

Jak lód po górach wędrował

JERZY ZASADNI

Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

jerzycasadni@geol.agh.edu.pl

Dr inż. Jerzy Zasadni jest geologiem, pracuje w Katedrze Analiz Środowiskowych, Kartografii i Geologii Gospodarczej AGH. Zajmuje się rekonstrukcją i datowaniem zasięgów górskich zlodowaceń Alp i Tatr.

Czy w Tatrach były lodowce? Jeśli tak, to jak podczas zlodowacenia wyglądały te góry? Może przypominały współczesne Alpy? Na cofnięcie się w czasie o ponad 20 tys. lat i znalezienie odpowiedzi na te pytania pozwala pierwsza paleogeograficzna mapa Tatr 3D

Zmiany klimatyczne są w ostatnich dekadach istotnym problemem dla cywilizacji. Jednak w szerszej perspektywie czasowej, sięgającej dziesiątek lub setek tysięcy lat, nie są one niczym nadzwyczajnym. W ostatnich 2,5 mln lat, czyli w okresie czwartorzędowym, rozwój i zanik wielkich lądolodów pokrywających kontynenty oraz mniejszych lodowców w górach całego świata odbywał się wielokrotnie i cyklicznie. Geologicznym świadectwem tych procesów są formy i osady pozostawione przez lodowce. Większość naszego kraju, poza Sudetami i Karpatami, nosi ślady działalności lądolodu, który kilkakrotnie nasuwał się ze Skandynawii, oraz małych, lokalnych lodowców górskich. Najpiękniejszy inwentarz form i osadów lodowców górskich zachowany jest w Tatrach.

Lodowce erodują podłoże dziesięciokrotnie szybciej niż rzeki. To dlatego ukształtowana przez nie rzeźba Tatr jest tak wyjątkowa. Występują tam ostre granie, głębokie ukształtne doliny, progi skalne i cyrki lodowcowe ze skalnymi przegłębieniami wypełnionymi obecnie wodami stawów. Rzeźba ta, zwana rzeźbą typu alpejskiego, nie występuje w innych górach Polski. Mówi się, że Tatry pod względem geologii i krajobrazu to miniaturowe Alpy z jednym drobnym wyjątkiem - nie ma tam współczesnych lodowców. Zanikły one w Tatrach z początkiem obecnego interglacjału - holocenu, czyli ponad 10 tys. lat temu. Co ciekawe, przyjmując, że rozwój lodowców w Tatrach możliwy był tylko podczas surowego glacialnego klimatu, a ich zanik następował w okresach ocieplenia, to w ostatnich kilkuset tysiącach lat czas bez lodowców jest tam raczej wyjątkiem, a nie regułą.

My po prostu do takiego wyjątkowego „bezlodowcowego” krajobrazu tych gór jesteśmy przyzwyczajeni.

Bogatą historię badań zlodowaceń Tatr otworzyło odkrycie moreny plejstocenijskiego lodowca w Kuźnicach przez Ludwika Zejsznera w 1856 roku. Jednak mimo półtorawiecznej tradycji badań ustalenie liczby, zasięgu i wieku zlodowaceń tatrzańskich nadal jest dużym wyzwaniem badawczym.

Mapa z pytań

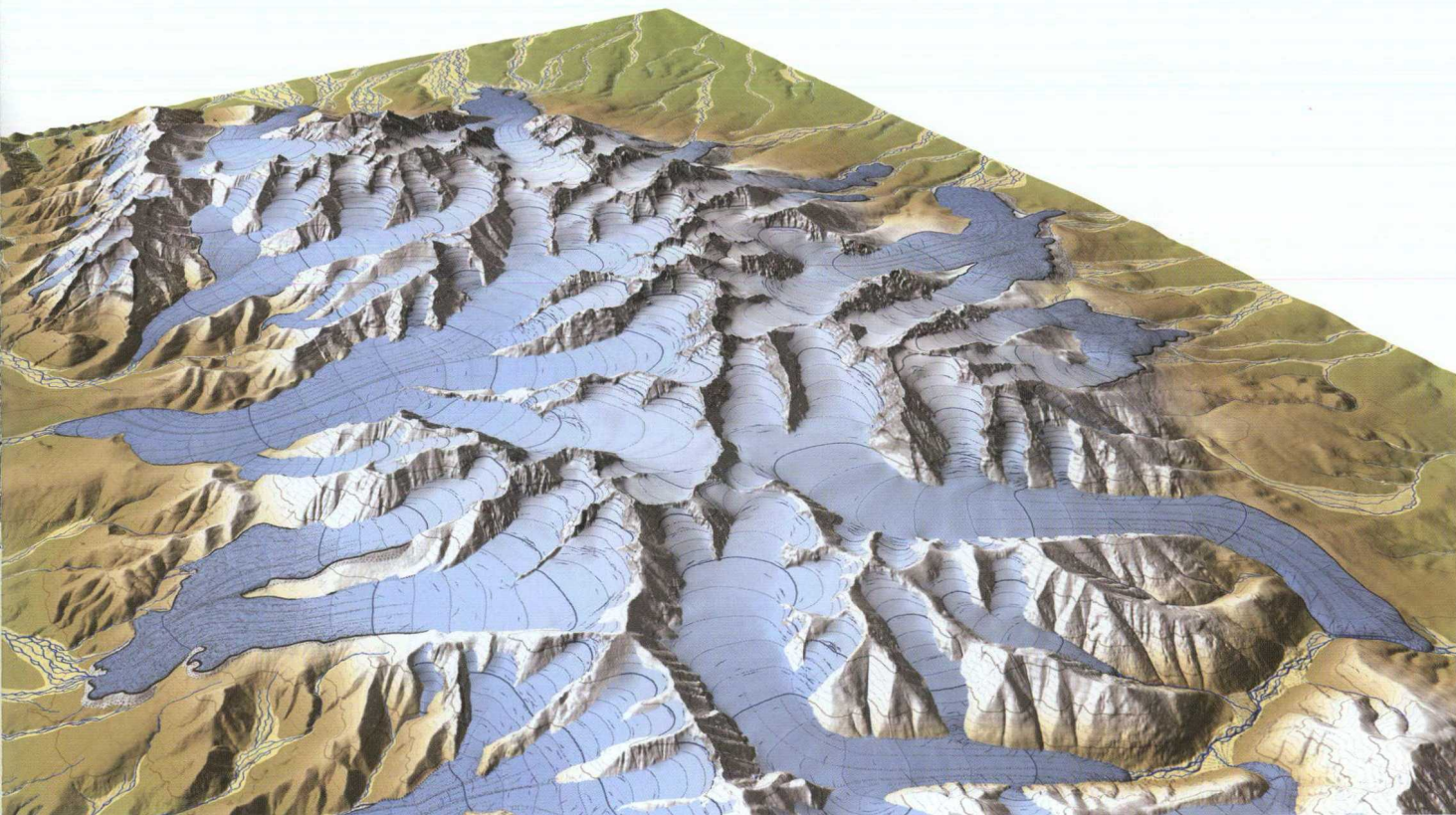
Problemy wynikają ze specyfiki zachodzących procesów: rozwój lodowców podczas każdego kolejnego zlodowacenia zacierza lub zupełnie niszczy większość dowodów pozostawionych przez poprzednie. Najwięcej występujących w Tatrach form i osadów lodowcowych powstało więc podczas ostatniego zlodowacenia. Rozpoczęło się ono ok. 115, a zakończyło ok. 10 tys. lat temu. Lodowce w naszych górach osiągnęły największy zasięg ponad 20 tys. lat temu, co wiemy dzięki wynikom datowań gładów morenowych i wyglądom lodowcowych Tatr Wysokich metodą izotopów kosmogenicznych. Było to maksimum ostatniego zlodowacenia (ang. Last Glacial Maximum), 30-19 tys. lat temu, czyli okres, kiedy w skali globalnej lądolody i lodowce górskie osiągnęły największe rozmiary.

Jaki obszar zajmowały wtedy lodowce w Tatrach? Ile ich było? Na te pytania od paru lat starałem się odpowiedzieć wraz z Piotrem Kłapytą z Zakładu Geomorfologii Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego. Zwieńczeniem naszej pracy jest mapa ukazująca ówczesną topografię Tatr, uznana za najlepszą opublikowaną w 2014 roku. w konkursie międzynarodowego czasopisma „Journal of Maps”. Przedstawia ona nie tylko zasięg, ale także przestrzenny obraz lodowców wraz z prawdopodobnym układem struktur na ich powierzchni, takich jak szczeliny i moreny środkowe.

Pomysł na nią zrodził się pod wpływem studiowania pokazujących rozległą pokrywę lodową ostatniego zlodowacenia map Alp. Ich tworzenie ma w krajach alpejskich ponad 100-letnią tradycję. Dla Tatr nie było dotychczas podobnego opracowania.

Przepis na zdjęcie przeszłości

Lodowiec górski - w przeciwieństwie do lądolodów, które osiągają znacznie większe rozmiary - jest ograniczony przez rzeźbę terenu. W górnej części dolin aktywnie eroduje zbocza, tworząc zestromienia i ściany skalne nazywane podciosami lodowcowymi. Niżej zaś, na jego

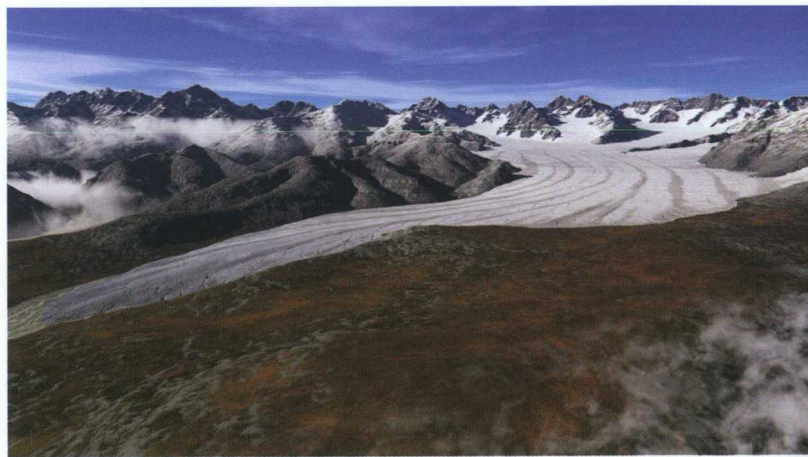


Tatry Wysokie podczas zlodowacenia

czole i brzegu, deponowany jest materiał skalny w postaci wałów moren czołowo-bocznych. Podstawą do wykonania trójwymiarowej rekonstrukcji lodowców tatrzańskich było badanie tych geomorfologicznych form i osadów, zebranych podczas prac terenowych. Przeprowadziliśmy także krytyczną analizę starszych map geologicznych i geomorfologicznych przy wykorzystaniu najnowszych danych teledetekcyjnych. Dalszym krokiem było wykonanie interpolacji powierzchni topograficznej lodowców z uwzględnieniem prawidłowości glaciologicznych. Efektem naszej pracy jest trójwymiarowy cyfrowy model Tatr z lodowcami. Dlatego poza tradycyjną „płaską” mapą wyniki badań zostały także opublikowane w serwisie YouTube w postaci animacji pokazującej przelot nad zlodowaconymi Tatrami w środowisku 3D.

Mapa przedstawia układ 55 systemów lodowcowych o powierzchni 280 km², które istniały w Tatrach ponad 20 tys. lat temu. Największy lodowiec – Białki – miał 13,3 km długości, ponad 400 m grubości i pokrywał powierzchnię 43 km². Nie mógłby on się równać ze współczesnymi lodowcami w Alpach, takimi jak np. Aletsch. Ani z tym historycznymi – podczas maksimum ostatniego zlodowacenia Alpy pokrywał lodowiec typu sieciowego o powierzchni ok. 500 razy większej niż suma powierzchni lodowców tatrzańskich, a cały masyw Tatr wraz z lodowcami można by zanurzyć w jednym strumieniu lodowym w dolinie Innu o szerokości 12 km i grubości dochodzącej do 2 km. Wynika to oczywiście z dużej różnicy wielkości i wysokości tych masywów górskich, a więc z topografii. Ale także z warunków klimatycznych. Dziś występowanie w Tatrach lodowców

nie jest możliwe, bo linia równowagi bilansowej (tzw. granica śniegu), czyli wysokość, powyżej której mogłyby się pojawić, występuje na 2500-2700 m n.p.m., a zatem powyżej najwyższych szczytów. Ponad 20 tys. lat temu znajdowała się zaś na wysokości ok. 1500 m n.p.m., przy czym nie w całych Tatrach – istniał wyraźny trend wznoszący w kierunku wschodnim. To wskazuje na istotny wpływ zachodniej cyrkulacji atmosfery i orograficznie wymuszonych opadów podczas zlodowacenia – lodowce położone na zachodzie otrzymywały większe sumy opadów niż te na wschodzie. Otrzymane dane paleoklimatyczne służą do porównań współczesnych i rejestracji zmian środowiskowych, jakie zaszły na tym obszarze w ciągu ostatnich 20 tys. lat. ■



Wirtualny krajobraz lodowca Białki