



Warszawa, 28 maj 2025

Kropla drąży skałę... i zapisuje historię klimatu

Woda kształtuje powierzchnię Ziemi poprzez powolną, lecz nieustanną erozję. Rzeźbi w rozpuszczalnych skałach, takich jak wapień, skomplikowane formy: jaskinie, leje, ostańce, i wiele innych. Międzynarodowy zespół badaczy z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, Uniwersytetu Florydzkiego i Instytutu Nauk o Ziemi w Orleanie odkrył, że w kształtach pionowych kanałów w skałach wapiennych, zwanych świecami krasowymi, zachowuje się zapis historii klimatu na Ziemi. Badania, opublikowane w „Physical Review Letters”, pokazują, że z czasem świece te ewoluują w niezmienniczy kształt – idealną formę, która nie ulega zmianom podczas dalszego wzrostu, przechowując w ten sposób informacje o opadach atmosferycznych w czasach, kiedy świece powstawały.

W eksperymentach mikrofluidycznych, naukowcy odtworzyli proces powstawania świec w skali laboratoryjnej, obserwując wodę rzeźbiącą kanały w komórkach przepływowych pokrytych gipsem. – Zauważyliśmy coś niezwykłego – mówi mgr Stanisław Żukowski, realizujący doktorat na Wydziale Fizyki UW i Université Paris Cité, pierwszy autor pracy. – Choć początkowo rozpuszczanie miało chaotyczny przebieg, ostatecznie wyłoniło się tylko kilka wydłużających się kanałów, a każdy z nich przyjął stabilny, charakterystyczny kształt i wydłużał się, już go nie zmieniając. Dokładnie tak samo zachowują się świece krasowe w naturze.

Wyprowadzenie matematycznego wzoru opisującego ten kształt było dużym wyzwaniem. – Uchwycenie niezmienniczej formy wymagało użycia zaawansowanych narzędzi matematycznych, łączących dynamikę płynów i transport reaktywny. To pozwoliło na modelowanie, jak wody opadowe infiltrują skały wapienne i kształtują świece krasowe – wyjaśnia prof. dr hab. Piotr Szymczak z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, autor korespondencyjny publikacji. Teoria pokazuje, że intensywne opady sprzyjają tworzeniu się wydłużonych rur, podczas gdy przy słabszych opadach powstające kanały są szersze i bardziej zaokrąglone. Kształt świec krasowych przechowuje zatem zapis dawnych warunków klimatycznych.

Rozszyfrować plan natury

Zrozumienie mechanizmów powstawania kanałów rozpuszczeniowych w skałach ma również znaczenie praktyczne — może pomóc w optymalizacji procesów podziemnego składowania CO₂ czy wydobywania ropy naftowej. Wyłanianie się niezmienniczych kształtów świec krasowych to także piękny przykład, jak proste prawa fizyki prowadzą do powstania złożonych form w przyrodzie — podobnie jak dzieje się to w przypadku płatków śniegu, delt rzecznych czy struktur krystalicznych. To krok w stronę rozszyfrowania ukrytego planu natury — kropla po kropli.

Praca powstała przy wsparciu Narodowego Centrum Nauki (NCN, Polska) w ramach

grantu CEUS UNISONO nr 2020/02/Y/ST3/00121.

Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego

Fizyka i astronomia na Uniwersytecie Warszawskim pojawiły się w 1816 roku w ramach ówczesnego Wydziału Filozofii. W roku 1825 powstało Obserwatorium Astronomiczne. Obecnie w skład Wydziału Fizyki UW wchodzi Instytuty: Fizyki Doświadczalnej, Fizyki Teoretycznej, Geofizyki, Katedra Metod Matematycznych Fizyki oraz Obserwatorium Astronomiczne. Badania pokrywają niemal wszystkie dziedziny współczesnej fizyki, w skalach od kwantowej do kosmologicznej. Kadra naukowo-dydaktyczna Wydziału składa się z ponad 250 nauczycieli akademickich. Na Wydziale Fizyki UW studiuje ponad 1100 studentów i ok. 170 doktorantów. Uniwersytet Warszawski w rankingu szanghajskim dla poszczególnych dziedzin (Shanghai's Global Ranking of Academic Subjects) znajduje się wśród 300 najlepszych na świecie jednostek, kształcących w dziedzinie fizyki.

PUBLIKACJA NAUKOWA:

Stanisław Żukowski, Silvana Magni, Florian Osselin, Filip Dutka, Max P. Cooper, Anthony J.C. Ladd, and P. Szymczak, *Invariant forms of dissolution fingers*, Phys. Rev. Lett., 134, 094101, 2025
doi:10.1103/PhysRevLett.134.094101

KONTAKT:

Prof. dr hab. Piotr Szymczak
Faculty of Physics, University of Warsaw
pa.szymczak@uw.edu.pl
<https://www.fuw.edu.pl/~piotrek/>
tel. +48 22 55 32 909

mgr Stanisław Żukowski
Faculty of Physics, University of Warsaw
stanislaw.zukowski@fuw.edu.pl
<https://www.fuw.edu.pl/~szukowski/>
+48 22 55 32 901

POWIAZANE STRONY WWW:

<https://www.fuw.edu.pl>
Strona Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego

<https://www.fuw.edu.pl/informacje-prasowe.html>
Serwis prasowy Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego

MATERIAŁY GRAFICZNE:

FUW250528_fig01.jpg
https://www.fuw.edu.pl/tl_files/press/images/2025/FUW250528b_fig01.jpg
Rysunek 1. Świece krasowe z różnych lokalizacji: (A) Smerdyna, Polska (autor: P. Szymczak, Uniwersytet Warszawski); (B) Guilderton, Australia (autor: P. Szymczak, Uniwersytet Warszawski); oraz (C) Swanscombe, Anglia (autor: J. Rhodes, dzięki uprzejmości British Geological Survey).

FUW250528b_fig02.jpg
https://www.fuw.edu.pl/tl_files/press/images/2025/FUW250528b_fig02.jpg
Rysunek 2. Po lewej: świece krasowe w podłożu wapiennym w kamieniołomie w Smerdynie, Polska. (autor: P. Szymczak, Uniwersytet Warszawski). Po prawej: kanały rozpuszczeniowe powstałe w eksperymencie mikrofluidycznym (fot. Uniwersytet Warszawski).