



Mechanizm powstawania i skutki tsunami

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film edukacyjny](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Mechanizm powstawania i skutki tsunami

Źródło: dostępny w internecie: pixabay.com, domena publiczna.

Zapewne przynajmniej raz zdarzyło Ci się usłyszeć, że gdzieś na świecie ludzie zmagają się z kataklizmem w postaci tsunami. Dokładne znaczenie słowa *tsunami* to „fala portowa”, jednak znacznie częściej media używają określenia „wielka fala”. Czym jednak charakteryzuje się tsunami, że jest aż tak niebezpieczne? Czy na polskim wybrzeżu Bałtyku możliwe jest wystąpienie tego zjawiska? Jakie wakacyjne destynacje zagrożone są wystąpieniem „wielkiej fali”? Czy każdy pobyt nad wodą powinien wiązać się z poszukiwaniem ostrzeżeń przed możliwym wystąpieniem tsunami?

Po zapoznaniu się z tym e-materiałem będziesz w stanie odpowiedzieć na powyższe pytania.

Twoje cele

- Omówisz mechanizm powstawania fali tsunami.
- Ocenisz skutki wystąpienia tsunami.
- Wskażesz przykłady miejsc najczęstszego występowania tsunami.

Przeczytaj

Tsunami to dużych rozmiarów fale oceaniczne wywołane podmorskim trzęsieniem ziemi, wybuchem wulkanu, osuwiskiem ziemi lub cieleniem się lodowców. Zjawisko to teoretycznie mogłoby być spowodowane przez upadek meteorytu. Choć nazywane jest „wielką falą”, tak naprawdę tsunami to seria fal, z których jedna ma charakter dominujący – jest najwyższa i sieje największe spustoszenie. Odstęp czasu pomiędzy dotarciem każdej z kolejnych fal tsunami do brzegu może wynosić około 30 min. Tak było w przypadku tsunami z 2004 roku, które swój początek miało w pobliżu zachodniego wybrzeża Sumatry na Oceanie Indyjskim.

Mechanizm powstawania tsunami

Zbieżny ruch płyt litosfery powoduje powstawanie w skałach naprężeń i kumulowanie energii. Kiedy energii jest zbyt dużo, masy skalne przesuwają się, powodując drgania, które rozchodzą się pod postacią fal sejsmicznych. W ten sposób powstaje podmorskie trzęsienie ziemi, które jest najczęstszą przyczyną powstania fal tsunami.

Wybrzeże może być atakowane przez kolejne grzbiety fali tsunami w odstępach równych okresowi fali, a więc w przedziałach rzędu kilkunastu lub kilkudziesięciu minut. Cofające się tsunami może sprawiać wrażenie gigantycznego odpływu. Czasami „cofanie” się wody może poprzedzić pierwszy atak tsunami, co możesz zaobserwować na animacji zamieszczonej poniżej.

Tsunami różni się od fali wiatrowej tym, że w falowaniu bierze udział woda na całej głębokości (od dna do powierzchni), a nie tylko jej powierzchniowa warstwa. Po tym, jak fale zostaną wywołane, przemieszczają się po oceanie z prędkością sięgającą nawet 800 kilometrów na godzinę i mogą przebyć cały ocean w ciągu jednego dnia.

Na otwartym oceanie tsunami porusza się z zawrotną prędkością, ale ma znaczną długość, z tego też względu fala jest stosunkowo niska (przeważnie do 1 metra) i prawie niezauważalna. Nie stanowi więc większego niebezpieczeństwa dla statków. Zbliżając się do brzegu, na szelfie, fala skraca się, przez co jej wysokość znacznie rośnie wraz z podnoszącym się dnem oceanicznym. Docierając do wybrzeża, jej wysokość może przekroczyć 30 metrów (przybliżona wysokość 10-piętrowego budynku). Kolejne fale mogą atakować przybrzeżne miejscowości nawet przez kilka następnych godzin.

Najwyższą, trzydziestometrową falą tsunami w XXI wieku była ta, która uderzyła w Indonezję w 2004 roku. Fale tsunami wdarły się na 2 kilometry w głąb lądu na Sumatrze w Indonezji i w Tajlandii, a na wybrzeżu Sri Lanki woda sięgnęła rejonów oddalonych o kilometr od brzegu.

Polecenie 1

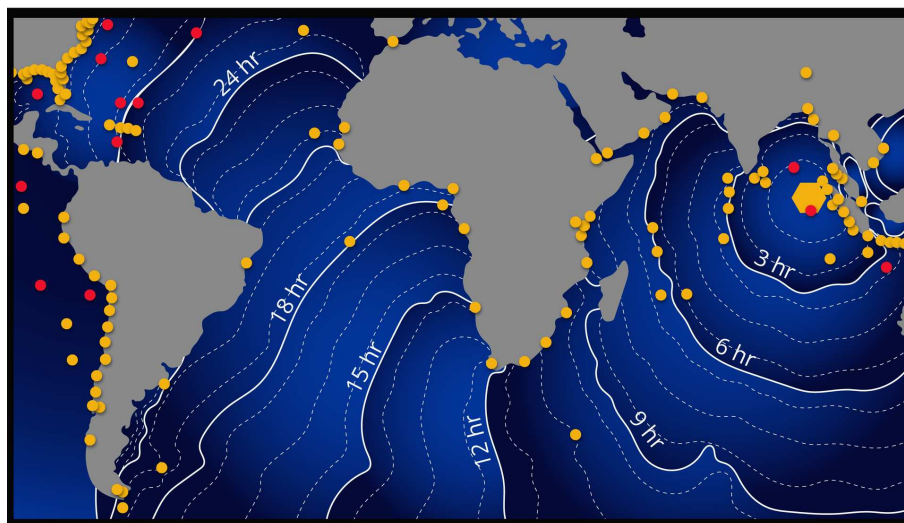
Zapoznaj się z poniższą animacją przedstawiającą powstanie tsunami. Wyróżnij i wynotuj etapy przebiegu tego zjawiska.

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DUAtmAbqG>

Schemat powstania tsunami

Źródło: NOAA, domena publiczna, dostępne w internecie: commons.wikimedia.org.

Film dotyczący powstawania tsunami.

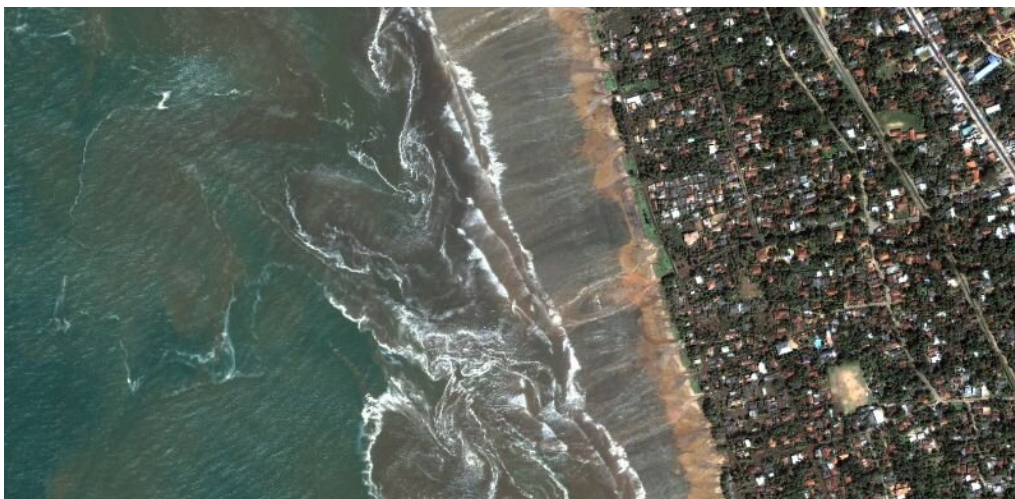


● przyrząd pomiarowy fali ● punkty DART ● trzęsienie ziemi

Schemat rozchodzenia się tsunami z 2004 roku. Wartości zaznaczone na mapie przedstawiają czas (w godzinach) rozchodzenia się fali tsunami od jej źródła.

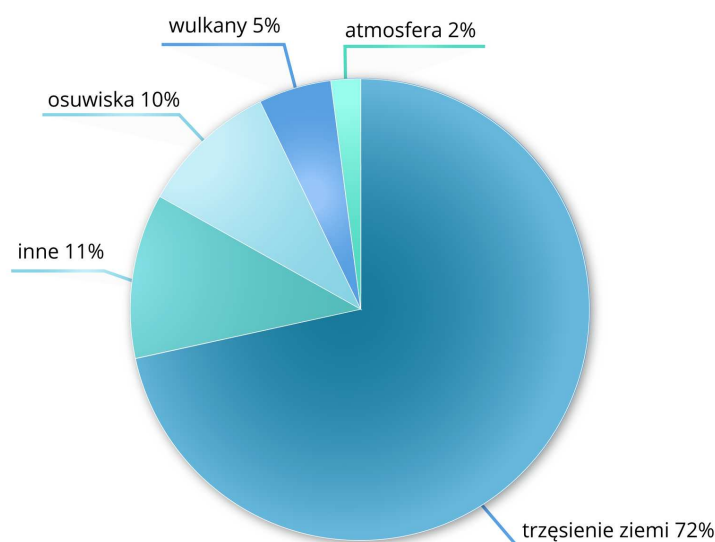
Źródło: Englishsquare.pl sp. z o.o., oprac. na podstawie danych [NOAA.gov](https://www.noaa.gov), licencja: CC BY-SA 3.0.





Zjawisko cofania się tsunami

Źródło: Carlos Caridad Montero, dostępny w internecie: [flickr.com](https://www.flickr.com/photos/cmontero/), domena publiczna.



Częstotliwość powstawania tsunami według przyczyn

Źródło: Englishsquare.pl sp. z o.o., oprac. na podstawie tsunami.gov.

Ostrzeganie przed tsunami

Im głębsza jest woda, tym większa prędkość tsunami. Na oceanie o głębokości 5000 metrów może ona pędzić z prędkością nawet 750 km/h. Średnia prędkość fali sejsmicznej w skałach może się wahać od 2000 do 9000 km/h. Tę właśnie różnicę w prędkości przemieszczania się fal sejsmicznych i tsunami wykorzystuje się do ostrzegania przed potencjalnym kataklizmem.

Międzynarodowe systemy alarmowania o niebezpieczeństwie działają na Pacyfiku, Oceanie Indyjskim, w rejonie Karaibów oraz na północno-wschodnim Atlantyku. Te ostatnie obejmują swoim zasięgiem również basen Morza Śródziemnego, gdzie także występują podmerskie trzęsienia ziemi czy wybuchy wulkanów, które mogą spowodować powstanie tsunami.

W chwili zarejestrowania fal sejsmicznych powstałych w wyniku trzęsienia ziemi pod dnem morskim, wysłane zostaje ostrzeżenie o możliwości wystąpienia tsunami. W zależności od oddalenia epicentrum od brzegu, czas na reakcję i ewakuację ludności może być bardzo krótki i wynosić od kilku do kilkunastu minut.

Po tsunami z 2004 roku system wykrywania podwodnych trzęsień został znacznie rozbudowany – obecnie składa się z 2 elementów:

- detektorów tsunami,
- sieci komunikacyjnej pomiędzy ośrodkami, które wzajemnie informują się o niebezpieczeństwie.

Wykrywanie tsunami działa na szczeblu regionalnym i międzynarodowym. Mieszkańcy wybrzeży Oceanu Spokojnego mogą zamówić usługę otrzymywania informacji na temat aktualnego zagrożenia przez SMS, przez tzw. Zintegrowany System Monitorujący Tsunami.

Wybrane przykłady największych tsunami i ich skutki

Na przełomie XX i XXI wieku najpotężniejsze tsunami związane były z bardzo silnymi trzęsieniami ziemi pod dnem oceanu lub wybuchami wulkanów. Przyniosły one potężne straty gospodarcze, a tysiące ludzi zginęło lub zostało uznanych za zaginionych.

Przykłady największych tsunami

22 grudnia 2018 – tsunami w Cieśninie Sundajskiej po wybuchu wulkanu Anak Krakatau

Zginęło co najmniej 281 osób, a ponad tysiąc zostało rannych w wyniku fal tsunami, które uderzyły w wybrzeża Cieśniny Sundajskiej między wyspami Jawa i Sumatra w Indonezji.

Indonezja położona jest w aktywnym sejsmicznie rejonie tzw. [Pacyficznego Pierścienia Ognia](#). Region ten charakteryzuje się częstymi erupcjami wulkanów i trzęsieniami ziemi. Przyczyną tsunami z 22 grudnia 2018 roku były wstrząsy i osunięcia dna morskiego po erupcji wulkanu Anak Krakatau.

Według indonezyjskiej Agencji Meteorologii, Klimatologii i Geofizyki (BMKG) fale tsunami uderzyły w wybrzeża Cieśniny Sundajskiej, w tym w pełne ludzi plaże w rejonie Pandeglang, Serang i Lampung w prowincji Banten na zachodnim krańcu Jawy, gdzie położone są kurorty popularne wśród zagranicznych turystów.

Sam wulkan Anak Krakatau w wyniku erupcji i zapadnięcia się krateru (22 grudnia) zmniejszył swą objętość o 150-180 mln metrów sześciennych.



Wulkan Anak Krakatau jest cały czas aktywny

Źródło: flydime, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY 2.0.

28 września 2018 – fala tsunami, która uderzyła w wybrzeże Indonezji

O godzinie 17:02 czasu lokalnego jedną z indonezyjskich wysp – Celebes (Sulawesi) – nawiedziło silne trzęsienie ziemi (7,5 w skali Richtera), którego konsekwencją była niszczycielska fala tsunami o wysokości ok. 2,5 metra. Najsilniej ucierpiało nadmorskie miasto Palu. Siła powstałej fali zaskoczyła mieszkańców nadbrzeżnych miejscowości. Prawdopodobną przyczyną wzmożonej siły tsunami w Palu było specyficzne położenie miasta w głębokiej i wąskiej zatoce, co mogło spotęgować zjawisko.

11 kwietnia 2012 – ok. metrowa fala tsunami, która uderzyła w wybrzeże Indonezji

Tsunami zostało wywołane trzęsieniem ziemi na Oceanie Indyjskim u wybrzeży Indonezji. Miało ono siłę 8,6 w skali Richtera. Jego epicentrum znajdowało się na głębokości 22 km, ok. 500 km na południowy zachód od północnego wybrzeża Sumatry. To właśnie w tamtym rejonie wystąpiły największe zniszczenia, a co najmniej 10 osób straciło życie.

11 marca 2011 – potężne tsunami powstałe po bardzo silnym trzęsieniu ziemi (o sile 9 stopni w skali Richtera) u wybrzeży Japonii

To trzęsienie ziemi w Japonii to nie jeden, a ponad 20 silnych wstrząsów o podobnej sile. Epicentrum wstrząsów znajdowało się około 130 km od wschodniego wybrzeża wyspy Honsiu i około 370 km od Tokio. Wielka fala tsunami wdarła się na 10 kilometrów w głąb lądu, niszcząc wszystko na swojej drodze. Był to dzień, w którym Japonia doświadczyła największej katastrofy naturalnej od 140 lat – fala tsunami uszkodziła m.in. elektrownię atomową w Fukushima. Tym samym tsunami okazało się nie tylko największą, ale i najdroższą w skutkach katastrofą naturalną w dziejach.



Japonia – tsunami w 2011 roku

Źródło: AFP/JIJI PRESS, tylko do użytku edukacyjnego.



Japonia po tsunami

Źródło: Sergey Ponomarev SCANPIX, dostępny w internecie: hd.se, tylko do użytku edukacyjnego.





Japonia po tsunami

Źródło: AP Photo/Yomiuri Shimbun, Yoichi Hayashi, dostępny w internecie: science.time.com, tylko do użytku edukacyjnego.

28 marca 2005 – tsunami powstałe po trzęsieniu ziemi na Sumatrze, które zabiło ok. 1000 osób

Epicentrum trzęsienia o sile 8,7 stopnia w skali Richtera znajdowało się na zachodnim wybrzeżu Sumatry, w pobliżu wyspy Nias, zaledwie 30 kilometrów pod powierzchnią dna morskiego. W wyniku tsunami tym razem najbardziej ucierpiało wybrzeże Tajlandii, a nie Indonezji. Nie obserwowano tutaj ani cofnięcia się wód oceanu, ani też wzbierania, co byłoby charakterystyczne dla tsunami. Katakлизм doprowadził do wybuchu paniki wśród mieszkańców wybrzeża, ponieważ wstrząs nastąpił kilka minut po godzinie 23:00 czasu lokalnego. Większość ludzi już wtedy spała, stąd brak przygotowania i sprawnej ewakuacji.

26 grudnia 2004 – trzęsienie ziemi na Oceanie Indyjskim, zniszczenie wybrzeża kilku krajów Azji i Afryki (prawie 230 tys. ofiar)

Tsunami z 26 grudnia 2004 roku powstało w wyniku potężnego trzęsienia ziemi o sile od 9,1 do 9,3 stopni w skali Richtera, które trwało przez około 10 minut. Miało miejsce niedaleko wybrzeży Sumatry, a tsunami uderzyło nawet w wybrzeża Somalii. W samej Indonezji zginęło 166 000 ludzi, a kolejnych 35 000 straciło życie na Sri Lance. 2 miliony osób musiało opuścić swoje domy w Indiach, Indonezji, na Sri Lance, Malediwach, na wybrzeżach wschodniej Afryki i w Tajlandii.



Indonezja po tsunami 26 grudnia 2004 roku

Źródło: HOTLI SIMANJUNTAK / PAP, dostępny w internecie: wiadomosci.onet.pl, domena publiczna.



Tajlandia w 2004 roku

Źródło: Polaris / eyevine, dostępny w internecie: dailymail.co.uk, domena publiczna.

17 lipca 1998 – trzęsienie ziemi u wybrzeży Papui-Nowej Gwinei wywołało tsunami, które spowodowało śmierć ok. 2200 ludzi

Potężne trzęsienie ziemi o sile 7 stopni w skali Richtera wystąpiło u północnych wybrzeży Papui-Nowej Gwinei. Skutkiem wstrząsu było powstanie serii fal tsunami, które po dotarciu do wybrzeży wyspy zabiły ponad 2000 osób (pół tysiąca ofiar nigdy nie odnaleziono).

Skutki wydarzenia:

- w gruncie powstały potężne szczeliny,
- w rejonie laguny Sissano zawaliły się niektóre słabiej zbudowane domy,
- przed tym tsunami okolicę laguny Sissano zamieszkiwało około 12 000 ludzi – wszyscy w pewnym stopniu ucierpieli w trakcie ataku żywiołu (m.in. było wielu zabitych, rannych, zaginionych, powstały też ogromne zniszczenia w infrastrukturze).

W 1993 roku trzęsienie ziemi u wybrzeży Japonii spowodowało powstanie rekordowej fali tsunami

Fale tsunami, które wtedy powstały, należały do najwyższych w historii. Początkowo na otwartych wodach miały wysokość około 60 cm, wzrosły jednak do 30 metrów w pobliżu lądu, powodując ogromne zniszczenia na japońskim wybrzeżu.

22 maja 1960 – trzęsienie ziemi w Chile wywołało jedną z najwyższych fal tsunami, która dotarła nawet do wybrzeży Japonii

Siła trzęsienia wyniosła 9,5 w skali Richtera. Ogrom zniszczeń już po trzęsieniu ziemi był niewyobrażalny. Wstrząs wywołał także fale tsunami, które dotarły do wybrzeża południowoamerykańskiego. Samo tsunami dotarło o wiele dalej – uderzyło w miasto Hilo położone na Hawajach w odległości ponad 10 tys. km od epicentrum wstrząsu. Fale dotarły także do wybrzeża Japonii, gdzie zginęło 138 osób, i do Filipin – tam zginęły 32 osoby. Łącznie, na skutek tego wstrząsu i wywołanych nim fal tsunami, zginęło około 3 tys. osób. Zniszczenia były ogromne – o stratach świadczy m.in. fakt, że po tych wydarzeniach ponad 2 mln osób zostało bez dachu nad głową.

27 sierpnia 1883 – eksplozja Krakatau uznawana za największą klęskę żywiołową wszechczasów

Siła eksplozji Krakatau została oszacowana na 7000 razy silniejszą od wybuchu bomby atomowej zrzuconej na Hiroszimę, a fala tsunami wywołana tym wybuchem okrążyła całą Ziemię. Erupcja rozpoczęła się dokładnie 26 sierpnia o godzinie 12:53 czasu lokalnego, obejmowała 5 eksplozji, a wybuchy słyszano z odległości 4325 km. Słup dymu i popiołów wydobywający się z wulkanu osiągnął 27 km wysokości. Ciąg wybuchów Krakatau wyrzucił do stratosfery 46 km^3 popiołów, które opadając, zakryły 70% powierzchni globu. Fala uderzeniowa przemieszczała się z prędkością 1100 km/h. 2/3 wyspy, na której znajdował się wulkan, zniknęło z powierzchni Ziemi, natomiast fale sejsmiczne 7-krotnie obiegły Ziemię. Gazy uwolnione przez wulkan na następne 3 lata spowodowały zmianę barwy widzialnej z Ziemi: Słońca na zielono i Księżyca na niebiesko.

Szacuje się, że wybuch wulkanu łącznie z falami tsunami spowodował śmierć około 36 tys. ludzi. Niestety, nie ma dokładnych źródeł określających dokładną ilość ofiar.



Litografia Krakatau z 1888 roku przedstawiająca erupcję z 1883 roku. Na litografii widoczna jest jeszcze wyspa, która po wybuchu straciła 2/3 swej powierzchni.

Źródło: Parker & Coward, *The Eruption of Krakatoa, and Subsequent Phenomena. Report of the Krakatoa Committee of the Royal Society*, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, domena publiczna.

Przykłady największych tsunami zanotowanych w historii przed XX wiekiem

W Europie wielkie podmorskie trzęsienie ziemi pod dnem Atlantyku (niedaleko wybrzeży Portugalii) w listopadzie 1755 roku wywołało tsunami, które zabiło ok.

60 000 ludzi. To trzęsienie ziemi odbiło się np. na wygładzie Lizbony, która m.in. z tego powodu posiada niewiele budynków starszych niż XVIII-wieczne. W 1755 roku miasto zostało niemal doszczętnie zniszczone. Spowodowane przez wstrząs tsunami zniszczyło także wiele innych nadbrzeżnych miast portugalskich. Fale dochodziły do 6 metrów wysokości. Świadkowie podawali, że rzeka Tag zaczęła się cofać, „podnosząc się jak góra”.



Grafika z 1755 roku przedstawiająca Lizbonę w trakcie trzęsienia

Źródło: dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, domena publiczna.

Jednym z najaktywniejszych obecnie wulkanów na świecie jest wulkan Krakatau. Nadwodna jego część tworzy w Cieśninie Sundajskiej wyspę o pow. 10,5 km². Przebudzenie Krakatau miało miejsce w sierpniu 1883 roku – wcześniej uważano go za wulkan wygasły. Z tego względu nikt nie spodziewał się wybuchu, w dodatku tak potężnego. Erupcja Krakatau w 1883 roku wywołała serię fal tsunami dochodzących do ok. 40 metrów wysokości. W wyniku tego śmierć poniosło 36 tysięcy osób. Wybuch ten uważany jest za największy przejaw działalności wulkanu w historii ludzkości. Erupcja była słyszalna nawet w Australii, co czyni ją najgłośniejszym wydarzeniem w historii ludzkości. Żadne inne wydarzenie nigdy nie było słyszalne tak daleko od źródła dźwięku.

Podsumowanie

Tsunami, które w ostatnich latach uderzały m.in. w wybrzeża Indonezji, Tajlandii, Indii czy Japonii, spowodowały śmierć tysięcy ludzi i ogromne straty gospodarcze. Ponieważ potężne trzęsienia ziemi są możliwe wokół całego Pacyfiku, na całym tym obszarze możemy spodziewać się tsunami. Fale będą tym większe, im silniejsze wystąpią wstrząsy podmorskie. Okazuje się, że nawet mieszkańcy wybrzeży Morza Śródziemnego nie mogą czuć się bezpiecznie. Tsunami może powstać tam za sprawą potężnego trzęsienia ziemi lub wybuchu wulkanu. Takie kraje jak np. Włochy, Grecja czy Turcja są położone na obszarze aktywnym sejsmicznie. Wstrząsów tektonicznych w tym regionie nie brakuje, a niektóre z nich potrafią być tragiczne w skutkach.

Ciekawostka

1. Żyjący na przełomie II i III w p.n.e. historyk Tukidydes w swoim dziele pt. *Wojna peloponeska* jako pierwszy w historii utożsamiał tsunami z podwodnym trzęsieniem ziemi.
2. Trzęsienie ziemi o sile 9 w skali Richtera, które miało miejsce w 2004 roku w Indonezji, wyzwoliło większą energię niż wszystkie trzęsienia ziemi z ostatniego 25-lecia razem wzięte. Segment podłoża morskiego o wielkości stanu Kalifornia przemieścił się w górę o ponad 9 m, wywołując tym samym jedno z największych tsunami w historii świata.
3. Chociaż do dzisiaj nie został udokumentowany żaden przypadek tsunami wywołanego upadkiem meteorytu, naukowcy uważają, że ponad 3,5 miliarda lat temu to właśnie tak powstałe tsunami zmiotło ówczesne życie z kuli ziemskiej.
4. Sól naniesiona przez fale tsunami jest w stanie przeniknąć do wód powierzchniowych i gruntowych. Za sprawą zatrucia wody kataklizm może zbierać śmiertelne żniwo jeszcze przez wiele tygodni po wystąpieniu.
5. Świadkowie tsunami na Oceanie Indyjskim z 2004 roku twierdzą, że na kilka godzin przed uderzeniem ściany wody zaobserwowali stada słoni i flamingów przemieszczające się na wzniesienia terenu oraz dziwne zachowanie psów i zwierząt w zoo, które nie opuszczały swoich schronień. Ostatecznie wśród ofiar żywiołu nie znalazło się zbyt wiele zwierząt, być może dlatego, że przeczuły niebezpieczeństwo i zdążyły znaleźć bezpieczne miejsce na przeczekanie kataklizmu.
6. Japonia, w której częstotliwość występowania tsunami jest szczególnie wysoka, ma najbardziej zaawansowany na świecie system ostrzegania przed tym zjawiskiem – składa się on z ponad 1500 sejsmografów i ponad 500 podwodnych przyrządów pomiarowych, których utrzymanie rocznie kosztuje kraj równowartość ok. 60 milionów złotych.

Słownik

Pacyficzny Pierścień Ognia

strefa otaczająca niemal nieprzerwanie Ocean Spokojny na długości ok. 40 tys. km; jest to region częstych trzęsień ziemi i erupcji wulkanicznych złożony z pasów rowów oceanicznych, łuków wyspowych i aktywnych wulkanów; podmorskie trzęsienia ziemi i wybuchy wulkanów wywołują tam potężne fale tsunami

Film edukacyjny

Polecenie 1

Po przeanalizowaniu informacji zawartych w filmie edukacyjnym wyjaśnij mechanizm powstawania fal tsunami oraz przedstaw skutki, jakie te fale wywołują. Które wybrzeża są najbardziej narażone na występowanie tsunami?

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D4FrIoa1G>

Mechanizm powstawania i skutki tsunami

Źródło: reż. K. Poznański.

Film dotyczący mechanizmu powstawania i skutków tsunami.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz pięć głównych przyczyny powstania tsunami.

☐ podmorski wybuch wulkanu

☐ podmorskie trzęsienie ziemi w strefie subdukcji

☐ duże podwodne osuwiska osadów

☐ duże osuwisko w Himalajach

☐ zatonięcie dużego tankowca

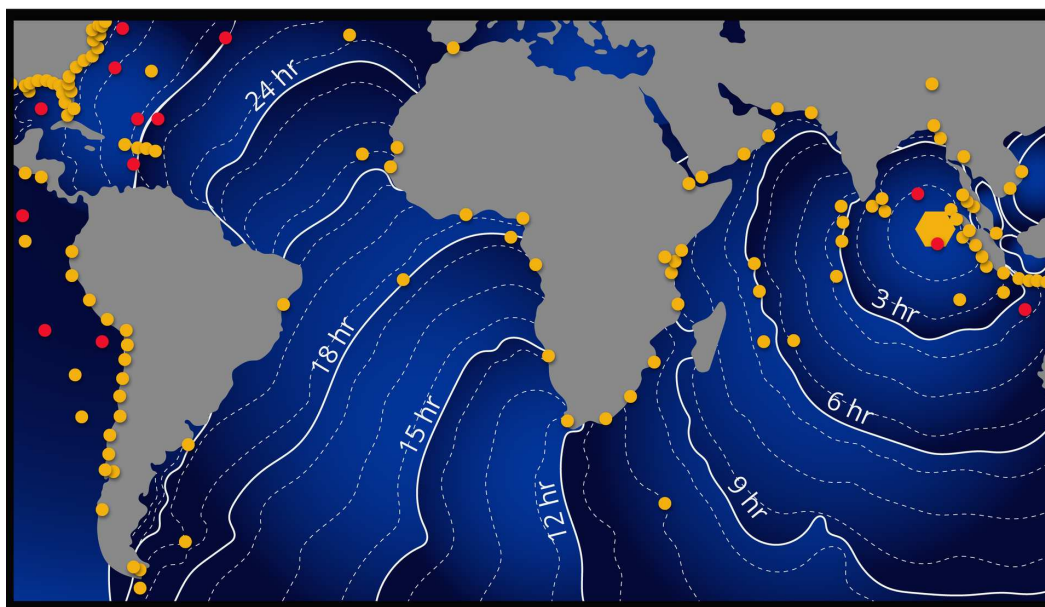
☐ cielenie się lodowców

☐ upadek meteorytu

Ćwiczenie 2



Najwyższą falą tsunami w XXI wieku była ta, która uderzyła w Indonezję w 2004 roku. Korzystając z podanej mapy, odpowiedz, po jakim czasie fala tsunami dotarła wtedy do wybrzeży Gwinei.



● przyrząd pomiarowy fali ● punkty DART ● trzęsienie ziemi

Źródło: Englishsquare.pl sp. z o.o., oprac. na podstawie danych [NOAA.gov](https://www.noaa.gov), licencja: CC BY-SA 3.0.

☐ po 15 godzinach

☐ po 18 godzinach

☐ po 21 godzinach

☐ po 24 godzinach

Ćwiczenie 3



Źródło: Englishsquare.pl sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 4



Wymień cztery przykłady pozaprzyrodniczych skutków tsunami.

Ćwiczenie 5



Uzasadnij, dlaczego osoby wypoczywające na plażach Włoch, Grecji czy Turcji mogą być narażone na wystąpienie fal tsunami.



Oceń, czy poniższe stwierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
11 marca 2011 r. w Japonii fala tsunami uszkodziła elektrownię atomową w Fukushima.	☐	☐
Na otwartym oceanie tsunami może mieć długość kilku tysięcy kilometrów, ale porusza się z bardzo małą prędkością.	☐	☐
Tsunami różni się od fali wiatrowej tym, że w falowaniu bierze udział woda na całej głębokości – od dna do powierzchni.	☐	☐
Tsunami, wkraczając na płycizny przybrzeżne, deformują się i spiętrzają do wysokości 30–40 metrów.	☐	☐



Przeanalizuj poniższy tekst. Na jego podstawie, a także korzystając z własnej wiedzy, uzasadnij, w jaki sposób opisane zagrożenie jest niebezpieczne dla mieszkańców nie tylko basenu Morza Śródziemnego, ale całej kuli ziemskiej.

“(Superwulkan Marsili [...] jest położony u wybrzeży Włoch i jest jak dotąd największym znanym superwulkanem, który leży pod powierzchnią wody. Ów twór zwrócił uwagę licznych mediów, w tym „Corriere della Sera”, który donosi, że do wybuchu może dojść w każdej chwili. Oczywiście wybuch nie miałby zostać zapoczątkowany poprzez wewnętrzne procesy, lecz w wyniku czynnika zewnętrznego, czyli trzęsienia ziemi [...].

Wulkan Marsili miał wybuchnąć w ciągu najbliższych kilku tysięcy lat, tak wynikało z badań, jakie przeprowadzili naukowcy. Niestety, struktura Marsili w ostatnich dziesięcioleciach uległa znacznej przemianie, a same ściany krateru zaczęły powoli tracić stabilność. Co do samej komory magmowej, to oczywiście – jak zawsze w przypadku superwulkanów – ma ona ogromne wymiary i wciąż się powiększa. To wszystko sprawia, że jeszcze kilka tygodni temu Marsili zajmował drugie miejsce na liście superwulkanów, które mogą wybuchnąć w najbliższych czasach, na pierwszym miejscu znajdował się Yellowstone. Trzęsienia ziemi na terenie Włoch sprawiły, że pewne dane i ustalenia musiały zostać skorygowane; [...] obecnie mówi się, iż do erupcji Marsili może dojść dosłownie w każdej chwili. Czynnikiem zapalnym to [...] trzęsienie ziemi w pobliżu krateru. Pozostaje mieć nadzieję, że jednak ziemia w tamtym regionie uspokoi się i przynajmniej na razie widmo globalnego kataklizmu zostanie zażegnane. W przypadku erupcji Marsili dodatkowo należy pamiętać o zagrożeniu, jakie niesie ze sobą fala tsunami. Dlaczego erupcja jest połączona z drugim kataklizmem, w tym przypadku kataklizmem wodnym? Otóż w momencie wybuchu dojdzie do zawalenia się części ścian podwodnego krateru, a to z kolei [...]

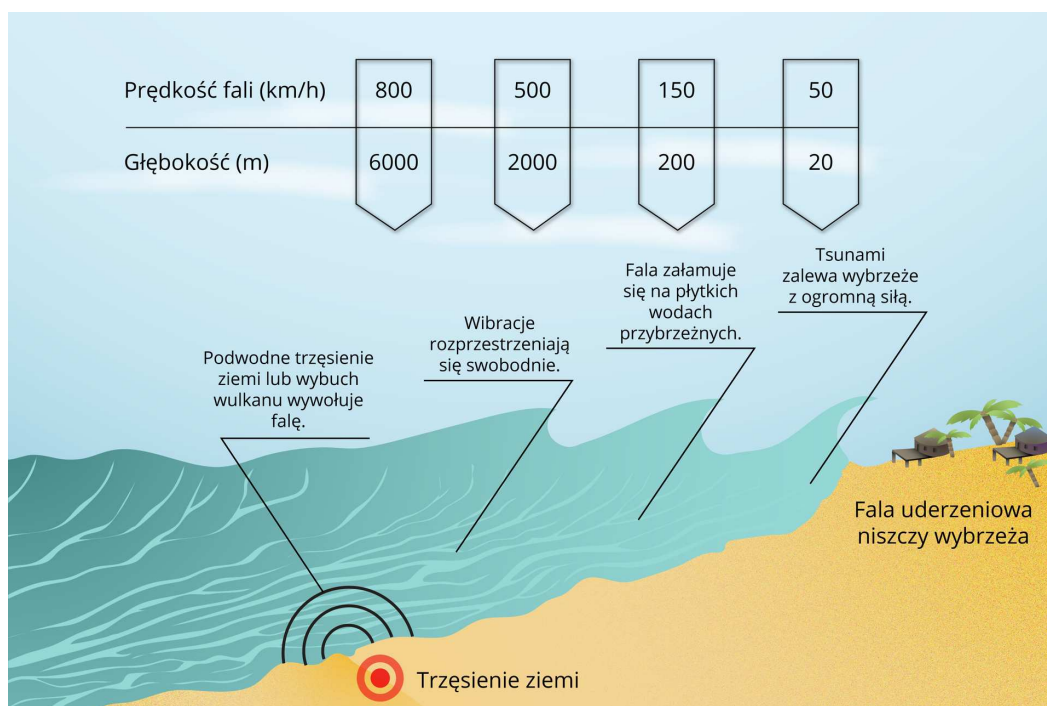
uruchomi proces tworzenia się ogromnych fal, które w bardzo szybkim czasie dotrą do wybrzeży Włoch, niosąc ze sobą zniszczenie.

Źródło: *Superwulkan Marsili grozi erupcją*, 5.11.2016, Globalne-Archiwum.pl (dostęp 14.05.2021).

Ćwiczenie 8



Korzystając z podanego schematu i własnej wiedzy, wyjaśnij, dlaczego fale tsunami, które są ledwie widoczne na otwartym oceanie, na wybrzeżu osiągną tak dużą wysokość. Wyjaśnij także, czy na każdym wybrzeżu tsunami osiąga tak duże rozmiary i jest tak niszczycielskie.



Źródło: Englishsquare.pl sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Dla nauczyciela

SCENARIUSZ LEKCJI

Imię i nazwisko autorki: Anna Ruszczyk

Przedmiot: geografia

Temat zajęć: Mechanizm powstawania i skutki tsunami

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum/technikum, zakres rozszerzony, klasa IV

Podstawa programowa

XVIII. Problemy środowiskowe współczesnego świata: tropikalne cyklony, trąby powietrzne, sztormy, powodzie, tsunami, erozja gleb, wulkanizm, wstrząsy sejsmiczne, powstawanie lejów krasowych, zmiany klimatu, pustynnienie, zmiany zasięgu lodowców, ograniczone zasoby wody na Ziemi, zagrożenia georóżnorodności i bioróżnorodności.

Uczeń:

2) wyjaśnia powstawanie sztormów, powodzi i tsunami.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji,
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii,
- kompetencje cyfrowe,
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne

Uczeń:

- opisuje mechanizm powstawania fali tsunami,
- ocenia skutki wystąpienia tsunami,
- wymienia przykłady miejsc najczęstszego występowania tsunami.

Strategie nauczania: konstruktywizm, konektywizm

Metody nauczania: dyskusja, burza mózgów, metoda problemowa z wykorzystaniem plakatu, metody operatywne (analiza tekstu e-materiału, filmu edukacyjnego, mapy)

Formy zajęć: praca indywidualna, praca w parach, praca grupowa, praca na forum klasy

Środki dydaktyczne: tablica interaktywna/monitor dotykowy/tablety, e-materiał, mapa fizyczna świata

Materiały pomocnicze

Dawydow L.K., Dmitrijewa A.A., Konkina N.G., *Hydrologia ogólna*, PWN, Warszawa 1979 (rozdział *Oceany i morza*).

Góra P.F., *Tsunami*, if.uj.edu.pl (dostęp 12.05.2021).

Szyborski S., Szyborski K., *Wszechocean*, Wiedza Powszechna, Warszawa 1981.

PRZEBIEG LEKCJI

Faza wprowadzająca

- Czynności organizacyjne.
- Nauczyciel wprowadza uczniów w tematykę zajęć: prosi o przypomnienie rodzajów fal morskich i przyczyn ich powstawania.
- Nauczyciel podaje temat i cele lekcji.

Faza realizacyjna

- Nauczyciel przedstawia fotografię tsunami (e-materiał), inicjuje dyskusję na forum klasy na temat tego, czym jest tsunami, czym różni się od innych fal morskich.
- Uczniowie dobierają się w pary, w tekście e-materiału wyszukują informacje na temat mechanizmu powstawania tsunami.
- Dyskusja na forum klasy na temat przyczyn wystąpienia tsunami (wykorzystanie animacji z bloku tekstowego) – omówienie powstania tsunami na konkretnym przykładzie.
- Uczniowie wyszukują w e-materiale przykłady wystąpienia tsunami w XX wieku (e-materiał: *Wybrane przykłady największych tsunami i ich skutki*) – wskazują je na mapie fizycznej świata, nazywają najbardziej zagrożone miejsca (regiony, kraje).
- W jaki sposób można ostrzec mieszkańców wybrzeży przed tsunami? Następuje burza mózgów – uczniowie nadal pracują w parach, najpierw zapisują swoje propozycje na karteczkach samoprzylepnych, następnie przyklejają je do tablicy.
- Wspólnie z nauczycielem analizują wypisane sposoby, grupują je, następnie weryfikacja i porównanie informacji z tekstem e-materiału (fragment *Ostrzeganie przed tsunami*).
- Uczniowie zapoznają się z filmem edukacyjnym zawartym w e-materiale – uzupełnienie informacji i wstęp do pracy w grupach.
- Nauczyciel pyta uczniów: w jaki sposób tsunami wpływają na środowisko przyrodnicze oraz na życie i gospodarkę człowieka?
- Uczniowie łączą się w grupy – w taki sposób, aby powstało ich 6: trzy będą pracowały nad problemem wpływu tsunami na środowisko przyrodnicze, trzy – na życie i gospodarkę człowieka.

- Następnie uczniowie otrzymują arkusze papieru i pisaki – na podstawie dostępnych źródeł informacji w grupach tworzą plakaty omawiające dany problem.
- Po upływie określonego czasu trzy grupy pracujące nad tym samym problemem wieszają swoje plakaty na tablicy, a reprezentanci grup przedstawiają je (łącznie z oceną przedstawionych skutków) – grupy powinny się uzupełniać.
- Po wszystkich prezentacjach możliwa jest krótka dyskusja na forum klasy nad oceną skutków tsunami.

Faza podsumowująca

- Następuje utrwalenie materiału przy pomocy ćwiczeń znajdujących się w e-materiale – uczniowie indywidualnie wykonują wskazane ćwiczenia.
- Nauczyciel podsumowuje realizację założonych celów lekcji – ocenia pracę uczniów i ich zaangażowanie.
- Uczniowie dzielą się swoimi doświadczeniami – co było łatwe, trudne, ciekawe, jakie są możliwości zastosowania zdobytej wiedzy.

Praca domowa

- Korzystając z różnych źródeł informacji (również z filmu edukacyjnego zawartego w e-materiale), podaj przykłady tsunami w Europie. Czy wystąpiły także w Polsce? Wyjaśnij, dlaczego.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium

Film edukacyjny można wykorzystać podczas lekcji powtórzeniowej z działu *Problemy środowiskowe współczesnego świata* (zakres rozszerzony: XVIII). Film można wykorzystać również podczas lekcji dotyczącej falowania wód morskich (zakres rozszerzony: IV. 1). Może także służyć uczniom do samodzielnej nauki.