

Polska Wyprawa Naukowa do Peru

Andrzej Paulo¹, Andrzej Gałaś¹



A. Paulo



A. Gałaś

Polish Scientific Expedition to Peru. *Prz. Geol.*, 59: 58–68.

Abstract. Since 2003, the authors are carrying geological surveys in the Andes of southern Peru, with the focus on foundation of a new Colca Canyon and Valley of the Volcanoes national park. The surveys showed unique geodiversity and biodiversity of that sparsely populated mountainous region, which should be protected from growing tourism and investment pressure. In 2006 the Polish Scientific Expedition to Peru was formed with and the present authors were chosen as its leaders. During the succeeding years the team has grown significantly to embrace 30 people from 11 research institutions. The article presents the characteristics of the terrain, the developments in implementation of research projects, the cooperation, achievements and dissemination of the obtained results, organizational problems, and major tasks for the future.

Keywords: Andes of Peru, Colca Canyon, Valley of the Volcanoes, geodiversity, biodiversity, designing of national park

Większość polskich badań naukowych za granicą prowadzona jest indywidualnie lub w małych grupach, jednolitych pod względem dyscypliny naukowej. Na tym tle wyróżniają się m.in. wyprawy polarne organizowane przez Polską Akademię Nauk na Spitsbergen i do Stacji im. Arctowskiego w Antarktyce, a także niektóre uniwersyteckie wyprawy archeologiczne z udziałem geologów. W niniejszym artykule omówiona została współpraca kilku ośrodków naukowych w wielodyscyplinarnych badaniach prowadzonych w południowym Peru, która w 2006 r. przybrała formę Polskiej Wyprawy Naukowej do Peru (PWNP). Patronat nad nią przyjął prof. dr hab. inż. Antoni Tajduś, rektor Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

Teren badań

Teren badań obejmuje ok. 10 000 km². Położony jest w Kordylierze Zachodniej Andów Peruwiańskich i na skraju wyżyny Altiplano. Na tym obszarze wysokości bezwzględne wahają się od 800 do blisko 6300 m n.p.m. Oś morfologiczną obszaru tworzy rzeka Colca, której koryto na północnym wschodzie znajduje się na wysokości 3800 m n.p.m., a na południowym zachodzie, przy ujściu do Rio Majes, na 900 m n.p.m. Po obu stronach rzeki wznoszą się stożki wulkaniczne. Najwyższe są dwa wygasłe wulkany – Coropuna (6425 m), leżący 40 km na północny północny zachód od miejsca, w którym Rio Colca wpada do Rio Majes, oraz Ampato (6288 m), po drugiej stronie rzeki. Szczyty położone powyżej 5300 m n.p.m. pokryte są z reguły wiecznym śniegiem.

Klimat badanego obszaru jest suchy; roczna suma opadów na wysokości ok. 3600 m (w Chivay i Andahua) wynosi średnio 380 mm, a ewapotranspiracja potencjalna – 700–1700 mm (EGASA, 2008). Opady przypadają w większości na okres grudzień–marzec. Średnia temperatura roku wynosi 18°C na wysokości 1500 m i 3°C na 4500 m n.p.m. Suchość powietrza i brak zachmurzenia powodują duże wahania temperatur w ciągu doby – w sezonie prac terenowych podczas wyprawy (lipiec) wynosiły 20–25°C. Służba meteorologiczno-hydrologiczna wskazuje, że w ostatniej dekadzie nastąpił wzrost amplitudy wahań dobowych temperatury i deficytu wilgotności gleby (SENAMHI, 2010);

zwraca też uwagę na duże różnice opadów w poszczególnych latach (nawet ośmiokrotne). Monitoring klimatu na omawianym terenie prowadzony jest dopiero od 1964 r. w rozproszonej sieci stacji, dlatego dane z wcześniejszych publikacji są mało reprezentatywne.

Duża deniwelacja obszaru badań skutkuje wielkim zróżnicowaniem warunków ekologicznych. Spośród 8 regionów przyrodniczych wyróżnionych w Peru (1,2 mln km²) przez Pulgara Vidala (1981) na terenie badań znajduje się aż pięć. Pokrywa roślinna występuje w pobliżu rzadkiej sieci rzek, jezior i przy nielicznych źródłach. Skąpy podłoża są zatem łatwo dostępne do obserwacji geologicznych. Racjonalna gospodarka skąpymi zasobami wody decyduje o możliwościach rozwoju omawianego regionu. Granica klimatyczna upraw leży na wysokości 3600–3700 m n.p.m.

Teren badań zamieszkuje ok. 38 000 osób, co przekłada się na średnią gęstość zaludnienia poniżej 4 os./km². Pod względem administracyjnym leży on w regionie² Arequipa, w granicach trzech prowincji: Arequipa, Caylloma i Castilla. Gminy (*distritos*) leżące nad Rio Colca utworzyły autonomiczny związek pod nazwą *AutoColca*, który wprowadził opłaty turystyczne za wstęp na teren cieszący się dużą popularnością, odwiedzany przez ponad 150 000 turystów rocznie. Północna część badanego obszaru jest objęta koncesjami górniczymi; znajduje się tam kilka kopalń rud złota i srebra. W południowej części wykonano kanał i tunele wodne w ramach wielkiego projektu irygacyjnego *Majes-Siguas*; planowana jest budowa zapory i hydroelektrowni wykorzystujących bardzo duży spadek kilku strumieni.

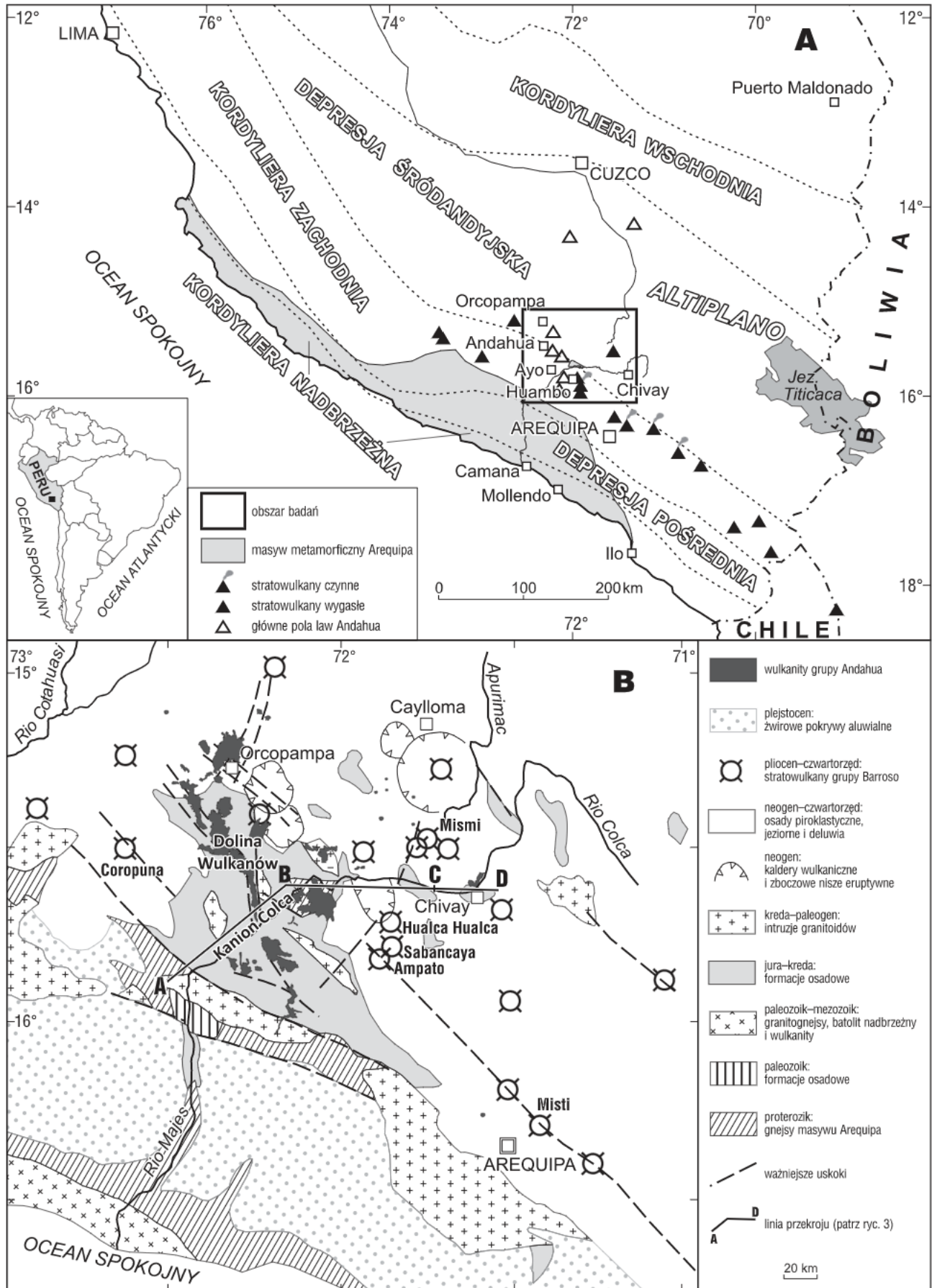
Pomimo wysokogórskich warunków i wielkiej przeskody, jaką stanowi kanion Rio Colca, w ostatnich latach w Arequipie rozwinęła się sieć dróg i niemal wszystkie gminy mają już połączenia autobusowe.

Cele wyprawy

Celem Polskiej Wyprawy Naukowej do Peru jest opracowanie podstaw naukowych do utworzenia parku narodowego obejmującego Kanion Colca oraz pobliską Dolinę Wulkanów. Kanion, wpisany do *Księgi Rekordów Guinnessa* jako najgłębszy na świecie, został odkryty dla świata przez Polaków w roku 1981. Tworzy wyjątkowo

¹Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; paulo@geol.agh.edu.pl, pollux@geol.agh.edu.pl.

²Regiony to odpowiedniki polskich województw, jest ich w Peru 25.



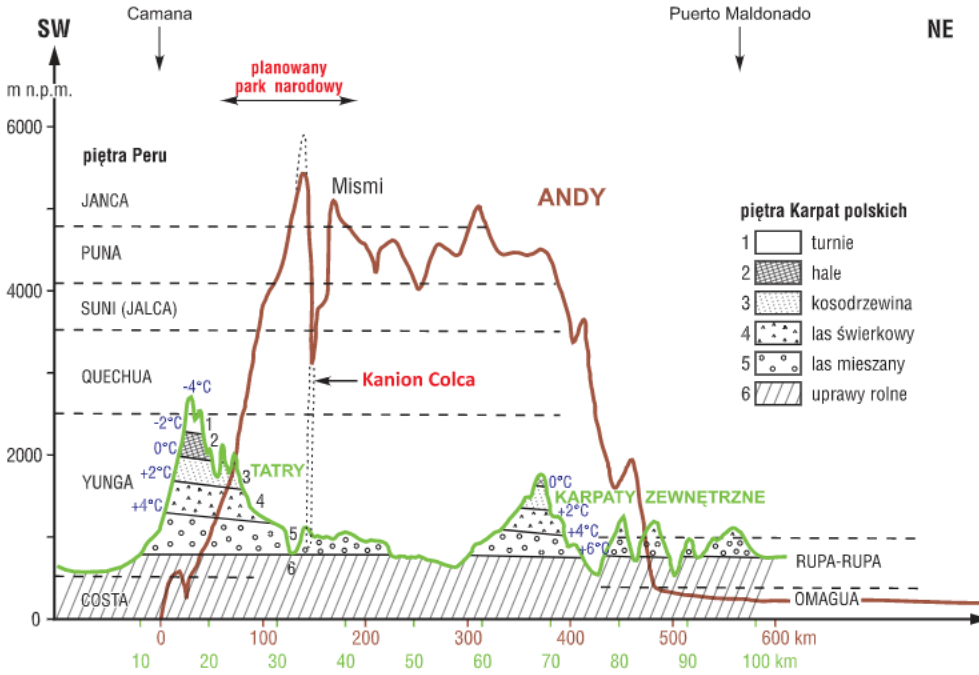
Ryc. 1. A – lokalizacja terenu prac Polskiej Wyprawy Naukowej do Peru (Paulo, 2008, zmienione); B – mapa geologiczna regionu Rio Colca na podstawie pracy Salceda (2007) i badań PWNP w latach 2003–2006 (Paulo, 2008, zmienione)

czytelny, choć zróżnicowany przekrój skorupy ziemskiej na długości ok. 100 km i głębokości 1–3 km. Przed objęciem ochroną i udostępnieniem turystycznym tego obszaru potrzebne jest jednak rozpoznanie wielu elementów budowy geologicznej i przyrody żywej oraz walorów krajobrazowych i kulturowych. Odkrycie i wzrost popularności Kanionu Colca oraz wykorzystanie lokalnych bogactw naturalnych (złóż, zasobów i energii wód, krajobrazu) spowodowały niekontrolowany rozwój gospodarczy regionu. Uczestnicy wyprawy angażują się w poznanie tego niezwykłego obszaru ze świadomością zbiorowej odpowiedzialności za równowagę tego rozwoju i wspieranie ochrony środowiska.

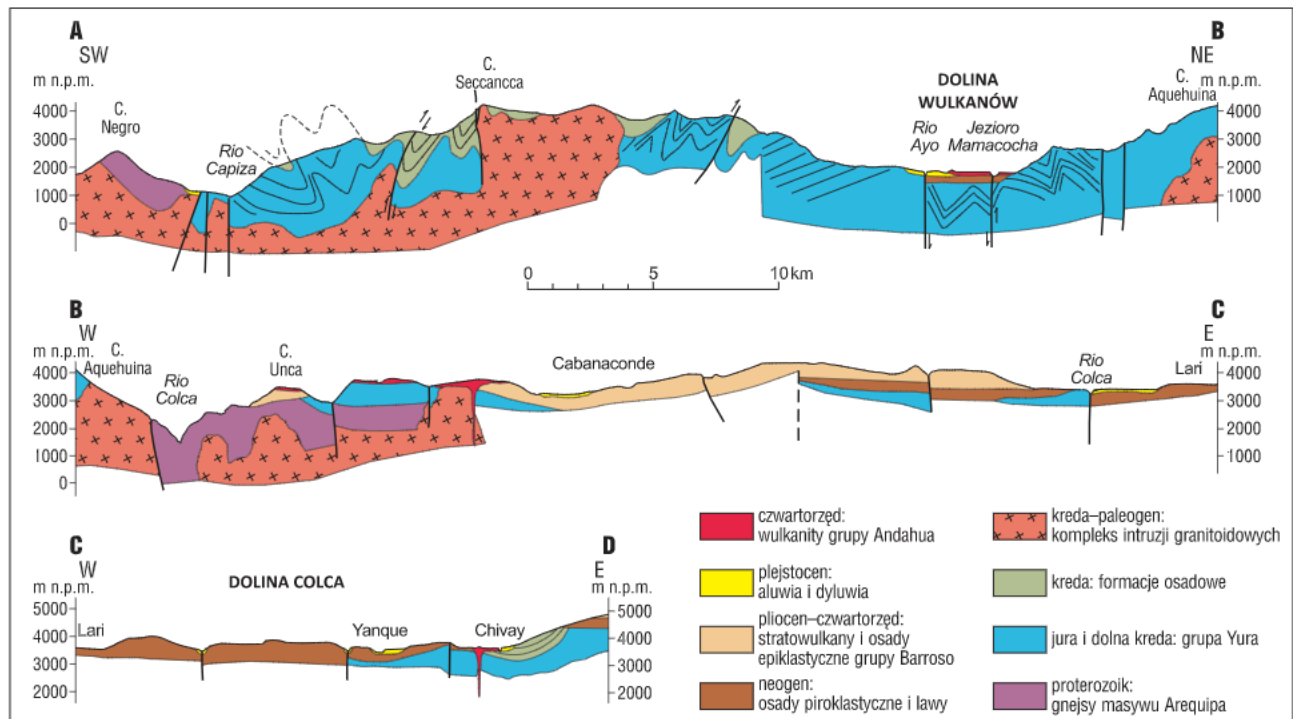
Teren badań został wstępnie rozpoznany przez Peruwianczyków pod względem geologicznym. Pokryto go regionalnym zdjęciem w skali 1 : 100 000, a na wielu obszarach objętych koncesją górniczą również zdjęciem szczegółowym. Z powodu zróżnicowanego zespołu wykonawców, braku instrukcji ujednolicającej metodykę rozpoznania oraz różnego zaawansowania badań w czasie wykonywania mapy treść poszczególnych arkuszy nie jest dobrze skorelowana.

Atrakcyjność geologiczna terenu badań wynika z położenia na obszarze modelowym aktywnej krawędzi kontynentu. Głównym celem utworzenia parku w Kanionie Colca jest właśnie ochrona niezwykłej georóżnorodności i wielkich walorów krajobrazowych, a w dalszej kolejności także kulturowych i mało jeszcze poznanych walorów przyrody ożywionej. Formacje geologiczne kanionu obejmują szeroki przedział czasu – od proterozoiku po czwartorzęd, a także różnorodne genetycznie skały – osadowe środowisk morskich i kontynentalnych, magmowe plutoniczne i wulkaniczne, pomagmowe oraz metamorficzne (Paulo, 2008).

Prowadzone badania mają na celu wskazanie wartych ochrony odsłonięć (geostanowisk), w których zachował się czytelny zapis struktur i środowisk sedymentacyjnych, deformacji tektonicznych (Żaba & Małolepszy, 2008a, b), ewolucji obszaru, przeobrażeń



Ryc. 2. Porównanie pięter roślinno-klimatycznych w Peru (Pulgar Vidal, 1981) i w Karpatach polskich (Hess, 1965). Zwróć uwagę na różne skale poziome



Ryc. 3. Przekrój geologiczny wzdłuż Kanionu i Doliny Colca (Paulo, 2008, zmienione). Linia przekroju na ryc. 1B



Ryc. 4. Paweł Panajew, Andrzej Paulo i Andrzej Gałaś w trakcie prac terenowych w górnej części Doliny Wulkanów. Fot. M. Głogowska



Ryc. 5. Powitanie członków Polskiej Wyprawy Naukowej do Peru przez uczniów szkoły podstawowej im. Jana Pawła II w Huambo. Fot. A. Paulo

na powierzchni i w głębi skorupy ziemskiej oraz warunków rozwoju gleb i różnorodnych form rzeźby terenu (Gałaś & Paulo, 2005; Arana, 2006; Kalicki & Kukulak, 2008; Radwanek-Bąk, 2008). Badania te powinny dać odpowiedź na pytania: dlaczego i kiedy powstał Kanion Colca i karłowate wulkany grupy Andahua; czy kanion będzie się jeszcze pogłębiał, a jeśli tak, to w jakim tempie; jakie zagrożenia dla tego obszaru niosą ciągle aktywne procesy geologiczne; czy zapis geomorfologiczny wskazuje na konsekwentne zmiany klimatu i zasobów wodnych. Prace prowadzone przez Polską Wyprawę Naukową do Peru powinny również wykazać wartość ekologiczną, archeologiczną, historyczną i kulturową terenu proponowanego do ochrony.

W granicach projektowanego parku, oprócz Kanionu Colca, powinna znaleźć się także południowa część Doliny Wulkanów, w której na małej powierzchni skupione są obiekty o wyjątkowych walorach krajobrazowych i naukowych. Są one przedmiotem osobnego projektu badawczego ze względu na bogactwo form wulkanicznych, zachowanych praktycznie bez śladów erozji (Gałaś & Paulo, 2005; Gałaś, 2007). W dolinie występują niezwykle atrakcyjne stożki piroklastyczne (Hoempler, 1960; Cabrera & Thouret, 2000; Delacour i in., 2002), kopyły lawowe i potoki lawy (najmłodsze – ok. 350 lat – na południe od Andahua; Gałaś & Paulo, 2005). Byłyby one znakomitym urozmaiceniem georóżnorodności przyszłego obszaru ochrony.

Środowisko skalne wraz z klimatem determinuje rozwój bioróżnorodności. Rozpoznajemy je i dokumentujemy, powinniśmy starać się zachować przynajmniej najbardziej charakterystyczne zespoły geologiczne w taki sam sposób, jak czynimy to względem przyrody żywej. Ważne, by obszar był różnorodny zarówno pod względem geologiczno-krajobrazowym, jak i biologicznym. W Peru na znaczenie podłoża geologicznego i procesów geodynamicznych dla rozwoju ekosystemów zwracał uwagę Tumialan de la Cruz (2004), a w Polsce m.in. Kozłowski (2004) i Alexandrowicz (2006).

Wyjaśnienie w toku badań genezy zjawisk przyrodniczych, współzależności świata żywego i otoczenia skalne-

go sprzyja edukacji, a ochrona charakterystycznych profili i stanowisk – badaniom naukowym. Uświadomienie ogólnonarodowego, a nieraz światowego znaczenia obszaru chronionego buduje dumę mieszkańców regionu i stwarza fundament współpracy pomiędzy naukowcami a lokalną społecznością. Ustanowienie parku narodowego gwarantowałoby niezależność ochrony od zmieniających się politycznych koniunktur i doraźnych interesów grup społeczno-gospodarczych.

Przyszły park narodowy Kanionu Colca i Doliny Wulkanów ma wszelkie dane, by stać się – wraz z istniejącymi już rezerwatami *Salinas y Aguada Blanca* oraz *Subcuenca del Cotahuasi* – ważnym ogniwem w tworzonej od niedawna przez UNESCO sieci geoparków (Wimbledon i in., 1998; Dingwall, 2000; UNESCO, 2004). Geoparki powinny przede wszystkim umożliwiać ochronę dziedzictwa geologicznego i bezkonfliktowe wykorzystanie naturalnych walorów krajobrazu w lokalnej polityce zrównoważonego rozwoju społecznego i gospodarczego. Ochrona dziedzictwa odbywa się poprzez popularyzację nauk geologicznych, zabezpieczanie stanowisk oraz propagowanie ich funkcji edukacyjnych i turystycznych.

Uczestnicy i finansowanie prac terenowych

W dotychczasowych sześciu wyprawach wzięło udział trzydzieści osób z następujących instytucji naukowo-badawczych: Akademii Górniczo-Hutniczej, uniwersytetów: Jagiellońskiego, Śląskiego, Gdańskiego, Humanistycznego w Kielcach i Pedagogicznego w Krakowie, Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego, Głównego Instytutu Górnicztwa, instytutów PAN: Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania, Botaniki w Krakowie i Gdańsku oraz KGHM Polska Miedź S.A. Pracownicy naukowci stanowią 2/3 tego składu, a doktoranci i studenci tworzą grupę pomocniczą. Kierownictwo naukowe wyprawy sprawuje prof. Andrzej Paulo, a organizacyjne – dr Andrzej Gałaś.

Tab. 1. Uczestnicy Polskiej Wyprawy Naukowej do Peru w latach 2003–2010

Lp.	Uczestnicy	Jednostka organizacyjna	2003	2004	2005	2006	2008	2010
Pracownicy naukowci								
1	prof. Andrzej Paulo	AGH	x	x		x	x	x
2	dr Andrzej Gałaś	AGH	x	x		x	x	x
3	dr Mariusz Krzak	AGH		x				
4	dr Slavka Gałaś	AGH						x
5	prof. Zdzisław J. Ryn	UJ				x		
6	dr Michał Wasilewski	AGH/UJ		x	x	x		
7	mgr Agata Świerzowska	UJ				x		
8	prof. Jerzy Żaba	UŚ				x	x	
9	dr Zbigniew Małolepszy	UŚ				x		
10	dr Justyna Ciesielczuk	UŚ					x	x
11	dr Magdalena Głogowska	AGH/GIG				x	x	x
12	prof. Tomasz Kalicki	IGiPZ PAN/UH				x	x	x
13	prof. Józef Kukulak	UP				x	x	x
14	dr hab. Barbara Radwanek-Bąk	PIG-PIB				x	x	
15	mgr Beata Cykowska	IB PAN				x		
16	mgr Adam Flakus	IB PAN				x	x	
17	dr Martin Kukwa	IB PAN					x	
18	mgr Paweł Panajew	KGHM					x	x
19	mgr Joanna Krupa	AGH/UH				x		x
20	red. Marek Tomalik	Radio Kraków				x		
Doktoranci i studenci								
21	mgr Kukula-Góral	AGH		x				
22	mgr Sławomir Bębenek	AGH		x				
23	mgr Katarzyna Sobiech	UJ				x		
24	mgr Piotr Kalicki	UJ					x	
25	mgr Krzysztof Gaidzik	UŚ					x	x
26	Grzegorz Piątek	AGH					x	
27	Bożena Sotoła	AGH					x	
28	Magdalena Durjasz	AGH						x
29	Jakub Rygał	AGH					x	
30	Michał Holzer	licealista				x		
Ilość ogółem			2	6	1	17	16	11

Koszt prac terenowych jednej osoby wynosi mniej niż 10 000 zł – dzięki zniżkom na opłaty noclegowe i turystyczne. Około 50% tej kwoty stanowi przelot, który wielu uczestnikom opłaciła macierzysta instytucja. Podstawowe koszty ponoszone są przez uczestników. Dodatkowe środki finansowe uzyskane zostały od różnych organizacji (Polonijny Klub Podróżnika, Towarzystwo Badania Przemian Środowiska *Geosfera*) i sponsorów prywatnych. Pełna lista sponsorów jest umieszczona na stronie internetowej PWNP.

Projekty badawcze

Dominującą dziedziną badań Polskiej Wyprawy Naukowej, ze względu na specyfikę i stan rozpoznania terenu oraz profesję uczestników, są nauki o Ziemi: wulkanologia, tektonika, geomorfologia, sedymentologia oraz geologia dynamiczna i złożowa. Dziedziny pomocnicze stanowią: botanika, waloryzacja geoturystyczna, planowanie prze-

strzenne, medycyna tradycyjna i lokalne leki mineralne oraz ornitologia.

Tematy badań podejmowane są z inicjatywy uczestników wyprawy. Początkowo pojawiały się w oddzielnych zespołach uczelnianych lub instytutowych, obecnie wynikają często ze współpracy tych zespołów. Odczuwalna jest potrzeba ściślejszej kooperacji ze specjalistami peruwiańskimi i sformułowania wspólnych tematów. Na razie powiodło się to na polu geologii złóż epitermalnych i zaowocowało współpracą z geologami z kompanii górniczej *CM Buenaventura*.

Konkretne tematy projektów badawczych zostały zestawione w tabeli 2.

Rekonesans w 2003 roku

Kanion Colca został przebyty po raz pierwszy w 1981 r. przez grupę *Canoandes '79* złożoną z krakowskich studen-

Tab. 2. Wybrane projekty badawcze Polskiej Wyprawy Naukowej do Peru w latach 2003–2010

Tytuł	Wykonawcy	Lata realizacji
Współczesny wulkanizm w otoczeniu Kanionu Colca	A. Gałaś, A. Paulo	2003–
Złoża, górnictwo i wielkie projekty w południowym Peru a zrównoważony rozwój i ryzyko inwestycyjne	A. Paulo, A. Gałaś	2003–
Atrakcje geoturystyczne Doliny i Kanionu Colca oraz Doliny Wulkanów	M. Krzak, S. Bębenek	2004–2005
Pochodzenie obsydianu w wyrobach prehistorycznych i leki mineralne w dorzeczu Rio Colca	M. Wasilewski	2004–
Tektoniczne uwarunkowania wulkanizmu oraz pozycji strukturalnej i rozwoju sieci rzecznej Kanionu Colca oraz Doliny Wulkanów	J. Żaba, Z. Małolepszy, J. Ciesielczuk, K. Gaidzik	2006–
Zagrożenia osuwiskami związane z aktywnością tektoniczną w rejonie doliny Rio Colca	J. Żaba, Z. Małolepszy, J. Ciesielczuk, K. Gaidzik	2006–
Czwartorzędowa ewolucja Doliny i Kanionu Colca – rola struktury geologicznej, neotektoniki i wahań klimatycznych	T. Kalicki, J. Kukulak, J. Krupa	2006–
Osady jeziorne w Dolinie Colca	T. Kalicki, J. Kukulak, A. Paulo	2006–
Mszaki i porosty Kanionu Colca	A. Flakus, B. Cykowska, M. Kukwa	2006–
Wstępne badania biologiczne Kanionu Colca	K. Sobiech	2006
Badania terenowe nad medycyną tradycyjną Indian Aymara i Keczua w rejonie Arequipy	Z.J. Ryn	2006
Waloryzacja dziedzictwa geologicznego oraz ochrona georóżnorodności w dolinie Rio Colca	B. Radwanek-Bąk, M. Głogowska, J. Żaba, J. Ciesielczuk, K. Gaidzik, Z. Małolepszy	2006–
Badania awifauny Kanionu Colca i Doliny Wulkanów	T. Wilk	2007
Środowisko geologiczne występowania śladów gadów mezozoicznych w dolinach Rio Majes i Andamayo	M. Głogowska, A. Paulo	2008–2009
Mineralizacja epitermalna w rejonie Madrigal	P. Panajew	2008–
Mineralizacja powierzchniowa wokół źródeł termalnych w dolinie Rio Colca i gejzeru Pinchollo	J. Żaba, J. Ciesielczuk, K. Gaidzik, M. Głogowska, J. Rygał	2008–
Trawertyny w dolinie Huambo	T. Kalicki, J. Kukulak, J. Żaba	2008–
Własności fizyczne i skład wód termalnych oraz powierzchniowych w dorzeczu Rio Colca	A. Paulo, B. Radwanek-Bąk, M. Głogowska, M. Durjasz	2008–
Mineralizacja epigenetyczna w skałach wulkanicznych i osadowych	J. Żaba, J. Ciesielczuk, K. Gaidzik, A. Paulo	2008–
Założenia projektu Parku Narodowego Kanion Colca i Dolina Wulkanów na tle systemu ochrony przyrody w Peru	A. Paulo, A. Gałaś	2009–
Rozwój dolin rzecznych w źródłowej części Amazonki	T. Kalicki, J. Kukulak, J. Krupa	2010–
Zmiany kontaktowe i hydrotermalne wokół pni intruzywnych	A. Paulo, J. Żaba, J. Ciesielczuk, K. Gaidzik	2010–

tów z klubu kajakowego *Bystrze* i wspieraną przez władze AGH (Majcherczyk i in., 1981; Majcherczyk, 2002).

Pod wpływem relacji zdobywców kanionu i fotografii niezwykłych karłowatych wulkanów z „zapomnianej doliny peruwiańskiej”, umieszczonych w artykule Shippego (1934) w *National Geographic*, a także idei utworzenia na tym obszarze parku narodowego, przedstawionej przez Majcherczyka w Krakowie w 2002 r., autorzy niniejszego artykułu zdecydowali się na wyjazd rekonesansowy do Peru.

Wyjazd nastąpił w lipcu następnego roku. Rozpoznano wówczas warunki prac terenowych, zakres i koszty podstawowych usług, nawiązano kontakty z gospodarzami terenu, geologami miejscowymi, Uniwersytetem Państwowym San Agustín (UNSA) w Arequipie, Instytutem Geologiczno-Górnictwem (INGEMMET) w Limie i Polską Misją Archeologiczną Uniwersytetu Warszawskiego pracującą w pobliżu Kanionu Colca (Ziółkowski & Belan Franco, 2001). Zebrano literaturę, uzyskano mapy i oceniono stan rozpoznania regionu. Sondowano stosunek miejscowej społeczności, w tym elit, do ochrony środowiska oraz dyskutowano możliwości wspólnych działań. Po powrocie do kraju przygotowano folder w języku hiszpańskim informujący o atrakcjach geoturystycznych Doliny Wulkanów, który w następnym roku podarowano w liczbie

1000 egzemplarzy władzom regionu i kilku agencjom turystycznym w Arequipie.

Badania AGH w latach 2004 i 2005

W 2004 r. otwarto na AGH dwa projekty badawcze na temat grupy wulkanicznej Andahua oraz walorów geoturystycznych rejonu Kanionu Colca. Pierwszy realizowali A. Gałaś, A. Paulo i M. Wasilewski, a drugi – M. Krzak, A. Kukuła-Góral i S. Bębenek. Głównym celem wyprawy była Dolina Wulkanów, która łączy się z Kanionem Colca w połowie jego długości. Rozpoczęto inwentaryzację centrów erupcyjnych grupy Andahua. Na uniwersytecie w Arequipie autorzy ogłosili odczyt na temat formacji wulkanicznej Andahua badanej w strefie Orcopampa–Ayo–Huambo. W tym roku założono stronę internetową wyprawy: <http://home.agh.edu.pl/~peru>. Uczelnie AGH i UNSA zawarły umowę o współpracy naukowej.

Latem następnego roku M. Wasilewski penetrował rozległy teren w dorzeczu Rio Colca i Rio Cotahuasi oraz kontynuował badania nad miejscowymi lekami mineralnymi i pochodzeniem obsydianu w wyrobach prehistorycznych.

Opublikowano kilka prac naukowych, m.in. w *Prze-gładzie Geologicznej* (Gałaś & Paulo, 2005; Paulo &

Gałaś, 2005) i *Geoturystyce* (Krzak, 2005), a w 2004 r. przedstawiono referat oraz poster pt. *Czy karłowate wulkany w południowym Peru mogą znowu wybuchnąć?* w ramach *Europejskiego Tygodnia Nauki*.

PWNP 2006

W 2006 r. krąg badaczy znacznie się powiększył – w wyprawę zaangażowało się siedem ośrodków naukowych. Głównym terenem prac była południowa krawędź Kanionu Colca i obszar Doliny Colca. Spektrum badań poszerzyło się o sferę przyrody żywej, zagadnienia kulturowe i medyczne oraz tektoniczne i geomorfologiczne. Grupa tektoników, w której skład weszli J. Żaba i Z. Małolepszy, rozpoczęła realizację projektu dotyczącego tektonicznych uwarunkowań wulkanizmu, osuwisk oraz pozycji strukturalnej i rozwoju Kanionu Colca i Doliny Wulkanów. Grupa geomorfologów, początkowo w składzie T. Kalicki i J. Kukulak, opracowywała czwartorzędową ewolucję Doliny i Kanionu Colca. Stan opieki zdrowotnej w regionie badał Z.J. Ryn, który przeprowadził też szereg wywiadów z ludnością miejscową na temat tradycyjnego leczenia. Wywiady te wzbogaciły jego dzieło pt. *Medycyna indiańska* (2007). Z kolei M. Wasilewski zebrał kolekcję leków mineralnych do późniejszych badań laboratoryjnych i wspólnie z A. Świerzowską prowadził rekonesans archeologiczno-etnograficzny. Badania potencjału geoturystycznego kontynuowała B. Radwanek-Bąk, wspierana przez M. Głogowską.

Dorobek wyprawy został przedstawiony przez A. Paulo i A. Gałasia na forum Peruwiańskiego Towarzystwa Geologicznego w Limie. Profesorowie Paulo i Ryn zostali powołani na członków korespondentów Limeńskiego Towarzystwa Geograficznego, najstarszego towarzystwa naukowego Peru, utworzonego w 1888 r. z inicjatywy Ernesta Malinowskiego.

Na konferencji pt. *Polskie badania środowiska przyrodniczo-kulturowego w Ameryce Łacińskiej* w maju 2007 r. w Krakowie w kilku referatach przedstawiono dorobek Polskiej Wyprawy Naukowej do Peru.

PWNP 2008

W 2008 r. wyprawa była równie liczna jak przed dwoma laty. Kontynuowano rozpoczęte badania, objęto nimi nowe tereny i poszerzono je o zagadnienia mineralizacji powierzchniowej wokół źródeł termalnych w dolinie Rio Colca oraz mineralizacji epigenetycznej w skałach wulkanicznych i osadowych. Grupa B. Radwanek-Bąk rozpoznawała potencjał geoturystyczny dolin rzek Majes i Andamayo na zachodnim obrzeżu Kanionu Colca oraz możliwości objęcia ich różnymi formami ochrony, a także rozpoczęła badania chemizmu wód powierzchniowych w Dolinie Colca.

Wiosną 2008 r. ukazał się zeszyt Kwartalnika AGH *Geologia* (t. 34, zesz. 2/1), zatytułowany *Polskie badania w Kanionie Colca i Dolinie Wulkanów*. Jest bogato ilustrowany i w całości poświęcony rezultatom pionierskich prac w tym regionie. Można się z nim zapoznać również na stronie internetowej: <http://journals.bg.agh.edu.pl/GEOLOGIA>. Monografię z rezultatami dotychczasowych badań podarowano wielu ośrodkom naukowym i administracyjnym departamentu Arequipa.

W tym samym roku poszerzono znacznie współpracę naukową z ośrodkami w Peru i Polską południowoame-

rykańską. W 2009 r. ukazało się hiszpańskojęzyczne tłumaczenie omawianego zeszytu w numerze specjalnym *Boletín de la Sociedad Geográfica de Lima* (red. Zaniel Novoa Goicochea), wydanym na koszt tego towarzystwa w nakładzie 2000 egzemplarzy. Niestety, jego finalna edycja nie została uzgodniona z autorami i trafiła do sprzedaży bez erraty.

PWNP 2010

W 2009 r. dotarły do Polski informacje o licznych inicjatywach inwestycyjnych (hydrotechnicznych, górniczych, drogowych, turystyczno-hotelowych) w badanym regionie, ale również o zaniedbaniach w zakresie oceny oddziaływania na środowisko i o niepokojącym odroczonym odwołaniu od ochrony środowiska. Spowodowało to przyspieszenie prac dokumentujących walory przyrodnicze i przedstawienie wstępnego projektu ochrony przez Andrzeja Paulo i Andrzeja Gałasia na konferencji w Arequipie. Utworzenie parku narodowego Kanionu Colca i Doliny Wulkanów pozwoliłoby racjonalnie ukierunkować rozwój regionu, który rozpoczął się za sprawą Polaków, tak aby nie przyniósł niepożądanych skutków ubocznych i zapewnił równowagę ekologiczną. Wobec niedostatecznej aktywności lokalnego środowiska przyrodników priorytetem dla PWNP stało się inicjowanie geoochrony i ściślejszej współpracy osobistej i instytucjonalnej z Peruwiańczykami.

Uczestnicy wyprawy zgłosili projekt badawczy pt. *Stworzenie podwaliny naukowej pod przyszły park narodowy w Peru* do konkursu *Cudze chwalicie, swego nie znacie – promocja osiągnięć nauki polskiej*, organizowanego przez Polską Fundację Ośrodków Wspomagania Rozwoju Gospodarczego *OIC Poland* i Wyższą Szkołę Ekonomii i Innowacji w Lublinie, a wspieranego przez Europejski Fundusz Społeczny UE (www.topnauka.pl). Niestety, pomimo zakwalifikowania do finału i starań o wsparcie finansowe uzyskano jedynie sukces medialny.

W okresie 14.05–31.07.2010 r., m.in. w ramach *Krakowskiego Festiwalu Nauki i Nocy Muzeów*, na AGH eksponowana była wystawa fotograficzna pt. *W Kanionie Colca i Dolinie Wulkanów w Peru*, którą planowano następnie przekształcić w wystawę objazdową.

W lipcu br. w Peru pracowała 11-osobowa grupa geologów i geomorfologów. Kontynuowała prace w niezbadanych dotychczas i najtrudniej dostępnych częściach Kanionu Colca i jego otoczenia, także w obszarze źródeł Amazonki. Rozpoczęła nowe tematy badawcze dotyczące geomorfologii tego ostatniego obszaru, zmian w skałach otaczających intruzje oraz własności fizycznych i składu wód termalnych w dorzeczu Rio Colca.

Badacze współpracowali ze szkołą języka angielskiego dla młodzieży w Chivay, którą od kilku lat prowadzą w czasie wakacji wolontariusze polonijni pod kierunkiem A. Piętowskiego.

W *CM Buenaventura* w Orcopampie zorganizowano konferencję wewnętrzną, na której porównano wyniki badań tektonicznych PWNP (Ciesielczuk i Gaidzik) z wynikami pomiarów żył i uskoków przeprowadzonych w kopalniach przez Peruwiańczyków oraz przeszkolono miejscowych geologów w rozpoznawaniu wulkanitów Andahua (Paulo i Gałaś).

W lipcu br. we współpracy z geologami i ekologami peruwiańskimi przygotowano konferencję międzynarodową (*I Congreso Peruano-Polaco, Arequipa 2010*) pod hasłem: *Geologia regionu Colca i Doliny Wulkanów* –



Ryc. 6. Dolina Colca. Na prawym brzegu Rio Colca – system tarasów akumulacyjnych niszczonych przez osuwiska i użytkowanie rolnicze. Fot. A. Paulo



Ryc. 7. Wąwóz Rio Huambo wycięty w czwartorzędowych trawertynach. Fot. A. Gałaś

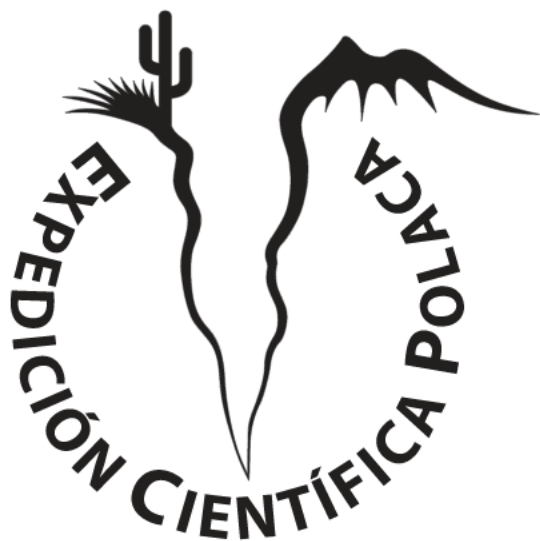


Ryc. 8. Wrota Kanionu Colca. Dalej na zachód koryto rzeki wciną się na głębokość 1000–3500 m. Fot. A. Paulo

pomost między przyrodą i człowiekiem. Uczestnikami konferencji byli mieszkańcy miejscowości: Arequipa, Chivay, Cabanaconde i Huambo, pracownicy uniwersytetów: państwowego San Agustín (UNSA) i *Universidad Católica de Santa María* (UCSM), instytutu INGEMMET, pracownicy i studenci Wyższej Szkoły Turystyki (ESDIT – *Escuela de Gastronomía y Turismo*) oraz pojedynczy przedstawiciele instytucji zajmujących się planowaniem przestrzennym. Na spotkaniu zabrakło przedstawicieli *Auto-Colca* i zarządu regionu Arequipa, mimo że odbywało się pod ich patronatem. W pierwszym dniu konferencji (16 lipca) w przepelnionej sali UNSA wygłoszono (w języku hiszpańskim) dwa referaty polskie (Piętowski; Paulo i A. Gałaś) i dwa peruwiańskie, które były żywo dyskutowane. Polacy zaprezentowali dziesięć posterów, które zostały następnie podarowane zainteresowanym instytucjom – INGEMMET i UNSA. Drugiego dnia konferencja odbyła się w Chivay, gdzie przedstawiono trzy polskie referaty (Kalicki i in.; Gaidzik i in.; S. Gałaś & Paulo) i osiem posterów, które przekazano do Muzeum Regionalnego UCSM w Yanque.

Współpraca

W latach 2003–2008 członkowie PWNP współpracowali z władzami regionu Arequipa i samorządami lokalnymi, przekazując im informacje o zamiarach i postępach prac oraz publikacje wyników. Otrzymywali w zamian ulgi w zakwaterowaniu i zwolnienie z opłat turystycznych. W 2010 r., pomimo umowy z UNSA, współpraca okazała się możliwa tylko z pojedynczymi osobami, które brały czynny udział w konferencji lub pomagały w jej organizacji (P. Meza, M. Benavente). W tym samym czasie drugi z najważniejszych uniwersytetów, UCSM, wyraził zainteresowanie umową o kooperacji naukowej z AGH. Pomyślnie współpracowano też z przedsiębiorstwami górniczymi (zwłaszcza z *CM Buenaventura*), konsultując bieżące problemy poszukiwań złóż złota i zagospodarowania terenów pogórnich i korzystając z ich infrastruktury kopalnianej i transportowej. Nawiązano kontakty z pozarządowymi organizacjami ekologicznymi, które ostatnio, podobnie jak PWNP, spotykają się z oporem ze strony samorządów. Pomimo zawodu, jaki sprawili nieobecni na konferencji niektórzy prelegenci peruwiańscy, uzyskaliśmy ich zapewnienie o zainteresowaniu współpracą.



Ryc. 9. Logo Polskiej Wyprawy Naukowej do Peru. Autor: Melvin Benavente (UNSA)

Od początku badań uczestnicy wyprawy utrzymują kontakty z zagranicznymi geologami (Jean-Claude'em Thouretem, Adélie Delacour i Bohumírem Janskim) oraz archeologami (Luisem Augustem Belanem Franco, Maciejem Sobczykiem i Mariuszem Ziółkowskim) pracującymi na omawianym terenie.

Bezpieczeństwo

Praca w terenie egzotycznym wiąże się z szeregiem niebezpieczeństw, które trzeba rozpoznać zawczasu. Należą do nich m.in.: stosunek miejscowej ludności do obcych, choroby, przeszkody terenowe i komunikacja.

Peru ma za sobą niechlubny okres terroryzmu „Świetlistego Szlaku” i jest miejscem odradzającego się gwałtownego sprzeciwu wobec inwestycji zagranicznych, które zwykle poprzedzone są badaniami geologicznymi. Ryzyko inwestycyjne w górnictwie, będącym głównym źródłem dewiz dla Peru, zostało omówione w artykułach Andrzeja Paulo i Andrzeja Gałasia (2006a, b). Departament Arequipa, w którym działa PWNP, uchodzi za jeden z najbardziej bezpiecznych. Dzięki kontaktom z administracją terenową miejscowa ludność zawsze wie o przybyciu Polaków, a dzięki wzorowemu zachowaniu uczestników wyprawy, wkładowi *Canoandes '79* w rozwój regionu i tradycji pomocy jest do nich niezwykle przychylnie nastawiona.

Suchy klimat zmniejsza ryzyko chorób tropikalnych, ale nie wyklucza zatruc pokarmowych, czego doświadczyli niemal wszyscy uczestnicy. Zasadnicze przeszkody terenowe stwarzają: wysokość i jej duże zróżnicowanie (bardzo strome stoki), kontrastowy klimat, brak wody w południowo-zachodniej części obszaru i lokalnie kolczasta roślinność. Pracując w okresie tamtejszej zimy, doświadczyliśmy temperatur od –20 do +40°C, silnego wiatru i niemiłosiernego nasłonecznienia. Znajdowaliśmy ścieżki do opuszczonych już domostw i szafasów pasterskich, korzystaliśmy z wiszących mostków. Paradoksalnie jednak największe niebezpieczeństwo niosły przejazdy miejscowymi autobusami, które po przepaścistych i osuwających się drogach zwykły jeździć nocą, a których kierowcy zapominali o używaniu ręcznego hamulca, gdy zatrzymywali się przed niespodziewaną przeszkodą. Jeden z autobusów, którym kilku uczestników zjeżdżało stromą drogą, miał złamane pióra resora i był naprawiony za pomocą linki i taśmy.

Poruszanie się w trudnym, bezludnym terenie niesie ryzyko nieudzielenia pomocy osłabionemu lub rannemu. Aby uniknąć choroby wysokościowej, stosowaliśmy krótką aklimatyzację, a przed akceptacją kandydatów na uczestników wyprawy pytaliśmy o ich doświadczenie przebywania w warunkach górskich. Stosowaliśmy zasadę prowadzenia prac terenowych przez co najmniej trzy osoby w jednym miejscu, a na uczęszczanych szlakach przez co najmniej dwie osoby. W najtrudniej dostępne rejonny udawały się liczniejsze grupy w towarzystwie kwalifikowanego ratownika górskiego i, w kilku przypadkach, miejscowego przewodnika. Postępujące pokrycie terenu badań siecią telefonii komórkowej zwiększyło bezpieczeństwo.

Informacja

Od 2004 r. informujemy władze lokalne o planach działania i zaraz po przybyciu PWNP do Arequipy organizowana jest konferencja prasowa. Wyniki prac są popularyzowane w biuletynach uniwersyteckich w Polsce, czasopiśmie kulturalnych i poczytnych dziennikach, spora-

dycznie w radio i telewizji. Dużym zainteresowaniem cieszą się odczyty w środowiskach naukowych, oświatowych i turystycznych. Tegoroczna aktywność została dostreżona przez serwisy informacyjne PAP (najszerzej *Polonia dla Polonii*), regionalne kroniki telewizyjne, czasopisma (gazety) o różnym zasięgu (np. *Goniec Górnośląski*, *Gazeta Uniwersytecka UŚ*, *Gazeta Krakowska*), oraz niektóre informacyjne portale internetowe, np:

- <http://kgp.wnoz.us.edu.pl>,
- <http://www.us.edu.pl/node/65461>,
- <http://www.us.edu.pl/node/66191>,

- <http://wiadomosci.onet.pl/nauka/polscy-naukowcy-badaja-unikatowy-kanion,1,3603362,wiadomosc.html>.

Najpełniejszym źródłem informacji o Polskiej Wyprawie Naukowej do Peru jest strona internetowa AGH: <http://home.agh.edu.pl/~peru>. Jest na niej umieszczona zawartość zeszytu Kwartalnika AGH *Geologia*, poświęconego polskim badaniom w Kanionie Colca i Dolinie Wulkanów, oraz kilka artykułów naukowych. W sumie na temat wyprawy opublikowano około 50 artykułów, z czego 12 znalazło się w wydawnictwie peruwiańskim pod egidą *Sociedad Geográfica de Lima*.



Ryc. 10. Plejstocenijskie (?) osady jeziorne w Dolinie Colca zaburzone osuwiskiem. Fot. A. Paulo



Ryc. 11. Osady piroklastyczne na zboczu wulkanu Santo Tomas, odległego o 115 km na północ od Doliny Wulkanów. Fot. A. Paulo



Ryc. 12. Grań Nevado Mismi (5597 m) – wododział między Pacyfikiem i Atlantykiem. Po lewej Dolina Colca i w oddali wulkan Hualca Hualca, po prawej ośnieżony wulkan Coropuna (6425 m). Czapa lodowa Mismi zanikła w 2010 r., a na wyższych szczytach cofa się wyraźnie z roku na rok. Fot. P. Panajew

Co dalej?

W ramach dotychczasowych prac terenowych zgromadzono dużą ilość próbek, pomiarów i materiałów obserwacyjnych, które wymagają opracowania i opublikowania. Będą podejmowane kolejne próby włączania do współpracy geologów i ekologów peruwiańskich oraz wspólnego publikowania wyników badań.

Los Kanionu Colca i Doliny Wulkanów, poddawanych presji inwestycyjnej, spoczywa w rękach elit peruwiańskich. To im najlepiej znane są uwarunkowania polityczne i prawne gospodarki przestrzennej i ochrony przyrody – my możemy jedynie doradzać i pomagać w sferze naukowej i organizacyjnej. Kolejne wyprawy badawcze poprzedzające powołanie parku narodowego powinny mieć raczej charakter uzupełniający i służyć do wyjaśnienia wyraźnie zarysowanych problemów. Nadszedł czas na opracowania laboratoryjne, podsumowanie wyników i prezentowanie ich na konferencjach międzynarodowych.

Wydaje się, że działalność Polskiej Wyprawy Naukowej do Peru otwiera drogę do eksportu polskiej myśli geologicznej, a w ślad za nią techniki górniczej, dostarczając niezbędnego i aktualnego przykładu prac w trudno dostępnym terenie. Peru, podobnie jak inne kraje Ameryki Łacińskiej, jest areną badań i odkryć geologicznych, wiele międzynarodowych kompanii geologiczno-górniczych jest zainteresowanych inwestycjami na tym terenie. Jeśli przy udziale i z inicjatywy Polaków dojdzie do utworzenia parku narodowego Kanionu Colca i Doliny Wulkanów, będzie on wizytówką polskiej nauki nie tylko dla Peruwiańczyków, ale także dla turystów z całego świata, którzy coraz liczniej odwiedzają ten region.

Prace zespołu z Akademii Górniczo-Hutniczej prowadzone są w ramach badań statutowych AGH 11.11.140.560, a zespołu z Uniwersytetu Śląskiego – w ramach badań statutowych oraz własnych Wydziału Nauk o Ziemi UŚ przy wsparciu Studenckich Kół Naukowych Geologów AGH (2008) i Uniwersytetu Śląskiego (2008).

Literatura

ALEXANDROWICZ Z. 2006 – Geoparki – nowe wyzwanie dla ochrony dziedzictwa geologicznego. *Prz. Geol.*, 54: 36–41.
ARANA E. (red.) 2006 – Un santuario natural en los volcanes. *Bienvenida*, 55: 55–68.
CABRERA M. & THOURET J.-C. 2000 – Volcanismo monogenético en el sur del Perú. *X Congreso peruano de geología, Sociedad Geológica del Perú, Lima*.
DELACOUR A., GERBE M.-CH., THOURET J.-C., WÖRNER G. & PAQUEREAU-LEBTI P. 2002 – Magma evolution of Quaternary minor volcanic centres in southern Peru, Central Andes. *Bull. Volcan.*, 69: 581–608.
DINGWALL P.R. 2000 – Legislation and international agreements: the integration of the geological heritage in nature conservation policies. [W:] Berettino D., Wimbleton W.A.P. & Gallego E. (red.) *Geological heritage: its conservation and management. Sociedad Geológica de España, Madrid*: 15–28.
EGASA 2008 – Estudio de Impacto Ambiental de la Central Hidroeléctrica Molloco [http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/dgaac/publicaciones/resumen/molloco/EIA_CH%20Molloco.PDF].
GAŁAŚ A. 2007 – Wulkany formacji Andahua w otoczeniu Kanionu Rio Colca w Peru. *Mat. Ogólnopol. Konf. Nauk. pt. Polskie badania środowiska przyrodniczo-kulturowego w Ameryce Łacińskiej. Kraków, 28–30.05.2007. Inst. Bot. PAN, Kraków*: 55–56.

GAŁAŚ A. & PAULO A. 2005 – Karłowate wulkany formacji Andahua w południowym Peru. *Prz. Geol.*, 53: 320–326.
HOEMPLER A. 1960 – Valle de volcanes de Andahua, Arequipa. *Segundo Congreso Nacional de Geología. Boletín Sociedad Geológica del Perú*, 37: 59–69.
KALICKI T. & KUKULAK J. 2008 – Czwartorzędowa ewolucja Doliny i Kanionu Colca – raport z badań geomorfologicznych wykonanych w roku 2006. *Kwart. AGH, Geologia*, 34: 55–81.
KOZŁOWSKI S. 2004 – Geodiversity. The concept and scope of geodiversity. *Prz. Geol.*, 52: 833–837.
KRZAK M. 2005 – Ruch turystyczny w rejonie Arequipy i możliwości jego rozwoju w Dolinie Wulkanów. *Geoturystyka*, 2: 3–22.
MAJCHERCZYK J. 2002 – Zdobycie Rio Colca, najgłębszego kanionu na Ziemi. *Wyd. AA, Kraków*.
MAJCHERCZYK J., PIĘTOWSKI A. & CHMIELIŃSKI P. 1981 – In kayak through Peru. *Whitewater guide. Polish Expedition Canoandes-79 & Embajada de Viajero, Lima*.
NOVOA GOICOCHEA Z. (red.) 2009 – Expedición Científica Polaca – Cañón del Colca. *Sociedad Geográfica de Lima, Peru*.
PAULO A. 2008 – Zarys budowy geologicznej Kordyliery Zachodniej południowego Peru. *Kwart. AGH, Geologia*, 34: 35–53.
PAULO A. & GAŁAŚ A. 2005 – Epitermalne złoża złota i srebra w okolicy Orcopampa i Caylloma, południowe Peru. *Prz. Geol.*, 53: 639–648.
PAULO A. & GAŁAŚ A. 2006a – Górnictwo a rozwój zrównowazony i ryzyko inwestycyjne w Peru. *Gosp. Sur. Miner.*, 22: 145–166.
PAULO A. & GAŁAŚ A. 2006b – Górnictwo rud w południowym Peru a ochrona środowiska i zrównowazony rozwój regionu. *Mat. Szkoły Eksploatacji Podziemnej, Szczyrk, 20–24.02.2006. Wyd. IGSMiE PAN*: 617–628.
PULGAR VIDAL J. 1981 – Geografía del Perú: las ocho regiones naturales del Perú. *Editorial Universo, Lima*.
RADWANEK-BAK B. 2008 – Atrakcje geoturystyczne Kanionu Colca i jego otoczenia. *Kwart. AGH, Geologia*, 34: 173–192.
RYN Z.J. 2007 – Medycyna indiańska. *Wyd. Literackie, Kraków*.
SALCEDO C.J. 2007 – Mapa geológica departamental de Arequipa 1 : 500 000 (digital). *INGEMMET, Lima*.
SENAMHI 2010 – Impacto de las condiciones meteorológicas en la agricultura. *Boletín Meteorológico e Hidrológico del Perú*, 15. *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología*.
SHIPPEE R. 1934 – A forgotten valley of Peru. *National Geographic*, 65: 110–132.
TUMIALAN DE LA CRUZ P.H. 2004 – La geología en relación al sistema ecológico en el Perú. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 7: 9–15.
UNESCO 2004 – Operational guideline for National Geoparks seeking UNESCO's assistance (Global UNESCO Network of Geoparks). *Paris*, 12.06.2004.
WIMBLETON W., ISHCHENKO A., GERASIMENKO N., ALEXANDROWICZ Z., VINOKUROV V., LISCAK P., VOZAR J., VOZAROVA A., BEZAK V., KOHUT M., POLAK M., MELLO J., POTFAJ M., GROSS P., ELECKO M., NAGY A., BARATH I., LAPO A., VDOVETS M., KLINCHAROV S., MARJANAC L., MIJOVIC D., DIMITRIJEVIC M., GAVRILOVIC D., THEODOSSIOU-DRANDAKI I., SERJANI A., TODOROV T., NAKOV R., ZAGORCHEV I., PEREZ-GONZALEZ A., BENVENUTI M., BONI M., BRANCUCCI G., BORTOLAMI G., BURLANDO M., COSTANTINI E., D'ANDREA M., GISOTTI G., GUADO G., MARCHETTI M., MASSOLI-NOVELLI R., PANIZZA M., PAVIA G., POLI G., ZARLENGA F., SATKUNAS J., MIKULENAS V., SUOMINEN V., KANANOJA T., LEHTINEN M., GONGGRIJ P., LOOK E., GRUBE A., JOHANSSON C., KARIS L., PARKES M., RAUDSEP R., ANDERSEN S., CLEAL C. & BEVINS R. 1998 – A first attempt at a geosites framework for Europe – an IUGS initiative to support recognition of world heritage and European geodiversity. *Geol. Balcan.*, 28: 5–32.
ZIÓŁKOWSKI M. & BELAN FRANCO L.A. (red.) 2001 – Proyecto Arqueológico Condesuyos. T. 1. *Boletín de la Misión Arqueológica Andina. Universidad de Varsovia*, 3.
ŻABA J. & MAŁOLEPSZY Z. 2008a – Aktywność uskoków w Dolinie Rio Colca w rejonie Pinchollo – Maca, Andy Środkowe, południowe Peru. *Kwart. AGH, Geologia*, 34: 83–106.
ŻABA J. & MAŁOLEPSZY Z. 2008b – Zagrożenia osuwiskami związane z aktywnością tektoniczną w rejonie doliny Rio Colca, Peru. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*, 24: 117–140.

PRZEGLĄD

GEOLOGICZNY



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA



Cena 12,60 zł (w tym 5% VAT)

TOM 59 Nr 1 (STYCZEŃ) 2011

Indeks 370908 ISSN-0033-2151

**Polska Wyprawa
Naukowa do Peru**

**Ropa naftowa w akwenach
głębokowodnych**

**Tropy stawonogów z furongu
Gór Świętokrzyskich**

**Kamień w architekturze
klasztora Świętego Krzyża**



Zdjęcie na okładce: Dolina Rio Huambo nad ujściem do Kanionu Colca w okolicy Canco. Na dalszym planie grzbiety Kordyliery Zachodniej ograniczające Dolinę Wulkanów, Andy Peruwiańskie (zob. Paulo & Gałaś, str. 58). Fot. Justyna Ciesielczuk

Cover photo: Rio Huambo Valley near its outlet into the Colca Canyon near Canco. In the background, the Western Cordillera crests which delineate the Valley of Volcanoes, Peruvian Andes (see Paulo & Gałaś, p. 58). Photo by Justyna Ciesielczuk

Polska Wyprawa Naukowa do Peru (patrz str. 58)



Fot. 13. Górna część Doliny Wulkanów; po lewej stożki piroklastyczne grupy Andahua: Ticsho (3860 m) i Puca Mauras (4181 m), po prawej bliźniacze Yanamauras (ok. 3760 m). W tle po prawej neogeński grzbiet wulkaniczny Chila. Na pierwszym planie kolczasta trawa *ichu*, roślina dominująca powyżej 4000 m n.p.m., podstawowa pasza dla lam. Fot. A. Paulo



Ryc. 14. Stratowulkany pliocencko-czwartorzędowej grupy Barroso: po lewej Hualca Hualca (6025 m), po prawej Sabancaya (5976 m), czynny w latach 1695–1755 i 1990–2003, oraz Ampato (6288 m). Fot. J. Ciesielczuk

