

Himalaje w 30 sekund! Miniaturowe góry fałdowe w pustym pudełku

Pokaż uczniom zdjęcie skamieniałości amonita (wymarłego zwierzęcia morskiego; Fot. 1). Organizmy takie jak ten żyły w morzu, a jednak teraz są znajdowane w Himalajach na wysokości 5 tys. metrów. Jak to możliwe?

Wyjaśnij że Himalaje powstały w wyniku kolizji Indii z Azją, a dokładniej: procesy związane z tektoniką kier litosfery wepchnęły subkontynent indyjski na kontynent azjatycki. Odtworzymy to, co stało się z warstwami skał spoczywającymi na dnie oceanu znajdującego się pomiędzy dwoma zderzającymi się lądami.

Umieść kilka płaskich, naprzemiennych warstw suchego piasku w pustym, przezroczystym pojemniku, z deską stojącą na jednym z końców (jak na Fot. 2). (Pomiędzy warstwami piasku może być umieszczony jakikolwiek proszek o barwie innej niż piasek. Musi on jedynie być widoczny z przedniej strony pojemnika, z której uczniowie będą obserwowali eksperyment.)

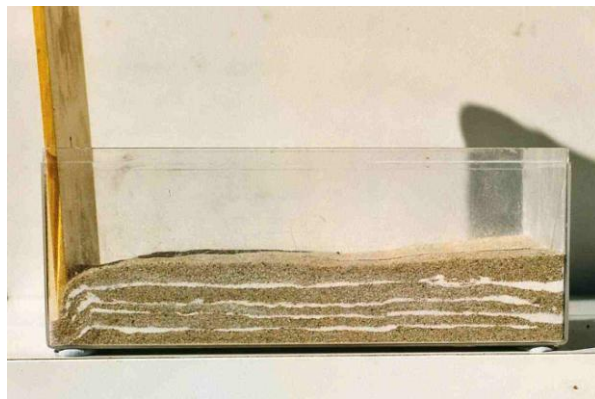
Pojemnik wypełnij jedynie w połowie.

Bardzo ostrożnie popchnij deskę, tak by zaczęła ona zgniatać warstwy piasku oraz mąki. Zatrzymuj się regularnie, by obejrzeć rezultaty. Z reguły warstwy wyginają się i spiętrzają tworząc fałd, a niektóre z nich ulegają odwróceniu (to jest ich dolne, tak zwane spągowe granice znajdują się u góry, jak na Fot. 3).

Końcowym rezultatem jest ześlizgnięcie się niektórych z warstw. W ten sposób powstaje uskok (a konkretnie uskok odwrócony, który tworzy się w wyniku kompresji). Górna powierzchnia piasku wznosi się aż do krawędzi pojemnika, imitując wypiętrzanie skał i tworzenie się gór takich jak Himalaje.



Fot. 1: Skamieniałość amonita, takiego jak spotykane w Himalajach na wysokości 5000 m n.p.m. (Pasek skali = 1 cm)



Fot. 2: Jak przygotować pojemnik.



Fot. 3: Sfałdowane i pocięte uskokami warstwy w pojemniku.



Fot. 4: Sfałdowane i pocięte uskokami skały w Kornwalii. Naprężenia ściskające w dużej skali, takie jak zaobserwowane w pojemniku, spowodowały spiętrzenie i spękanie tych skał przed milionami lat. (Wszystkie fotografie: P. Kennett.)

Informacje pomocnicze

Tytuł: Himalaje w 30 sekund!

Podtytuł: Miniaturowe góry fałdowe w pustym pudełku

Temat: Modelowanie procesu tworzenia fałdów i uskoku w skałach poddawanych kompresji. Imitacja działania ruchów górotwórczych, prowadzących do wypiętrzania łańcuchów górskich.

Wiek uczniów: 9 - 18 lat

Czas potrzebny na wykonanie doświadczenia:

Około 10 minut, jeśli eksperyment jest przygotowywany razem z uczniami.

Korzyści dla uczniów: Uczniowie mogą:

- zobaczyć, w jaki sposób w warstwowanych ośrodkach powstają fałdy oraz uskoki
- wyjaśnić, w jaki sposób mogło powstać pasmo górskie, jeśli naprężenia oddziaływały dostatecznie silnie. (Nie wszyscy uczniowie dostrzegą od razu związek tego modelu z rzeczywistymi procesami geologicznymi.)

Kontekst: Ćwiczenie może zostać wykorzystane podczas lekcji fizyki (zagadnienia związane z siłą), albo by przekazać informacje o sposobach oddziaływania ukształtowania powierzchni Ziemi na klimat, na przykład na działanie monsunów (na lekcjach geografii).

Dodatkowe ćwiczenia:

- Poproś uczniów o narysowanie fałdów w momentach, gdy eksperyment jest przerywany, w celu rozpoznania postępu deformacji w czasie.
- Poszukaj w internecie informacji o górach fałdowych i sposobie ich powstawania.
- Znajdź zdjęcia innych sfałdowanych oraz zuskokowanych skał i poproś uczniów o wskazanie kierunków, z jakich oddziaływały siły prowadzące do powstania takich deformacji.
- Ze starszymi uczniami przedyskutuj związek pasm górskich z tektoniką globalną i krami (płytami) litosfery.

Mechanizmy rządzące eksperymentem:

- Siły powodują deformacje skał, na które oddziałują.
- Ruch deski powoduje przewyciężenia tarcia w obrębie piasku, prowadząc do jego sfałdowania, a także wypiętrzania, wbrew sile grawitacji.
- Siła x odległość = wykonana praca. Do przesunięcia ziaren piasku znajdujących się najbliższej deski wymagana jest mniejsza siła. (Odległość w równaniu

oznacza dystans, na jaki przesunięta została deska).

- To dlatego dwie takie same siły o tych samych kierunkach i przeciwnych zwrotach powodują powstawanie asymetrycznych fałdów.
- Powstawanie uskoku (deformacje kruche) jest poprzedzone fałdowaniem (deformacje plastyczne).
- Uskoki odwrócone powstające w wyniku naprężeń ściskających nazywane są nasunięciami, jeśli powierzchnia nieciągłości jest prawie pozioma.
- Warstwy piasku ulegają deformacji ziarno po ziarno. Przypomina to procesy w rzeczywistych skałach, które również są deformowane począwszy od pojedynczych ziaren.

Zdobyte umiejętności:

- Uczeń zauważa, że fałdy i uskoki powstają w wyniku działania naprężeń.
- Wnioski z eksperymentu można połączyć z procesami powodującymi powstawanie gór fałdowych, aczkolwiek dla najmłodszych uczniów koncepcja ta może być trudna do zrozumienia.
- Uczniowie doświadczają konfliktu kognitywnego, gdy zdają sobie sprawę z faktu, że w przypadku niektórych łańcuchów górskich (Andy, Góry Skaliste) nie ma drugiej płyty kontynentalnej, której nacisk powoduje wypiętrzanie skał. (W takich sytuacjach na krę kontynentalną, na której powstają pasma górskie, oddziałuje sąsiadująca z nią kra oceaniczna.)

Potrzebne materiały:

- niewielki plastikowy lub szklany pojemnik, lub przecięte, plastikowe i prostokątne pudło
- kawałek deski lub dykty pasujący do pojemnika
- suchy piasek
- mąka lub inny proszek o kolorze kontrastującym z barwą piasku
- łyżka oraz inne przedmioty ułatwiające dosypywanie piasku oraz proszku do pojemnika

Przydatne linki: Ćwiczenia związane z deformacjami w module 'The Dynamic Rock Cycle' na stronie internetowej Earth Science Education Unit:
<http://www.earthscienceeducation.com/>

Źródło: Earth Science Teachers' Association (1992) *Science of the Earth 11 – 14: Earth's Surface Features*. Sheffield: Geo Supplies Ltd.

© **Earthlearningidea team**. The Earthlearningidea team seeks to produce a teaching idea every week, at minimal cost, with minimal resources, for teacher educators and teachers of Earth science through school-level geography or science, with an online discussion around every idea in order to develop a global support network. 'Earthlearningidea' has little funding and is produced largely by voluntary effort. Copyright is waived for original material contained in this activity if it is required for use within the laboratory or classroom. Copyright material contained herein from other publishers rests with them. Any organisation wishing to use this material should contact the Earthlearningidea team. Every effort has been made to locate and contact copyright holders of materials included in this activity in order to obtain their permission. Please contact us if, however, you believe your copyright is being infringed: we welcome any information that will help us to update our records. If you have any difficulty with the readability of these documents, please contact the Earthlearningidea team for further help. Contact the Earthlearningidea team at: info@earthlearningidea.com

Polskojęzyczne tłumaczenie zostało wykonane przez Pawła Wolniewicza, <http://zywaplaneta.pl/> i jest dostępne na licencji [Creative Commons Uznanie autorstwa-Na tych samych warunkach 4.0 Międzynarodowe](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

