



PŁYTOWA BUDOWA LITOSFERY A WYSTĘPOWANIE ZJAWISK WULKANICZNYCH

CZTERY ŻYWIOŁY

Opracowała: mgr Milena Majewska

Potężne zjawiska przyrody, w obliczu, których człowiek staje bezradny, zawsze przyciągały uwagę człowieka. Spośród nich na pierwsze miejsce wysuwają się zjawiska wulkaniczne, niepokojące skalą swej grozy i nieprzenikniętą tajemniczością niespodziewanych wybuchów.

Skąd na powierzchni Ziemi wzięły się wulkany i co powoduje, iż dochodzi do ich erupcji? Ludzie pierwotni widzieli w tym rękę potężnych bóstw. Do dziś nawet wulkany noszą nazwy świętej góry. Starożytni Grecy uważali obszary wulkaniczne za siedzibę Hefajstosa – boga ognia, którego w mitologii rzymskiej zwano Vulcanus. Sądzili, iż jest to miejsce walk gigantów i tytanów z bogami. Platon twierdził, iż wyrzucane z wulkanów rozżarzone popioły pochodzą z podziemnej rzeki ognistej o nazwie Piryflegeton. Wypływające na powierzchnię gorące źródła potwierdzały jego zdaniem istnienie w głębi Ziemi



<http://www.fakt.pl/wulkan-wyrzuca-pyl-ewakuacja-mieszkanow-spod-wulkanu-wybuch-wulkanu-w-indonezji,artykuly,81004,1,1,4.html>

ognia. W najstarszych dziełach filozofów, historyków i pisarzy, takich jak Seneka, Strabon, Pliniusz czy Plutarch, znaleźć możemy opisy wybuchów wulkanów i różne hipotezy dotyczące powodów ich występowania. Arystoteles uważał na przykład, że wstrząsy ziemi były spowodowane przez powietrze, które zamknięte w głębokich, podziemnych pieczarach, wy-

dostaje się na zewnątrz wąskimi otworami, podczas czego może dochodzić do jego zapalenia i stąd zjawisko ognia w obszarach wulkanicznych. W pismach średniowiecznych natomiast wulkany były oczywistym dowodem na istnienie podziemnego piekła, które przez wiele wieków jeszcze budziło w ludziach grozę. Dziś wiemy już, iż zjawiska takie jak



wulkanizm i trzęsienia ziemi związane są ściśle z budową naszej planety.

Ziemia to trzecia, według oddalenia od Słońca, a piąta pod względem wielkości planeta Układu Słonecznego. Biorąc pod uwagę masę, średnicę i gęstość, jest największą planetą skalistą w Układzie Słonecznym. Należy do planet wewnętrznych, inaczej zwanych ziemskimi (obok Merkurego, Wenus i Marsa), które mają podobną wielkość i prawdopodobnie podobną budowę wnętrza. Wiedza na ten temat opiera się jedynie na badaniach pośrednich, ponieważ najgłębsze przeprowadzone odwierty sięgają jedynie do 12 km. Najważniejszym badaniem, jakie można przeprowadzić, jest badanie przebiegu fal trzęsień ziemi. Fale te podczas przechodzenia przez strefy graniczne, które oddzielają poszczególne warstwy, ulegają załamaniu lub odbiciu. Prędkość, z jaką rozchodzą się, informuje nas natomiast o właściwościach materii budującej warstwy. Istnieją też inne rodzaje badań: badanie pola magnetycznego Ziemi, kierunku sił pola grawitacji, materii meteorytów.

Opisując budowę Ziemi, wyróżnić można trzy główne sfery:

- SKORUPĘ ZIEMSKĄ,
- PŁASZCZ,
- JĄDRO.

Sfery te mają zróżnicowane własności fizyczne: gęstość, ściśliwość, sztywność. Stosuje się też bardziej szczegółowy podział wnętrza Ziemi na 7 stref oznaczonych kolejno literami alfabetu (za E.K. Bullen). Po między wymienionymi wyżej warstwami znajdują się strefy przejściowe, tzw. powierzchnie nieciągłości.

JĄDRO, najbardziej wewnętrzna część, zbudowane jest przede wszystkim z żelaza i niklu (prawdopodobnie również z siarki), skąd jego nazwa - nife. W jego obrębie znajdują się: jądro wewnętrzne, które jest stałe mimo temperatury około 6000°C ze względu na panujące w nim wysokie ciśnienie, niepozwalające metalom przejść w stan ciekły oraz jądro zewnętrzne o ciekłym stanie skupienia. Jądro Ziemi od jej następnej warstwy – płaszcz oddziela strefa nieciągłości Wiecherta-Gutenberga.

PŁASZCZ ZIEMI można podzielić na:

- jego część górną - płaszcz zewnętrzny noszący nazwę crosesima (Cr – chrom, Fe – żelazo, Si – krzem, Ma - magnez),
- ciekłą i sztywną warstwę płaszcz litosferycznego,
- astenosferę – warstwa położona poniżej płaszcz litosferycznego, która jest zbudowana ze skał bardzo plastycznych, mogących się

przemieszczać, co umożliwia pionowe i poziome ruchy litosfery,

- płaszcz wewnętrzny – nife-sima.

Płaszcz Ziemi i jej skorupę oddziela powierzchnia nieciągłości Moho.

SKORUPA ZIEMSKA – warstwa zewnętrzna kuli ziemskiej - ma charakter skalny. Jej grubość jest zróżnicowana: od 10 km na obszarach oceanicznych, do 80 km na kontynentach. Składa się z dwóch warstw: siał to warstwa granitowa znajdująca się w obrębie kontynentów, druga bazaltowa warstwa to sima – znajduje się pod siałem na kontynentach oraz buduje dna oceanów. Siał i sima oddzielone są od siebie powierzchnią nieciągłości Conrada. Właśnie skorupa ziemska i górna, zewnętrzna część płaszcz Ziemi zwane są litosferą.

Litosfera jest zewnętrzną, najbardziej sztywną strefą kuli ziemskiej (w odróżnieniu od leżącej pod nią bardziej plastycznej astenosfery), o grubości 50-70 km pod oceanami i 80-120 km pod kontynentami. Materia w górnej plastycznej warstwie astenosfery powoli się przemieszcza, co powoduje popękanie skorupy ziemskiej. Zgodnie z ruchem materii w płaszczu przemieszczają się części skorupy ziemskiej – wielkie płyty litosfery. Ich ruchy



zmieniają rozmieszczenie kontynentów i oceanów, kreują kształtowanie powierzchni lądów i dna oceanów. Mogą nawet stwarzać nowe oceany, łączyć lub dzielić kontynenty. Na krawędziach płyt, w zależności od kierunków ich ruchów względem siebie, powstają grzbieity i rowy oceaniczne, a także łańcuchy górskie. Zaznaczyć należy, iż na powierzchni Ziemi obserwować możemy jedynie skutki tych ruchów, same procesy zachodzą natomiast we wnętrzu planety, dlatego też nazywamy je procesami wewnętrznymi – endogenicznymi kształtującymi powierzchnię Ziemi.

Przesuwanie się płyt litosfery jest również powodem występowania zjawisk wysoce negatywnych z punktu widzenia człowieka. Sprawia, iż powstają naprężenia w warstwach skalnych, które powodują trzęsienia ziemi. Na krawędziach płyt litosfery występuje też większość czynnych wulkanów.

Dziś powszechnie uznawana na świecie teoria dryfu kontynentów, została ogłoszona w 1912 roku przez niemieckiego geofizyka Alfreda Wegenera. Stwierdził on, że kontynenty poruszają się względem siebie. Po porównaniu kształtu linii brzegowej poszczególnych kontynentów, wywnioskował, iż stanowiły one w przeszłości jedną całość. Po tym, jak wielki ląd uległ podziałowi, rozpoczął się ruch kontynentów. Prowa-

dzzone później badania pozwoliły na sformułowanie teorii płyt litosfery. W oparciu o tę teorię można wyjaśnić wiele zachodzących w świecie zjawisk geologicznych, takich jak: ruchy górotwórcze, zjawiska wulkaniczne i sejsmiczne.

Jak już wspomniano wcześniej, litosfera składa się z kilkunastu płyt, które wykonują poziome ruchy, których prędkość wynosi od kilku do kilkunastu centymetrów na rok. Zaznaczyć trzeba w tym miejscu, iż poruszają się właśnie całe płyty, nie tylko kontynenty. Wyróżnić można cienie, bazaltowe płyty oceaniczne - płyty Nazca i pacyficzna oraz płyty częściowo oceaniczne, a częściowo kontynentalne – np.: płyta afrykańska, amerykańska.

Przyczyną ruchu płyt litosfery są ruchy konwekcyjne w astenosferze. Tam, gdzie strumień ciepła dociera do litosfery kontynentalnej, dochodzi do pęknięcia i powstaje ryft, czyli rozpadlina, przez którą wydostaje się lava. Płyty oddalają się od siebie. Współcześnie taki właśnie proces rozgrywa się we wschodniej Afryce. Po między dwa kontynenty wlewa się morze, a w jego dnie zaczyna powstawać grzbiet. W części osiowej w dalszym ciągu istnieje ryft, przez który wydobywa się bazaltowa lava, do budowania po zastygnięciu nowe fragmenty dna oceanu. Obszary, w których ma to miejsce nazywa się strefą akrecji.

Natomiast sam proces powstawania nowej litosfery oceanicznej na skutek rozrywania i rozsuwania się dna określa się mianem *spredingu*. W okolicach rowów oceanicznych ma miejsce także subdukcja. Jest to proces polegający na podsuwaniu się płyty oceanicznej pod inną płytę oceaniczną lub kontynentalną, co powoduje powstawanie rowów oceanicznych. Obszary akrecji i subdukcji pokrywają się z miejscami, gdzie występują zjawiska wulkaniczne oraz trzęsienia ziemi – jest to jeden z dowodów świadczących właśnie o ruchu płyt litosfery.

Z powodu wysokiej temperatury panującej w astenosferze dochodzi do rozpuszczania występujących tam skał. Ten półpłynny materiał, o średniej temperaturze 700-900°C, połączony również z wodą i gazami nazywamy magmą. Może ona przemieszczać się i zastygać wewnątrz skorupy ziemskiej – te procesy zwiemy plutonizmem. Jeżeli magma wyleje się na powierzchnię ziemi, mamy do czynienia z wulkanizmem. Wulkanizm to właśnie ogół zjawisk geologicznych związanych z wydobywaniem się lawy, czyli roztopionej masy skalnej, oraz towarzyszących jej substancji na powierzchnię Ziemi. Magma jest gorętsza i lżejsza od otaczających ją skał, więc, gdy ciągle jej przybywa, roztopia stopniowo większość skał znajdujących się nad nią. Przeciskając się ku



powierzchni, tworzy kanał, tzw. przewód wulkaniczny. Gazy znajdujące się w magmie powodują dodatkowo wzrost ciśnienia, aby ostatecznie wycisnąć magmę na zewnątrz przez jakieś słabsze miejsce w skorupie. Magma, która wydostała się na powierzchnię, nazywa się już lawą. Wraz z lawą wydostają się na powierzchnię również gazy i elementy stałe – są to różnej wielkości fragmenty skał: bomby wulkaniczne, lapilli, piasek, pyły wulkaniczne. Nazywa się je materiałem piroklastycznym. Piasek i osadzające się pyły wulkaniczne po procesie scementowania spoiwem krzemionkowym lub ilastym tworzą tufy wulkaniczne, które mogą stanowić podłoże bardzo żyznych gleb wulkanicznych. Natomiast gazy wydobywające się wraz z lawą z wulkanu są mieszanką pary wodnej, dwutlenku węgla, tlenu węgla, dwutlenku siarki i chlorowodoru.

Wyróżniamy trzy rodzaje lawy (w zależności od zawartości krzemionki):

- **LAWY KWAŚNE** – są lepkie, tworzą bardziej strome stożki wulkaniczne, w przeciwieństwie do lawy obojętnej i lawy zasadowej, które tworzą rozległe tarcze wulkaniczne,
- **LAWY OBOJĘTNE**,
- **LAWY ZASADOWE**.

Tereny aktywne wulkanicznie znajdują się najczęściej na obrzeżach płyt litosfery. W miejscach, gdzie rozsuwają się płyty litosfery (najczęściej są to grzbiety oceaniczne), ma miejsce wulkanizm szczelinowy. Ze szczelin wypływa wtedy płynna lawa bazaltowa, która buduje dno oceaniczne.

Wulkany spotykamy także w okolicach rowów oceanicznych. W miejscach tych dochodzi do kolizji płyt litosfery – jedna płyta „podsuwa” się pod drugą. Lawa, jaka wydobywa się tu na powierzchnię, jest bardziej kwaśna, najczęściej andezytowa. Tworzy ona strome stożki wulkaniczne. Wokół Pacyfiku istnieje tzw. pas ogniowy, w którego obrębie znajduje się wiele czynnych wulkanów.

Poza wymienionymi obrzeżami płyt litosfery wulkany występują także nad tzw. plamami gorąca, gdzie bazaltowa lawa przedostaje się na powierzchnię przez cienkie dno oceaniczne. W miejscach tych występują nadwyżki ciepła powodujące powstawanie w głębi płaszcza ogromnych ilości magmy. Przebiega się ona przez płytę, tworząc wulkan, potem oziębia się i opada z powrotem, aby niekiedy znowu się wznosić. Plamy gorąca utrzymują się zawsze w jednym miejscu płaszcza, podczas gdy płyty nieustannie przemieszczają się nad nimi. Wskutek tych procesów powstają po milionach lat nowe

wulkany. Tak na przykład z łańcucha wulkanów na Pacyfiku powstały Wyspy Hawajskie.

Każdy wulkan składa się z kilku głównych elementów:

- **STOŻKA WULKANICZNEGO**,
- **KOMINA WULKANICZNEGO**,
- **KRATERU** – jest to zakończenie komina wulkanicznego,
- **OGNISKA** – komory magmowej, która łączy się kominem wulkanicznym z kraterem.

Pod względem przejawianej aktywności dzielimy wulkany na:

- **CZYNNE** – obecnie przejawiają aktywność; najwięcej czynnych wulkanów znajduje się w granicznych strefach płyt, w miejscach gdzie przyrasta nowa skorupa oraz gdzie stara zanurza się w głąb i ulega stopieniu; istnieje około 500 czynnych wulkanów lądowych, z których 20 – 30 wybucha każdego roku, np. Nevado del Ruiz w Kolumbii,
- **DRZEMIĄCE** – dziś nie przejawiają już aktywności, były aktywne w czasach historycznych, np. wulkan Fudzi-jama w Japonii (drzemie od 1707 r.), wulkan Rainier w USA, drzemiący od 100 lat,



- **WYGASŁE** – nie wybuchały w czasach historycznych, ale na powierzchni widoczne są ślady ich działalności, np. Kilimandżaro w Tanzanii czy Egmont na Wyspie Północnej w Nowej Zelandii; wulkan taki może jednak nagle wybuchnąć – tak, jak wulkan na wyspie Tristan da Cunha i Helgafell na Islandii.

Ze względu na wygląd stożka, rodzaj lawy i charakter działalności wulkany zostały podzielone na typy:

- **HAWAJSKI** – są to wulkany tarczowe, określa się je jako lawowe, najczęściej wypływa z nich lava bazaltowa, która tworzy rozległy stożek wulkaniczny o łagodnych stokach,
- **PELEAŃSKI** – to typ mieszany wulkanu, erupcja zapoczątkowana jest wyrzuceniem dużej ilości gazów i materiału piroklastycznego, wypływa z niego kwaśna lava, która tworzy stromy stożek wulkaniczny (nazwa od wulkanu Mont Pelee na Martynice),
- **WEZUWIAŃSKI** – to typ eksplozywny, erupcja z dużą ilością materiału piroklastycznego, a małą ilością lawy, która także buduje strome stożki wulkaniczne.

Na kartach historii zapisało się wiele silnych erupcji, które pochłonęły wielką liczbę ofiar i spowodowały ogromne zniszczenia.

Około 1400 r. p.n.e. nastąpiła eksplozja Santorynu na Morzu Egejskim, z którą najprawdopodobniej wiąże się zagłada kultury minojskiej w basenie Morza Śródziemnego. Skutkiem eksplozji było zniknięcie dużej części wyspy, niewielką pozostałością są wysepki archipelagu santoryńskiego.

Najgłośniejszy w historii był wybuch Wezuwiusza w 79 r. n.e. Popioły wulkaniczne zasypały wtedy całkowicie miasta Pompeje, Herkulaneum i Stabie.

Na wyspie Sumbawa w Indonezji doszło w 1815 r. do potężnego wybuch wulkanu Tambora, w wyniku, którego zginęło 92000 ofiar.

W 1883 r. miała miejsce erupcja wulkanu Krakatau. Zginęło wówczas 40000 ludzi. Przed katastrofą był to niewielki archipelag wysepek. Wybuch rozsadził wulkan i spowodował falę morską, tak wielką, iż obiegnęła całą planetę, a fala powietrzna obiegnęła trzy razy kulę ziemską.

Głośny wybuch wulkanu Mont Pelee na Martynice miał miejsce w 1902 r. Gorąca chmura płowo – gazowa, która wydobyła się z krateru i opadła na miasto Saint Pierre, pochłonęła 30 000 mieszkańców (przeżył wówczas jeden czło-

wiek – przestępca zamknięty w lochu).

Jedną z najsilniejszych erupcji XX wieku wydarzyła się w 1956 r. na Kamczatce – eksplodował wulkan Bezimienny. W promieniu 100 km wszystko pokryło się ponad półmetrową warstwą popiołów wulkanicznych. Na szczęście była to okolica bezludna.

W 1980 r. potężna katastrofa wulkaniczna miała miejsce w Stanach Zjednoczonych. Erupcja wulkanu St. Helens spowodowała śmierć 60 osób. Po wybuchu teren wokół wulkanu przypominał pustynię pokrytą popiołem i zwęglonymi szczątkami, która dopiero po 5 latach zaczęła się odradzać. Skutki wybuchu były bardzo poważne – wyrzucenie do atmosfery 30 milionów ton pyłu przyczyniło się do obniżenia natężenia promieniowania słonecznego docierającego do Ziemi i spowodowało ogólnoświatowe zmiany klimatu.

Wulkan El Chichon w Meksyku w 1982 r. wybuchł, zabijając około 4 000 osób. W 1985 r. miała miejsce erupcja wulkanu Nevado del Ruiz w Kolumbii – śmierć poniosło 25 000 osób.

W roku 1991 podczas wybuchu wulkanu Pinatubo na Filipinach zginęło 1000 osób.

Podsumowując, zjawiska wulkaniczne przynoszą przede wszystkim negatywne skutki dla człowieka. Lava zagraża siedzibom ludzkim oraz uprawom. Szczególnie niebezpieczne są



duszące gazy, które wydobywają się z wulkanu, powodując śmierć wielu ludzi. Tragicznym przykładem są wydarzenia 1984 i 1986 r., kiedy z wulkanicznych jezior Monun i Niosy w Kamerunie wydobyły się trujące gazy, powodując śmierć 2000 ludzi. Wspomnieć należy także o zasypywaniu rozległych terenów popiołami wulkanicznymi. Zdarzają się także erupcje szczególnie katastrofalne, w trakcie,

których mogą zniknąć nawet całe wyspy wulkaniczne. Chociaż dostrzec należy, iż zjawiska wulkaniczne mają też pozytywne skutki. Na zboczach stratowulkanów można na przykład uprawiać winną latorośl, ponieważ gleby wykształcone na popiołach wulkanicznych są bardzo żyzne, dodatkowo ciepło sprzyja wegetacji roślin.

Ludzie niestety nie są w stanie zapobiec wybuchom wulka-

nów. Naukowcy mogą jedynie ostrzegać przed wybuchem, aby na czas ewakuować mieszkańców zagrożonych terenów. Prognozowanie wybuchów jest jednak wciąż zajęciem niepewnym oraz niebezpiecznym. Wulkany nadal pozostają dla ludzi dużą zagadką.



BIBLIOGRAFIA:

1. Allen P. A.: *Procesy kształtujące powierzchnię Ziemi*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.
2. Dineen J., Walker J.: *Klęski żywiołowe*, Wydawnictwo „Arkady” 1995.
3. *Encyklopedia Popularna PWN*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998.
4. Maślankiewicz K.: *Wulkany*, Biblioteka problemów, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1961.
5. Mizerski W.: *Geologia dynamiczna dla geografów*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000
6. Riezanow I. A.: *Wielkie katastrofy w historii Ziemi*, Biblioteka problemów, Wydawnictwo Naukowe PWN 1986.
7. Stelle P.: *Wulkany*, Panteon 1999.

OPRACOWANIE ELEKTRONICZNO-GRAFICZNE: inż. Jolanta Szczepaniak