

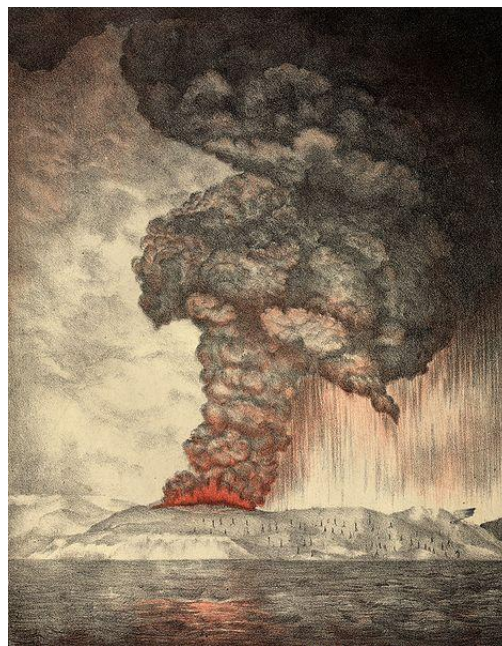
Wybuch wulkanu Krakatau

Zbiornik z wodą i balon symulują wielkie fale tsunami spowodowane wybuchem wulkanu Krakatau

Wybuch wulkanu Krakatau w Indonezji w 1883 roku był wydarzeniem na ogromną skalę.

- Jego odgłos był najgłośniejszym dźwiękiem w nowożytnej historii świata.
- Odgłos erupcji przemierzył więcej niż 3 tysiące km do środkowej Australii, gdzie obudził śpiących ludzi, a także 4800 km do wysp na Oceanie Indyjskim, gdzie został uznany za huk spowodowany wystrzałem z działa.
- Zmiany ciśnienia powietrza wywołane erupcją zostały odnotowane przez barometry na całym świecie.
- Wulkaniczny pył został wyrzucony do atmosfery na wysokość 40 kilometrów.
- Pył spowodował całkowite zaciemnienie w ciągu dnia w mieście odległym o 160 km od wulkanu. Zmniejszenie jasności Słońca zostało zauważone w odległości co najmniej 1850 km.
- Wulkaniczny pył unosił się w ciągu kolejnych dni, okrążając kilka razy kulę ziemską.
- Spowodowało to efektowne, wielobarwne zachody słońca.
- Gazy oraz pył wyrzucone do atmosfery w trakcie erupcji odbijały promieniowanie docierające ze Słońca, powodując globalne ochłodzenie, wynoszące około $0,25\text{ }^{\circ}\text{C}$ w ciągu kolejnego roku.
- W miejscu wysokiej na 300 metrów wyspy powstał ogromny krater (a właściwie kaldera) o głębokości sięgającej 300 metrów poniżej poziomu morza.
- Co najmniej 36 tysięcy ludzi (a prawdopodobnie 120 tysięcy) zginęło w wyniku uderzenia fali tsunami wywołanej eksplozją.
- Największa z fal tsunami mogła mieć około 40 metrów wysokości w pobliżu swego źródła, a na lądzie mogła osiągać wysokość 15 metrów.
- Fale tsunami zostały zarejestrowane nawet na przeciwległym krańcu Oceanu Indyjskiego.

Choć sama eksplozja była spektakularnym wydarzeniem, to najbardziej katastrofalne w skutkach były spowodowane przez nią fale tsunami. Jak one powstały? Nie znamy dokładnie tego mechanizmu, ponieważ nikt nie mógł śledzić eksplozji w pobliżu wulkanu. Jedną z teorii zakłada, że w momencie powstania kaldey w miejscu krateru stoki wulkanu osunęły się do oceanu, powodując powstanie ogromnej fali. Drugą z teorii dopatruje się źródła fali w zapadnięciu się komory magmowej pod wulkanem i wpłynięciu tam ogromnych ilości wody.



Fot. 1. Erupcja wulkanu Krakatau w 1883 roku, moment przed największą eksplozją.

Obraz na licencji public domain.

Jeśli druga z hipotez jest zgodna z prawdą, to możliwe jest odtworzenie fali tsunami powstałej po erupcji wulkanu Krakatau w szkolnej klasie, w następujący sposób:

- nadmucharz częściowo balon, do średnicy około 8-10 cm,
- umieść balon w szklanym pojemniku (akwarium), przymocowując go silnie do dna, by nie wypłynął w momencie wlewania wody do zbiornika,
- umieść zbiornik na podstawce, by uchwycić przynajmniej część wody powstających „fal tsunami”,
- napełnij zbiornik wodą aż po samą krawędź,
- wywołaj „eksplozję wulkanu” przebijając balon szpilką (lub poproś o to ucznia).

Gdy balon pęka, część wody jest wyrzucana w powietrze (symulując erupcję wulkaniczną?), ale wyraźniejszym efektem jest wlanie się wody do przestrzeni zwolnionej przez wydostające się powietrze, a następnie powstanie fali „tsunami” wyrzucającej wodę ze zbiornika.



Fig. 2. „Krakatau” przed eksplozją.



Fig. 3. Fala „tsunami” wywołana przez „eksplozję

Oba zdjęcia wykonane przez Lucy Greenwood.

Informacje pomocnicze

Tytuł: Wybuch wulkanu Krakatau

Podtytuł: Zbiornik z wodą i balon symulują wielkie fale tsunami spowodowane wybuchem wulkanu Krakatau

Temat: Eksperyment odtwarzający, zgodnie z jedną z teorii, sposób powstania fal tsunami po eksplozji wulkanu Krakatau

Wiek uczniów: 5 lat i więcej

Czas potrzebny na wykonanie doświadczenia:

Około 10 minut na przygotowanie zbiornika; milisekundy na zaobserwowanie efektów przebicia balonu.

Korzyści dla uczniów: Uczniowie mogą:

- opisać jeden z mechanizmów powstawania fal tsunami,
- odkryć skalę oddziaływania katastrof wywołanych procesami geologicznymi.

Kontekst: Eksplozja wulkanu Krakatau była pierwszą dużą erupcją wulkaniczną zbadaną naukowo. W skali VEI (Indeks Eksplozywności Wulkanicznej) jest ona opisywana jako „kolosalna”, ponieważ objętość wyrzuconych materiałów wyniosła więcej niż 100 km³. (Erupcja wulkanu Tambora w 1815 roku, również na terenie Indonezji, była eksplozją „superkolosalną”, ponieważ spowodowała wyrzucenie ponad 1000 km³ materii. Z kolei wybuch wulkanu Taupo na Nowej Zelandii, 28 tys. lat temu, był erupcją „megakolosalną”, która doprowadziła do wyrzucenia do atmosfery więcej niż 10000 km³ pyłów i gazów. Obie te erupcje miały jednak miejsce przed rozpoczęciem badań.) Mamy więc stosunkowo dobry zapis skutków takiej eksplozji, choć nie rozumiemy jeszcze do końca mechanizmów erupcji oraz powstawania fal tsunami.

Skutki przejścia fali tsunami spowodowanej erupcją wulkanu Krakatau zostały opisane przez N. Van Sandicka z holenderskiego statku *Loudon*:

„Jak wysoka góra, potworna fala przyspieszyła swą wędrówkę ku lądowi. Natychmiast pojawiły

się trzy kolejne fale kolosalnych rozmiarów. I przed naszymi oczami to straszne wrzenie morza pochłonęło w jednej chwili ruiny miasta. Tam, gdzie kilka minut temu istniało miasto Telok Belong, nie było nic oprócz otwartego morza.” (za: McGuire, M, (2002) Raging Planet. Hove, East Sussex: Apple, str. 63.)

Dodatkowe ćwiczenia:

Uczniowie mogą odszukać informacje o skutkach innych katastrofalnych erupcji wulkanicznych, w bibliotece lub w internecie.

Mechanizmy rządzące powstawaniem fali tsunami:

- Gdy magma jest wyrzucana gwałtownie z komory magmowej, doprowadza to do jej katastrofalnego zapadnięcia się i utworzenia kaldery.
- Zarówno wypełnienie kaldery wodą, jak i osunięcie się do morza stoków wulkanu, mogą doprowadzić do powstania fal tsunami.
- Fale tsunami mogą przemierzać ogromne obszary oceanów, niszcząc nisko położone wybrzeża.

Zdobyte umiejętności:

Eksperyment stanowi pomost pomiędzy modelem a rzeczywistym procesem i jego skutkami.

Potrzebne materiały:

- zbiornik, na przykład plastikowy, o wymiarach około 40 cm (długość) x 30 cm (szerokość) x 25 cm (głębokość)
- podstawka, w której zmieści się zbiornik (by uchwycić przelewającą się wodę),
- okrągły balon (i kilka zapasowych),
- coś do obciążenia balonu i przytrzymania go przy dnie zbiornika po nalaniu wody,
- igła.

Przydatne linki:

Wiele opisów erupcji wulkanicznych oraz ich skutków można znaleźć w internecie, korzystając z wyszukiwarek takich jak Google.

Źródło: Eksperyment opracowany przez Chrisa Kinga z zespołu Earth Learning Idea.

Earth Learning Idea

© **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/eli> i jest dostępne na licencji [Creative Commons Uznanie autorstwa-Na tych samych warunkach 4.0 Międzynarodowe](#).