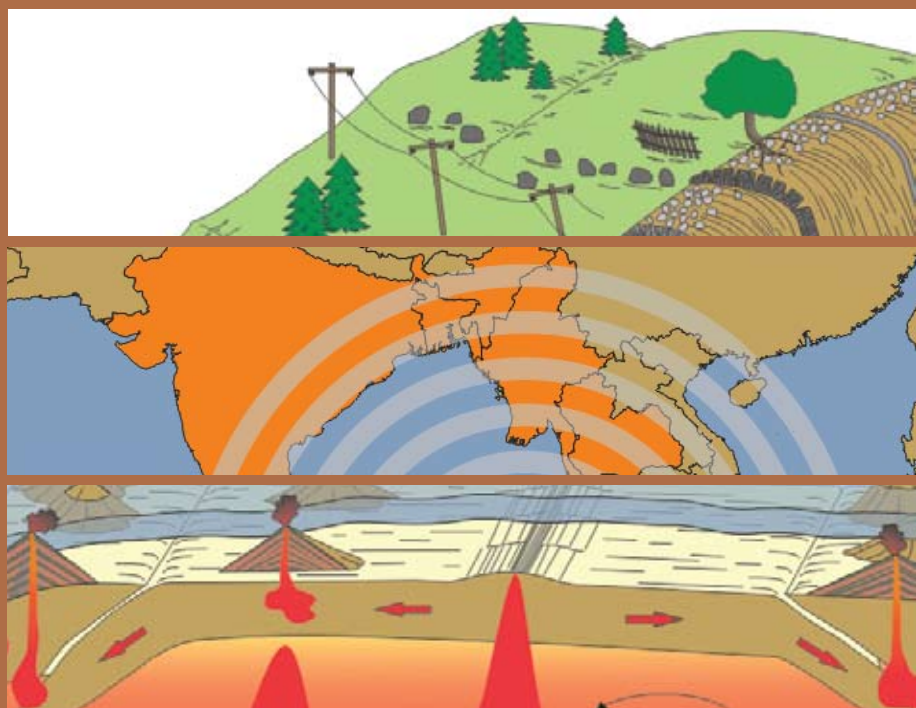


Marek GRANICZNY  
Włodzimierz MIZERSKI

# Katastrofy przyrodnicze



W BROSZURZE:

***Katastrofy przyrodnicze***

***Klasyfikacja katastrof  
przyrodniczych***

***Czy Polsce grożą kataklizmy  
przyrodnicze?***

***Trzęsienia ziemi***

***Erupcje wulkaniczne***

***Tsunami***

***Huragany, tornada, cyklony***

***Powodzie***

***Osuwiska i zjawiska pokrewne***

***Lawiny***



## Katastrofy przyrodnicze

Katastrofalne zjawiska przyrodnicze są zjawiskami powszechnymi, zdarzającymi się na każdej szerokości geograficznej. Katastrofy przyrodnicze to skoncentrowane w czasie i przestrzeni wydarzenia, podczas których giną ludzie (w skrajnych przypadkach nawet kilkaset tysięcy osób), a straty materialne bywają ogromne. Niektóre z nich jednak wykraczają poza ramy lokalne i obejmują swym oddziaływaniem cały glob.

Niektóre z nich można przewidzieć, inne są zupełnie nieoczekiwane.

Wiele katastrof spowodowanych jest czynnikami naturalnymi, ale za niektóre odpowiedzialny jest człowiek. Stopień natężenia i niszczących skutków katastrof przyrodniczych określa się z reguły ilością ofiar śmiertelnych i osób dotkniętych żywiołem, jak też i szacunkiem ekonomicznym spowodowanych przez nie strat materialnych.

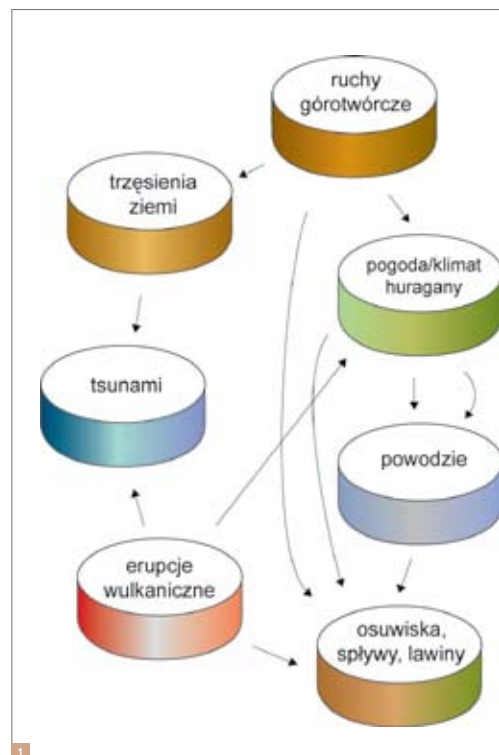
## Klasyfikacja katastrof przyrodniczych

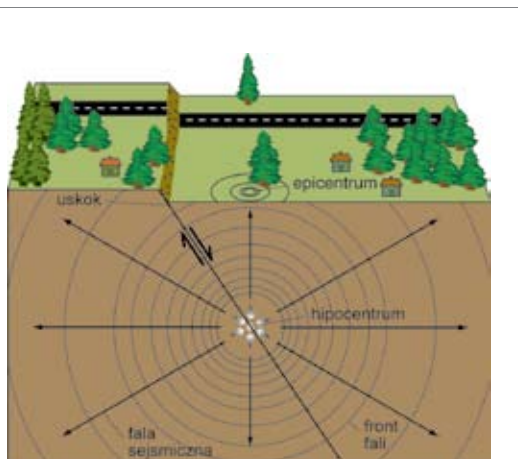
Katastrofy przyrodnicze dzielone są na sześć głównych grup:

- **geologiczne** – trzęsienia ziemi, erupcje wulkaniczne, ruchy masowe, tsunami, erozja;
- **hydrologiczne** – powódzie, pustynnienie, lawiny śnieżne;
- **oceanograficzne** – powódzie w strefie przybrzeżnej, zmiany poziomu morza, zanieczyszczenie akwenów;
- **meteorologiczne** – sztormy, cyklony, tornada, huragany, zawieje śnieżne;
- **związane z pokrywą roślinną** – pożary, susze, szarańcza;
- **kosmiczne** – kolizja z Ziemią meteoru, komety lub planetoidy.

Są jednak też takie katastrofy przyrodnicze, które są wynikiem oddziaływania kilku czynników. Jedna katastrofa przyrodnicza powoduje z reguły następną. Na przykład ruchy masowe (osuwiska, śpiżanie), należące do grupy katastrof geologicznych mogą być wywołane nie tylko budową geologiczną, ale też np. powodzią, czy długotrwałymi opadami deszczu. Powódzie o zasięgu lokalnym mogą być na przykład spowodowane przegrodzeniem rzeki przez wielkie osuwisko wywołane trzęsieniem ziemi.

1. Relacje między kategoriami katastrof przyrodniczych.





## Czy Polsce grożą kataklizmy przyrodnicze?

Jeszcze do niedawna Polska była uważana za kraj niemal pozbawiony zagrożeń naturalnych. W istocie, nasz kraj wyróżnia się pod tym względem pozytywnie wśród krajów Europy, zwłaszcza Europy południowej, nie wspominając już o krajach pozaeuropejskich, gdzie według statystyk następuje około 90% wszystkich katastrof naturalnych na Ziemi.

Nie znaczy to, że w naszym kraju nie zdarzały się żadne katastrofy przyrodnicze. Źródła historyczne donoszą o trzęsieniach ziemi, które następowały w Karpatach i na Dolnym Śląsku i powodowały duże straty materialne, a nawet o wielkich falach na Bałtyku, które mogły być falami tsunami. Dość częste były i są również powodzie w dorzeczu Wisły i Odry (ostatnia powódź w lecie 2009). Choć liczba ich ofiar była niewielka, powodowały one jednak i powodują nadal znaczące straty materialne.

Przełomowe dla uświadomienia społeczeństwu naszego kraju skutków zagrożeń naturalnych było lato 1997 r. Katastrofalna powódź na Odrze i jej dopływach spowodowała ogromne straty materialne i pochłonęła kilkadziesiąt ofiar. Zalane zostały wówczas m. in. duże dzielnice Wrocławia i Opola. Długotrwałe opady spowodowały jednocześnie uaktywnienie osuwisk na obszarze Karpat. I tam zanotowano ofiary śmiertelne, a wiele gospodarstw, dróg i mostów zostało zniszczonych.

W wysokich górach, w Tatrach i Karkonoszach zagrożenia spowodowane są lawinami śnieżnymi, które niemal co roku powodują ofiary w ludziach.

### 2. Elementy trzęsienia ziemi.

## Trzęsienia ziemi

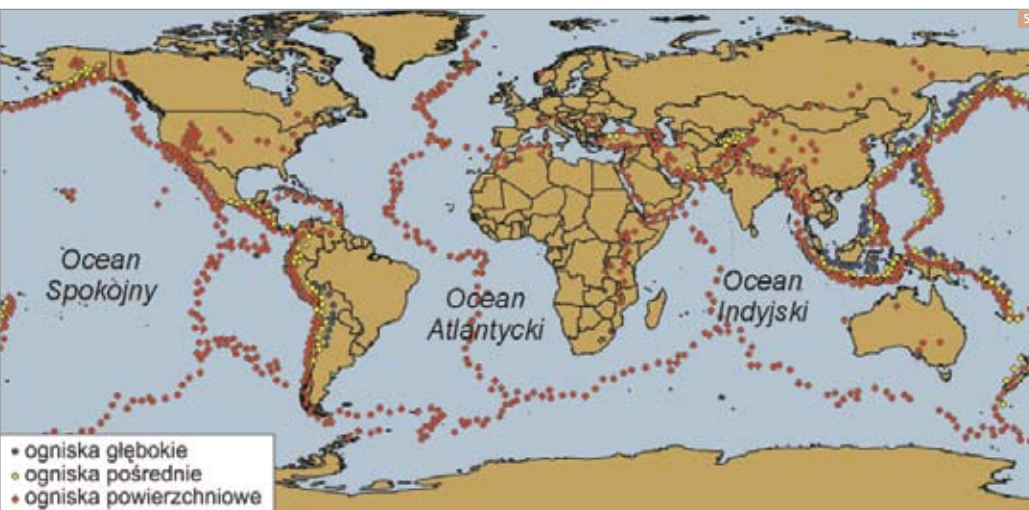
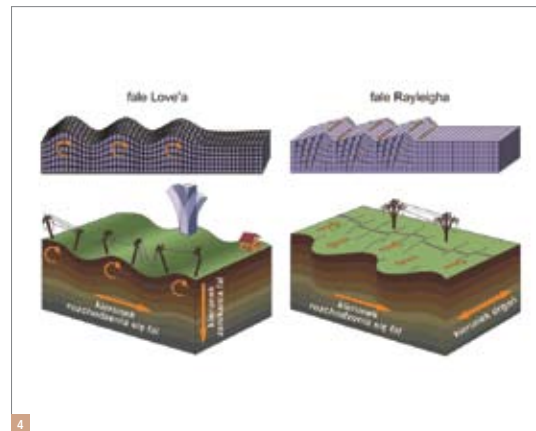
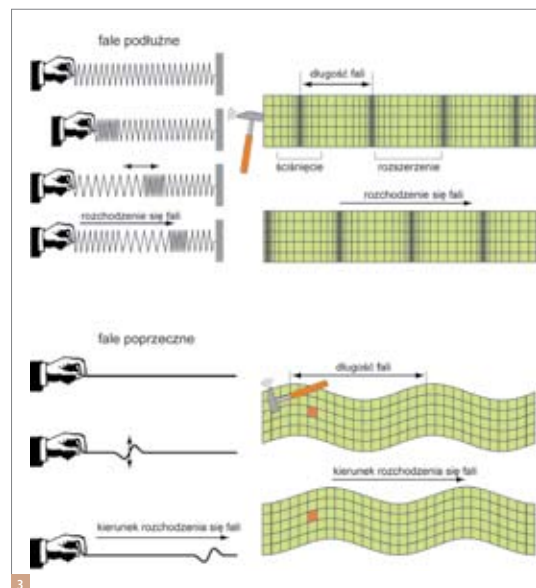
Roku 1443, 5 czerwca po południu stało się wielkie drżenie ziemi w pośród strasznych grzmotów tak, że w mieście Krakowie wszystkie mury od trzęsienia jakby zwalić się miały i straszny sprawiały łoskot, a w wielu miejscach na murach i sklepieniach pokazały się niemałe szpary i pęknięcia, leciały cegły i kamienie (Jan Długosz).

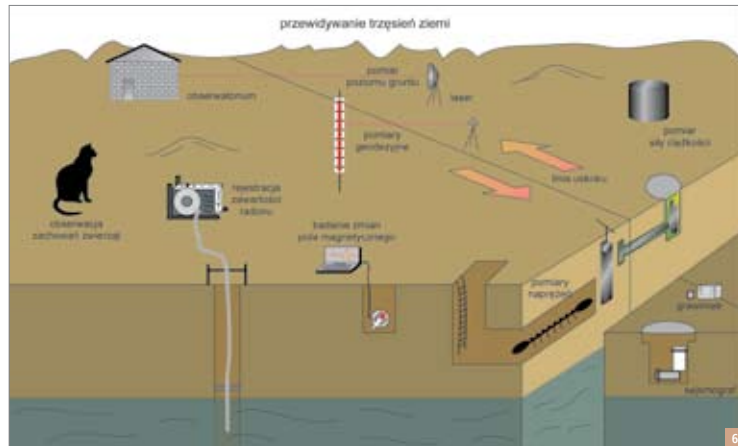
Ten przykład, wcale nie jedyny w historii Polski, a także wstrząsy na Warmii i Mazurach we wrześniu 2004 r. oraz na Podhalu w listopadzie tego samego roku świadczą o tym, że trzęsienia ziemi są katastrofami przyrodniczymi, które mogą dotknąć każdego z nas, a w nieprzygotowanym na wstrząs rejonie spowodować wielkie szkody.

Trzęsienie ziemi to naturalny, krótkotrwały wstrząs ośrodka skalnego pochodzący z głębi Ziemi i rozchodzący się w postaci fal sejsmicznych po jej powierzchni i we wnętrzu. Wstrząs ten może mieć genzę tektoniczną (gwałtowne przemieszczenie skał w obrębie skorupy lub płaszczki Ziemi wywołane rozładowaniem nagromadzonych w nich naprężeń), wulkaniczną (związany z gwałtowną erupcją wulkanu lub też z ruchami magmy w skorupie ziemskiej) oraz zapadową (zapadanie stropów pustek skalnych – jaskiń czy podziemnych wyrobisk górniczych).

Fale sejsmiczne rozchodzą się na wszystkie strony z miejsca, które nazywamy **ogniskiem** lub **hipocentrum**. Najszybciej docierają do punktu na powierzchni ziemi leżącego nad ogniskiem. Punkt ten nazywany jest **ośrodkiem** lub **epicentrum**. Tu też wstrząsy są najsilniejsze.

3. Fale podłużne i poprzeczne.
4. Fale powierzchniowe.
5. Trzęsienia ziemi występują najczęściej wzdłuż granic płyt litosferycznych.





Fale powstające w ognisku trzęsienia ziemi są **falami przestrzennymi**. Są to drgania ośrodka skalnego, które przemieszczają cząsteczki ośrodka w kierunku podłużnym (**fale podłużne**) lub poprzecznym (**fale poprzeczne**) do kierunku rozchodzenia się fali. W momencie dotarcia do powierzchni ziemi fal przestrzennych powstają **fale powierzchniowe** rozchodzące się po jej powierzchni. To one są przede wszystkim odpowiedzialne za zniszczenia, jakie powstają w trakcie trzęsienia ziemi, gdyż cząsteczki gruntu poruszają się w sposób mniej uporządkowany. Wyróżnia się dwa rodzaje tych fal: **fale Rayleigha** (cząsteczki gruntu poruszają się po elipsach usytuowanych pionowo do kierunku poruszania się fali) oraz **fale Love'a** (polegające na poziomych drganiach gruntu i prostopadłych do kierunku rozchodzenia się fali).

Przeważająca ilość (90%) trzęsień ziemi ma genezę tektoniczną. Tektoniczne trzęsienia ziemi zlokalizowane są w wąskich strefach, które są granicami płyt litosfery. Najsilniejsze trzęsienia ziemi zachodzą w obrębie tych granic płyt litosfery, gdzie jedna płyta podsuwa się pod drugą.

Niestety, do dzisiaj nie opracowano metody przewidywania trzęsień ziemi. Możemy tylko minimalizować ich skutki, głównie stosując specjalne konstrukcje budynków, które mogą wytrzymać nawet bardzo silny wstrząs. Budownictwo tego typu jest już obecnie stosowane z powodzeniem w wielu krajach nawiedzanych przez katastrofalne trzęsienia ziemi, szczególnie w Japonii i w USA.

6. Przewidywanie trzęsień ziemi.
7. Trzęsienia ziemi w Polsce (wg A. Zubka, 2006).



## Erupcje wulkaniczne

24 sierpnia (79 r. n. e.) około godziny pierwszej w południe, od strony Wezuwiusza pojawił się obłok niespotykanej wielkości (...) kształtem przypominający drzewo, szczególnie sosnę, ponieważ miał wyciągnięty do góry bardzo wysoki pień, od którego oddzielało się w górze kilka gałęzi. Po upływie jakiegoś czasu na ziemię zaczął padać deszcz popiołu i kawałków pumeksu, rozżarzonych i pękających od gorąca. Z wielu miejsc Wezuwiusza wydobywały się wówczas szerokie języki płomieni i podniósł się ogromny słup ognia, którego blask i światło zwielokrotnione były przez otaczającą ciemność (Pliniusz Młodszy).

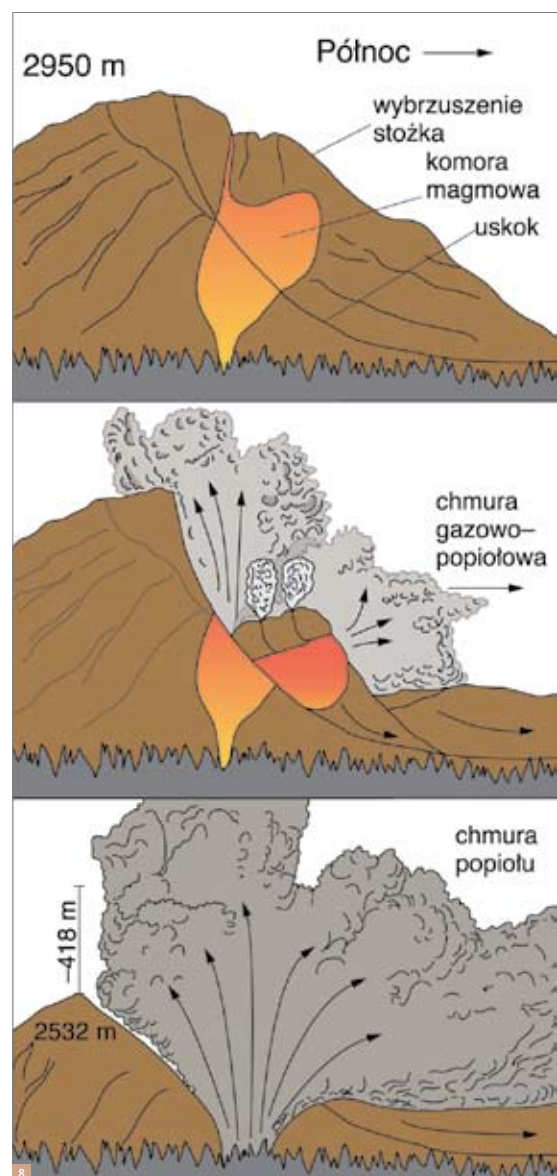
Nawet relacja naocznego świadka najsłynniejszej erupcji wulkanicznej nie oddaje w pełni grozy katastrofalnego wybuchu wulkanu, jak choćby wulkanu St. Helens w 1980 r., a trudnym do wyobrażenia koszmarem byłaby gwałtowna erupcja wulkanu Yellowstone, która mogłaby zaważyć na rozwoju życia na naszej planecie. Erupcje wulkaniczne mają wpływ na rozwój całych cywilizacji, jak to miało na przykład miejsce około 3500 lat temu z cywilizacją minojską w basenie Morza Śródziemnego. Odpowiedzialna za to była erupcja wulkanu Santoryn na Morzu Egejskim.

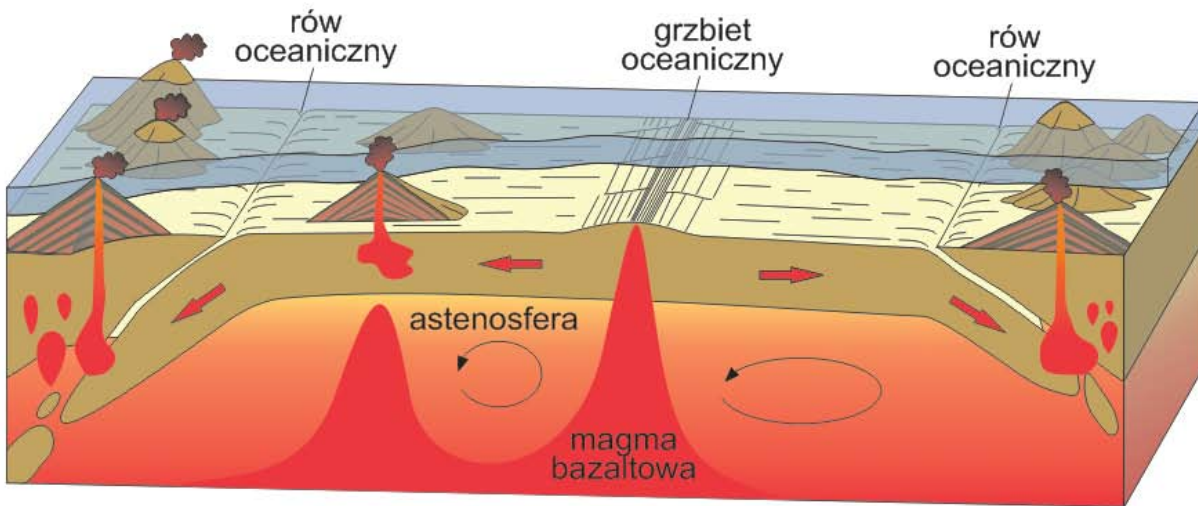
Ludzie od zarania dziejów koegzystowali z wulkanami, mimo grozy, jaką budziły te potężne twory przyrody. Żyzne gleby wulkaniczne wabiły ludzi tak, aby sąsiedztwo z wulkanem było jak najbliższe, mimo oczywistego ryzyka z tym związanego.

Wulkany w trakcie erupcji wyrzucają lawę, popioły wulkaniczne a także gazy. Potoki lawowe bywają niebezpieczne dla ludzi zamieszkujących okolice wulkanu. Jednak najniebezpieczniejsze są wulkany eksplozywne, które w trakcie gwałtownej erupcji wyrzucają ogromne ilości popiołów wulkanicznych, które mogą rozprzestrzeniać się na znaczną odległość. W trakcie erupcji tworzą się niekiedy gorące chmury będące mieszaniną popiołów wulkanicznych i gazów. Chmury te, o temperaturze 800 do 1000°C, staczają się po stoku wulkanu z zawrotną prędkością i stanowią ogromne zagrożenie dla ludności i siedzib ludzkich.

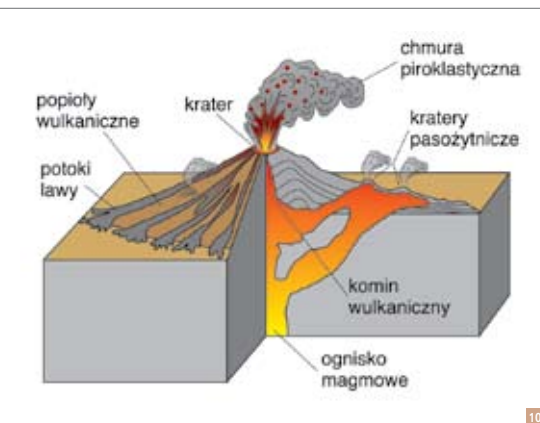
W 1902 r. gorąca chmura utworzona w trakcie erupcji wulkanu Mt Pelée na Martynice, w ciągu kilku minut zniszczyła miasto St Pierre.

8. Erupcja wulkanu St. Helens w 1980 r.

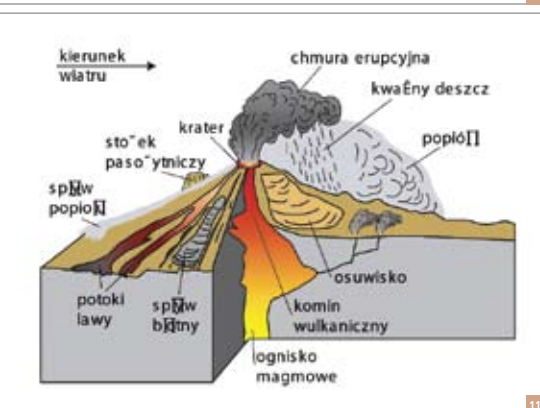




9



10



11

W ciągu ostatnich 10 000 lat uaktywniło się ponad 1500 wulkanów. Drugie tyle jest wulkanów uśpionych, które drzemą już wiele tysięcy lat. Pod stałą obserwacją znajduje się około 150 wulkanów. Praktycznie żaden wulkan nie wybucha bez wcześniejszych znaków ostrzegawczych. Są nimi na przykład roje niewielkich trzęsień ziemi i zmiany ukształtowania terenu, które wskazują na przemieszczanie się magmy ku górze. O przebiegu samej erupcji decyduje przede wszystkim ilość zawartych w magmie gazów oraz łatwość, z jaką mogą się one z niej wydobywać.

9. Wulkany powstają najczęściej na granicach między płytami litosfery poruszającymi się (strzałki czerwone) w wyniku działania prądów konwekcyjnych w płaszczu Ziemi (cienkie strzałki); mogą też powstawać w środku płyt nad „plamami gorącymi”.
10. Stożek wulkaniczny i jego elementy.
11. Wulkan eksplozywny.



## Tsunami

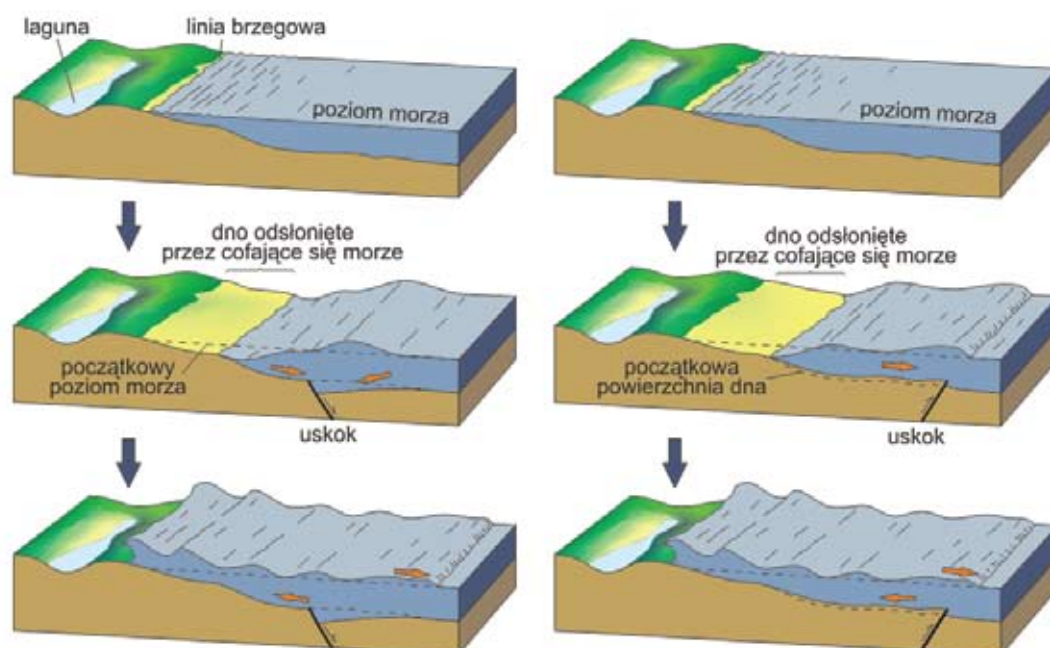
*Nagle usłyszeliśmy ogromny hałas i zobaczyliśmy, że z daleka zbliża się do nas coś wielkiego i czarnego. Było bardzo wysokie i potężne. Wkrótce zobaczyliśmy, że to woda. W parę sekund drzewa i domy zostały zmyte. Niedaleko było strome zbocze (...) próbowaliśmy wspiąć się, by uciec przed wodą, ale dla większości z nas fala była zbyt szybka. Ci poniżej usiłovali zmusić ludzi stojących wyżej, by się przesunęli (...), ale już nie mogli wyrwać się z uścisków śmierci. Tak opisywał swoje przeżycia rolnik z Jawy, który przeżył atak fali tsunami w zatoce Lampong („Ziemia nieujarzmiona planeta” Wyd. Nat. Geogr., 2004).*

Tsunami to najczęściej samotne fale w oceanie. Powstają w wyniku gwałtownej zmiany ukształtowania dna morskiego, wywołanej trzęsieniem ziemi, czy też wielkim osuwiskiem podmorskim.

Nagle podniesienie się lub obniżenie fragmentu dna powoduje automatycznie ruch słupa wody morskiej od góry do dołu.

Wskutek tego tworzą się fale, które rozchodzą się po oceanie na podobieństwo kręgów powstających od wrzuconego do wody kamienia.

12. Powstanie fali tsunami w wyniku zmiany konfiguracji dna morskiego.





Transportują one miliardy ton wody, a ogromna energia niesie je na odległość kilkunastu tysięcy kilometrów. W głębokich partiach oceanu fale tsunami są długie i małe, ale osiągają prędkość dochodzącą do 1000 km/h. Wyhamowując na wybrzeżach fala wielokrotnie się zwiększa i może dochodzić do 50 m wysokości, a niekiedy i większej.

Najtragiczniejsza w dziejach była fala tsunami, która powstała w Oceanie Indyjskim podczas trzęsienia ziemi w Indonezji w grudniu 2004 r., kiedy zginęło ponad 230 000 osób. Jednak i Europa jest zagrożona tymi falami. W 1607 r. zaobserwowano tsunami w Kanale Bristolskim w Anglii, w 1755 r. po trzęsieniu ziemi jakie nawiedziło Lizbonę na ujście Tagu uderzyła fala tsunami, niszcząc statki znajdujące się w porcie. Ponieważ część mieszkańców uciekająca z walącego się i trawionego ogniem miasta, zgromadziła się nad brzegiem rzeki, fala pochłonęła wiele ofiar. W lutym 1873 r. fala tsunami pojawiła się u wybrzeży Sycylii, a w lipcu 1956 – na wyspach greckich. Niewielkie fale tsunami zanotowano w czasach historycznych również na Bałtyku.

Falom tsunami nie sposób na razie przeciwdziałać, a tym bardziej im zapobiegać. Można tylko w porę ostrzec ludzi przed zbliżającą się falą. Już w 1946 r. rozpoczęto budowę systemu ostrzegania przed tsunami, których główną częścią są specjalne boje rejestrujące te fale.

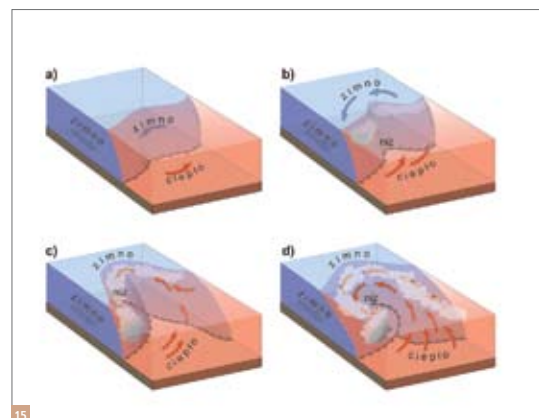
13. Epicentrum wstrząsu z 26 XII 2004 r. znajdowało się pod dnem Oceanu Indyjskiego u zachodnich wybrzeży Sumatry, na głębokości 40 km. Wywołana przez niego fala tsunami rozeszła się we wszystkich kierunkach i runęła na niskie wybrzeża Wysp Andamańskich, Sri Lanki, Tajlandii i Indonezji.
14. Fale tsunami w rejonie Pacyfiku po 1990 r.



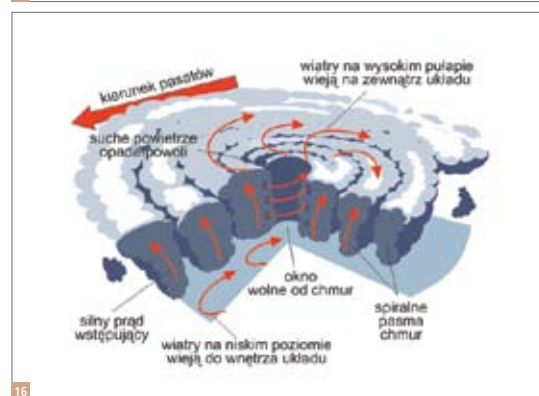
## Huragany, tornada, cyklony

Nagle zapanowała całkowita cisza (...). Ptaki, ryby, szarańcza spadały ze wszystkich stron (...). W tę otchłań powietrzną (...). W tę otchłań powietrzną została wciągnięta ogromna ilość ptaków. Wśród nich było wiele ptaków brodzących, a to, razem z owadami i szczątkami roślin, wskazywało, że nad wyspami przeszedł tajfun”. Tak opisywał swoje przeżycia w oku cyklonu oficer francuskiej fregaty płynącej po Morzu Północnochińskim w 1868 r.

**Cyklon** to niż baryczny małej średnicy (kilkaset kilometrów) powstający nad ciepłą powierzchnią oceanu na niskich szerokościach geograficznych. Charakteryzuje się wirową cyrkulacją powietrza w dolnych warstwach atmosfery oraz silną aktywnością burzową. W zależności od miejsca powstania nosi on nazwę **huraganu**, **tajfunu**, **cyklonu tropikalnego**. Gdy cyrkulacja powietrza jest dostatecznie intensywna w środku układu wytwarza się tzw. oko cyklonu – bezchmurny obszar ze słabymi wiatrami, podczas gdy na zewnątrz wiatr porusza się z szybkością do kilkuset kilometrów na godzinę. Cyklony powodują katastrofalne zniszczenia. Czynnikiem niszczącym są wiatr, ulewne deszcze i fala przypluwowa. Najbardziej katastrofalny z nich szalał nad Bangladeszem w 1970 r. – pochłonął on ponad 300 000 ofiar. Pamiętny jest też huragan Katrina, który w sierpniu 2005 r. spustoszył Nowy Orlean.



15

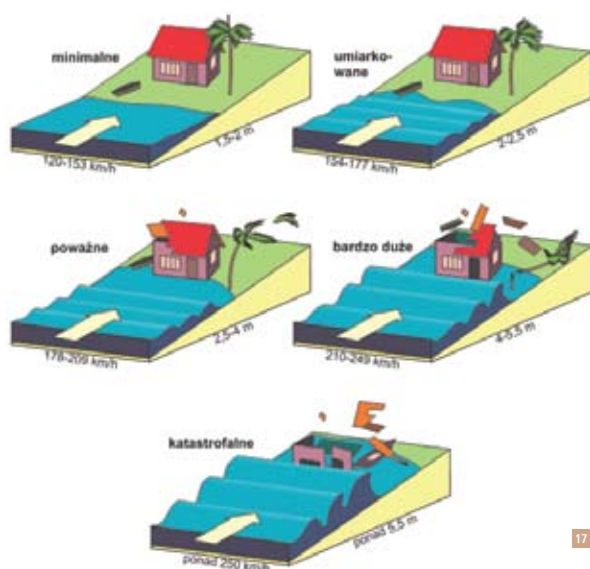


16

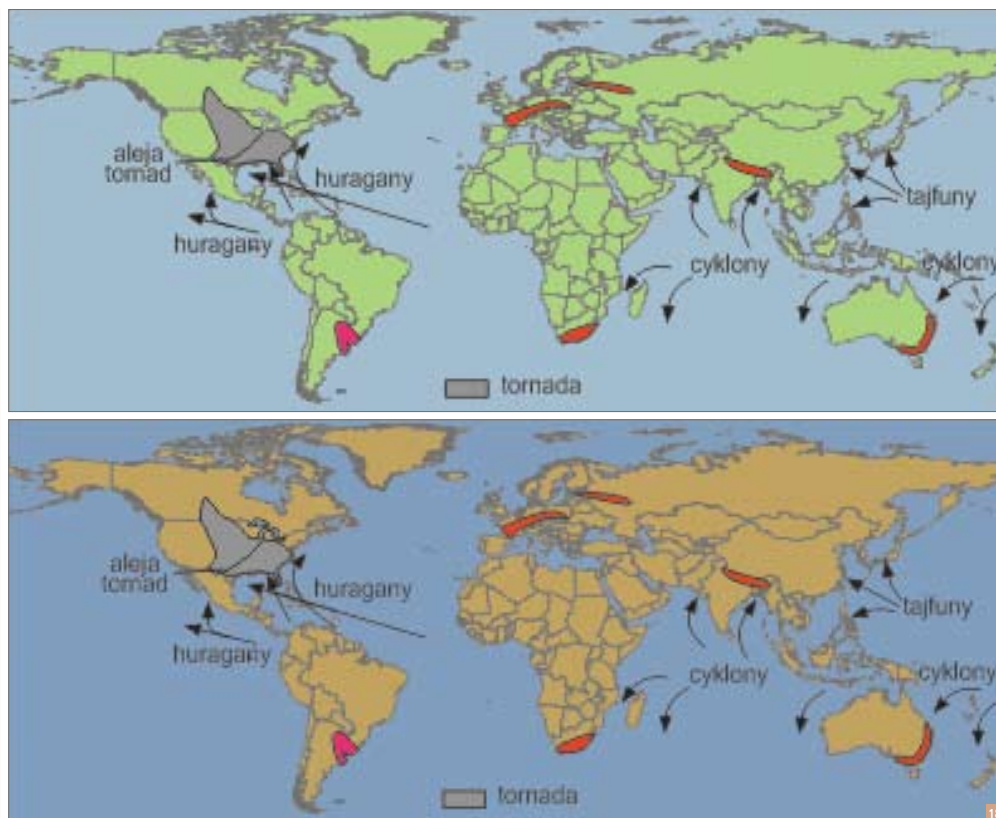
15. Rozwój cyklonu na średnich szerokościach geograficznych.

16. Struktura huraganu.

17. Graficzna ilustracja siły huraganu.



17



**Tornado**, to intensywny wir powietrzny (lub układ wirów) sięgający powierzchni Ziemi, związany z chmurą burzową. Wiatr skierowany ku górze wieje po liniach spiralnych wzdłuż osi wiru z prędkością przekraczającą kilkadziesiąt metrów na sekundę. W miejscu, gdzie tornado dotyka powierzchni gruntu, powstaje chmura kurzu, śmieci i liści, a niekiedy i drzew, kamieni, cegieł i innych obiektów porwanych z powierzchni ziemi. Zdarzało się, że tornado porywało w powietrze zwierzęta i samochody, przenosząc je na odległość kilkudziesięciu metrów. Tornado może poruszać się z ogromną prędkością, wynoszącą do 500 km/h.

Tornada to gwałtowne zjawiska przyrodnicze, które zdarzają się na obszarze Polski. Jak dotąd, jedynym sposobem zmniejszenia strat spowodowanych przez tornado jest sprawny system prognozowania tego zjawiska oraz ostrzegania o nim.

## Powódzie

*Przez sześć dni i sześć nocy wiały wichry, świat opanowały wichry i deszcze, burza i powódź; burza i powódź szalały wspólnie niczym broń w walce. Gdy wstał świt siódmego dnia, nadchodząca z południa burza ucichła, morze uspokoiło się, powódź ustąpiła.* Ten jeden z najstarszych opisów powodzi pochodzi z archiwum króla Assurbanipala (668-626 r. p.n.e.) z Mezopotamii.

Powódzie to katastrofy przyrodnicze, które często nawiedzają nasz kraj. Dochodzi do nich wówczas, kiedy masa wody przekracza objętość prowadzącego ją koryta, rozlewa się po obszarze zalewowym, a niekiedy i dalej. Główną przyczyną wysokiego stanu wód w rzekach jest przede wszystkim zwiększony przepływ wód spowodowany najczęściej intensywnymi deszczami oraz topnieniem śniegu. W ciągu ostatnich 60 lat zjawisko powodzi w Polsce wystąpiło około 600 razy, a ostatnich latach trzykrotnie mieliśmy do czynienia ze znacznymi powodziami – w 1997 r., 2002 r. i 2009 r. Straty materialne wywołane powodziami bywają ogromne. Niestety, często przyczynia się do tego nieracjonalne postępowanie człowieka. Domy, dzielnice i miejscowości wybudowane na obszarach zalewowych stają się głównym celem ataku żywiołu.

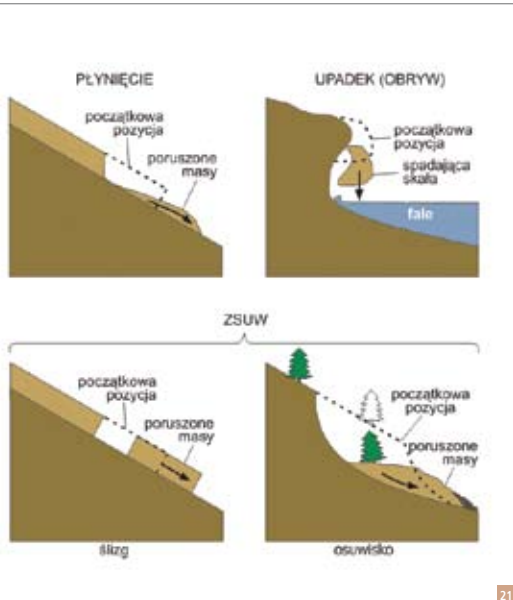
19. Powódź w roku 1997 we Wrocławiu.

20. Powódź 1997 w Kotlinie Kłodzkiej.



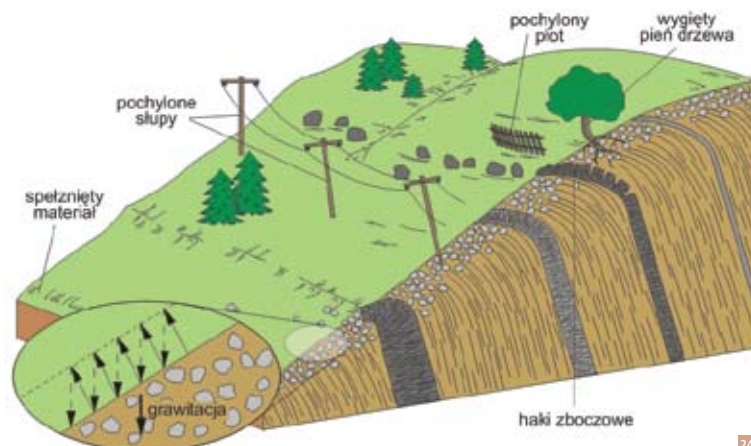
## Osuwiska i zjawiska pokrewne

Powierzchniowe ruchy masowe są jednym z najbardziej rozpowszechnionych zjawisk generujących katastrofy przyrodnicze na Ziemi. Obejmują one różne procesy i zjawiska, których wspólną cechą jest zniszczenie struktury gruntu, objawiające się wyraźnym przemieszczeniem i deformacją pod wpływem siły ciężkości. Należą do nich osuwiska, obrywy, spływy, osiadania i procesy erozji wąwozowej. Obejmują zarówno szybkie, jak i powolne przemieszczanie mas skalnych oraz różnego rodzaju spływy i zsunęcia. Spowodowane są różnymi czynnikami: trzęsieniami ziemi, aktywnością wulkaniczną, nadmiernymi opadami, działalnością ludzką, czy wreszcie sumą tych czynników. Osuwiska i inne przejawy powierzchniowych ruchów masowych powodują ogromne straty materialne, niszcząc infrastrukturę drogową, budynki, zapory wodne, porty, lotniska, obiekty rekreacyjne. Straty spowodowane osuwiskami na całym globie są ok. 20 razy większe w porównaniu ze stratami spowodowanymi przez trzęsienia ziemi.



W Polsce osuwiska powstają w różnych regionach. Niektóre powstają nagle, inne są powolne, ledwie zauważalne. Zdecydowana większość osuwisk znajduje się w Karpatach, ale można je również spotkać na wybrzeżu Bałtyku, w dolinach dużych rzek oraz tam, gdzie rzeki tworzą głęboko wcięte doliny o stromych zboczach. Osuwiska nie powodują tak wiele przypadków śmierci jak np. powodzie. Przyczyniają się jednak do wielu chorób. Powodują też degradację terenu.

21. Najczęstsze rodzaje ruchów masowych.
22. Karpaty, droga zniszczona przez osuwisko. Fot. W. Rączkowski
23. Osuwisko w Tenczyńskie. Fot. W. Rączkowski
24. Efekty pełnienia gruntu.



## Lawiny



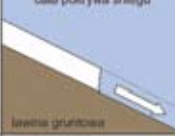
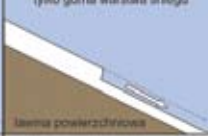






Lawina to zjawisko polegające na nagłym i szybkim przemieszczaniu się po stoku materiału śnieżnego, lodowego lub/i skalnego, inicjowane przez czynnik zewnętrzny: warunki atmosferyczne, przepojenie wodą, wstrząs tektoniczny, erupcję wulkaniczną, nadmierne obciążenie stoku. Lawina jest najgroźniejszą postacią ruchów masowych.

Wyróżnia się lawiny kamienne, wulkaniczne, błotne, lodowe i śnieżne. W Polsce największe zagrożenie stwarzają te ostatnie. Tworzą się przede wszystkim w Tatrach i Karkonoszach, niekiedy w Beskidach i Bieszczadach. Najtragiczniejszy wypadek wydarzył się 20 marca 1968 r. w Białym Jarze w Karkonoszach, gdzie pod zwałami śniegu zginęło 21 osób.

Zagrożenie życia ludzkiego lawinami wzrasta wraz z liczbą osób przebywających w górach. Konieczne jest więc podejmowanie działań prewencyjnych. Ich podstawą jest system prognozowania i ostrzegania przed lawinami.

Z całej gamy katastrof przyrodniczych wymieniliśmy tylko najbardziej spektakularne. Musimy ciągle pamiętać, że siły przyrody są wielokrotnie potężniejsze od sił największych bomb nuklearnych. Nie można się im, przynajmniej na razie, zdecydowanie przeciwstawić. Starania, jakie czynimy minimalizują ryzyko, ale nie są w stanie mu zapobiec. Wszystkich zainteresowanych tymi problemami odsyłamy do naszej książki „Katastrofy przyrodnicze” wydanej przez Wydawnictwo Naukowe PWN w Warszawie w 2008 r.

### 25. Rodzaje lawin

| KRYTERIUM                                  | CHARAKTERYSTYKA I PRZYKŁADY   |   |
|--|---|---|
| rodzaj odwarowania                         | z jednego punktu<br><br>lawina śniegu luźnego                  | na dużej przestrzeni stoku<br><br>lawina płytowa                     |
| położenie powierzchni podłożu              | zaangażowana cała pokrywa śniegu<br><br>lawina gruntowa        | zaangażowana tylko górna warstwa śniegu<br><br>lawina powierzchniowa |
| stan wilgotności śniegu                    | lawina śniegu suchego<br><br>lawina nieograniczona            | lawina śniegu mokrego<br><br>lawina skanalizowana                   |
| forma trasy lawiny w przekroju poprzecznym | na otwartym stoku<br><br>lawina nieograniczona               | w żlebio<br><br>lawina skanalizowana                               |
| forma ruchu                                | w powietrzu<br><br>lawina płytowa wzbijająca się w powietrze | wzdłuż gruntu<br><br>lawina spływająca po stoku                    |

AUTORZY:



Marek GRANICZNY  
Państwowy  
Instytut Geologiczny



Włodzimierz MIZERSKI  
Państwowy  
Instytut Geologiczny



Wszystkie informacje o Światowym Roku Planeta Ziemia (International Year of Planet Earth) można znaleźć na stronie internetowej IYPE ([www.yearofplanetearth.org](http://www.yearofplanetearth.org)) oraz Komitetu Planeta Ziemia PAN ([www.planetaziemia.pan.pl](http://www.planetaziemia.pan.pl)).

Komitet Planeta Ziemia PAN  
Przewodniczący – prof. dr hab. Andrzej Żelaźniewicz  
Sekretariat: Podwale 75, 50-449 Wrocław  
tel. 71-3376345, fax 71-3376342  
e-mail: [rokziemi@planetaziemia.pan.pl](mailto:rokziemi@planetaziemia.pan.pl)