochemii izotopologów związków węgla i tlenu zawierających dwa ciężkie izotopy (tzw. "clumped isotopes"). Umożliwiają one m.in. wyznaczenie temperatury formowania się kalcytyny nacieków jaskiniowych bez odnoszenia się do składu izotopowego wody i pozwalają na korygowanie efektów braku równowagi izotopowej w procesie formowania się kalcytyny. Ponadto, testowane są nowe indykatory zmian klimatycznych i środowiskowych (m.in. zawartość pierwiastków śladowych w naciekach, pyłki roślin zamknięte w ich strukturze krystalicznej).

Postępujące antropogeniczne zmiany klimatu w ostatnich dziesięcioleciach spowodowały wzrost zainteresowania klimatem ostatniego okresu interglacjalnego (ok. 130-116 tys. lat) traktowanego jako potencjalny analog zmian klimatu w holocenie. Pojawiło się szereg prac naukowych wykorzystujących nacieki jaskiniowe do rekonstrukcji różnych aspektów klimatu ostatniego interglacjału. W ostatnich kilkunastu latach opublikowano zapisy izotopowe $\delta^{18}\text{O}$ i $\delta^{13}\text{C}$ o dużej rozdzielczości czasowej w naciekach jaskiniowych obejmujące ostatni interglacjał dla Europy zachodniej i rejonu Alp. Brakowało natomiast analogicznych danych dla Europy środkowej i rejonu Karpat południowych. Badania habilitanta wypełniają tę lukę.

2. Omówienie i ocena osiągnięcia naukowego

Na osiągnięcie naukowe habilitanta zatytułowane "Rekonstrukcja warunków klimatycznych w okresie ostatniego interglacjału w rejonie Karpat na podstawie zapisów izotopowych z nacieków jaskiniowych" składa się cykl trzech powiązanych tematycznie publikacji:

1. Pawlak J., Błaszczak M., Hercman H., Matoušková Š., 2019. A continuous stable isotope record of last interglacial age from the Bulgarian Cave Orlova Chuka. *Geochronometria*, Vol. 46, pp. 87-101.
2. Pawlak J., Błaszczak M., Hercman H., Matoušková Š., 2021. Palaeoenvironmental conditions during MIS 6/MIS 5 transition recorded in speleothems from the Tatra Mountains. *Boreas*, Vol. 50, pp. 224-241.
3. Pawlak J., 2021. The speleothem oxygen record – a proxy for thermal or moisture changes? A case study of multiproxy records from MIS 5/MIS 6 speleothems from the Demänová Cave System. *Climate of the Past*, Vol. 17, pp. 1051-1064.

Publikacje stanowiące osiągnięcie naukowe habilitanta zostały opublikowane w ostatnich trzech latach (2019-2021). Zwraca uwagę wysoki stopień homogeniczności przedstawionego cyklu publikacji, bardzo dobrze ilustrującego charakter i zakres tematyczny przedmiotowego osiągnięcia naukowego. Wiodąca rola habilitanta w tym osiągnięciu jest bezdyskusyjna. W pierwszych dwóch publikacjach habilitant jest pierwszym autorem a w trzeciej jedynym autorem. Według złożonych oświadczeń współautorów pierwszych dwóch prac, udział habilitanta w tych pracach wyniósł 60%. Badania które legły u podstaw prezentowanego osiągnięcia naukowego prowadzone były przez habilitanta w ramach grantu NCN realizowanego w latach 2015-2019 i zatytułowanego "Rekonstrukcja warunków paleośrodowiskowych w oparciu o nacieki jaskiniowe dla północnych i

południowych Karpat dla interglacjału eemskiego i początku Vistulianu", którego był on kierownikiem. Stąd jego wiodąca rola w planowaniu i wykonaniu odpowiednich badań, interpretacji wyników oraz w przygotowaniu publikacji podsumowujących przeprowadzone badania. Wszystkie trzy czasopisma w których habilitant opublikował wyniki swoich badań (*Geochronometria*, *Boreas*, *Climate of the Past*) znajdują się na liście Journal Citation Reports (JCR) i są indeksowane w bazach danych Web of Science i Scopus. Mają one ugruntowaną pozycję na rynku czasopism naukowych które publikują prace z zakresu paleoklimatologii.

Centralnym problemem badawczym którym zajmował się habilitant i który jest przedmiotem jego osiągnięcia naukowego było zrekonstruowanie warunków klimatycznych i środowiskowych w Europie środkowej w okresie ostatniego interglacjału, w oparciu o badania nacieków jaskiniowych pochodzących z terenu Polski, Słowacji oraz Bułgarii. We wszystkich badanych obiektach habilitant wykorzystał te same narzędzia badawcze: (i) metodę uranowo-torową do określania okresu depozycji badanych nacieków jaskiniowych, (ii) analizę zmian składu izotopowego kalcytu ($\delta^{18}\text{O}$ oraz $\delta^{13}\text{C}$) badanych nacieków w funkcji ich wieku, wykonaną w reżimie wysokiej rozdzielczości czasowej, oraz (iii) pomiary zmian względnych koncentracji wybranych pierwiastków (Sr, Mg, Ba, Na, P, Fe, Mn, Si) w odniesieniu do koncentracji Ca, mierzonych w funkcji wieku badanego nacieku. Badano również zmiany wykształcenia kalcytu (tzw. zmiany mikrofacjalne) w funkcji czasu. Przedmiotem badań w publikacji nr.1 był pojedynczy obiekt (stalagmit) pochodzący z jaskini Orlova Chuka zlokalizowanej północnej Bułgarii, który rósł w okresie od ok. 129 do 112 tys. lat. W publikacji nr. 2 badano obiekty pochodzące z trzech jaskiń: Jaskinia Magurska (stalagmit), Dziura Wyżnia (stalagmit), oraz Jaskinia Brestovska (polewa naciekowa). Jaskinie te zlokalizowane są na stosunkowo małym obszarze (Tatry Zachodnie) i różnią się przede wszystkim wysokością n.p.m. otworu wejściowego (odpowiednio 1460 m, 1000 m oraz 880 m n.p.m.). Zakres aktywnego wzrostu badanych obiektów mieścił się w szerokim przedziale czasowym, od ok. 180 tys. do 80 tys. lat. W publikacji nr. 3 habilitant analizuje pojedynczy obiekt (stalagmit) pozyskany z systemu Jaskiń Demianowskich zlokalizowanych na Słowacji. Stalagmit był deponowany w okresie od ok. 142 do 82 tys. lat.

Badania habilitanta dostarczyły nowej wiedzy odnośnie zmian wskaźników izotopowych i geochemicznych w okresie ostatniego interglacjału (MIS 5e), w okresie poprzedzającym go (MIS 6) oraz w okresach po nim następujących (MIS 5a,b,c,d) na obszarze Europy środkowej. Bogaty materiał doświadczalny uzyskany przez habilitanta pozwolił również na porównanie uzyskanych przez niego zapisów wskaźników izotopowych zmian klimatycznych i środowiskowych w ostatnim okresie interglacjałnym ($\delta^{18}\text{O}$ i $\delta^{13}\text{C}$ kalcytu) z analogicznymi zapisami dostępnymi dla Europy zachodniej i południowej oraz Bliskiego Wschodu. Pozwala to na lepsze scharakteryzowanie zmienności przestrzennej klimatu ostatniego okresu interglacjałnego na kontynencie europejskim. Badania habilitanta (publikacja nr. 2) dostarczyły również istotnej informacji odnośnie wpływu warunków lokalnych (m.in. wysokość jaskini nad poziomem morza) na reprezentatywność zapisanych w naciekach informacji klimatycznych dla szerszego obszaru. Z badań habilitanta wynika iż największy potencjał w tym zakresie mają jaskinie położone stosunkowo wysoko, w strefie w której lokalna biosfera charakteryzuje się dużą czułością na zmiany klimatyczne. Omówione powyżej trzy publikacje składające się na osiągnięcie naukowe habilitanta reprezentują w opinii recenzenta wysoki poziom merytoryczny i stanowią istotny wkład w badania klimatu i jego zmienności czasowo-przestrzennej w okresie ostatniego interglacjału na kontynencie europejskim.

3. Ocena istotnej aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej habilitanta

Pan Jacek Pawlak obronił w 2011 roku rozprawę doktorską zatytułowaną "Numeryczna ocena wiarygodności rekonstrukcji paleoklimatycznych na podstawie analiz izotopowych holocenijskich osadów węglanowych z terenu Polski południowej". Przewód doktorski został przeprowadzony w Instytucie Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk. Od 2009 roku habilitant jest zatrudniony w

ING PAN, początkowo jako laborant (2009-2011), następnie jako asystent (2011-2012) i obecnie jako adiunkt.

Dr Jacek Pawlak jest autorem bądź współautorem 21 publikacji (wszystkie po uzyskaniu stopnia doktora). Sumaryczna liczba cytowań według bazy Web of Science (dostęp 18.12.2021) wynosi 177 (156 bez autocytowań) a H-indeks jest równy 7. Sumaryczny współczynnik wpływu wynosi 39,381 a sumaryczna liczba punktów MNiSW wynosi 1680. W okresie 2011-2019 habilitant prezentował swoje badania na 15 konferencjach międzynarodowych i 8 konferencjach krajowych (sumarycznie 38 wystąpień). Brał również udział w przygotowaniu i prowadzeniu warsztatów na konferencji międzynarodowej (31st IAS Meeting of Sedimentology, Kraków, 2015).

Habilitant brał udział w realizacji czterech grantów badawczych NCN, w jednym z nich jako kierownik a w pozostałych jako wykonawca. Ponadto, brał udział w 15 projektach wewnętrznych ING PAN, w siedmiu z nich jako koordynator projektu.

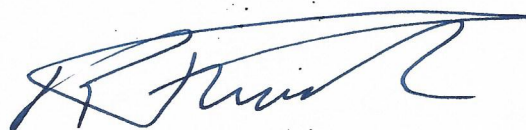
W okresie 2013-2014 dr Jacek Pawlak odbył 10-miesięczny staż badawczy we Nantes, Francja, w ramach projektu ATLAB. Miał tam okazję poznać podstawy technik modelowania molekularnego i rozwinął swoje umiejętności programowania. Zajmował się również problematyką adsorpcji uranu i toru na minerałach ilastych. Staż ten zaowocował publikacjami w zakresie zastosowań nieparametrycznych metod do interpretacji danych izotopowych w naukach o Ziemi, w tym wykorzystania algorytmów genetycznych do korelacji danych geologicznych. W ramach współpracy bilateralnej z Instytutem Geologicznym Czeskiej Akademii Nauk habilitant prowadził intensywną współpracę z pracownikiem tego instytutu, dr Šárką Matouškovą w zakresie pomiarów koncentracji pierwiastków śladowych oraz stosunków aktywności izotopów uranu i toru w naciekach jaskiniowych.

Dr Jacek Pawlak był współ-promotorem dwóch prac magisterskich realizowanych na Uniwersytecie Poznańskim oraz promotorem pomocniczym doktoratu Pani Doroty Podgórskiej zatytułowanego "Rekonstrukcja warunków paleośrodowiskowych Vistulianu na podstawie analizy nacieków jaskiniowych z Demianovskiego Systemu Jaskiniowego" obronionego w 2019 roku na Uniwersytecie Jagiellońskim. Habilitant był dwukrotnie wyróżniony Medalem Marii Markowicz-Łohinowicz (2014 oraz 2020) za publikacje naukowe.

4. Podsumowanie

Wysoko oceniam przedstawione w Autoreferacie osiągnięcie naukowe Pana dr Jacka Pawlaka jak i jego aktywność naukową. Dysponuje on solidnym dorobkiem naukowym. Badania habilitanta wniosły istotny wkład w rekonstrukcje warunków klimatycznych i środowiskowych w okresie ostatniego interglacjału na kontynencie europejskim. W mojej opinii dr Jacek Pawlak jest w pełni ukształtowanym badaczem, zdolnym do samodzielnego formułowania i realizacji badań naukowych, pozyskiwania niezbędnych funduszy na badania, oraz umiejącym organizować współpracę naukową na poziomie krajowym i międzynarodowym.

Poziom merytoryczny zaprezentowanego osiągnięcia naukowego jak również dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny dr Jacka Pawlaka spełnia w opinii recenzenta wszystkie przesłanki warunkujące nadanie stopnia doktora habilitowanego wymienione w art. 221 ust. 1 pkt 1-3 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r.



Kraków, 8 luty 2022 roku