

Rozmowa Magdaleny Dumańskiej-Słowik z Profesorem Maciejem Pawlikowskim, petroarcheologiem, biomineralogiem i podróżnikiem

Dr hab. inż. Magdalena Dumańska-Słowik (M.D.-S.): Jak rozpoczęła się Pana przygoda z geologią i badaniami naukowymi?

Prof. dr hab. inż. Maciej Pawlikowski (M.P.): Był rok 1967. Na stacji kolejowej w Krzeszowicach kłębił się niewielki tłumek oczekujących na przyjazd pociągu relacji Katowice–Kraków. Po chwili stałem na platformie między przedziałami i przeglądałem „urobek” skamieniałości zebrany tego dnia. Obok stał starszy, szczupły pan i uważnie się przyglądał temu, co wyjmowałem z małego woreczka. *Pan się tym interesuje?* – zapytał. *Tak – zbieram minerały i skamieniałości. Studiuję geologię na AGH* – odpowiedziałem, wsypując z powrotem kamyki do woreczka. Pociąg zbliżał się do Krakowa. *Może zagłębnie Pan do mnie na krótką rozmowę?* – zapytał nowo poznany pan, wysiadając z pociągu i dodał: *AGH, budynek A0, pokój 126. Do widzenia.*

Kilka dni później przechodziłem na AGH koło pokoju 126 w pawilonie A0 i postanowiłem odwiedzić pana z pociągu. Przeczytałem informację na drzwiach: *Kierownik Zakładu Złóż Soli i Surowców Chemicznych Profesor Józef Poborski. Zapukałem, usłyszałem: Proszę* – i otworzyłem drzwi. Siedział za biurkiem. *Niech Pan usiądzie* – zaproponował.

Po kilku rozmowach zostałem przyjęty jako asystent stażysta do zakładu prof. Józefa Poborskiego. Zajmowałem się porządkami i pomocą profesorowi podczas wykładów i wyjazdów terenowych. Coraz bardziej wciągałem się w problematykę realizowaną w zakładzie, która dotyczyła złóż gipsów, siarki i soli.

Czy myślał Pan o doktoracie? – zapytał mnie kiedyś profesor. *Owszem – chcę pisać doktorat z Wieliczki.* Profesor zastanowił się i stwierdził: *W Wieliczce już niemal wszystko jest zrobione.* Im dłuższe były nasze dyskusje, tym bardziej profesor nie zgadzał się na moje badania w Wieliczce.

Minął rok stażu i profesor stwierdził: *Minął Pana staż i musimy się pożegnać.* Zostałem niemal wyrzucony z zakładu – smutno. Poszedłem do ówczesnego dyrektora Instytutu Geologii i Surowców Mineralnych prof. Mariana Banasia. *Panie Profesorze – zacząłem nieśmiało – skończyłem staż w zakładzie Profesora Poborskiego i nie mam co ze sobą zrobić. Może znajdzie się jakieś miejsce dla mnie? Będę pisał pracę doktorską z Wieliczki i napiszę ją w trzy lata* – obiecałem. Po jakimś czasie zostałem przyjęty na stanowisko pełnomocnika instytutu do współpracy z przemysłem. Przydzielono mi biurko w laboratorium Zakładu Mineralogii, Petrografii i Geochemii na Wydział Geologii i Geofizyki AGH. Zostałem uratowany.

Przez rok jeździłem do Wieliczki na szóstą rano, by razem z górnikami zjechać na dół do kopalni. Zbierałem materiały do doktoratu. Były to duże próbki różnych soli.



Ryc. 1. Profesor Maciej Pawlikowski.
Fot. P. Pawlikowski

Każda o wadze kilku kilogramów. Przywoziłem je do laboratorium AGH, gdzie rozpuszczałem w wodzie. Pozostający nierozpuszczony materiał wielkich soli badałem, wykorzystując różne metody. Okazało się, że z tych pozostałości po rozpuszczeniu soli można się dużo dowiedzieć o sedymentacji i warunkach panujących 13 mln lat temu w mioceńskim, podkrakowskim morzu.

Doktorat obroniłem, a na małym przyjęciu po obronie profesor Poborski podszedł do mnie i powiedział: *Gratuluję, miał Pan rację, realizując ten doktorat z Wieliczki.* Dostałem także nagrodę rektora. Postanowiłem nadal zajmować się tą problematyką. Po krótkim czasie habilitowałem się z problematyki gipsowo-siarkowej i piroklastycznej.

M.D.-S.: Pracował Pan także w Libii. Może Pan coś więcej opowiedzieć?

M.P.: Był to rok 1974. Obiady jadałem w stołówce, w Przedsiębiorstwie Geologicznym na ulicy Kijowskiej. Stałem w kolejce po obiad i wszyscy powoli przesuwali się, by odebrać talerz z posiłkiem. Za mną stał sympatyczny pan, któremu najwyraźniej się spieszyło. *Może Pan wejdzie przede mnie?* – zaproponowałem. *Dziękuję* – powiedział i przeszedł do przodu, dodając: *Ja skądś Pana znam. Czy nie pracuje Pan na AGH? Tak – pracuję w geologii, a dokładniej w mineralogii.* Odebrał obiad i przechodząc, zaproponował: *Niech Pan przyjdzie do mojego stolika, to pogadamy.* Gdy usiadłem, zaproponował: *Niech*



Ryc. 2. Maciej Pawlikowski w laboratorium Zakładu Mineralogii, Petrografii i Geochemii AGH w trakcie realizacji doktoratu – 1974 r. Z tyłu pan Bolesław Wiecheć – technik specjalista od badań rentgenowskich. Fot. S. Konopacki

Pan wpadnie do mnie po obiedzie na pierwsze piętro do sekretariatu. Po obiedzie stałem przed drzwiami sekretariatu, czytając: Dyrektor Julian Mróz. Wszedłem. Wie Pan – zwrócił się do mnie – przedsiębiorstwo pod kierownictwem GEOPOLU prowadzi badania i dokumentacje złóż w Libii. Przydałby się mineralog do tych prac, powiedzmy na rok. Warunki są bardzo dobre, choć pracy dużo. Wychodząc z gabinetu wyjąkałem: Muszę to skonsultować z rodziną.

Rodzina się zgodziła i odbyłem spotkanie z szefem działającej firmy panem magistrem Romanem Rabajczykiem. Po kilku tygodniach lądowałem w Trypolisie. Była połowa czerwca. Podczas wychodzenia z samolotu zatkał mnie upał. Gdy odzyskałem oddech i schodziłem po schodkach na płytę lotniska, pomyślałem ze strachem: *Przecież ja tu rok nie wytrzymam.*

Zawieziono mnie do małej miejscowości El Homs nad brzegiem morza. Dostałem pokoik w bloku mieszkalnym. Następnego dnia wraz z profesorem Rafałem Unrugiem, który ze mną przyleciał, zameldowałem się u nowego szefa – Romana Rabajczyka. Poinformował nas o prowadzonych badaniach i dokumentacjach. W El Homs miała powstać wielka cementownia – surowców do niej miałem szukać właśnie ja. Przez trzy noce nie spałem i doszedłem do wniosku, że przez rok może mi się jednak uda taka robota. Zacząłem kolejnego dnia. Mapy, auto, urządzenie do wiercenia – powoli kompletowałem sprzęt.

Złóża gliny i wapieni znajdowały się blisko. Wykonanie map i obliczenie zasobów zajęło trochę czasu, ale szef był bardzo zadowolony. Poprosił mnie do siebie i zaproponował: *Pojedziecie z profesorem Rafałem na wycieczkę. Dostaniecie auto, szofera i wszystko, co niezbędne i pojedziecie na południe pod granice Libii z Czadem, w rejon Galmoya. Zróbcie badania terenowe. Odszukacie wapienie trzeciorzędowe i powierzchniowe złoża hematytu. Możecie także popatrzeć za złożami kaolinitu, którego cena ostatnio szybko rośnie na światowych giełdach.* Po dwóch dniach męczącej jazdy byliśmy w Sabha na południu Libii, na środku Sahary. Temperatura w cieniu to 52°C. Wróciliśmy do bazy szczęśliwi. Wszystko udało się zrobić. Postanowiliśmy więc zwiedzić pobliskie rzymskie miasto Leptis Magna o wspaniałej architekturze. Praca w Libii dobiegła końca. Na AGH wróciłem w 1975 r. i okazało się, że awansowałem.

M.D.-S.: Przez wiele lat prowadził Pan również badania w Egipcie. Jak Pan tam trafił?

M.P.: Umówiłem się kiedyś na spotkanie z prof. Januszem Kozłowskim z Instytutu Archeologii Uniwersytetu Jagiellońskiego. Gdy wszedłem do jego gabinetu, od stołu podniósł się sympatyczny pan i z uśmiechem przedstawił: *Kozłowski* – i dodał w kierunku drugiego pana – *Bolku pozwól to Pan Pawlikowski, geolog z AGH.* Po chwili dowiedziałem się, że profesorowie planują ekspedycję archeologiczną do Egiptu, w rejon oazy Fayum. Informacja o miejscu badań pobudzała wyobraźnię. Będziemy badali rejon Qasr el Sagha, czyli po arabsku rejon Zamku Skarbów – mówił profesor. Dalsza prezentacja planów ekspedycji skłoniła mnie do pytań. *Czy są mapy terenowe?* – *Nie ma* – odpowiedzieli zgodnie obaj profesorowie. *A mapy geologiczne?* – *Nie ma.* Zapadła cisza. Nie swoim głosem zaproponowałem: *Jeśli mogę pomóc, to chętnie te mapki zrobię.*

Po trzech tygodniach wędrowałem po pustyni w rejonie Qasr el Sagha, robiąc teodolitem mapkę topografii okolicy. Miały się zacząć prace wykopaliskowe. Jednak przed ich rozpoczęciem nasz inspektor stwierdził, że nie rozpoczniemy badań bez kasy pancernej. Twierdził, że wszystko, co zostanie wykopane, należy trzymać w kasie pancernej, bo takie są przepisy. *Bez kasy nie ma wykopalisk* – zawyrokował.

Pojechaliśmy do Kairu do dyrektora zaprzyjaźnionego instytutu niemieckiego z prośbą o pomoc w zorganizowaniu kasy pancernej i jej transportu na pustynię do Qasr el Sagha. Dyrektor okazał się niezwykle pomocny. Kasa pancerna z czasów Wilhelma II była w piwnicy instytutu. Piękna, o rzeźbionych drzwiach. Po tarapatach dojechaliśmy z kasą na pustynię, gdzie dźwиг zestawił ją na piasek. Inspektor był szczęśliwy i stwierdził: *Jutro zaczynamy badania.*

Przyszedł dzień następny. Wszyscy byli na stanowisku i chcieli rozpocząć badania. Inspektora nie było. Przyszedł po dłuższym czasie i stwierdził: *Księga, w której mam zapisywać wszystko, co wykopiecie, jest w kasie pancernej, a klucz do kasy „się zgubił”.*

Zaistniała sytuacja zmusiła nas do ponownego wyjazdu do Kairu i poszukiwania kasiarza, który umie otworzyć kasę z czasów Wilhelma II. Oczywiście w Kairze jest wszystko i po dniu poszukiwania znalazł się starszy Arab, który stwierdził, że: *jak Allah pozwoli*, to otworzy tę kasę. Zawieźliśmy go na pustynię. Wszystkim kazał się odwrócić i nie patrzeć, jak ją otwiera. Po chwili drzwi skrzypnęły i kasa została otwarta. Inspektor ponownie był szczęśliwy. W kasie rzeczywiście była wielka księga inwentarzowa, skarpetki i drugie śniadanie inspektora. Następnego dnia można było zacząć wykopaliska.

Rejon Zamku Skarbów okazał się niezwykle ciekawy, bowiem jezioro Karun (Qarun), które tu do dzisiaj istnieje, jest bezodpływowe. Oznacza to, że zmniejszało się i powiększało w zależności od opadów i ilości wody doprowadzanej rzekami do jeziora. Wraz z oscylacją jego linii brzegowej zmieniała się lokalizacja dawnych osad. Badając odkryte stanowiska archeologiczne i wykonując daty radiowęglowe C^{14} okruchów węgla z tych stanowisk, można było zrekonstruować warunki klimatyczne i rozpoznać, jak one wpływały na migrację ludzi nad jezioro

Qarun. Tak po wielu sezonach badań zostały zrekonstruowane zmiany klimatu (pustynnienie) w okresie przejściowym między neolitem i czasami pierwszej dynastii. Czyli zrekonstruowano warunki klimatyczne w najbardziej ekstremującym badaczy czasie powstawania Egiptu dynastycznego. Wyniki badań dowiodły, że to pustynnienie spowodowało migrację ludzi z Sahary do doliny Nilu. Ta mieszanina ludzi utworzyła po latach dynastyczną społeczność Egiptu.

Wyniki uzyskane w Qasr el Sagha otworzyły drogę do następnych etapów badań w Egipcie, w tym stanowisk w rejonie Armant, Deir el-Bahari, Banha, Hierakonpolis, Tell el-Farkha i innych.

M.D.-S.: Jak się to stało, że zainteresował się Pan także starymi kopalniami?

M.P.: Pani doktor Bronisława Oszacka, z którą miałem przyjemność urzędować w jednym pokoju, pracowała nad złożami rud manganu w Tatrach. Teren obejmował Dolinę Lejową i Chochołowską. Pewnego dnia pani doktor zapytała: *Czy mógłby mi Pan pomóc zebrać próbki skał manganowych do mojej habilitacji? Ma Pan doświadczenie i samochód – dodała. Możemy pojechać w Tatry? Jasne –* odpowiedziałem i pojechaliśmy do starych kopalń manganu do Doliny Chochołowskiej. Był rok 1977.

Wykorzystując stare mapy, dotarliśmy z panią doktor do jakiejś niewielkiej dziury. *Dobrze – to ja wchodzę do środka, zobaczymy, co tam jest.* Zabrałem plecak, młotek i woreczki na próbki. Wcisnąłem się do środka, gdzie okazało się, że mała dziura rozszerza się w chodnik górniczy biegnący stromo w dół. Gdy podniosłem się z kolan, zauważyłem, że stoję na skalnym rumoszu zaścielającym podłogę chodnika. Światelko latarki nie trafiało na jego koniec. Ruszyłem ostrożnie w dół. Co jakiś czas rumosz, po którym szedłem, szurał i ześlizgiwał się spod nóg. Do końca sztolni zostało jeszcze 20–30 metrów. Obejrzałem się za siebie i zobaczyłem w górze jasną kropczkę wyjścia ze sztolni.

Jak to, co jest na dnie chodnika, ruszy na dół, to ucieczki nie mam – pomyślałem, schodząc do przodka korytarza. *No a teraz należy młotkiem odbić próbki ze skały –* powiedziałem do siebie półgłosem, wyjmując młotek i woreczki na próbki. *Jak mocniej uderzę w skałę, to wszystko to, co jest nade mną, zjedzie na mnie, jak amen w pacierzu.* Uderzyłem młotkiem, nasłuchując reakcji wiszącego nade mną „gołoborza”. Cisza. Kolejne uderzenia pozwoliły zebrać kilka próbek. Zrobiłem fotografie „przodka”, z którego brałem próbki i ruszyłem pod górę do wyjścia. Po kilku krokach „gołoborze” ożyło i z hurmem zjechało kawałek w dół. Zamarłem, ale ruch ustał. Udając, że nic nie waży, wspinałem się do wejścia. Po chwili wyszedłem na zewnątrz. Czekała na mnie pani doktor była błada i coś po cichu mówiła. *Co jest? –* zapytałem. *Modliłam się, żeby się nic nie stało –* powiedziała cichym głosem. Szczęśliwie dojechaliśmy do Krakowa.

M.D.-S.: A skąd u Pana zainteresowanie Podhalem i wodami termalnymi?

M.P.: Pewno wzięło się ono stąd, że Pawlikowscy pochodzą z Małego Cichego pod Tatrami. Poza tym po

habilitacji, w latach 80. ubiegłego stulecia prof. Roman Ney, ówczesny dyrektor Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN w Krakowie, zaproponował mi współpracę w zakresie zagadnień geotermalnych. Właśnie uruchomiono wydobywanie gorącej wody w Bańskiej Niżnej na Podhalu, przeznaczonej do ogrzewania domów, w tym także w Zakopanem. Po rozmowach z prof. Julianem Sokołowskim, osobą wiodącą w zakresie geotermii w Polsce, została podjęta decyzja o stałym monitoringu geochemicznym i mineralogicznym wód termalnych wydobywanych w Bańskiej Niżnej. Po kilku miesiącach funkcjonowania monitoringu ilość zebranych danych i wiedza o mechanizmach funkcjonowania systemu była bardzo duża. Okazało się, że wody termalne na wiosnę, gdy rozpuszczają się śniegi w Tatrach, są chłodniejsze niż w lecie, bo powstająca z nich woda zasila system geotermalny. Zmienia się także sezonowo jej skład chemiczny. Dotyczyło to oznaczanych pierwiastków, w tym potasu. Ze względu na wyjątkowo wysoką, wręcz unikatową zawartość potasu w tej wodzie termalnej Podhala podjęto rozmowy o uznaniu jej za wodę mineralną i butelkowaniu. W tym czasie uruchomiono wydobywanie wody termalnej w Bukowinie i innych lokalizacjach Polski, w tym także na Niżu, w Toruniu.

Prace badawcze, jakie prowadziłem ze Słowakami w rejonie Bańskiej Bystrzycy, zaowocowały wstępnym projektem geotermii w obszarze mioceniowego, nieczynnego wulkanu Polana w pobliżu Bańskiej Bystrzycy. Wykorzystanie lokalnych wód termalnych do ogrzewania domów w sytuacji, gdy Słowacja prawie nie posiada surowców energetycznych, wydaje się niezwykle ciekawe i istotne.

Badania geotermalne mają bezpośredni związek z projektem otrzymywania słodkiej wody pitnej z wody morskiej z wykorzystaniem wody geotermalnej. Asumpt do tego projektu dały badania gorących źródeł na półwyspie Synaj. W projekcie tym gorąca woda może być wykorzystywana do podgrzewania i odparowywania wody morskiej. Po skropleniu pary wodnej otrzymuje się wodę destylowaną, która po dodaniu odpowiednich jonów może być wykorzystywana jako woda pitna i woda do nawadniania upraw. Ilość wytwarzanej tym sposobem wody jest zależna od wielkości systemu geotermalnego. Wstępne rozmowy z Ministerstwem Środowiska Egiptu dotyczące realizacji projektu zostały chwilowo wstrzymane ze względu na sytuację polityczną.

M.D.-S.: Wykonywał Pan także badania i rekonstrukcję geologiczną historii Wzgórza Wawelskiego. Proszę opowiedzieć o pracy na Wawelu.

M.P.: Gdy szefem Wawelu został profesor Andrzej Betlej, którego poznałem na studenckiej praktyce w Ważnych Młynach nad Liswartą, zwrócił się do mnie z propozycją przygotowania scenariusza do krótkiego filmu o Wzgórzu Wawelskim. Na Wawelu miała powstać nowa trasa turystyczna, na której miał być wyświetlany film, a jego scenariusz ja miałem przygotować. Jak zrobić krótki film, by przedstawić w nim historię Wzgórza Wawelskiego liczącą ok. 130 mln lat? Powiedzmy w ciągu 15 minut? Postanowiłem przygotować wiele rysunków, które animatorzy filmu o Wzgórzu Wawelskim mieli zamienić w ruchomy film rysunkowy.

Po pół roku pracy rysunki były gotowe. Ich odbiór przez dyrektora miał się odbyć w jego gabinecie, podczas spotkania naukowego pracowników Wawelu. O wyznaczonej godzinie profesor Betlej rozpoczął spotkanie, po czym zaprezentowałem moje rysunki do przyszłego filmu. Cała prezentacja trwała 20 minut. Po jej zakończeniu dyrektor stwierdził: *Interesujące, ale trzeba będzie ten scenariusz skrócić*. 130 milionów lat skrócone do 20 minut jeszcze trzeba skrócić? Ustaliliśmy, że dokonają tego realizatorzy filmu, bo ja nie umiałbym tego zrobić.

Naukowe kontakty z Wawelem miały także swoją część archeologiczną. Otrzymałem do badań średniowieczną ceramikę, która okazała się bardzo interesująca. Innym tematem były badania małych dołków odkrytych na Wawelu pod Rotundą Najświętszej Marii Panny. Wyniki badań wykazały, że są to tak zwane dołki posłupowe. Ich obecność dowodzi, że zanim wybudowano na wzgórzu Wawelskim kamienną romańską rotundę, stały tam jakieś konstrukcje drewniane. Wawel nadal kryje ogromną liczbę naukowych niespodzianek.

M.D.-S.: Znaczną część Pana pracy to badania petrologiczne. Jakich skał one dotyczyły?

M.P.: Petrologią interesowałem się już w ramach Studenckiego Koła Naukowego Geologów AGH. Pierwszymi próbkami do badań były skały osadowe typu fliszowego z doliny Kamienicy w Gorcach. Skały okazały się trudne do interpretacji, ale tym bardziej były interesujące. Potem się potoczyło. Badałem między innymi: gabra z Nowej Rudy, serpentynity z Nasławic, skały osadowe Egiptu (rejon Armant, Deir el-Bahari, Qasr el-Sagha i Tell el-Farkha). Przedmiotem moich zainteresowań były także skały z grobu Chrystusa w Jerozolimie, dostarczone przez prof. S.N. Klimasa – z Franciszkańskiego Studium Biblijnego (*Studium Biblicum Franciscanum*) w Jerozolimie. Bardzo interesujące okazały się skały ze świątyni królowej Hatszepsut w Deir el-Bahari (Górny Egipt), jak też skały z Vadi Hammamat (Pustynia Wschodnia), gdzie w dużych ilościach występuje między innymi złoto. Po sąsiedztwie badałem andezyty z rejonu Presova na Słowacji, a także skały wulkaniczne rejonu Bańskiej Bystrzycy, Lubietovej i Španiej Doliny, gdzie obok miedzi występuje także mineralizacja złotem.

Podczas ekspedycji naukowej w Rodopach badałem najstarsze skały magmowe Europy (granity z Rodopów) oraz surowce Epoki kamienia (opale i agaty). Osobny, wielki temat dotyczył surowców kamiennych wykorzystywanych przez pierwszych ludzi wędrujących 2,5 mln lat temu doliną Dunaju – rejon Nikopola. Przedmiotem mojego szczególnego zainteresowania była także petrografia skał zbiornikowych wód geotermalnych Podhala, Pienin i innych rejonów Polski.

M.D.-S.: A skąd u Pana zainteresowania mineralizacją kruszcową?

M.P.: Zaczęło się od cechsztyńskich soli na monoklinie przedsudeckiej. Przeglądanie geologicznych map i profili wierceń dowodziło monoklinalnego zapadania skał. Poczynając od Sudetów w kierunku północno-wschodnim zapadają one coraz głębiej ku środkowej części Polski.

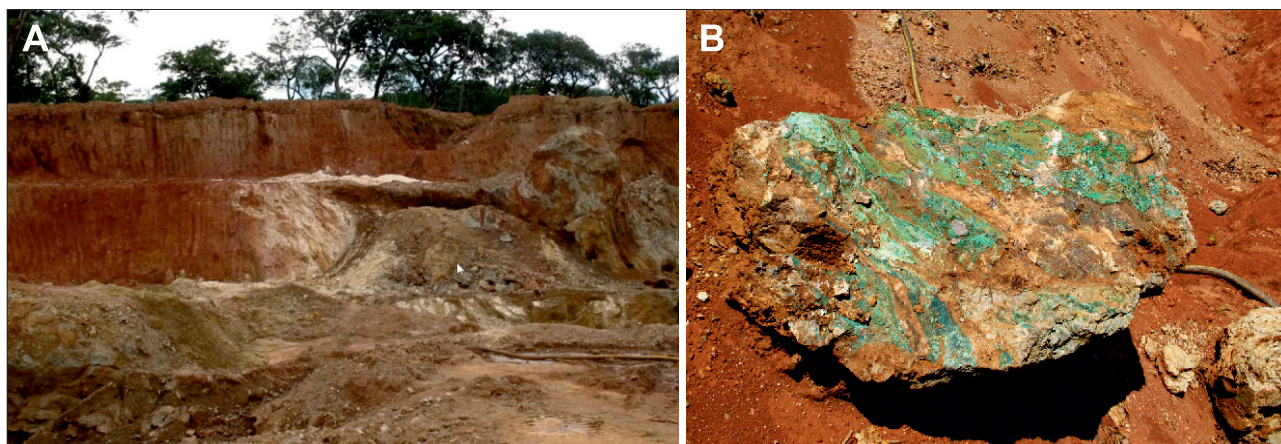
Dalsze drażnienie tematu doprowadziło do przekonania, że w centralnej Polsce cechsztyńskie solanki wynosiły rozpuszczone w nich metale z głębokości ok. 8 km. Tak wzbogacone solanki, migrując pod osadami cechsztynu w coraz płytsze partie monokliny przedsudeckiej, schładzały się. Po schłodzeniu i przekroczeniu iloczynów rozpuszczalności metali z solanek tych wytrącały się minerały, w tym głównie minerały miedzi. Krystalizujące fazy mineralizowały nie tylko biały spągowiec, ale także występujące nad nim osady cechsztyńskie. Hipoteza ta została zweryfikowana przez prof. Henryka Kuchę, wybitnego specjalistę kruszcowego. Kontynuacja badań na ten temat, w tym zwłaszcza badania kierunków zrostu kryształów galeny i składu chemicznego występujących w nich inkluzji solankowych, pozwoliły dodatkowo włączyć do tej teorii genezę naszych złóż Zn-Pb. W tym wypadku solanki z głębokich partii centralnej Polski wynosiły cynk i ołów. W ten sam sposób utworzyły się także koncentracje Pb w obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich (Ołowianka, Miedzianka i in.).

Prezentowane poglądy skłaniają do przypuszczenia, że także w innych rejonach Polski są możliwe koncentracje metali, np. w zachodniej części północno-wschodniej Polski oraz w zachodniej części zagłębia węglowego Lubelszczyzny. Dodajmy, że w zagłębiu natrafiono wierceniami na znaczne koncentracje pirytu i markasytu.

Doświadczenia związane ze złożami Cu w LGOM i Zn-Pb spowodowały, że zaproszono mnie do badań miedziowych złóż Katangi w Kongo (ryc. 3). Przez Amsterdam dotarłem do Nairobi w Kenii. Stamtąd ruszyłem przez Tanzanię do Lubumbashi w południowej Katandze. Po wylądowaniu przeszedłem do sali odpraw, gdzie miał na mnie ktoś czekać i zabrać mnie do bazy. Siedziałem jeden biały wśród miejscowych, którzy bardzo chcieli mi pomóc. Jeden zabierał bagaże, drugi chciał mi coś dać, inny chciał paszport. Próbowałem zatelefonować do firmy, ale okazało się, że nie mam roamingu. Adresu firmy w Lubumbashi, do której przyjechałem, też nie miałem. Tragedia. Po półgodzinie czekania podszedł do mnie prawie dwumetrowy Murzyn i zagadał po polsku: *Jestem Grzesiek, mam Pana zabrać do bazy*. Emocje opadły.

Jedziemy do bazy – myślałem. *Baza to pewno jakieś gliniane chatki z dachami z liści bananowca*. Ruszyliśmy terenową *Toyotą* przez zatłoczone miasto, a baza okazała się grupą świetnie wyposażonych domków z basenami i służbą. Następnego dnia mieliśmy ruszyć do dżungli, by obejrzeć złożę miedzi Kajuba. Złożę nie miało dokumentacji, map geologicznych i geodezyjnych oraz szczegółowych badań geochemicznych. Po rozmowie z szefem został sprowadzony z RPA analizator rentgenowski. Oznaczał skład pierwiastkowy i zapisywał w pamięci. Okazało się, że miedź w złożu występuje w niewielkich koncentracjach wyłącznie jako malachit. Po miesiącu badań złoża Kajuba wróciłem na krótko do Polski. Właściciele innej kopalni – *Renzo* – prosili o takie samo zbadanie ich złoża. Wróciłem więc i zrobiłem badania. Okazało się, że oba złoża, jeśli chodzi o zasoby miedzi, są prawie wyczerpane. Zawierają natomiast inne cenne pierwiastki, które mogą być z korzyścią wydobywane.

M.D.-S.: Badał Pan także mineralne osady z dna Pacyfiku.



Ryc. 3. Kopalnia miedzi Kajuba w Katandze (Kongo): A – poziomy wydobywcz; B – malachitowa ruda miedzi. Fot. M. Pawlikowski

M.P.: Pewnego dnia usłyszałem pukanie do drzwi. Proszę – zaprosiłem pukającego. Wszedł wysoki pan i powiedział: *Nazywam się Ryszard Kotliński. Jestem dyrektorem zjednoczenia Interoceanmetal. Zrzesza ono kilka państw i zajmuje się wydobywaniem i geologicznym rozpoznaniem koncentracji mineralnych znajdujących się na dnie oceanów i mórz. Wydobywanie koncentracji prowadzi specjalistyczny statek rosyjski. Właśnie wrócił z Pacyfiku i przywiózł kilka ton koncentracji mineralnych. Czy zechciałby Pan w ramach współpracy zbadać te koncentracje? Oczywiście – odpowiedziałem – jestem bardzo zainteresowany.* Po kilku dniach dotarła do mnie paczka z koncentracjami od *Interoceanmetal*. W środku były ciemne kulki mineralne wyciągnięte z dna Pacyfiku na głębokości ponad trzech kilometrów (ryc. 4). Należało brać się do badań. Wykazały one, że budowa koncentracji jest strefowa, podobna do cebuli. W koncentracjach przemiennie występują warstewki wzbogacone w żelazo i mangan, zawierające domieszki różnych metali, w tym miedzi, chromu, ołowiu i innych. Tworzą się w większej ilości w pobliżu podwodnych wulkanów i gorących źródeł. Zmineralizowane wody z tych źródeł w miarę odpływania od wulkanicznych szczelin schładzają się i wówczas strącają się z nich różne metale, tworząc właśnie koncentracje.

Skład koncentracji znajdujących się blisko ognisk magmowych jest inny niż koncentracji od nich odległych. Wzrost koncentracji znajdujących się w wodzie ponad dnem oceanu jest szybszy niż koncentracji przykrytych osadami dennymi, dlatego budowa tych „cebulkowatych” koncentracji jest niesymetryczna. Część wystająca ponad dno ma grubsze warstewki minerałów niż część tkwiąca w osadach na dnie.

Był rok 2000, gdy na zaproszenie Rosyjskiej Akademii Nauk udałem się do Syktywkaru, stolicy republiki Komi, na konferencję pt. *Biominalogia*. Po różnych przygodach dotarłem za koło podbiegunowe i trafiłem do Hotelu Pierwomajskiego. Obrady konferencji odbywały się w sali konferencyjnej Instytutu Geologii Republiki Komi. Po konferencji był bankiet, w którym jako jedyny gość zagraniczny otrzymałem honorowe miejsce przy stole obok dyrektora instytutu prof. Nikolaja Youskina. Po kilku toastach i rozluźnieniu się atmosfery spotkania dowiedziałem się, że córka profesora jest dyrektorem *Interoceanmetal* w Rosji i kieruje aktywnością floty statków wydobywających między innymi koncentracje z dna Pacyfiku.

M.D.-S.: Interesował się Pan także osadami jezior. Proszę o trochę szczegółów.

M.P.: Zadzwoiła do mnie prof. Magdalena Ralska-Jasiewicz z Instytutu Botaniki im. W. Szafera PAN w Lublińcu. *Czy znalazłby Pan chwilkę na wizytę u nas?* – zapytała pani profesor. *Jasne* – szybko ustaliliśmy termin. Gdy przyszedłem na spotkanie pani profesor podała herbatkę. Usiedliśmy i usłyszałem: *Koledzy z Warszawy badają niesamowite jezioro. Nazywa się Gościąg i znajduje się jakieś 20 kilometrów na południowy wschód od Włocławka. Jego niesamowitość polega na tym, że od ok. 13 tys. lat co roku osadzają się w nim dwie cienkie warstewki – jasna i ciemna. Jest to więc rodzaj naturalnego, geologicznego kalendarza. Organizuję grupę różnych specjalistów do projektu, aby zbadać to zjawisko. Czy zechciałby Pan wziąć udział w tym projekcie?* – zapytała pani profesor. Przedstawiony zespół naukowców wskazywał, że projekt będzie czymś wyjątkowym na skalę światową. Nie było się co zastanawiać. Pojechaliśmy nad jezioro mniej więcej miesiąc później. Była zima, a planowane wiercenia i wydo-



Ryc. 4. Konkrekcja z dna Pacyfiku. Fot. M. Pawlikowski

bycie rdzeni z osadami jeziornymi miały się odbywać z tafli lodu zamrożonego jeziora.

Konstrukcja z wiertnicą stała na lodzie. Było kilkanaście stopni mrozu i wiaterek przewiewający wszystko na wylot. Zaczęło się wiercenie przez lód i kilkunastometrową warstwę wody do osadów. Jednorazowo można było pobrać kilka metrów osadów – należało wyciągnąć rurę z osadem, wyjąć osad z rury, zapakować i ponownie trafić rurą w to samo miejsce, by pobrać kolejny osad, leżący jeszcze niżej. Przemoczone rękawiczki zamarzały na rękach, wiatr przewiewał ubranie. Po kilku godzinach wiercenia rdzenie z osadami jeziora Gościąg zostały pobrane, zapakowane i pojechały do instytutu im. W. Szafera. Jedna z piwnic w instytucie została przebudowana w wielką lodówkę, w której spoczęły rdzenie, by były zakonserwowane i się nie utleniały.

Wielu specjalistów miało otrzymać próbki osadów z dna jeziora Gościąg do badań, w tym i ja do badań mineralogicznych. Badania te pozwoliły rozpoznać w tych osadach kuleczki kosmiczne powstające podczas spalania się meteorytów przechodzących przez ziemską atmosferę. Pojawiały się one w większej ilości w niektórych laminach osadów. Oznaczało to, że w tym właśnie roku Ziemia, wędrując wokół Słońca, przechodziła przez gęstsze koncentracje meteorytów. Z wyników tych badań można było zatem wnioskować o zjawiskach kosmicznych. Natomiast badając tysiące lamin, łatwo można było zauważyć, że są one cieńsze i grubsze. Powstał pomysł komputerowej zamiany grubości lamin na tony. Grubsze oznaczały tony niskie, a cienkie tony wysokie. Przeliczyłem fragment osadów na tony, a potem uruchomiłem komputerowo i jezioro Gościąg „zagrało”. Okazało się to przydatne do wychwycenia sedimentacji grubszych i cieńszych warstewek, czyli okresów cieplejszych i chłodniejszych.

M.D.-S.: W Turcji prowadził Pan także badania w jaskiniach. Jakie były rezultaty?

M.P.: Profesor Janusz Kozłowski zapytał mnie kiedyś: *Czy pojechałbyś na ekspedycję do Turcji? Międzynarodowa grupa naukowców prowadzi badania w jaskiniach, w górach na wschód od Antalyi. Potrzebują geologa.* Odpowiedziałem prawie bez namysłu: *Oczywiście pojedę.*

Okolo 11 w nocy samolot lądował w Antalyi. Czekali na mnie młodzi Belgowie, którzy najpierw zabrali mnie na kolację do małej restauracji specjalizującej się w pierogach. Były świetne, choć z głodu zjadłbym z zachwytem stare, gotowane buty. Po kolacji ruszyliśmy terenowym autem serpentynami w górę i w górę. Z okien widać było zatokę i świecące światelka Antalyi. Po godzinie byliśmy na miejscu. Zatrzymaliśmy się przed wiejską, małą szkołą. *Jak wejdiesz do szkoły i pójdziesz w prawo – informował archeolog, który mnie przywiózł – to znajdziesz małą salę lekcyjną. Tam na podłodze leżą materace do spania. Jeden jest twój. Dobranoc* – dodał i zniknął w tureckiej ciemności. Potykając się doszedłem do mojego materaca. Gdzieś w pobliżu ktoś potężnie chrapał. Padłem na materac ścięty podróżą.

Obudził mnie ruch wokół szkoły. Była szósta rano. Słońce właśnie wstawało. Wstawała też ekspedycja. Nikt mnie nie budził, a chrzapacz zniknął. Gdy wstałem ekspedycja już wyjeżdżała do jaskini Karain, czyli Czarnej. Mną

się nikt nie interesował. Odszukałem kuchnię, bo burczało mi z głodu w brzuchu. Nie było nic do jedzenia. Wypiłem trochę wody i wyszedłem przed szkołę. Zajechał terenowy samochód, który znałem z wczorajszej podróży. Kierowca krzyknął: *Przyjechałem po ciebie, byś dołączył do ekspedycji.* Przejechaliśmy 3–4 kilometry i na małym placu u podnóża sporej, wapiennej góry zobaczyłem tłum młodzieży. Podeszła do mnie niewysoka, uśmiechnięta pani. Przedstawiła się, wyciągając rękę na powitanie: *Jestem, profesor İcin Jalcinkaja z Uniwersytetu w Ankarze, a tłum, który Pan widzi, to moi studenci.* Byłem zachwycony. Strój pani profesor był jak z *Księgi tysiąca i jednej nocy*. Najbardziej podobały mi się małe, złote pantofelki ze złotymi kuleczkami na szpicach.

Zbliżała się przerwa śniadaniowa, co mnie niesłychanie ucieszyło. Po śniadaniu Turcja wydała mi się nadzwyczajnie piękna, a pani profesor powiedziała: *Tę ścieżką dojdiesz do jaskini – to jakieś 500 metrów, ale ostro w górę.* Ruszyłem. Słońce już porządnie przygrzewało. Mijali mnie studenci wędrujący w dół i w górę. Na dół znosili w pojemnikach „urobek” wykopany w jaskini. W górę nieśli puste pojemniki.

Dotarłem do jaskini. Była ogromna. Widok sprzed jaskini zapierał dech w piersiach. W mgiełce wybrzeże Morza Śródziemnego, między morzem a górami, w których była jaskinia Karain, były liczne pola rolnicze, palmy, domki i niewielka rzeka. Tak chyba wygląda raj – pomyślałem, wchodząc do jaskini. Na jej dnie wybudowano specjalny podest, by nie chodzić po osadach jaskiniowych. Oczyszczanie warstw i wydobywanie znajdującego się w nich materiału archeologicznego odbywało się w pozycji leżącej, na brzuchu. Kierujący pracami doktor z Belgii zaczął opowiadać o pracach: *Badania zaczęły się ponad 20 lat temu. Wiercenia wykonane w jaskini pozwoliły stwierdzić, że osady, które się w niej znajdują, mają grubość ponad 16 m. Datowania wskazują, że najstarsze zabytki znajdujące się w tych warstwach mają ok. 560 tys. lat. Najmłodsze ok. 110 tys. lat. Wtedy to jaskinia się zamknęła z powodu ruchów tektonicznych związanych z trzęsieniami ziemi. Wszystko, co w niej jest, zostało „zakonserwowane” na ponad 110 tys. lat. Podczas ostatnich trzęsień ziemi jaskinia ponownie się otworzyła. Niedługo potem rozpoczęły się jej badania. W tej jaskini, jako jednej z niewielu, odkryto, że przemiennie przychodził do niej neandertalczyk i Homo sapiens. Ponieważ w warstwach występują narzędzia krzemienne wykonane z różnych krzemieni byłoby interesujące odnalezienie miejsc, z których ówczesni ludzie brali krzemienie. OK, zajmę się tym* – odpowiedziałem.

Przez trzy tygodnie wędrowałem po okolicy. Okazało się, że miejscowe skały kredowe zawierają zarówno krzemienie, jak i warstwy radiolarytów. Niektóre były wyjątkowo piękne. Co ciekawe, mimo że dominowały surowce jednokolorowe, to wśród narzędzi kamiennych znalezionych w jaskini było zaskakująco dużo krzemieni kolorowych. Oznaczało to, że już setki tysięcy lat temu ówczesni ludzie mieli odczucia estetyczne i wybierali ładniejsze surowce do wytwarzania narzędzi.

Liczne wizyty w jaskini i podziwianie przy okazji lokalnego krajobrazu pozwoliły mi zauważyć wielką, kilkukilometrową, barwną plamę szarych osadów wśród czerwonych glinek typu *terra rosa*. Postanowiłem sprawdzić, co to jest. Szary osad okazał się wapieniem typu kreda jeziorna. Jeśli

to jest kreda jeziorna to jasne, że było tu spore jezioro, które z czasem wyschło. Doświadczenia egipskie sugerowały, że nad brzegami dawnego jeziora mogą być stanowiska prehistoryczne. Należało to sprawdzić.

Profesor Icin wynajęła dla mnie samochód terenowy, którym w ciągu 3 dni objechałem wyschnięte jezioro, znajdując wiele stanowisk archeologicznych z różnych okresów. Stały się one obiektem badań innej grupy naukowców. Przy okazji została rozwiązana zagadka kości hipopotamów, które odkopano w jaskini Karain. Hipopotamy żyły w ówczesnym jeziorze, które właśnie badaliśmy. Wyniki badań pobliskiej jaskini Okuzini potwierdziły występowanie torrencjalnych deszczów, które w Biblii opisano jako potop.

M.D.-S.: Jak przebiegała współpraca naukowa w ramach polsko-słowackiej ekspedycji w rejonie Piestan, dotycząca paleolitycznego stanowiska Moravany-Žakovska?

M.P.: Słowacko-polska ekspedycja podjęła badania archeologiczne stanowiska Moravany-Žakovska w 1990 r. Słowaków reprezentował dr Laci Banesh ze Słowackiej Akademii Nauk, a Polaków – prof. Janusz Kozłowski z UJ. Początek tym badaniom dało odkrycie przed II wojną światową paleolitycznej figurki kobiecej wykonanej z ciosa mamuta. Chcieliśmy odnaleźć to miejsce i rozpocząć badania. Po przyjeździe w teren okazało się jednak, że w rejonie przeznaczonym do badań są ogromne pola rolnicze i znalezienie miejsca, w którym kilkadziesiąt tysięcy lat temu siedzieli ludzie, nie będzie łatwe.

Studia literaturowe i materiały archeologiczne dowodziły, że podczas II wojny światowej wykopaliska w tym rejonie prowadził prof. Lothar Zotz – przyjaciel ministra propagandy III Rzeszy Josepha Goebbelsa, który finansował te badania. Później tereny wykopalisk zostały zajęte przez armię amerykańską i przejęła ona dokumentację profesora. W związku z tym członkowie ekspedycji napisali prośbę do Rządowego Archiwum Stanów Zjednoczonych o odnalezienie dokumentów profesora Zotza i przysłanie ich mikrofilmów. Po niedługim czasie mikrofilmy dotarły do organizatorów wykopalisk. Obejrzałem je i poprosiłem o kopię zdjęcia, na którym profesor Zotz stoi z żołnierzami przy stanowisku archeologicznym, a za nimi widać wieżę lokalnego kościoła. Chodząc po polach, dopasowałem to zdjęcie do współczesnego krajobrazu i już pierwsze sztychy łopatą w tym miejscu pokazały w wydobytym materiale kamienne narzędzia, fragmenty kości i węgielki.

Trwające kilka sezonów prace badawcze ujawniły wiele stanowisk archeologicznych wzdłuż rzeki Wag. Jest ona zasilana termalnymi wodami pomagmowymi, które wykorzystuje obecnie uzdrowisko Piestany. Wody te wpadają do Wagu i podgrzewają jego wody, przez co w zimie topi się śnieg na brzegu rzeki i zwierzęta mają łatwy dostęp do trawy. Zapewne przychodziły tu wcześniej renifery i mamuty. Za zwierzętami przychodzili paleolityczni myśliwi i zakładali swoje obozowiska. Tym sposobem została rozwiązana zagadka sprzed tysięcy lat. Po raz kolejny okazało się, że geologia steruje historią człowieka.

M.D.-S.: Bada Pan także ceramikę ze stanowisk archeologicznych. Proszę o tym coś więcej opowiedzieć.

M.P.: Stare garnki są ciekawe zarówno pod względem technologicznym, jak i tego, co w tych garnkach przed laty gotowano. Powstał nawet nowy kierunek badań archeologicznych – ceramologia. Dzięki uprzejmości kolegi – Adama Gawła – do badań starej ceramiki i surowców ceramicznych używanych w minionych epokach przygotowaliśmy program komputerowy, który pozwala porównywać wyniki badań naczyń ceramicznych i surowców do ich produkcji.

Któregoś dnia zadzwoniła do mnie pani profesor Perla Fuscaldo z Uniwersytetu w Buenos Aires: *Wykonuje Pan badania egipskiej ceramiki dynastycznej? – Tak wykonuję – odpowiedziałem. Moja ekspedycja – mówiła pani profesor – prowadzi od lat badania archeologiczne na północnym Synaju. Mam dużo naczyń ceramicznych. Czy mógłby je Pan zbadać? – zapytała. Oczywiście, robię to od lat – poinformowałem. Jak będę przejazdem – mówiła pani profesor – to dam Panu próbki do badań. Do widzenia.* Odłożyłem słuchawkę, myśląc: *Akurat – z Buenos Aires egipska ceramika dynastyczna? Trala, lala, ale zawsze porozmawiać można.* Minęły 2–3 tygodnie, aż pewnego dnia, gdy otwierałem drzwi od korytarzyka prowadzącego do mojego pokoju na AGH, zobaczyłem, że na stołeczku siedzi starsza pani. Gdy mnie zobaczyła, wstała, pytając: *Doktor Pawlikowski? Tak słucham. – Jestem prof. Perla Fuscaldo. Przywiozłam próbki ceramiki, tej o której rozmawialiśmy, ale i innej bardzo ciekawej – dodała, sięgając do sporej podróżnej torby. Wyjęła próbki ceramicznych amfor, a mnie trochę zatkało. Obejrzeliliśmy kilka przedmiotów o niesłychanej urodzie, nowo wydobytych z laguny Weneckiej. Ponieważ w Wenecji prawie nie ma ładu, to osoby zmarłe grzebano w lagunie. Ich ciała wkładano do dużych amfor, które wywożono w morze i tam zatapiano. Te amfory wydobywają dziś pletwonurkowie i znajdują w nich różne cuda, łącznie z biżuterią. Wśród przedmiotów wyciągniętych z dna laguny weneckiej były także narzędzia krzemienne pochodzące z maksimum ostatniego zlodowacenia, kiedy to poziom morza śródziemnego był niższy o ok. 100 m, ale panią profesor i mnie interesowały głównie fragmenty amfor ceramicznych. Wyniki badań ujawniły, że część amfor jest bez wątpienia lokalna. Inne, w których przywożono do Wenecji wino, bez wątpienia pochodziły z obszaru dzisiejszej Hiszpanii, bowiem w masie garncarskiej tych amfor występowały okruchy granitów z Półwyspu Iberyjskiego. I tak na podstawie wyników badań mineralogicznych, można było udowodnić, że w średniowieczu Wenecja handlowała z Hiszpanią.*

Przez lata wykonałem bardzo dużo analiz starej ceramiki: między innymi z wykopalisk w Gdańsku i jego okolicach, rzymskiej w Zofipolu, peruwiańskiej, neolitycznej, bułgarskiej, słowackiej, trackiej, włoskiej z wykopalisk w rejonie Sieny oraz egipskiej z wielu miejsc, w tym ze świątyni Setiego I w Gurna, a także ze stanowisk Tell el-Farkh i Tell el-Daba w delcie Nilu. Badałem także stare kafle ceramiczne z pieców Małopolski. Za jedno z największych odkryć można uznać wyniki mineralogicznych badań ceramicznych prażalnic do suszenia dzikich zbóż z paleolitycznego stanowiska archeologicznego Klisoura 2 koło Argos w Grecji. Odkrycie to przesunęło czas, w którym wykonywano ceramikę, z neolitu do górnego paleolitu.

M.D.-S.: Od lat zajmuje się Pan także surowcami kamiennymi wykorzystywanymi w epoce kamienia. Co Pana zainteresowało?

M.P.: Nasze badania w Egipcie, koncentrujące się w dolinie Nilu, dotyczyły zwłaszcza okresu przejściowego między neolitem a pierwszą dynastią. Okazało się, że podczas pustynienia Sahary dolina Nilu, przyciągająca ludzi poszukujących wody, miała jeszcze jeden magnes. Były tu bowiem nieprzebrane ilości świętych jakościowo krzemieni. Z nich ówcześni mieszkańcy ziemi egipskiej wytwarzali wszystko, co było potrzebne do życia. Nasze badania koncentrowały się na odcinku doliny Nilu między Luxorem i Armant. Podczas badań terenowych znaleźliśmy tam kilkadziesiąt stanowisk archeologicznych.

Nasze stanowisko na lewym brzegu Nilu, na przeciwko sporego miasta Armant, znajdowało się na niewysokim wyniesieniu terenu, ok. 6 m nad zalewową częścią doliny Nilu. W pobliżu ciągnęła się dosyć głęboka, sucha dolina. Geologiczne obserwacje jej brzegów wskazywały, że wielokrotnie prowadziła wody. Dowodziły tego tarasy wyschniętej rzeki, wycięte w żwirach i piasku. Analizy średnicy żwirów pozwoliły otrzymać wykres, który rekonstruował wielkość przepływów obecnie wyschniętej rzeki. Przepływy te były oczywiście proporcjonalne do intensywności opadów. Na podstawie okruchów ceramiki znalezionych w osadach tarasów można było w przybliżeniu określić czas, w którym osadzały się aluwia. Tym sposobem podjęto próbę rekonstrukcji aktywności człowieka nad brzegiem Nilu w zależności od wielkości opadów, czyli zmian klimatycznych.

Lokalne krzemienie są ogromnie zróżnicowane. Co ciekawe, narzędzia krzemienne znajdowane w badanych stanowiskach archeologicznych dowodziły, że już kilka tysięcy lat temu ówcześni Egipcjanie świetnie wiedzieli, które z krzemieni są najlepsze. Narzędzia z nich wykonane dominowały w materiale archeologicznym. Wyniki mikroskopowych badań krzemieni wykazały, że wszystkie są pochodną gąbek, na co wskazywały liczne spikule znajdujące się w ich chalcedonowej masie. Wszystkie rozpoznane rodzaje krzemieni, a w badanym profilu wapieni tebańskich jest ich wiele, znakomicie się nadają do obróbki techniką odłupkową. Krzemienie składają się niemal wyłącznie z chalcedonu (mikrokrystalicznego kwarcu) i przy krzesaniu dają iskry. Kwarc jest bowiem piezoelektrykiem i uderzony „wytwarza prąd”. Oznacza to, że badane krzemienie mogły być wykorzystywane do krzesania ognia i rozpalania ognisk.

M.D.-S.: Jakie wyniki dają badania mineralogiczne pigmentów mineralnych używanych do wytwarzania farb malarskich?

M.P.: Moje badania minerałów stosowanych w malarstwie jako pigmenty farb obejmowały malarstwo od paleolitu do niemal współczesnych czasów. Badałem próbki farb z malarstwa jaskiniowego, malowideł świątyń i grobowców Egiptu, ale i renesansowego malarstwa religijnego.

Pewnego dnia zadzwoniła prof. Justyna Olszewska-Świetlik: *Dzwonię do Pana w sprawie badań malarstwa z kościołów Pomorza. Mamy kilka takich obrazów w konserwacji. Podczas ich czyszczenia powstają malutkie*

odpady. Malarstwo jest na deskach, farby się trochę utleniły, a drewniane podkłady pod obrazami też „żyją”, kurcząc się i rozszerzając. Czy nie zechciałby Pan, wykorzystując metody mineralogiczne, przyglądnąć się tym mikroodpądkom powstającym w czasie czyszczenia obrazów? – Oczywiście, przyglądnę się z wielką przyjemnością i zainteresowaniem – odpowiedziałem. W lipcu będę wracać z Kaszub, to przejadę przez Toruń i odbiorę próbki do badań.

Był lipiec. Właśnie wracałem z wykopalisk w Babim Dole koło Kartuz. Zgodnie z umową odwiedziłem prof. Justynę Olszewską-Świetlik i zabrałem próbki do Krakowa, a pani profesor po kilku dniach przysłała mi fotografie obrazów, z których były pobrane. Obrazy były zachwycające i reprezentowały niemieckie malarstwo religijne.

Już pierwsze obejrzenie mikrofragmentów obrazów wskazywało, że ich badanie będzie niezłą zabawą. Większość tych fragmentów była mniejsza od 0,2 mm. W grę wchodziły zatem wyłącznie metody badań, w których jest wykorzystywana wiązka elektronowa. Także przygotowanie tak małych próbek do badań okazało się skomplikowane. Większość z tych odpadków miało formę małych, wydłużonych płytek, o grubości mniejszej od 0,1 mm. Z dużym trudem zostały one ustawione pionowo w szybko twardniejącej masie plastikowej, a po stwardnieniu były suszone próżniowo. Tak przygotowane próbki powędrowały do mikroskopu skaningowego. Okazało się, że ilość mineralnego pigmentu w używanych wówczas farbach to ok. 20–25%. Reszta to spoiwo. Pomimo tak niewielkiego udziału minerału w farbie ma ona kolor minerału. Pomiar wielkości ziaren minerałów użytych w farbach dowodzą, że ich rozmiary zależą od minerału. Pigment czerwony i brązowy miały ziarna o średnicy nawet do 50 µm, natomiast mikroziarna złota nie przekraczały wielkości 5 µm. Obserwacje kształtu ziaren minerałów występujących w farbach ujawniły, że są one wyłącznie ostrokrawędziste i nie mają śladów ucierania. Ucieranie niszczy powierzchnie ziaren, powodując nieraz zupełną zmianę barwy minerału. Wskazuje to, że minerały do wytwarzania farb były rozbijane w móżdziejach. Powodowało to zachowanie ich naturalnej barwy. Farby różnych artystów różniły się zarówno pod względem wielkości ziaren mineralnych, jak i ich ilości w spoiwie. Skłania to do przypuszczenia, że każdy malarz sam robił swoje farby. Bez wątpliwości skład i proces wytwarzania takich farb były okryte ścisłą tajemnicą, a obecnie mogą być wskaźnikami autentyczności obrazów. Jak zatem otrzymywano tak drobne ziarna mineralne, które następnie mieszano ze spoiwami, tworząc farby? Nie znano wówczas tak drobnych sit. Prawdopodobnie stosowano metodę sedimentacji rozdrobionych ziaren mineralnych. Grubsze z nich opadały szybko na dno naczynia, a najdrobniejsze sedimentowały znacznie dłużej. Osadzony drobny materiał suszono i mieszano ze spoiwem, tworząc farbę.

M.D.-S.: Jak rozpoczęło się Pana zainteresowanie biomineralogią i kryształami tworzącymi się w różnych organizmach, a zwłaszcza w człowieku?

M.P.: Moje zainteresowania medycyną, a właściwie mineralogią w medycynie, zaczęły się od zdrowotnych kłopotów mojego Taty. W początkach lat 80. XX w. Tata

przeszedł wiele badań. Po ich zakończeniu zostałem zaproszony do szpitala, w którym był leczony. Przyjął mnie profesor kardiologii i oznajmił: *Serce Pana Ojca jest słabe. Ponadto ma rozwiniętą miażdżycę*. O miażdżycę wiedziałem już wcześniej, ale zapytałem: *Co to za substancje tworzą się w tętnicach?* Profesor odpowiedział: *To sole wapnia. A dokładniej?* – poprosiłem o wyjaśnienie. *Dokładniej to niech Pan poczyta* – powiedział profesor, dodając, że literatura jest obszerna.

Po kilku dniach poszedłem do biblioteki *Collegium Medicum*. Wówczas mieściła się ona jeszcze na ulicy Jagiellońskiej w Krakowie. Stary, ciasny, średniowieczny budynek urągał nauce. Miła pani bibliotekarka wyjęła z magazynu kilka egzemplarzy czasopism, o które prosiłem. Zaraz zabrałem się do ich wertowania. Było sporo zdjęć miażdżycy i jej różnych form morfologicznych. Natomiast o tym, co to jest, była jedynie informacja: *blaszka miażdżycowa*. W czasach, gdy wiemy, gdzie w minerałach jest jaki atom, jak atomy są ze sobą połączone, jaka jest ich struktura przestrzenna i jakie właściwości mają minerały, o budowie blaszek miażdżycowych nie było niczego sensownego, a to z ich powodu umierają tysiące ludzi. Kolejna rozmowa z profesorem kardiologii też nie wniosła żadnych nowych informacji o strukturze substancji tworzących te blaszki.

Zapadła decyzja o konieczności wszczęcia Tacie rozrusznika serca. Po tym zabiegu żył jeszcze kilka tygodni i zmarł. Minęło kilka miesięcy, podczas których cały czas myślałem o problemach miażdżycy. Studia literatury z tego zakresu nie dawały odpowiedzi na moje pytania. Zastanawiałem się, co z tym wszystkim robić? Tacie już nie pomogę, to po co się w tym grzebać. Jednak doszedłem do wniosku, że są inni ludzie z arteriosklerozą. Też leżą w szpitalach i czekają, żeby im ktoś pomógł. Też umierają. Decyzja została podjęta. Muszę się tym zająć. W związku z tym udałem się do prosektorium szpitala, w którym zmarł Tata, na rozmowę z kierownikiem placówki. W umówionym dniu wszedłem nieco przerażony do prosektorium. Panowała tam cisza i porządek. Pachniało formaliną. Udałem się do pokoju kierownika i po przywitaniu przedstawiłem mu moją sprawę: *Jestem mineralogiem i pracuję na AGH w Katedrze Mineralogii, Petrografii i Geochemii. Interesuję się zwapnieniami tworzącymi się w miażdżycy* – mówiłem. Słuchał z zainteresowaniem. *Czy byłaby szansa otrzymać fragmenty tętnic z zaawansowaną miażdżycą do badań mineralogicznych?*

Na zakończenie spotkania dowiedziałem się, że po złożeniu odpowiedniego pisma jest szansa na otrzymanie takich materiałów do badań. Pismo zostało złożone i po kilkunastu dniach dostałem próbki. Przywiozłem je do naszego laboratorium. Po następnych kilku dniach postanowiłem je obejrzeć. Przygotowałem miejsce, mikroskop binokularny, skalpel, nożyczki i pojemniczki na małe próbki.

Otworzyłem pierwszy pojemnik i wyjąłem białą rurkę. *To fragment człowieka* – myślałem, oglądając ją na różne strony. *Taką samą miał Tata i ja też mam taką samą*. Przekrojenie tej małej tętnicy wymagało sporego samozaparcia. Z kolejnymi próbkami tętnic poszło nieco łatwiej. Mogłem się dokładniej przyjrzeć blaszce miażdżycowej. Widziałem w środku tętnic nagromadzenia cholesterolu, a pod skalpelem trzeszczały twarde zwapnienia. *Takie świnstwa* – myślałem – *doprowadziły do śmierci mojego Taty. Był sympatycznym człowiekiem, znanym artystą*

malarzem i duszą towarzystwa. I takie paskudztwa Go zabiły. To niesłychane!

Badania blaszek miażdżycowych postępowały. Wyniki były coraz bardziej intrygujące. Opisałem je i udałem się na rozmowę do naczelnego redaktora naukowego czasopisma medycznego. Profesor, z którym rozmawiałem, tłumaczył mi, że to, co napisałem, to nie jest medycyna i powinienem złożyć artykuł do druku w czasopiśmie mineralogicznym. Tak też uczyniłem. Po pewnym czasie dostałem list z tego czasopisma, informujący mnie, że redakcja nie może przyjąć artykułu do druku, bo dotyczy tematyki medycznej, a nie mineralogicznej. Po dłuższych kombinacjach, załatwianiach i znajomościach, a także pewnych zmianach w tekście, artykuł został wydrukowany. Dałem go do poczytania kilku znajomym lekarzom. I to był początek badań biomineralogicznych.

Następnym etapem były badania serca, zastawek serca, protez zastawek serca, zastawek z banku zastawek, kości, chrząstki stawowej i endoprotez. Pojawiły się publikacje pisane wraz z lekarzami – książki i liczne artykuły w renomowanych, zagranicznych czasopismach medycznych. Tak pojawiła się biomineralogia – nauka łącząca mineralogię z biologią.

Pokłósiem badań z zakresu biomineralogii były liczne eksperymenty dotyczące interakcji między minerałami i aminokwasami w aspekcie początków życia na Ziemi. U podstaw tych badań stało pytanie – co się stało, że proste aminokwasy zostały przetransformowane w związki, które dały początek życiu? Odpowiedź była jedna – proste białka otrzymały energię i przekształciły się ze związków energetycznie inertnych w aktywne aminokwasy. Czy minerały mogły przekazać energię aminokwasom? Który z minerałów mógł tę energię przekazać i jak?

Wybór w eksperymentach padł na kwarc piezoelektryczny. Mineral ten pod wpływem energii elektrycznej drga. Czyli, jeśli w kwarc uderzy piorun, to on drga. Jeśli na powierzchni drgającego kwarcu znajdują się aminokwasy, to one też zaczną drgać. Mogą przejąć energię drgającego kwarcu i ulec transformacji ze związków energetycznie inertnych w aminokwasy energetycznie aktywne. Tak zmodyfikowane aminokwasy mogły stanowić najwcześniejszy załazek życia na Ziemi. Teraz należało ten pomysł sprawdzić eksperymentalnie. Efekty eksperymentów były interesujące i w 2012 r. zostały opublikowane jako rozdział w książce pt. *Genesis in the beginning* pod redakcją J. Seckbacha dotyczącej nowych teorii powstawania życia na Ziemi.

M.D.-S.: Prowadzi Pan także wiele różnych badań z zakresu mineralogii praktycznej, dociekając na przykład: co wspólnego mają winnice z mineralogią.

M.P.: Przez wiele lat prowadziłem badania mineralogiczno-geochemiczne winnic polskich, słowackich, węgierskich i austriackich. Miały one na celu rozpoznanie relacji gleba–winorośl–wino – innymi słowy, jak pierwiastki przenikają z gleby do wina, w zależności od gatunku winorośli i mineralogicznego składu podłoża geologicznego. Badania tego typu wykonywałem m.in. w winnicach w Bochni, na Dolnym Śląsku, Podkarpaciu, Słowacji, w Czechach (Dolne Vestonice, Znojmo), Austrii (Dolina Thunau) i na Węgrzech (ryc. 5; Tokay i jego rejon).



Ryc. 5. Winnica w Tokaju. Pobieranie próbek gleby do badań mineralogicznych. Od lewej: prof. M. Pawlikowski, właściciel winnicy z synem i mgr inż. Andrzej Broszkiewicz. Fot. W. Nagy

Wyniki tych badań wykazały, że winorośl, w zależności od gatunku, pobiera z gleby określone pierwiastki. Biologia różnych gatunków winorośli powoduje, że do owoców przenikają one w różnych ilościach.

M.D.-S.: W trakcie Pana pracy, która – jak rozumiem – jest także hobby, zajmował się Pan Profesor także innymi tematami związanymi z tzw. eksperymentalną mineralogią? Może Pan Profesor przytoczyć jakieś przykłady?

M.P.: Osobnym tematem podejmowanych eksperymentów było oczyszczanie atmosfery z dwutlenku węgla. Dyskusje prowadzone z chemikiem Andrzejem Matuszowiczem doprowadziły do badań nad możliwością rozbicia cząsteczek CO_2 na C i O_2 . Z udziałem przyjaciela Krzysztofa Łuby została zaprojektowana i wykonana aparatura do eksperymentalnej dysocjacji dwutlenku węgla. Gaz otrzymany w wyniku tego procesu został poddany analizom chromatograficznym z wykorzystaniem najnowszej aparatury znajdującej się w AGH. Okazało się, że dysocjacja doprowadziła do rozbicia znacznej ilości dwutlenku węgla na tlen i węgiel. Eksperymentowaliśmy także syntezę CO_2 z azotem (N) oraz syntezę metanu (CH_4) bez udziału substancji organicznej, mimo że dotychczas jego genezę na Ziemi wiązano wyłącznie z transformacją substancji organicznych.

Jednym z ciekawszych kierunków badań eksperymentalnych stała się synteza kompozytów mineralno-plastikowych. Badania te miały na celu wytworzenie kompozytów, redukcję ilości plastiku, ale także zagospodarowanie najdrobniejszych, odpadowych frakcji mineralnych powstających podczas kruszenia skał w kamieniołomach. Wykonano wiele doświadczeń w tym zakresie, w wyniku których otrzymano płynne kompozyty. Ich wykorzystanie sprowadza się do formowania z nich na gorąco różnego rodzaju przedmiotów, które można wykorzystywać np. w budownictwie czy architekturze wnętrz.

Bardzo ciekawe i istotne okazały się wieloletnie badania możliwości wykorzystania minerałów do walki z chorobami pszczół i roślin. Były one prowadzone we współpracy z pszczelarzami z Polskiego Związku Pszczelarzy, z okręgów krakowskiego i kieleckiego. Efektem

tych badań było wykorzystanie kompozytów utworzonych z pszczelego wosku i minerałów, uformowanych w syntetyczne plastry, do wyeliminowania z pszczelich uli choroby zwanej Varrozą.

Wielokrotne obserwacje oddziaływania różnych minerałów na aktywność i zdrowie pszczół w dużych pasiekach Gór Świętokrzyskich wskazuje, że niektóre z minerałów nie tylko mogą sprzyjać zdrowiu tych owadów, ale także gromadzeniu w ulach większej ilości miodu.

Inne badania eksperymentalne, także wielokrotne, były związane z totalną destrukcją kancerogennego azbestu. Przeszły one przez etap laboratoryjny oraz półtechniczny i dały pozytywne wyniki, czyli zupełny zanik azbestu w przerabianym eternicie. Pochłonęły sporo pracy i pieniędzy. Efektem jest patent Głównego Urzędu Patentowego na totalną destrukcję azbestu (Patent nr 215074). Niestety, dotychczas nie spotkał się on z zainteresowaniem tzw. odpowiednich czynników.

Kolejny, ważny i skomplikowany temat badawczy, realizowany wspólnie z ortopedami, to synteza apatyty do wszczepiania po ubytkach kości. Temat ten obejmował eksperymenty laboratoryjne, których efektem była synteza hydroksyapatytu węglanowego o mineralogicznych parametrach niemal identycznych do apatyty wytworzonego w kości. Ortopeda dr Bartłomiej Kita wszczepiał otrzymany syntetyk królikom w tak zwaną przestrzeń międzykrętarzową kości udowej. Wyniki tych eksperymentów zostały wykorzystane między innymi w technologiach pokrywania syntetycznym hydroksyapatytem endoprotez wszczepianych w uzupełnianiu ubytków kostnych.

Nową „mineralogiczną technologią” miało być bez wątpienia otrzymywanie wody z gipsów. Pomysł powstał w dużym zakładzie produkcji gipsu budowlanego w Egipcie, którego roczna produkcja wynosi ponad pół miliona ton. Podczas wyprażania zmielonego gipsu jest usuwana z niego cząsteczka wody. Tak wielka skala produkcji sprawia, że podczas wyprażania gipsu w powietrze ulatują tysiące ton pary wodnej. Zastosowanie odpowiedniej chłodnicy skraplającej parę wodną umożliwiłoby odzyskanie wielu tysięcy ton wody i to na pustyni, gdzie wybudowano zakład. Jednak rozmowy na temat wdrożenia projektu nie dały pozytywnych rezultatów i woda nadal, za ciężkie pieniądze, jest sprowadzana do tego zakładu wodociągiem z Nilu.

M.D.-S.: Uczył Pan studentów przez kilkadziesiąt lat. Proszę coś wspomnieć o dydaktyce. Lubił Pan uczyć?

M.P.: W AGH prowadziłem wykłady i ćwiczenia z mineralogii i petrografii, petroarcheologii oraz biomineralogii. Wykładałem także na zajęciach zorganizowanych w ramach Studium Doktoranckiego AGH i kursów podyplomowych. Średnio rocznie miałem ok. 200–250 studentów do przeegzaminowania. Przez osiem lat wykładałem też geologię dynamiczną połączoną z geologią regionalną i historyczną na Wydziale Geografii Akademii Pedagogicznej w Krakowie. Tu roczniki były bardzo liczne i niekiedy liczba studentów osiągała 350 osób. Liczę, że przez moje ręce przeszło ok. 10 tys. studentów. Spora była także liczba wypromowanych przeze mnie inżynierów i magistrów. Szacuję, że było ich co najmniej 60.



Ryc. 6. Uczestnicy Zjazdu Polskiego Towarzystwa Mineralogicznego w 1979 r. M. Pawlikowski (w ciemnych okularach) stoi w drugim rzędzie z lewej strony. Fot. S. Konopacki

Z dydaktyką częściowo łączyła się także działalność w roli opiekuna prac doktorskich, ponieważ prowadziłem seminaria doktoranckie. Ta część działalności pozwoliła mi wypromować 13 doktorów, w tym dwóch z Uniwersytetu Kairskiego w Gizie.

Bez wątplenia formą działalności dydaktyczno-naukowej była moja opieka nad Studenckim Kołem Naukowym Geologów, funkcjonującym na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH. Zajął ona 22 lata spotkań, wyjazdów terenowych i różnego rodzaju konferencji naukowych (ryc. 6). Poza tym przez 25 lat pełniłem funkcję przewodniczącego Krakowskiego Oddziału Komisji Nauk Mineralogicznych PAN.

We współpracy z Tatrzańskim Parkiem Narodowym, Uniwersytetem M. Bela w słowackiej Bańskiej Bystrzycy, Wydziałem Geologii AGH, Komisją Nauk Mineralogicznych PAN i Studenckim Kołem Naukowym Geologów AGH uczestniczyłem w organizacji dużej wystawy o starym górnictwie w polskich i słowackich Tatrach. Była ona prezentowana w AGH, na Uniwersytecie M. Bela i w wielu innych placówkach naukowych i naukowo-dydaktycznych.

Jeszcze inną formą działalności edukacyjnej, jaką prowadziłem, było wydawanie na CD czasopisma zatytułowanego *Nauki pomocnicze w archeologii, konserwacji zabytków i ochronie środowiska*. Czasopismo to było wydawane w latach 2006–2018 i fundowałem je z własnych pieniędzy. Powielane egzemplarze były rozsyłane do Biblioteki Narodowej w Warszawie, Biblioteki Jagiellońskiej w Krakowie i innych bibliotek uniwersyteckich.

Uprawiając działalność naukowo-badawczą, uczestniczyłem w ponad 40 ekspedycjach naukowych (w tym także

ze studentami), zorganizowanych w Bułgarii, Egipcie, Grecji, Kongo, Libii, Polsce, Rumunii, Słowacji, USA i we Włoszech.

Osobną moją działalnością było i nadal jest popularyzowanie nauk geologicznych w przestrzeni publicznej. Od ponad 17 lat jestem zapraszany do udziału w cyklu audycji radiowych *Spotkania z Nauką*, jaki redaktor Jan Stępień prowadzi w *Radiu Kraków*. W ramach tego cyklu nagrano i wyemitowano już ponad 150 audycji dotyczących geologii, biomineralogii i petroarcheologii.

Nauki o Ziemi popularyzuję także na internetowym kanale *YouTube*, wygłaszając wykłady dotyczące różnych aspektów mineralogii. Prezentacje te nie są tematycznie związane z wykładami realizowanymi w ramach programu dydaktycznego na AGH. Łącznie nagrałem już 385 takich wykładów.

Ciekawą i łatwo dostępną metodą popularyzacji nauki jest także pisanie książek popularnonaukowych. Jednak ich mały nakład sprawia, że szybko znikają z księgarń.

Podsumowując, chcę dodać, że wszystkie opisane aktywności naukowe prowadziłem bez dofinansowania pozyskanego spoza AGH, np. w formie grantów KBN, NCN lub funduszy z innych projektów badawczych. Badania te w znacznej mierze były opłacane z prywatnych pieniędzy. Jak widać, nauka to moja pasja. Przynosi mi wiele radości i satysfakcji.

M.D.-S.: Panie Profesorze, dziękuję za rozmowę.

Maciej Pawlikowski, Magdalena Dumańska-Słowik