

# PAUza

Akademicka



Rok XI

Tygodnik Polskiej Akademii Umiejętności

Nr 476

Kraków, 20 czerwca 2019

[pauza.krakow.pl](http://pauza.krakow.pl)

[pau.krakow.pl](http://pau.krakow.pl)

## Małopolskie Centrum Biotechnologii UJ

- nowy sposób uprawiania nauki na Uniwersytecie Jagiellońskim

Małopolskie Centrum Biotechnologii (MCB) powstało jako pozawydziałowa jednostka badawcza działająca w strukturze uniwersytetu. Pracownicy naukowci zatrudnieni w MCB nie mają obowiązkowego pensum dydaktycznego i mogą cały swój czas poświęcać tylko na badania. Jeżeli jednak chcą, to mogą w porozumieniu z wydziałami prowadzić zajęcia dydaktyczne w takim wymiarze godzin, jaki im odpowiada; kilka osób w MCB korzysta z takiej możliwości. Usytuowanie MCB w strukturze uniwersytetu jest bardzo istotne, gdyż zapewnia pracownikom tej jednostki badawczej możliwość kontaktu ze studentami.

Uwolnienie pracowników naukowych od nadmiaru zajęć dydaktycznych i administracyjnych (staramy się wdrażać zasadę, że tego, co potrafi zrobić administracja, nie powinni robić naukowcy) to ważny, ale nie jedyny element, na którym budowana jest wysoka ranga naukowa MCB. Bardzo dużą wagę przykładamy do szerokiej i intensywnej współpracy naukowej z bardzo dobrymi ośrodkami krajowymi i zagranicznymi. Efektem umowy podpisanej z Towarzystwem Maxa Plancka jest utworzenie w MCB laboratorium afiliowanego przez tę instytucję, którym kieruje lider wybrany spośród 38 kandydatów w konkursie otwartym na cały świat. Kilkuosobowa grupa Japończyków pracujących w MCB jest pokłosiem m.in. porozumienia podpisanego z Uniwersytetem w Kioto. Takich korzyści wynikających ze współpracy zagranicznej można by przytoczyć znacznie więcej. Około 30% osób prowadzących badania naukowe w MCB to obcokrajowcy. Z tego powodu językiem obowiązującym w MCB jest angielski. W tym języku odbywają się posiedzenia Rady Naukowej MCB, zebrania grup badawczych, wszystkie seminaria i dyskusje. Wymóg dobrej znajomości języka angielskiego dotyczy wszystkich pracujących w MCB, w tym również osób zatrudnionych w Biurze i Sekretariacie. Obcokrajowcy pracujący w takiej liczbie w MCB osiągnęli „masę krytyczną” i są w stanie narzucić pewne wzorce postępowania i odmienną kulturę badań, a także wprowadzają wiele ciekawych pomysłów usprawniających funkcjonowanie MCB. Jedną z takich zrealizowanych inicjatyw było utworzenie w MCB jednostek usługowych typu „core facility”, które gromadzą kosztowną i skomplikowaną w obsłudze aparaturę i prowadzą działalność usługową na rzecz pracowników MCB oraz pracowników naukowych spoza MCB, a także przedsiębiorstw.

Trzecim niezwykle ważnym elementem, niezbędnym do budowania wysokiej rangi naukowej, jest ocena działalności

MCB przez niezależne ciało zewnętrzne, złożone z uczonych z najwyższej półki. W Międzynarodowym Komitecie Doradczym MCB zasiada 13 osób, w tym dwoje laureatów Nagrody Nobla, wiceprezydent Towarzystwa Maxa Plancka, profesorem renomowanych uczelni, ośrodków naukowych i organizacji takich, jak np. Imperial College w Londynie, Weizmann Institute of Science w Rehovot, Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) i inne. Komitet ten ocenia działalność MCB jako całości, a także osiągnięcia poszczególnych grup badawczych działających w Centrum i przedkłada Dyrektorowi MCB i Rektorowi swoje uwagi i rekomendacje. Jednym z widocznych efektów działania Komitetu jest znaczące zmniejszenie liczby grup badawczych w MCB.

Początki MCB były trudne. Trzeba było przełamywać wiele stereotypów i przyzwyczajęć po to, aby wprowadzić reguły funkcjonowania odmienne od tych obowiązujących na wydziałach. Nie było łatwo także o fundusze na badania naukowe po zakończeniu budowy MCB. Rozpoczynając działalność 5 lat temu, zaczęliśmy od 6 etatów przyznanych przez centralę UJ. Obecnie zatrudniamy 114 osób (69 na stanowiskach naukowych, 33 na technicznych i 12 na administracyjnych), w tej liczbie 63 osoby finansowane są z projektów. W MCB działa obecnie 15 grup badawczych, trzema z nich kierują liderzy z zagranicy, a kolejnymi trzema Polacy, którzy spędzili wiele lat w bardzo dobrych instytucjach naukowych za granicą. Rośnie także w MCB liczba polskich badaczy po długich pobytach w renomowanych ośrodkach zagranicznych. Zatrudnienie wysokiej klasy specjalistów przynosi widoczne efekty. Obecnie w MCB realizowanych jest 48 grantów na łączną kwotę około 65 mln zł. Oprócz tego wykonywanych jest 21 projektów kierowanych przez naukowców zatrudnionych poza MCB, którzy lokują swoje zadania badawcze w naszym Centrum ze względu na dostępność nowoczesnych technik i nowoczesnej, często unikalnej, aparatury naukowej. I wreszcie to, co najważniejsze – zaczyna się pojawiać coraz więcej publikacji w czasopiśmie z górnej półki. Rok 2018 MCB zamknęło liczbą 96 opublikowanych prac. Podkreślić przy tym należy, że w ostatnich miesiącach pracownicy MCB opublikowali 2 prace w „Nature Communications”, a całkiem niedawno pojawiła się publikacja w „Nature”, w której autorem korespondującym jest pracownik MCB. Po 5 latach od otwarcia działalność Małopolskiego Centrum Biotechnologii UJ zaczyna wydawać oczekiwane owoce.

KAZIMIERZ STRZAŁKA

Uniwersytet Jagielloński  
Małopolskie Centrum Biotechnologii



Kraków

Partnerem czasopisma jest Miasto Kraków

# Umiedzynarodowienie w epoce „Pięknej Harmonii”

1 maja 2019 r. rozpoczęło się w Japonii panowanie nowego Cesarza, a wraz z nim nowa epoka Reiwa, czas „Pięknej Harmonii”. W tym roku przypada też 100-lecie nawiązania stosunków dyplomatycznych pomiędzy Polską a Japonią. Te sto lat to okres silnych i przyjacielskich więzi, począwszy od udzielonej przez Cesarstwo Japonii pomocy dzieciom polskich zesłańców w latach 1919–1922, po piękny gest Instytutu Wysokich Ciśnień PAN – wsparcie grupy dzieci ze zniszczonego trzęsieniem ziemi Kobe.

Prócz licznych projektów naukowych oraz popularyzatorskich, takich jak na przykład Miesiąc Japoński, organizowany co roku przez Ogród Botaniczny PAN w Powsinie, z Japonią wiążą nas również wspólne wyzwania. W nauce jednym z największych jest wzrost umiedzynarodowienia jednostek badawczych.



Spotkanie Dzieci Syberyjskich z dziećmi z Kobe w ośrodku PAN w Celstynowie, sierpień 1996 (zdjęcie udostępnione dzięki uprzejmości IWC PAN)

Zarówno Polska, jak i Japonia mają problem z osiągnięciem wysokich wskaźników umiedzynarodowienia jednostek badawczych, charakterystycznych dla czołowych instytucji naukowych. Wskaźniki te to: budżet pozyskany ze źródeł zagranicznych, artykuły opublikowane w obiegu międzynarodowym, rekrutacja naukowców z zagranicy, mobilność międzynarodowa, finansowanie międzynarodowych projektów lub programów współpracy, użyczenie infrastruktury badawczej na potrzeby instytucji z zagranicy, udział międzynarodowych ekspertów w komisjach rekrutacyjnych, radach czy zespołach ewaluacji<sup>1</sup>. Oba kraje wprowadzają jednak nieco inne rozwiązania zmierzające do zwiększenia umiedzynarodowienia swoich jednostek naukowych.

W Polsce „umiedzynarodowienie nauki” było jednym z kluczowych haseł pierwszej wersji ustawy 2.0 i poświęcono mu jeden ze zjazdów przygotowujących Narodowy Kongres Nauki. Konkretnych rozwiązań wspierających umiedzynarodowienie nie ma jednak w nowej ustawie zbyt wiele. Powstała natomiast nowa, prężnie działająca Narodowa Agencja Wymiany Akademickiej (NAWA), która finansuje programy międzynarodowe instytucji badawczych oraz mobilność kadr.

W Japonii problem umiedzynarodowienia traktowany jest bardziej systemowo. Agencje, zarówno ta z grubsza odpowiadająca polskiemu NCBR-owi, czyli Japan Science and Technology Agency (JST), jak i odpowiadający polskiemu NCN-owi Japan Society for the Promotion of Science (JSPS)<sup>2</sup> wprowadzają szereg rozwiązań sprzyjających umiedzynarodowieniu nauki. JST, funkcjonująca na zasadach top-down, dba o międzynarodową atrakcyjność oferowanego finansowania poprzez finansowanie badań w perspektywie wieloletniej (5–9 lat), finansowanie światowych trendów (priorytety na 2019 rok to: sztuczna inteligencja, Internet rzeczy i big data) oraz finansowanie projektów badawczych realizowanych z grupami naukowymi z zagranicy w ramach działań *Strategic International Collaborative Research Program* (w tym finansowanie całych hubów B&R za granicą). Roczny budżet agencji JST to ok. 4 mld zł.

JSPS, z budżetem odpowiadającym kwocie 9 mld PLN finansuje 29 tys. nowych projektów rocznie. Wśród nich na szczególną uwagę zasługują projekty finansowane w ramach WPI Program (*World Premier International Research Center Initiative*), której celem jest stworzenie w Japonii międzynarodowych centrów badawczych o oddziaływaniu globalnym. Każde z centrów WPI otrzymuje finansowanie na minimum 10 lat w kwocie między 7 a 13 mln dolarów rocznie. Centrum WPI zatrudnia od 7 do 10 kierowników światowej klasy i od 100 do maksimum 200 członków kadry, z których co najmniej 30% musi pochodzić spoza Japonii. Obecnie działające centra WPI prowadzą badania w takich obszarach, jak: *Human Biology, Integrated Cell-Material Sciences, Immunology, Carbon-Neutral Energy, Transformative Bio-Molecules, Earth-Life Science, Neurointelligence, Physics and Mathematics of the Universe, Integrative Sleep Medicine, Chemical Reaction Design and Discovery*. Oprócz inicjatywy WPI, która w znaczący sposób wpływa na kształt oddziaływania japońskich instytucji naukowych, JSPS finansuje też standardowe projekty wymiany akademickiej i roczne lub dwuletnie stypendia podoktorskie – *Postdoctoral Fellowship Program for Foreign Researchers*. Polskim partnerem JSPS w tych inicjatywach jest Biuro Współpracy z Zagranicą Polskiej Akademii Nauk (bwz@pan.pl). Oprócz rządowych agencji finansujących, w Japonii działają też liczne fundacje pozarządowe wspierające naukę i naukowców, w tym naukowców z zagranicy. Działaniu jednej z nich – The Nippon Foundation – zawdzięczam swój doktorat.

Dodatkowo, w 2011 roku rząd japoński utworzył OIST (Okinawa Institute of Science and Technology), czyli nowy japoński uniwersytet typu post-graduate, operujący wyłącznie w języku angielskim i osiągnięty 70% współczynnik umiedzynarodowienia kadr (poziom umiedzynarodowienia został wpisany w ustawę regulującą działalność OIST). W OIST działa około 70 grup badawczych z różnych dziedzin nauk ścisłych i nauk o życiu, a rząd japoński przeznaczają na ich działalność odpowiednik ok. 750 mln PLN rocznie. Kolejną inwestycją publiczną to finansowanie wspólnych biur, w największych krajach na całym świecie, reprezentujących japońskie uniwersytety i instytucje świata nauki. Biura te pomagają japońskim uniwersytetom pozyskiwać studentów z zagranicy oraz zapewniają niezbędną reprezentację japońskich naukowców w programach międzynarodowych.



Japonia to kraj przełomowych odkryć, nowoczesnej technologii, kraj umiejętnie dobieranych priorytetów badawczych i wieloletnich planów strategicznych. Pod tym względem warto się od Japończyków uczyć. Japonia to również kraj, który w pełni świadomie i odpowiedzialnie uczestniczy w akcjach wdrażania 17 światowych Celów Zrównoważonego Rozwoju (Sustainable Development Goals, SDG). Każdy nowy program agencji takiej jak JST czy JSPS musi być opisany pod względem wkładu w urzeczywistnienie Celów Zrównoważonego Rozwoju. Dzięki temu Japończycy wiedzą, jak wspierać świat w pokonywaniu nierówności, walce o lepsze środowisko i lepszą przyszłość. Polska jest również sygnatariuszem SDG. Czy jesteśmy jednak gotowi, aby odpowiedzieć na pytanie, jak wspieramy osiągnięcie wyznaczonych celów? Do których celów zmierzamy i za pośrednictwem jakich narzędzi? Czy jesteśmy partnerem w rozmowie o przyszłości kolejnych pokoleń?

ANNA PLATER-ZYBERK

Polska Akademia Nauk

<sup>1</sup> Za: [http://www.esf.org/fileadmin/user\\_upload/esf/MO\\_Indicators-Research-Institutions\\_2012.pdf](http://www.esf.org/fileadmin/user_upload/esf/MO_Indicators-Research-Institutions_2012.pdf).

<sup>2</sup> Prócz JST (<http://www.jst.go.jp/EN/>) i JSPS (<https://www.jspis.go.jp/english/>) w Japonii funkcjonują jeszcze dwie agencje finansujące badania: NEDO (New Energy and Industrial Technology Development Organisation <https://www.nedo.go.jp/english/>) oraz AMED (Japan Agency for Medical Research and Development <https://www.amed.go.jp/en/index.html>).

# Kiedy elektrownia? Pilnie!

Prof. Niewodniczański pyta, kiedy zbudujemy elektrownię jądrową w Polsce. Słusznie nie pyta, dlaczego powinniśmy ją zbudować. Odpowiedź jest natychmiastowa, a co więcej, zna je również Ministerstwo Energii: w 2040 roku zabraknie, jeśli nie 60%, to na pewno 40% mocy „produkcji”<sup>1</sup> energii elektrycznej (ryc. 1). Węgiel brunatny w Bełchatowie skończył się, a w Zgorzelcu kraje sąsiednie nie pozwolą na dewastację środowiska; węgiel kamienny kopimy z coraz głębszych szybów, i z coraz większym ryzykiem śmierci górników; zimą 2018/2019 w Gdańsku było zaledwie kilka dni bezchmurnego nieba; nie leżymy na Islandii, a typowy strumień ciepła geotermicznego to zaledwie 65 mW/m<sup>2</sup>; mimo posiadania największych po USA złóż gazu łupkowego „przegapiliśmy” okno prawne, w którym UE pozwoliłaby na jego eksploatację; energia wiatrowa, nawet jeśli zostanie zaakceptowana przez polityków, do tanich nie należy, szczególnie ta off-shore; pozostaje rzepak – ale tu alternatywa – wieprzowina czy energia.

Czy energetyka jądrowa jest receptą? Przez jakiś czas jeszcze tak, choć bogate złoża uranu też zaczną się wyczerpywać. Rzetelni konstruktorzy, wraz z reaktorem, mogą dostarczyć paliwa na kilka lat. Co z odpadami? Białoruś i Skandynawia to jedna z najstarszych, najgrubszych i najbardziej stabilnych płyt tektonicznych. Wystarczy głęboka sztolnia, umowa międzynarodowa, a za 500 lat wpuszczymy do tego bunkra roboty z separatorami izotopów.

Padło pytanie o Żarnowiec i decyzję o zaniechaniu budowy. Swego czasu pracowałem w instytucie naukowym współuczestniczącym w tej konstrukcji. Dziś elektrownia byłaby gotowa. Tak, „byłaby”, gdyby nie to, że w 1989 roku, po 14 latach od przystąpienia do jej realizacji wykonano zaledwie 1/3 prac, zużyto cały budżet, a najbardziej delikatne elementy, czyli wymienniki ciepła, przez lata leżały w szopie\*. A fundamenty pod reaktor wylewano w czasach, kiedy cementu nie kupowało się, ale „załatwiało”.

Rząd Polski w 2005 roku zdeklarował\* postawienie dwóch elektrowni jądrowych. Ruszyły zamawiane studia, zaś eksperci zaczęli zwiedzać najpierw Francji, później Japonii, a ostatnio Korei. Deklaracja o budowie, jak pisze prof. Niewodniczański, wydaje się nadal wiążąca, ale harmonogram nie. Brak również decyzji zasadniczych, jak o wyborze dostawcy i lokalizacji. Z wyborem dostawcy wiąże się kwestia finansowania: UE dostarczyła Polsce ogromnych funduszy

strukturalnych, ale wątpliwe jest finansowanie technologii spoza Unii, gdy jeden blok kosztuje jakieś 4 mld euro.

Sprawa jest jeszcze szersza. Jako przedstawiciel Polski uczestniczę w spotkaniach dotyczących reaktora termojądrowego – w tematykach plazmy „brzegowej” i fizyki materiałowej. Ale ani ME, ani MNiSW nie pyta o postępy prac, mimo że reaktor w Cadarache to obecnie największy, po lotach na Marsa, projekt badawczy całej ludzkości: UE, USA, Brazylii, Japonii, Indii, Brazylii, Korei. A przy tym największe laboratorium fizyki atomowej i chemii gwiazdowej<sup>2</sup>.

Republika Korei kupiła pierwszy reaktor jądrowy w latach siedemdziesiątych w USA, a obecnie stawia 4 bloki w Zjednoczonych Emiratach. Reaktor w Cadarache, mimo że będzie dostarczał energii netto (500 MW), pozostanie reaktorem badawczym: ani trytu, ani wolframu nie mamy dość na reaktory „seryjne”. Ale deuteru wystarczy w oceanach na 3000 lat, a Koreańczycy, Rosjanie, Niemcy szukają nowych typów stali, odpornych na strumienie gorących neutronów i dyfuzję wodoru. Koreański reaktor przemysłowy o nazwie „Demo” ma być gotowy w 2050 roku. To już naprawdę niedługo.

Jest jeszcze jedna technologia, o którą Zachód się naprasza: reaktory torowe, lansowane przez noblistą, Carla Rubbia. Podobno taki reaktor miał stanąć w Sewilli\*, ale względy turystyczne przeważały. Tor jest początkiem szeregu podobnych rozpadów promieniotwórczych jak uran, jest jeszcze bardziej stabilny i wymaga protonowej wiązki, aby podtrzymać przemianę paliwa. W odróżnieniu więc od reaktora jądrowego (który złożyli nazywają podkrzytyczną bombą), reaktor torowy jest bezpieczny. A podobno piaski bałtyckie są w tor szczególnie zasobne.

Tematyk jest wiele, a budowa sprawdzonego technologicznie reaktora uranowego byłaby znakomitym momentem do włączenia się do nowoczesnych zagadnień energetyki. Problem jedynie – kiedy? Oczywiście, kiedy dostaniemy ku temu zaproszenie, czyli obietnicę finansowania i będziemy gotowi jako społeczeństwo. Temu służą właśnie projekty europejskie: wytworzenia właściwego sposobu myślenia – publicznej dyskusji, przygotowania społeczności lokalnych, wypracowania konwergencji politycznej, ekonomicznej i naukowej, a nie pojedynczych li głosów ekspertów. Potrzebny jest narodowy konsensus na temat polityki energetycznej i środowiskowej.

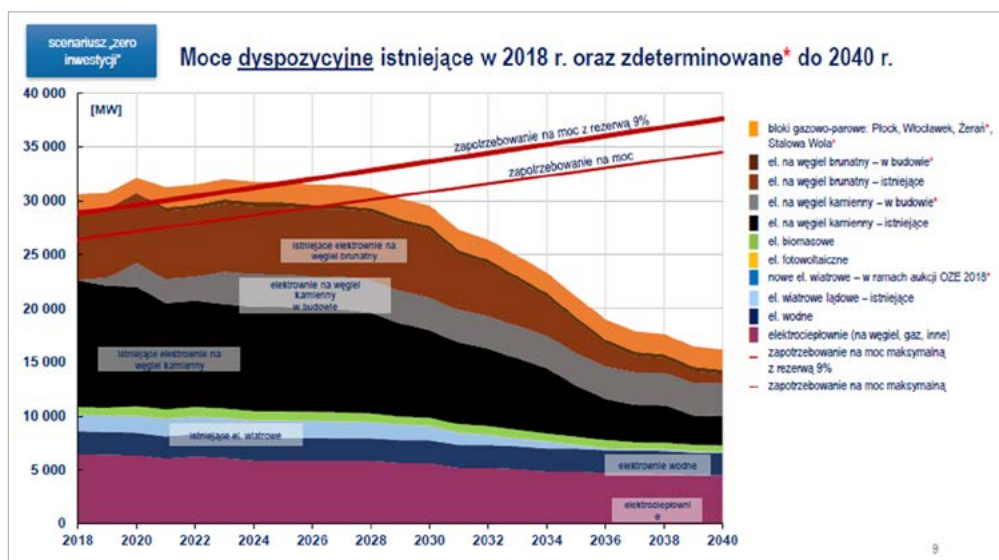
Czyli kiedy? Jak tylko zmienimy nasze indywidualne sposoby myślenia, a na to już każdy musi odpowiedzieć samodzielnie.

GRZEGORZ KARWASZ

<sup>1</sup> Puryści dydaktyczni wymagają, aby nie mówić o wytwarzaniu energii, a jedynie o zamianie jednej formy na drugą.

<sup>2</sup> G. Karwasz, *Słońce w (magnetycznym) koszyku*, Głos Uczelni (UMK), 3/2017, s. 24–27 [http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Publikacje\\_2017/GK\\_Slonce\\_w\\_koszyku\\_2017.pdf](http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Publikacje_2017/GK_Slonce_w_koszyku_2017.pdf)

\* Artykuł celowo ma formę ni raportu naukowego czy technicznego, ale eseju, aby wzbudzić interdyscyplinarną, a przy tym ekonomiczną dyskusję.



Ryc. 1. Raport Ministerstwa Energii (22/1/2019): prognoza zapotrzebowania i podaży mocy elektrycznej w Polsce do 2040 roku. Główne „źródła” energii – węgiel kamienny i brunatny (paski czarny i brązowy) są na wyczerpaniu. <https://www.gov.pl/web/energia/raport-mit-o-przyszlosci-energii-jadrowej> dostęp 20/03/2019.

## zaPAU

## New Manhattan project?

Apel profesora Kolendy („PAUza Akademicka” 463) o zainwestowanie w naukę, która – jego zdaniem – jest jedyną nadzieją na opanowanie lub przynajmniej złagodzenie skutków globalnego ocieplenia, zrobił na mnie duże wrażenie. Zgadzam się z jego konkluzją, że tylko ludzie bardzo naiwni mogą liczyć na to, że politycy potrafią nas uchronić przed katastrofą. Obrona przed skutkami globalnego ocieplenia wymaga bowiem działań długofalowych i skoordynowanych w skali globalnej, a więc takich, które są sprzeczne z priorytetami bieżącej polityki. Reakcja nastąpi, ale nastąpi dopiero, gdy kryzys będzie już rozwinięty, czyli gdy będzie za późno.

Stąd bardzo ucieszył mnie głos profesora Nowotnego („PAUza” 470), wskazujący, że istnieje już ważny program badawczy, Future Earth, zajmujący się tą sprawą i że stoi za nim kilka ważnych agend Organizacji Narodów Zjednoczonych.

Ten interesujący tekst pozostawił mi jednak pewien niedosyt. Odniosłem bowiem wrażenie, że program Future Earth zajmuje się przede wszystkim „teorią”, czyli ustaleniem źródeł zagrożeń, oraz wskazywaniem kierunków działania. Nie przeczę, że to bardzo ważne. Ale chciałbym też zobaczyć badania „wdrożeniowe”, czyli eksperymenty – laboratoryjne, lub w większej skali – eksplorujące możliwości praktycznego przeciwdziałania nadchodzącej katastrofie.

Aby bliżej wyjaśnić, co mam na myśli, podam przykład. O ile wiem, jednym z ważnych źródeł emisji metanu, bardzo „efektywnego” gazu cieplarnianego, jest hodowla bydła i trzody chlewnej. Jej ograniczenie pozwoliłoby efekt znacznie osłabić. Stąd czytamy różne apele o ograniczenie spożycia mięsa. Dołączają się do tego głosy o zaprzestanie „przemysłowej” hodowli ze względu na ogromne cierpienia zwierząt. Rzeczywiście, warunki, w których one żyją, wołają o pomstę do nieba. Trudność jednak w tym, że większość ludzi lubi mięso, nie chce z niego zrezygnować i wobec tego sprawa stoi niemal w miejscu, pomimo pewnych sukcesów ruchu wegetariańskiego. Równocześnie wiadomo, że istnieje już praktycznie sprawdzone rozwiązanie tego – wydawałoby się, beznadziejnego – problemu. Jak czytałem, jakiś czas temu wyhodowano w laboratorium sztuczne mięso. Sporządzono z niego pewną liczbę biefsztyków, które były podobno całkiem smaczne, tylko – niestety – okropnie drogie: jeden kosztował kilka tysięcy dolarów.

Oczywiście wynikało to z dużych kosztów badań, które doprowadziły do tego sukcesu. Można przypuszczać, że trwają dalsze prace w tym kierunku i pewnie za jakiś czas będziemy mogli kupić takie „fabryczne” biefsztyki w sklepie za godziwą cenę. Wtedy problem zniknie. Pozostaje jednak pytanie, czy zdążymy na czas. Bo – zgodnie z tym, co mówią klimatolodzy – czasu zbyt wiele nie mamy.

Wiadomo, że takie badania są skomplikowane, że przebiegają wolno i z trudem, bo wymagają ogromnych środków oraz zaangażowania dużej liczby wysokiej klasy specjalistów. W rezultacie przekraczają możliwości jednej firmy, a nawet jednego kraju. W tej sytuacji oczywistym wyjściem jest współpraca międzynarodowa. Trzeba po prostu zebrać odpowiednie środki, zbudować laboratorium i skupić mocną grupę uczonych znających się na rzeczy. Wówczas rezultaty będą pewniejsze i nadejdą szybciej.

Myślę, że naprawdę dojrzał czas, aby utworzyć międzynarodowe laboratorium europejskie, które się tym zajmie, np. na wzór AMBO w Heidelbergu albo CERN-u w Genewie. Wówczas uzyskamy poważną szansę, że w kilka, kilkanaście lat zostanie opracowana technologia fabrycznej hodowli mięsa. Mięsa dobrej jakości, w różnych smakach i w dobrej cenie. Rezultat takich badań będzie miał, przypuszczam, większe znaczenie dla ochrony klimatu niż liczne sesje naukowe i konferencje międzyrządowe.

Drugi palący problem to plastik zaśmiecający planetę. Muszę przyznać, że zupełnie nie rozumiem, dlaczego do tej pory nie zostało zorganizowane duże międzynarodowe laboratorium, które zajęło by się opracowaniem technologii produkcji tanich opakowań ekologicznych. Są oczywiście pewne inicjatywy w tym zakresie (ostatnio duży sukces odniosła polska firma), ale chodzi przecież o rozwiązania umożliwiające wielką, globalną skalę. Rozwiązania, które mogłyby być zastosowane na całym świecie i były dostępne za darmo, bez opłat za patenty.

Mój głos jest głosem laika. Z pewnością można wskazać inne obszary, gdzie istnieją realne, naukowo uzasadnione perspektywy postępu, wymagające zaangażowania w badania na skalę kontynentalną, a więc zorganizowania współpracy. To nie będzie łatwe, bo interesy mogą nas dzielić, ale w sytuacji globalnego zagrożenia politycy zgodzą się może – choćby na chwilę – oddać głos i umożliwić działanie uczonym, czyli FACHOWCOM.

ANDRZEJ BIAŁAS

PAUza Akademicka – [www.pauza.krakow.pl](http://www.pauza.krakow.pl) – tygodnik Polskiej Akademii Umiejętności i środowiska naukowego.

**Rada Redakcyjna:** Magdalena Bajer, Andrzej Białas, Janusz Limon, Ewa Lipska, Stanisław Rodziński, Piotr Sztompka, Marta Wyka, Jakub Zakrzewski, Franciszek Ziejka.

**Redakcja:** Andrzej Białas – redaktor naczelny; Andrzej Borowski, Andrzej M. Kobos, Piotr Malecki, Marian Nowy – redaktorzy; Adam Korpak, Krzysztof Skórczewski – grafika; Ryszard Otręba – „Galeria PAUzy”; Anna Michalewicz – dyrektor administracyjny; Witold Brzoskowski, Monika Mentel – fotokład; Wydawnictwo PAU – konsultacje.

**Adres do korespondencji:** Polska Akademia Umiejętności, 31–016 Kraków, ul. Sławkowska 17; e-mail: [pauza@pau.krakow.pl](mailto:pauza@pau.krakow.pl)

OCzekujemy na artykuły do 6 000 znaków (ze spacjami) i ilustracje w formacie JPEG o rozdzielczości 300 dpi.



Kraków

## Kraków – warto wiedzieć

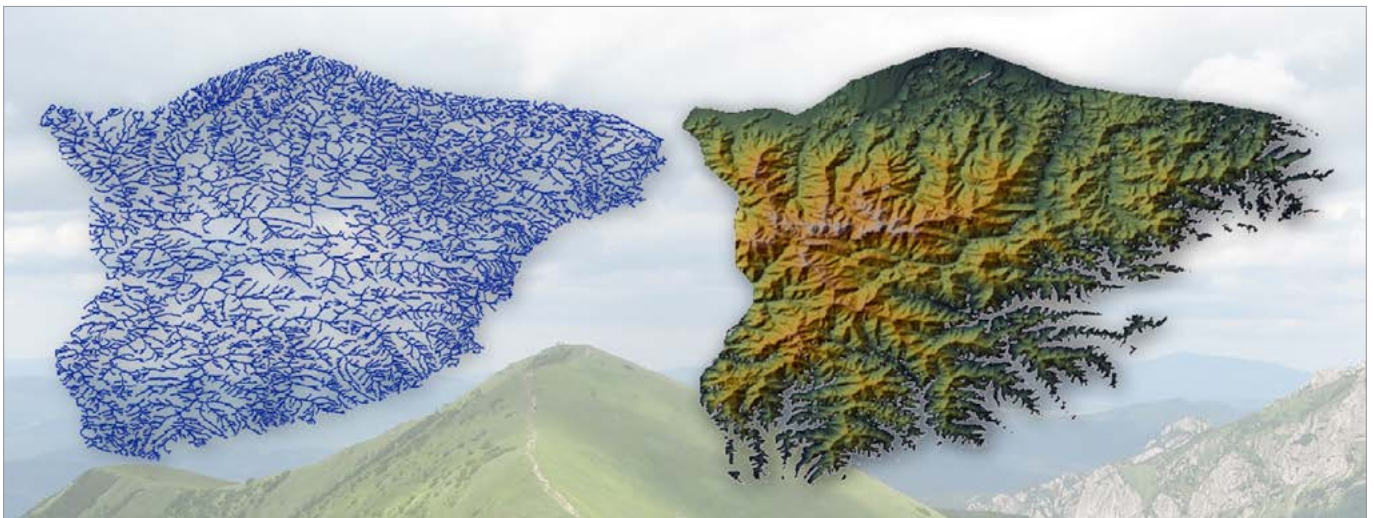
## Inne spojrzenie na góry

Lato, wakacje, podróże, góry... Właśnie górami, ale na swój sposób, zainteresowali się fizycy z Instytutu Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie. Za pomocą grafów i fraktali naukowcy z IFJ PAN przyrzekli się budowie górskich masywów naszej planety. Analizą zostały objęte tak różnorodne pasma, jak Alpy, Pireneje, Góry Skandynawskie, Góry Betyckie, Himalaje, Andy, Appalachy, góry Atlas i Alpy Południowe. Analiza, przedstawiona w artykule opublikowanym w czasopiśmie „Journal of Complex Networks”, zaowocowała nieoczekiwanym spostrzeżeniem. Okazuje się, że w strukturze ziemskich masywów górskich kryje się uniwersalne podobieństwo. Widać je w łańcuchach górskich na wszystkich kontynentach, niezależnie od wielkości szczytów, ich wieku, ani nawet od tego, czy są one pochodzenia tektonicznego, czy wulkanicznego.

– Na pozór główną cechą wspólną różnych łańcuchów górskich jest tylko to, że patrząc na nie, trzeba wysoko zadzierać głowę. Rzeczywiste podobieństwo staje się widoczne dopiero wtedy, gdy przekształcimy zwykłą mapę topograficzną gór w mapę graniową, a więc taką, która przedstawia przebieg osi wszystkich grani – mówi dr hab. Jarosław Kwapien. Górskie granie łączą się w wielką rozgałęzioną strukturę, przypominającą drzewo: od grani głównej („pnia”) prowadzą dłuższe lub krótsze granie boczne pierwszego rzędu („konary”), od nich odchodzą granie boczne drugiego rzędu („gałęzie”), a od tych następne i następne. Całość ma wyraźną hierarchiczną budowę, a liczba wszystkich poziomów złożoności może sięgać nawet kilkunastu. Struktury

złebki, kaniony i doliny górskie, a zatem i granie. Ponieważ ciekły wodny, tworzący system odwadniający dany teren, mają z natury strukturę drzewiastą, podobna struktura pojawia się też w przypadku systemu grani. Dlaczego jednak wzajemne relacje między liczbą grani o różnej liczbie rozgałęzień są do siebie tak podobne dla różnych typów gór? – Sytuacja staje się jaśniejsza, gdy oprócz wody weźmiemy pod uwagę grawitację – tłumaczy dr Kwapien. Gdy materiał skalny zostaje rozdrobniony, zaczyna podlegać dynamice ciał sypkich niezależnie od swojego składu chemicznego. Ciała sypkie na zboczach mogą się utrzymać tylko wtedy, gdy zbocza nie są zbyt strome. To dlatego w naturze głębokość dolin jest ograniczona ich własną szerokością. Wąskie kaniony rzeczne o niemal pionowych ścianach istnieją tylko na wczesnym etapie formowania się rzeźby. W dojrzałych formacjach górskich występują rzadko, bo ich ściany zdążyły już ulec pochyleniu. Istnienie systemów rzecznych odprowadzających wodę z danego obszaru, erozja krusząca skały i drążąca doliny oraz grawitacyjne osuwanie się gruzu skalnego powodują, że granie nie mogą być ani dowolnie blisko, ani dowolnie daleko od siebie.

Te obserwacje znajdują uzupełnienie w innym spostrzeżeniu fizyków z IFJ PAN, dotyczącym wymiarów fraktalnych struktur graniowych. Fraktal to obiekt samopodobny (jego części są podobne do całości) albo „nieskończenie złożony” (ukazujący coraz bardziej złożone detale przy powiększaniu). Wymiar fraktalny opisuje, jak bardzo chropowata jest struktura badanego obiektu. Linia pojedynczej grani ma wymiar 1.



Źródło: IFJ PAN

Ziemskie masywy górskie współdzielą te same uniwersalne cechy. Stają się one widoczne, gdy mapy topograficzne (tu: Alp Liguryjskich) przekształca się w mapy grani

tego typu można przedstawić w postaci grafów. W uproszczeniu graf to zbiór wierzchołków, które mogą być połączone krawędziami w taki sposób, że każda krawędź kończy się i zaczyna w którymś z wierzchołków. Na przykład każda grań danego masywu może być potraktowana jako węzeł. Dwa węzły łączy się krawędzią, gdy odpowiadające im granie także się łączą. W tak zbudowanym grafie jedne węzły mają dużą krotność (są połączone z wieloma węzłami i odpowiadają długim, ważnym graniom), podczas gdy inne – małą (krótkie, poboczne granie i zebra). Okazuje się, że zależność między liczbą węzłów o różnej krotności zawiera w sobie potęgę o wykładniku bliskim 5/3.

W każdym miejscu naszej planety główne mechanizmy odpowiedzialne za górszą rzeźbę są w zasadzie takie same. Do wypiętrzenia terenu niezbędne są ruchy tektoniczne lub aktywność wulkaniczna, jednak najważniejszym czynnikiem rzeźbotwórczym jest erozja wodna i lodowcowa. Woda i lód prowadzą do pękania i kruszenia skał oraz przenoszą rozdrobniony materiał ku nizinom. W ten sposób powstają

Gdyby linie (granie) były rozmieszczone niezwykle gęsto, ich wymiar fraktalny odpowiadałby wymiarowi powierzchni, czyli 2. Krakowscy badacze wykazali, że jeśli struktury graniowe zostaną przedstawione jako grafy, których węzłami są przecięcia grani (w przecięciach najczęściej są szczyty), a krawędziami grafów są granie łączące szczyty, to wymiary fraktalne takich grafów będą w przybliżeniu równe... 5/3. Liczba ta kojarzy się fizykom ze zjawiskiem turbulencji. Nawet jeśli to tylko przypadek, jej dwukrotne pojawienie się tutaj jest bardzo interesujące. – W jednych grafach widać hierarchię struktur górskich, w drugih ich fraktalność. W obu przypadkach dla wszystkich typów gór napotykałyśmy te same wartości odpowiednich liczb. Ten uniwersalizm daje do myślenia... – uważa prof. Stanisław Drożdż.

Autorzy badań nie ukrywają, że pozostało jeszcze wiele pytań, na które wypada odpowiedzieć. Na przykład: czy transformację map graniowych w grafy będzie można zastosować w praktyce, w kartografii? Ale to sprawa przyszłości.