

## UVOD

Ne zna se kolika je starost planete Zemlje. Pretpostavlja se da ona iznosi oko 5 milijardi godina. Također se ne zna na koji je način ona stvorena. Smatra se da je ona u početku predstavljala masu sitnih čestica i plamtećih plinova. Prema jednom Kur'anskom ajetu, nebesa i zemlja su u početku bili jedna cjelina koja se kasnije razdvojila. Mnogi naučnici, su također, pristalice teorije o nastanku svega "velikim praskom" iz materije veličine jajeta. U prvom periodu svog "života" planeta Zemlja je, po svemu sudeći, bila prekrivena vrelom tekućinom koja se, kroz dugi vremenski period hladila. Iza tog perioda uslijedio je period kiša i tada su otprilike nastali oceani i mora. U isto vrijeme formirala su se i tzv. zemljana područja. Kada se na Zemlji pojavio prvi oblik života teško da će se ikada saznati. Naučnici pretpostavljaju da je to bilo prije 2,5 milijardi godina. Dakle, od tada pa sve do danas na Zemlji se neprestano održava život. Period od kada na njoj živi i čovjek znatno je kraći. Mišljenje je da se čovjek na ovoj planeti "obreo" prije tek oko 93 hiljade godina. Kada se to upoređi s ukupnim "životom" Zemlje, moglo bi se zaključiti da je čovjek "tek rođen". Naša planeta je, u svakom slučaju, velika zagonetka za nas. Isto tako je zagonetka i sam život, ali i čovjek kao biće. Većina svega postojećeg, za nas će ostati tajna. Nama je naime, dato "samo malo znanja" kako se to u Kur'anu kaže<sup>(2)</sup>. Pa ipak, i sa toliko znanja, čovjek je uspio mnogo toga otkriti, izumiti... U svim tim otkrićima čovjek je ostao zadivljen beskrajnom Božijom moći i mudrošću u Njegovom stvaranju. Sve to izaziva strahopoštovanje i krajnji respekt prema jedinom Stvoritelju i onome što je oko nas. Pretpostavlja se da je naša planeta sagrađena od više slojeva. Zemljina tvrda kora sastoji se od gornjeg i donjeg sloja. Gornji sloj, na kome se nalaze planine, drveća, mora i rijeke debljine je od 16 do 56 kilometara. Ispod njega je donji sloj debljine oko 1.200 kilometara. Iza njega slijedi sloj čelično tvrdih stijena, koji ide u dubinu do 2.900 kilometara. Naučnici vjeruju da se Zemlja u svom jezgru još uvijek nalazi u užarenom tekućem stanju, baš kao što je u početku bila i na svojoj površini. U novije vrijeme postoje tvrdnje da se planeta Zemlja ponovo zagrijava od jezgra ka površini. Time se objašnjava i neobična pojava koja se javlja u različitim dijelovima Svijeta, a koja se zove - **vulkan**.

U okviru maturskog rada biti će konkretno obrađena pojava vulkanizma na određenom području planete Zemlje, kao i pojedini vulkani. Okosnicu maturskog rada čine tekstovi iz edukativno - zabavnih časopisa, kao što su: *Sema*, i posebno *Geografski list* školska godina 2001/2002, broj 77, na osnovu kojeg je konceptiran maturski rad. Od literature *Enciklopedija "Britannica"*, *Prva enciklopedija* - Svjetlost Sarajevo (1998. godina) i *Geologija* od Milana Heraka (1973. godina)... U obradi vulkana havajskog tipa korišteni su dostupni izvori sa *interneta*. Prilikom čitanja o vulkanima havajskog tipa može se primjetiti da je tekst srodan turističkom prospektu Havaja. On za ovaj dio maturskog rada sadrži mnogo "nebitnog", a ono što je "nebitno" u okviru vulkana havajskog tipa svedeno je na minimum. Neke od nesrodnih stvari sa ovom temom ubačene su, ostavljene su, da bi se razbila monotonost prilikom čitanja maturskog rada. Maturski rad se sastoji od devet cjelina i broji 23 stranice i rađen je u RGB Color tehnici u tri primjerka. U izradi maturskog rada korišteni su noviji podaci.

---

1 - *Kur'an sprovedom, preveo Besan Korkut, Medina Munevvera, 1412. h.g. -1990/91., sura Vjerovjesnici, ajet30, str. 324*

2 - *Kur'an s prevodom, preveo Besim Korkut, Medina Munevvera, 1412. h.g. -1990/91., sura Noćno putovanje, ajet83, str. 290*

3 - *Kevser, List za djecu, tema broja vulkan, Sarajevo, april 1999. godine, str. 10*

## II MAGMATIZAM

Magmatizam je jedan od osnovnih procesa koji govori o neprekidnom i veoma složenom životu planete Zemlje, tj. ukazuje na stalna kretanja plazmatične materije - magme u zemljinoj kori. **Magma** (grč. magma - usijana gusta masa) predstavlja užarenu rastaljenu masu sa temperaturom od preko 1500 °C, koja se, pod pritiscima zemljine kore, neprekidno kreće, horizontalno i vertikalno povlačeći sa sobom dijelove litosfere.<sup>w</sup> Sa hemijskog aspekta ona predstavlja složeni rastvor u kome dominira SiO<sub>2</sub> s oko 60%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 15%, CaO - 5%, MgO - 3,5%, FeO - 3,5% i Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 3%. Što je magma bogatija silicijumom ona je gušća i obrnuto. U njenom sastavu su također prisutni plinovi i pare (CO<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>O, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>4</sub>, Cl, O, Ar, H, N, CH<sub>4</sub>, HCl, NaCl, KCl, FeCl<sub>3</sub>, HF, NH<sub>3</sub>) koji se oslobađaju iz lave već prilikom same erupcije vulkana, a i kasnije, pa njihovim uticajem nastaju različite karakteristične pojave/<sup>5</sup>; Tako eksplozije plinova i para uzrokuju izbacivanje piroklastičnog materijala različitih dimenzija, od

blokova teških nekoliko hiljada tona do sitne vulkanske prašine koju nazivamo **vulkanski pepeo**. Magma, po pravilu nastaje u graničnoj zoni između litosfere i mantije (na dubinama od 70 - 100 kilometara), kao posljedica narušene termodinamičke ravnoteže, u uvjetima vrlo visokih pritisaka i temperatura. Ona se u procesima kretanja jednim dijelom *zadržava* u potkornim horizontima ispod litosfere (u astenosferi), a drugim dijelom se ogromne mase magme utiskuju u litosferu, gdje najčešće očvršćuju i na taj način se stvaraju nove magmatske stijene. Pri tome se samo mali dio probija duž brojnih tektonskih razloma kroz litosferu i izbija na površinu zemlje u obliku lave, najčešće praćene ogromnim količinama raznih gasova i vodene pare. Kao posljedica kretanja magme tokom vulkanskih erupcija nastaju vulkanski zemljotresi. Ovo su potresi manjeg prostornog obuhvata i učestalosti (oko 7% svih zemljotresa) jer su vezani za mjesta izbijanja magme na površinu zemlje/<sup>19</sup> Mogu se izdvojiti dva osnovna načina manifestacije magme:

1. intruzivni (potkorni, dubinski) magmatizam koji predstavlja proces kretanja i konsolidacije magme u unutrašnjosti zemljine kore, poznat pod nazivom plutonizam i
2. efuzivni (površinski) magmatizam, koji predstavlja proces izbijanja magme i brojnih gasova pratilaca na zemljinu površinu i njihovu konsolidaciju poznat pod nazivom vulkanizam.\*

Osnovna karakteristika plutonizma jeste da magma u toku kretanja nije u stanju da se, silom sopstvenog magmatskog uzgona pojačanog prisustva plinova samostalno probije do površine zemlje. Zbog visokih temperatura koje posjeduje ona potpuno tali okolne stijene usljed čega se obogaćuje novim tvarima, ali istovremeno iz svog hemijskog sastava gubi neke ranije, prije svega plinovite sastojke.

\* Efuzivni magmatizam je pitanje koje nas trenutno više zanima i njime ćemo se u nastavku teksta detaljnije baviti

---

4 - *Geografski list; Naučno - popularni časopis za školsku omladinu, Geografsko društvo FBiH, školska 2001/2002, Sarajevo, broj 77, str. 22*

5 - *Milan Herak, "Geologija", Školska knjiga, Zagreb, 1973., str. 50*

6 - *Geografski list, Naučno - popularni časopis za školsku omladinu, Geografsko društvo FBiH, školska 2000/2001, Sarajevo, broj 76, str. 74*

### III VULKANIZAM, POSTANAK I IZGLED

Vulkanizam (Vulcanus - rimski bog vatre) predstavlja pojavu i sve oblike izbijanja magme i različitih čvrstih i gasovitih materija iz unutrašnjosti zemlje na njenu površinu. S tim u vezi treba posebno istaći da se kod vulkanizma upotrebljava termin *lava* što u stvari predstavlja magmu koja nakon izbijanja na površinu biva oslobođena od pratećih gasova i pepela. Prosječna brzina kretanja lave je 30 km/h. Za izbijanje magme na površinu najčešće nije dovoljan samo magmatski uzgon koji je uzrokovan manjom gustinom magme od gustine okolnih stijena. Putevi kretanja magme su uglavnom, manje ili više, duboki tektonski razdori koji u određenim područjima cijepaju i razlamaju zemljinu litosferu.



*Slika 1-lava*<sup>(7)</sup>

Vrlo često u kretanju magme u više horizonte i Utosferi dolazi do njenog preseljavanja i privremenog stacioniranja u moćne i široke tektonske pukotine, pa takva mjesta, vrlo često, i sama postaju novi izvori magme - preseljena žarišta vulkanizma. Da bi mogla predstavljati

izvor za rad vulkana, ova "ognjišta" moraju određenim kanalima biti u vezi sa drugim rezervoarima ili direktno sa osnovnom masom u mantiji, odakle se "hrane" novim količinama magme. Efuzivnim magmatizmom obrazuju se površinski magmatski oblici ili efuzivi. U odnosu na vrstu sredine u kojoj se obrazuju mogu biti:

1. podvodni (submaritivni);



*Slika 2 – Lava pomjepana sa vodom*

koji se, osim po morfološkim odlikama međusobno razlikuju i po hemijskom sastavu lave. Produkti vulkanizma po okeanskom dnu (okeanski grebeni i lanci) imaju bazičnu i ultrabazičnu magmu olivin - bazaltnog i alkalno ultrabazičnog sastava, dok se po kopnenoj površini susreću kiseli, bazični i ultrabazični efuzivi andezit - bazaltnog i peridotitskog - ultrabazičnog mineralnog sastava.

Kupasto uzvišenje na površini zemlje nastalo od nagomilanog i najčešće pravilno raspoređenog materijala sa ovrom u sredini kupe koji je posebni kanalom povezan sa magmatskim središtim u mantiji, naziva se **vulkan**<sup>(8)</sup>

*Kroz* kanal iz magmatskih ognjišta izbijaju tečno - žitke, čvrsto rastresite i gasovite materije. Za pokretače vulkanske sile postoji veliki broj teorija. Prema najsavremenijim shvatanjima vulkanski proces je u funkciji tektonskih pokreta litosferskih ploča i razlamanja kojima su uspostavljeni putevi kretanja magme. Intenzitet magmatske aktivnosti direktno je povezan sa stepenom i intenzitetom magmatskih pokreta, pa se s tim u vezi utvrdilo da su samo tektonski aktivni dijelovi Zemlje podložni vulkanskim aktivnostima. Mehanizam funkcionisanja vulkana je dosta složen i u principu je vezan za veoma visoke temperature magme (oko 1.500 °C) i veoma visoke pritiske koji vladaju u zemljinoj mantiji (oko 130.000

kg/cm<sup>2</sup>) <<sup>9)</sup> Glavnim uzročnikom vulkanskih erupcija koji je direktno određen sa ova dva elementa i hemijskim sastavom magme, smatraju se napon gasova i gasna strujanja, koja su glavni donosioci novih količina toplote iz unutrašnjosti.



**Slika 3 – pogled sa strane na aktivni vulkan**

U toku kretanja magme na izvjesnoj dubini dolazi do oslobađanja gasova iz njenog sastava i do obrazovanja gasnih mjehura. Gasni mjehuri izvjesno vrijeme ostaju zarobljeni u magmi sve dok silom sopstvenog napona ne savladaju gustinu magme. Izbijanjem na površinu ključajući ili eksplozivno lava se oslobađa gasova. Usljed toga se za izvjesno vrijeme smanjuje pridolazak toplote te se ona hladi i vraća u kanal. Naučnici tvrde da se za vrijeme erupcije stvara hidrostatički pritisak od 20.000 atmosfera, koji tom području nakon erupcije daje veliku čvrstinu, što je jedna od korisnih stvari koje vulkani nose sa sobom/<sup>10)</sup>

U dubljim dijelovima u lavi se gomilaju oslobođeni gasovi koji se kreću naviše, s tim što im je brzina nešto manja od brzine gasnih strujanja u otvorenom kanalu za vrijeme erupcije. Ohlađeni čep očvršle lave pri vrhu kanala ponovo počinje da se topi. čime se oslobađaju gasovi i atmosferska vlaga koji su bili zarobljeni u njemu. Slobodnim izlivanjem lave i spajanjem gasova ponovo se uspostavljaju gasne struje, te tako nastaje nova erupcija. Proces se privremeno ili potpuno prekida postupnim pražnjenjem glavnog i bočnih lavičnih izliva, usljed čega dolazi do dubokog spuštanja i očvršćivanja lavinog stuba u unutrašnjosti kanala.

<http://www.maturski.weebly.com>

---

7 - Sve slike preuzete iz Corel Galery

8 - *Geografski list; Naučno-popularni časopis za školsku omladinu, Geografsko društvo FBiH, školska 2001/2002, Sarajevo, broj 77, str. 24*

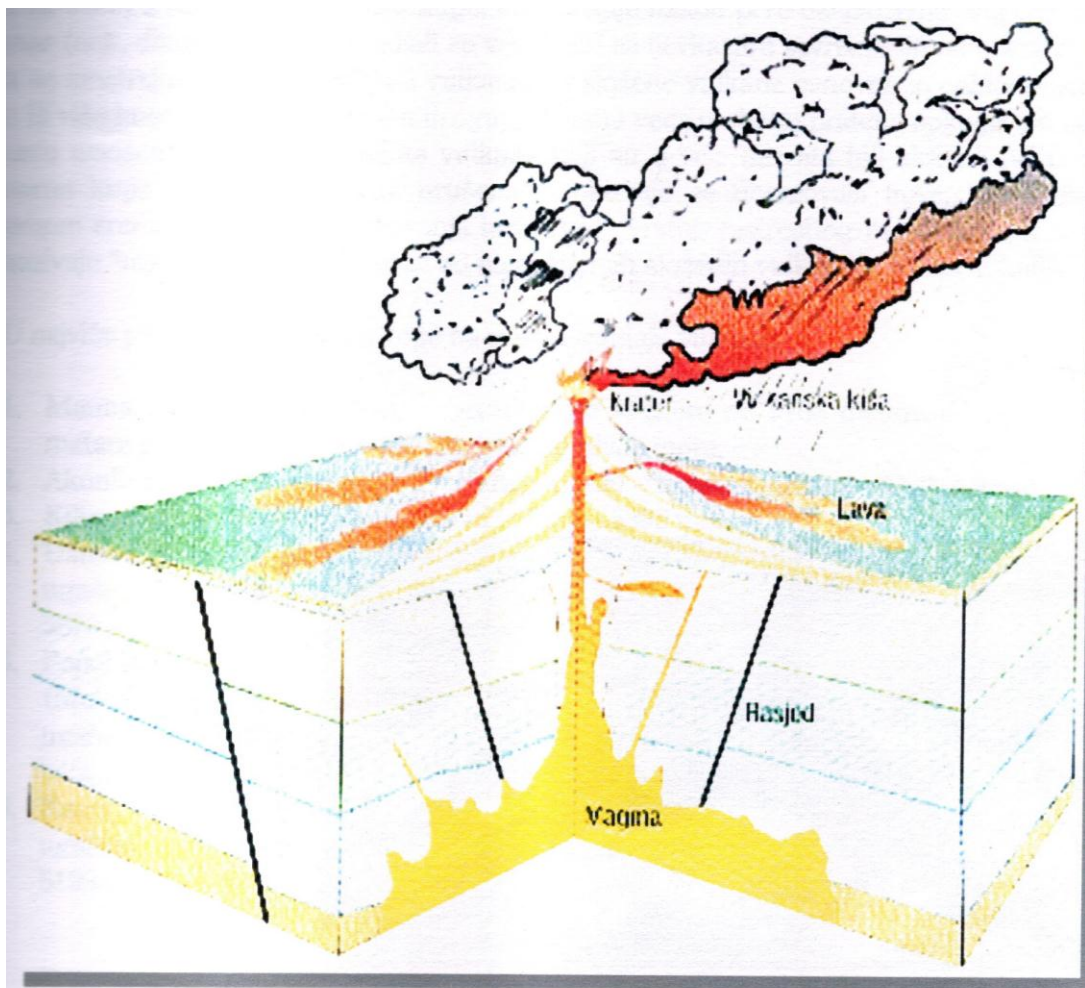
9 - *Geografski list; Naučno-popularni časopis za školsku omladinu, Geografsko društvo FBiH,*

*školska 2001/2002, Sarajevo, broj 77, str. 24 IO-  
10 - "Sema", edukaovno zabavni časopis, 2002., str. 13*

Jačina izljeva i ritam aktivnosti vulkana u vezi su sa konkretnim lokalnim uvjetima, posebno sa dubinom magmatskog ognjišta, širinom dolaznog kanala, fizičko - hemijskim karakteristikama magme, njenom fluidnošću i slično. Usljed povećanog hidrostatskog i parnog pritiska na zidove kanala magma se probija i kroz bočne pukotine pri čemu se obrazuje veći broj sekundarnih ili "parazitskih" kratera. Intenzitet vulkanizma u mnogome zavisi i od tipa magmatskog ognjišta iz kojeg se hrani. Na osnovu brzine rasprostiranja seizmičkih talasa utvrđeno je da su najpovoljnije sredine za nastanak vulkana na dubini od preko 50 kilometara, ti. u gornjim dijelovima mantije i ona se nazivaju - duboka ognjišta. Duboka ognjišta su karakteristična za geosinklinalne oblasti kao i za tzv. subdukcione zone ti. za zone duž kojih se sučeljavaju kontinentalne i okeanske ploče. Rjeđa je pojava da su ognjišta "preseljena" u pukotine u samoj zemljinoj kori, koja su kanalima povezani sa mantijom. Ovakvi tipovi ognjišta nazivaju se plitka ili lokalna ognjišta. Smatra se da su za ova ognjišta vezani snažni tektonski i radio - dezintegracioni procesi koji također mogu biti samostalan izvor toplotne energije. Ovaj tip ognjišta vezan je za srednjookeanske zone.

<http://www.maturski.weebly.com>





*Slika 4 – Presijek vulkana<sup>(11)</sup>*

---

11 – Školski geografski atlas, Svijetlost, 1999., str.66

## **IV VULKANSKI OBUCI**

### **1. VULKANSKI OBUCI RELJEFA 1.1.**

#### **KRATER I KUPA**

Osnovni površinski dijelovi vulkana su **krater i kupa**.<sup>(12)</sup> Površinski otvor na vrhu kanala ljevkastog oblika naziva se **krater** (ždrijelo, grotlo). On nastaje u toku vulkanskih erupcija nagomilavanjem lavičnog materijala oko grotla i šire. Pri ponovnim erupcijama novi vulkanski produkti se na isti način talože preko starog, zauzimajući nagnuti položaj od centralne ose kratera prema periferiji. Postupnim nagomilavanjem i nasrtanjem slojeva vulkanskog materijala obrazuje se oko kratera konusno - kupasto uzvišenje koje se naziva **vulkanska kupa** ili vulkanski konus. Po spoljašnjem obliku vulkanske kupe mogu biti proste i složene. Proste vulkanske kupe karakteriše jedan kupasti brijeg sa ljevkastim kraterom. Početni stadij u obrazovanju proste kupe, koji nastaje nakon prve eksplozivne erupcije, naziva se **mar** (nek, dimnjak). Njihovi kanali su vertikalni sa ljevkastim završetkom na površini, zbog čega se smatraju početnim stadijom vulkana. Za složene vulkane osnovna je odlika postojanje dvije ili više kupa umetnutih jedna u drugu, pri čemu veća u obliku prstena opkoljava središnje kupasto uzvišenje. Prsteni su odlika vulkana koji su u više navrata bili aktivni, pri čemu je primarna kupa novim erupcijama urušena, a oko nje se obrazovala nova. Kod nekih se uglavnom sreću višestruka smjenjivanja lavičnog i čvrstog rastresitog materijala, pa se često još nazivaju "mješoviti vulkani". Jedan od najpoznatijih složenih vulkana je Vezuv u Italiji.

U najviše planine - vulkanske kupe na svijetu spadaju vulkani:

1. Mauna Loa (Havajski otoci) - sa ukpnom visinom od 9708 metara od čega je 5500 metara pod vodom, a 4208 metara je iznad nivoa mora;
2. Akonkagva (granica između Čilea i Argentine) - ugašeni vulkan - 6960 metara;
3. Kilimandžaro (Tanzanija) - ugašeni vulkan - 5895 metara
4. Danavend (Iran) - ugašeni vulkan 5670 metara
5. Popocatepetl (Meksiko) ugašeni vulkan 5452 metra
6. Kenija (Kenija) - ugašeni vulkan 5199 metara i dr.



---

12 - *Geografski list; Naučno-popularni časopis za školsku omladinu, Geografsko društvo FBiH, školska 2001/2002, Sarajevo, broj 77, str. 25*

## 1.2. PLATO, BARANKO I KALDERA

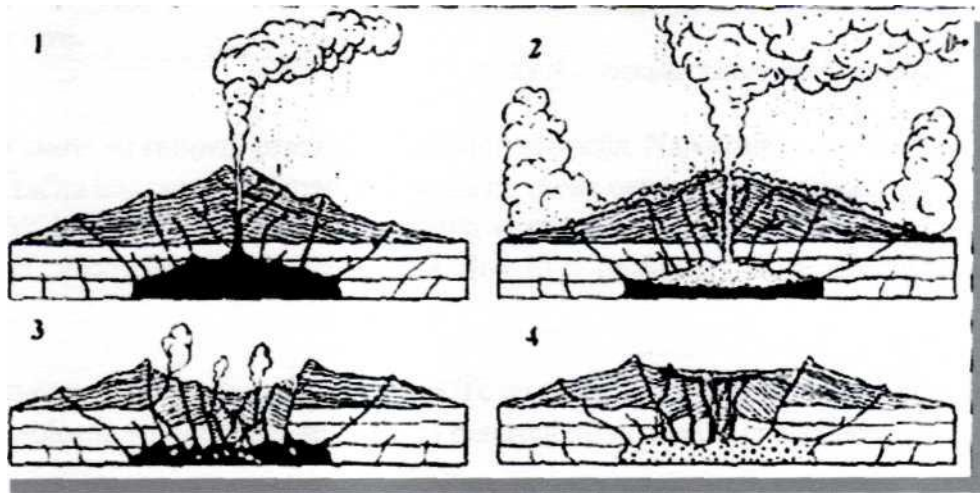
Nerijetko iz vulkana izbijaju velike količine žitke lave, koje se razlivaju na veoma širokom prostoru oko kratera, pri čemu se oko kupe obrazuju prostrane zaravni uglavnom od bazaltne lave koji se nazivaju *platoi* ili štitovi. Jedan od najpoznatijih bazaltnih platoa je Dekanska visoravan u Indiji. Ako se izljevi žitke lave pojave kod



nekim vulkana koji već imaju formirane kupe strmih strana, onda će lava teći po naslijedenim dolinama, koje tada postaju pravi lavotoci. "Slivovi" od bazaltne lave mogu biti veoma moćni.

*Slika 6 - Jedan od Havajskih platoa*

Kao primjer može poslužiti sliv jednog lavotoka na Mauna Loi formiran 1885. godine, čija je dužina iznosila oko 100 kilometara, širina oko 5 kilometara, a debljina oko 100 metara. Sličnih je erupcija bilo na Etni (Italija), Kantar Jekul (Island) i dr. Vrlo često na stranama kupa, usljed djelovanja erozije, dolazi do obrazovanja žljebastih brazda, koje se nazivaju *baranko*. Ako jaka erozija zahvati krater stare kupe i razori ga, nastaju prošireno kratersko grotlo koje se naziva *kaldera* (španski caldera - kotao, kazan).



*Slika 7 - Razvojne faze vulkana i formiranje kaldere*

Ono može naknadno da se ispuni vodom ili da ostane u svom obliku. Nekad se, pri ponovljenim erupcijama u njemu može formirati novi krater.

## 2. PRODUKTI VULKANSKIH AKTIVNOSTI

U toku vulkanskih erupcija na površini zemlje bivaju izbačene velike količine najrazličitijeg materijala u sva tri agregatna stanja, te se s tim u vezi govori o produktima vulkanske aktivnosti. U najvažnije produkte vulkanske aktivnosti ubrajaju se:

**2.1. Lava** (lat lavare - sprati, spirati) - kao što je već rečeno, predstavlja usijanu žitku masu izlivenu na površinu zemlje, oslobođenu gasova i sa vrlo visokim temperaturama. Prema sadržaju  $\text{SiO}_2$  (kvare) dijeli se na

- a. kiselu,
- b. neutralnu,
- c. bazičnu,
- d. ultrabazičnu

Prema gustini može biti vrlo gusta (tjestava), koja se veoma otežano kreće, te se naziva fluidna lava, a po hemijskom sastavu to su kisele lave. Od bazičnih i ultrabazičnih lava obrazuju se veoma pokretne, tečne lave



koje pri izlivanju podsjećaju na pravi vodotok, a one se nazivaju viskozne lave.

*Slika 8 - Primjer kisele lave - fluidne*

- 2.2. **Gasovi i pare**, su redovni pratioci vulkanskih erupcija. Najvažniji su vodena para (kritična tačka temperature iznad koje voda ne može ostati u tečnom stanju bez obzira na pritisak je  $374\text{ }^{\circ}\text{C}$ )<sup>(13)</sup>, sumpor - vodik, sumpor - dioksid, ugljen - monoksid itd. Najviše su zastupljeni u kiseloj magmi, dok ih u bazičnoj i ultrabazičnoj ima veoma malo.
- 2.3. **Vulkanski pepeo i vulkanska prašina**. To su najfiniji prašinski sastojci lave, nastali tokom eksplozije vulkana. Mogu nastati i razaranjem grotla pri erupcijama,
- 2.4. **Vulkanski pijesak** predskavlja materijal sličan predhodnom, samo nešto krupnijeg zrna.
- 2.5. **Lapili**. To su djelomično ili potpuno očvršli komadići lave, pijeska i pepela sa staklastom korom.
- 2.6. **Plovućac**. Nastaje naglim hlađenjem kisele lave, usljed čega mu u unutrašnjosti ostaju šupljine, slično kao u sunderu. Ako padne na površinu vode zadržava se na njenoj površini, pa mu otuda i ime.

<http://www.maturski.weebly.com>

<http://www.maturski.weebly.com>

---

13 - Milon Herak. "Geologija", Školska knjiga, Zagreb, 1973., str. 51.

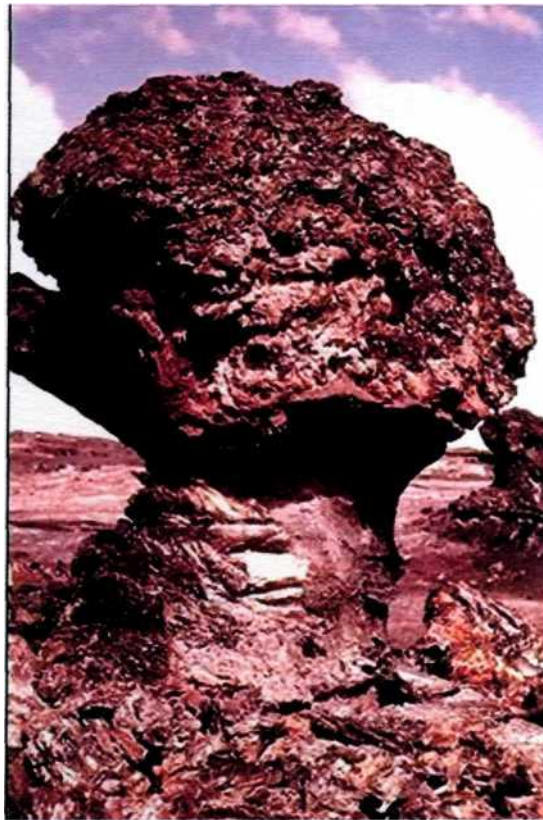
2.7. *Vulkanske bombe*. Predstavljaju usijano -žitke dijelove lave, veličine oko 30 cm koje pri erupcijama dobijaju okruglast do kruškolik oblik, zbog čega podsjećaju na prave bombe.

Očvršćivanjem navedenih produkata vulkanskih erupcija obrazuju se razne vulkanske stijene. Najznačajnije su: vulkaniti i vulkanske klasične stijene. Vulkaniti nastaju očvršćivanjem izlivenne lave, a vulkanske klasične stijene nastaju konsolidacijom i naknadnim "cementiranjem" rastresitog vulkanskog materijala.

2.8. Na vulkanu postoji i niz manjih otvora, a oni se svrstavaju u tri grupe/-"-'

1. *Fumarole*, to su mjesta na kojima kroz pukotine izbijaju plinovi i pare. Kod fumarola prevladava vodena para, a temperatura doseže do 800 °C.
2. *Sulfatare* su specifične fumarole, nazvane po Sulfatari kod Puzzolija. Prisutan je u prvom redu sumpor - vodonik (H<sub>2</sub>S) koji na zraku oksidira zbog čega se izlučuje sumpor - H<sub>2</sub>S + O -> H<sub>2</sub>O + S

3. *Možete* su pukotine kroz koje izbija ugljen dioksid ( $\text{CO}^2$ ). Obično su znak prestanka intenzivne vulkanske aktivnosti.



**Slika 9 – Vulkanska bomba**

---

*14 - Milan Herak, "Geologija", Školska knjiga, Zagreb, 1973., str. 52.*

## **V PODJELA VULKANA**

Vulkani se mogu podijeliti na osnovu više kriterija kao što su:

- karakteristike vulkanske aktivnosti;
- mjesto i način pojavljivanja;
- hemijski sastav lave, itd.

U daljem tekstu biti će predstavljena podjela vulkana na osnovu pet kriterija, i

**Podjela prema aktivnosti**



- a) Aktivni - koji se odlikuju savremenim vulkanskim aktivnostima;
- b) Privremeno ugašeni - su u privremenom "mirovanju";
- c) Ugašeni - koji su bili aktivni u geološkoj prošlosti Zemlje



*Slika 10 - Aktivni vulkan*



*Slika 11 - Privremeno ugašeni vulkan*

## **2 Podjela prema hemijskom sastavu lave**

U osnovi se ovog kriterija mogu izdvojiti dvije osnovne grupe sa dva osnovna tipa vulkana. Prvu grupu čine:

- a) Atlantski tip lave, koji karakteriše prisustvo alkalnih oksida;
- b) Pacifički tip lave u čijem sastavu dominiraju andeziti;

Druga grupa se dijeli na vulkane:

- a) Andezitskog tipa lave i
- b) Bazaltnog tipa lave

---

*15 - Geografski list; Naučno-popularni časopis za školsku omladinu, Geografsko društvo FBiH, školska 2001/2002, Sarajevo, broj 77, str. 27 - 28*

## **Podjela prema geotektonskom kriteriju**

- a) Geosinklinalni vulkani - javljaju se u oblastima geosinklinala i vezani su za velike razdore u zemljinoj kori;

- b) Platformski vulkani su vulkani stabilnih dijelova zemljine kore. Izbijanje lave je pretežno izlivnog tipa;
- c) Vulkani ostrvskih lukova Dije se u tri glavne skupine:
  - vulkani ostrvskih lukova,
  - vulkani okeanskog dna,
  - vulkani srednjookeanskih grebena

### **Podjela prema mjestu pojavljivanja**

Prema sredini u kojoj se odvijaju vulkanske erupcije razlikuju se:

- a) Kopneni vulkani - koji se javljaju na površini kopna;
- b) Priobalni vulkani - koji se javljaju duž kopneni i okeanskih oboda;
- c) Podvodni vulkani - koje se javljaju po dnu mora i okeana. Vulkani koji nastaju ispod razine mora ili okeana nemaju izgleda da *zadrže* svoj oblik duži vremenski period nakon prestanka erupcije, jer ih nagrizava slana morska voda, a čunjevi koji izađu iznad razine vode postaju žrtve dinamike, kretanja valova.

### **Podjela prema karakteru vulkanskih erupcija**

U okviru ovog kriterija mogu se izdvojiti:

- a) Eksplozivni tip vulkana - kod kojih produkti vulkanskih erupcija u obliku snažnih eksplozija izbijaju na površinu zemlje;
- b) Izlivni tip vulkana - koji karakteriše mirno izlivanje lave;
- c) Strombolski tip vulkana (po vulkanu Stromboli) - kod kojih je magma ukrateru u stalnom ključanju i ritmički se izdiže i spušta u njemu. Lavični izljevi su rijetki i uglavnom su mirni.



*Slika 12 - Eksplozivni tip vulkana*

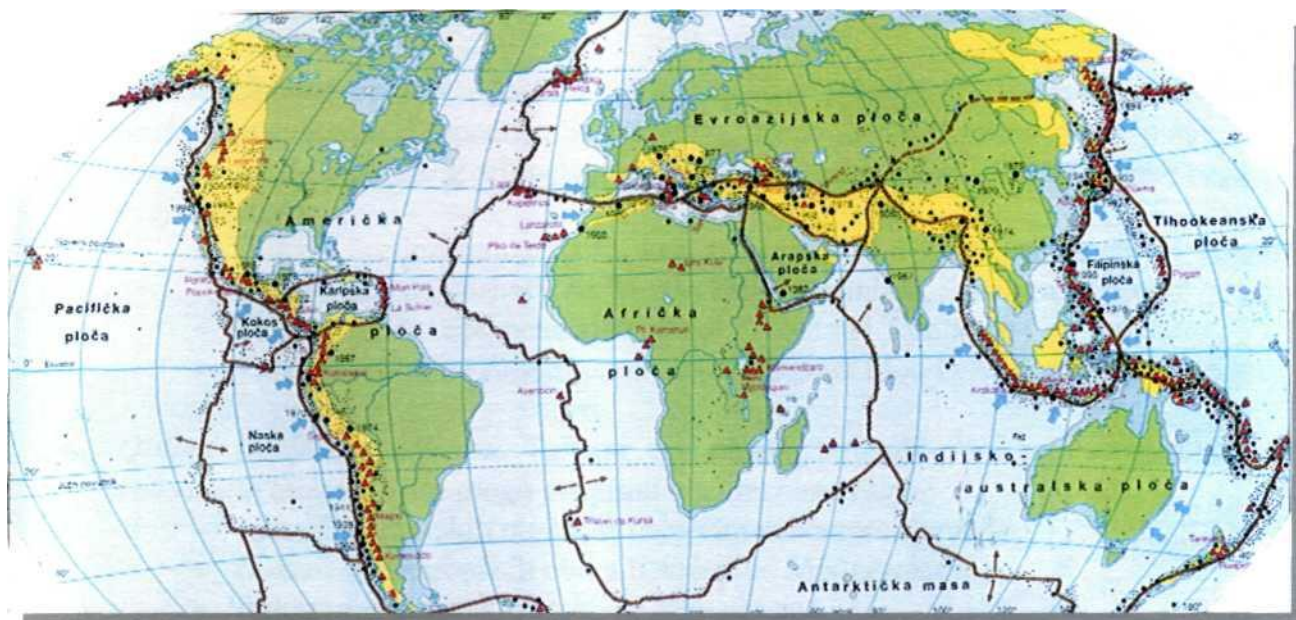


*Slika 13 - Izlivni tip vulkana*

<http://www.maturski.weebly.com>

## VI GEOGRAFSKI RAZMJEŠTAJ VULKANA

Na Zemlji postoji izvjesna zakonitost u pojavljivanju vulkana, jer su uglavnom svi vulkani vezani za zone intenzivne tektonske aktivnosti u litosferi. U njoj brojni razlomi i pucanje blokova daju osnovne predispozicije za kretanje magme. Današnji, kao i oni iz geološke prošlosti Zemlje najvećim su dijelom vezani za plitku okeansku koru i kontaktne zone okeanskih i kontinentalnih ploča. Satelitskim praćenjem je utvrđeno da na Zemlji postoji preko 1000 aktivnih vulkana, od čega je oko 65% u okeanima, a oko 35% na kopnu. Svi su oni razmješteni u nekoliko zasebnih geografskih oblasti, u kojima se koncentrišu u nizu dugih pravolinijskih i lučnih trasa<sup>2e</sup>;



## ♦ - Vulkan

Slika 14 - Karta razmještaja vulkana<sup>17\*</sup>

### Razmještaj vulkana po oblastima: ^

**1. Oblast Tihog okeana (Pacifika)** - oko 65% svih aktivnih vulkana na Zemlji nalazi se na ovom prostoru. Vulkan

Vulkani su razmješteni po priobalnim i središnjim ostrvskim lukovima. Najviše ih ima duž Azijsko - Australijske oblasti u kojoj je koncentrisano oko 45% svih pacifičkih vulkana. Taj grandiozni ostrvski luk poznat je pod nazivom "Vatreni pojas Pacifika". Oko 17% pacifičkih vulkana raspoređeno je duž zapadnih obala Amerike i čine "Američki luk vulkana". U okviru ove oblasti može se izdvojiti veliki broj manjih vulkanskih regija među kojima su najpoznatiji:

- Vulkan Kamčatke, sa velikim brojem individualnih vulkana, kao što su: Ključevska Sopka, Avačinska Sopka, bezimni vulkan Kamčatke, Ravni Tobalčik i dr;

<sup>16</sup> - *Geografski list; Naučno-popularni časopis za školsku omladinu, Geografsko društvo FBiH, školska 2001/2002, Sarajevo, broj 77, str. 28*

<sup>17</sup> - *Atlas Svijeta za osnovne i srednje škole, IP "Sejtarija", Sarajevo 1998., str. 117-18*  
*Geografski list; Naučno-popularni časopis za školsku omladinu, Geografsko društvo FBiH, školska 2001/2002, Sarajevo, broj 77, str. 28-30*

Vulkani Kurilskih otoka, od kojih je najveći vulkan Tjatja;

Vulkani zapadne obale Amerike, koji su također brojni, a među poznatim su vulkani: Sveta Jelena i Parikutin;

Vulkani Havaja, od kojih su najpoznatiji Mauna Loa, Kilauea, Mauna Kea;

2. **Oblast Atlantskog okeana.** Ova regija broji 70 vulkana pretežno meridijanskog pravca pružanja, duž srednjookeanskih grebena. Na sjeveru počinju otokom Zanzibar, preko Islanda, Azorskih, Zelenogorskih i Kanarskih otoka, otoka Siera Leone, Uskršnjih otoka do otoka Tristan de Kunja na krajnjem jugu okeana. Najpoznatiju vulkansku regiju čine:
  - Vulkani Islanda, među kojima su najpoznatiji: Laki, Hejmej, Hekla, Lakagigar, Kantar Jekul i dr,
3. **Oblast Sredozemlja i Alpsko - Himalajskog planinskog vijenca,** odlikuje se pružanjem vulkana od zapadnog Sredozemlja, preko Kavkaza, Himalajskog planinskog sistema sve do Malajskog arhipelaga na krajnjem istoku. Najvažnije vulkanske regije u ovoj oblasti su:
  - Vulkani Sredozemnog mora, koji su najbrojniji i najmoćniji u cijeloj oblasti. Među njima najpoznatiji su: Vezuv, Etna, Stromboli, Solfatara, Vulcano;
  - Vulkani Indonezije, posebno vulkani Krakatau i Tamboro;
  - Vulkani centralne Amerike, od kojih je najveći Mon Pele na otoku Martiniku
4. **Oblast Indijskog okeana.** Vulkani ove oblasti su uglavnom predstavljeni preko vulkanskih otoka, koji se mogu grupisati u tri zasebne regije:
  - Vulkani Komorskih otoka, sa najvećim vulkanom Karatela;
  - Vulkani Maskarenskih otoka (istočno od Madagaskara);
  - Vulkani Kergelenskih otoka na jugu okeana
5. **Afričko - Arabijska oblast** Vulkani ove oblasti su razmješteni u zoni poznatog Velikog afričkog rova, koji se proteže od Arabijskog poluotoka i Crvenog mora na sjeveru, preko Istočnoafričkog jezerskog visočja do Mozambičkog zaljeva na jugu. Od aktivnih vulkana u ovoj oblasti najpoznatiji su Dubi, Afdeda i Korunu. U ovoj oblasti su i dva poznata ugašena vulkana, koji spadaju u najviše planinske vrhove u Svijetu, Kilimandžaro (5895 metara) i Kenija (5199 metara).

<http://www.maturski.weebly.com>

## VII VULKANI KAO TURISTIČKE ATRAKCIJE I PRIRODNE KATASTROFE

U okviru ove cjeline matorskog rada biti će predstavljeni pojedini vulkani, neke od erupcija vulkana koje su odnijele veliki broj ljudskih života i uticaj vulkana na klimu.

### 1. POZNATIJI VULKANI

#### ETNA

Od kada postoji pisana povijest, oko aktivnosti ovog vulkana su se ispričali brojni mitovi. Italijani su u pradavna vremena Etnu nazivali Vulkan, imenom boga vatre. Smatra se da je antički filozof Empedoklo, skočio u krater Etne, koja je kasnije izbacila njegovu cipelu izlivenu u bronzi. Znanost smatra da je vulkanska aktivnost na području gdje se sada diže divovska planina Etna počela prije 500 hiljada godina od kada su brojne erupcije nanosile sve više materijala, mijenjajući krajolik južnog djela Sicilije.

Prema istraživanju Etna je sadašnji oblik dobila prije između 100 i 130 hiljada godina. Južni dio Italije seizmički je veoma aktivno područje na kome se nalaze tri vulkana, među kojima je najveći Etna, druga dva su Vezuv i Stromboli. Ova planina se nalazi na jugoistočnoj strani otoka Sicilije i nosi još jedno ime – Mongibello, kao planina svih planina. Njena površina je 60 x 40 km<sup>2</sup>, a visina se povećava nakon svake erupcije – trenutno iznosi oko 3350 metara. U periodu od 2 – 5 godina Etna redovito uzbuni stanovnike u okolini. Jedna od specifičnosti ove planine je ta što se na njenom vrhu nalaze 4 kratera. Etnina erupcija se prvi put spominje 475. godine p.n.e. Do sada je zabilježeno preko 150 erupcija ovog vulkana. Lava koja se oslobađa je u srednje tečnom stanju, pa su zato i eksplozije na ovoj planini umjerene jačine.

Za Etnine erupcije veže se i starogrčki mit o Zeusu i TYPHEOZUSU. Prije 334 godine, u proljeće 1669. godine probudio se pokušavajući da izađe vani TYPHEOZUS, neprijatelj boga Zeusa, kojeg je Zeus pobijedio i zaključao na dno planine Etna. TYPHEOZUS je bio tako strašan da bi izbacivao vatru iz usta i očiju kada se naljuti. Imao je dugu i prljavu kosu i veoma neurednu bradu. Na rukama je umjesto prstiju imao po pedeset zmijskih glava. Pored toga imao je i velika krila koja su mu davala strahovit izgled. Kada bi njegova ljutnja dostizala maksimum planina bi se tresla, a čudan zvuk bi dolazio iz njenih dubina. Potresi koji su trajali oko tri dana bili su vijesnici velike katastrofe. I desilo se, Etna je eksplodirala izbacujući vani ogromne komade užarenog kamena i velike količine lave. Prema grčkoj mitologiji Zeus nije uspio u potpunosti da savlada TYPHEOZUSA, koji će se jednog dana pojaviti da bi ljudima nanosio zlo. U bilješkama jednog popa iz Catanije događaj je zabilježen sljedećim riječima: *"Na sjeverozapadu Catanije pojavila se rupa širine 2 metra, dužine 15 kilometara. Iz te rupe pojavila se užarena lava koja je krenula prema gradu. Prestrašeni stanovnici Catanije dolazili su kod svećenika da im pomogne. Dok su neki ostali u kućama da se mole Bogu za spas, drugi nisu htjeli svoje živote da prepuste sudbini. Odlučili su da poduzmu nešto i to veoma hitno. Uz pomoć obližnjeg potoka otvorili su veliki kanal koji je trebao da preusmjeri tok lave. I zaista lava je skrenula drugom putanjom bez ikakve opasnosti za grad. Ali lava je počela da se kreće prema*

*obližnjem selu Paterno. Seljaci, vidjevši šta se dešava sukobili su se sa građanima i preokrenuli putanju lave. Količina lave koja se kretala prema gradu sada je bila velika i počela je da izlazi iz kanala krećući se prema zidinama grada. Naravno zidine nisu uspjele da zaustave užarenu masu i lava je počela da ulazi u grad. Veliki broj kuća i ostalih objekata je potpuno nestao ispod užarene mase koja je uništavala sve ispred sebe. Grad je platio visoku cijenu buđenja Typhoezusa."*<sup>(19)</sup>

Erupcija koja se desila 1669. godine progutala je veći dio grada Catanije i odnijela oko 20 hiljada života. Prije dvije godine Etna je ponovo uplašila stanovnike Catanije. Potresi koji su trajali nekoliko dana opet su nagovještavali buđenje ove planine. Iz pukotine koja se formirala na visini od 2100 metara lava je počela da se kreće brzinom od 150 m/h. Bio je to razlog za uzbunu u gradu. Izgrađeni su zidovi od blata koji su trebali da skrenu putanju lave. Vatrogasci su posipali vodu na lavu da bi je ohladili i tako je zaustavili. Ali te mjere nisu uspjele da spase nekoliko farmi, jedan restoran, puteve i jedan ski-centar. Dim koji se dizao na visinu od 1000 metara u potpunosti je blokirao zračni saobraćaj u Cataniji. Lokalno stanovništvo je napunilo crkve u gradu moleći se za spas od bijesne planine. Nakon tri sedmice neprestane erupcije Etna se konačno smirila, a što je najvažnije ovaj put nije uzela niti jedan život

Iako se Etna kao najveća aktivna vulkanska planina u Evropi aktivira veoma često, veći dio aktivnosti je bezopasan po stanovništvo. Naravno nerijetke su jake eksplozije koje izbacuju užarenu lavu. Uglavnom se sve završava tako što se iz jednog od četiri kratera na vulkanu oslobodi manja količina užarene mase. Ponekad se lava oslobodi i iz pukotina koje se nalaze na padinama Etne. Ukoliko je to slučaj sa pukotinama koje se nalaze na nižim dijelovima one postaju potencijalna opasnost za lokalna urbana područja.

Nakon katastrofalne 1669. godine, 1928. godine dva sela su u potpunosti nestala ispod nezaustavljive lave. Nakon eksplozije iz 1947. godine na vrhu planine otvorila su se još dva kratera. Godine 1983. u vrijeme erupcije na Etni vlast je pokušala da lavu usmjeri na drugu stranu, metodom kopanja kanala koja je isprobana 1663. godine. Ali i pored velikih troškova veći dio projekta nije uspio. Najveća erupcija u zadnjih 300 godina desila se 1992. godine, kada se formirala još jedna pukotina iz koje je potekla lava prema selu Zaffarana; selo broji oko 7000 stanovnika. Srećom vojska je uspjela, pomoću eksploziva, da skrene putanju užarene mase što je spriječilo katastrofu na pomolu. Iako stanovništvo često dolazi u nezgodne situacije zbog Etne, čini se kao da su je sasvim prihvatili. Svaka erupcija na zemljište u okolini nanosi veliki broj minerala, što povećava poljoprivredne doprinose seljaka. Iz tog i još mnogo drugih razloga niko od lokalnog stanovništva ne planira da napusti ovo područje. Naprotiv, broj stanovništva



se velikom brzinom povećava i trenutno u Cataniji živi oko milion ljudi. Kao najveća aktivna vulkanska planina u Evropi, Etna je uvijek bila u središtu pažnje naučnika, ona je jedan od vulkana na kome se vrši najviše istraživanja. Neki naučnici konstantno prate sva dešavanja na ovoj misterioznoj planini. Nakon erupcije koja se desila 2001. godine, naučnici su otkrili da je lava bila bogata *amfibolom*, kristalima koji u sebi sadrže određenu količinu vode. Ova forma lave koja se ranije nije pojavljivala može da uzrokuje velike erupcije i eksplozije upravo zbog vode koja se nalazi u njoj. Trenutno se "baka" sa Sicilije nalazi u laganom snu, ali ko zna koliko će još trebati da se probudi i ponovno ulije strah kod stanovnika.

---

19 - "Sema", *Edukativno-zabavni časopis*, 2002. str. 8

## VEZUV

Najstarija poznata erupcija Vezuva datira iz 79. godine p.n.e. Erupcija je bila eksplozivna i mnogo prašine je bilo izbačeno u zrak, a onda je na zemlju ponovo padala ili kao ■fina ili kao prašina pomješana sa vodom kao blato koje je prekrilo naselje pa čak i gradove. MED SU stradali gradovi Pompeji i Herculenum. U Pompeji je poginulo oko 2000 ljudi.

## STROMBOU

Vulkan Stromboli se nalazi na Iparima u Tirenskom moru. Lava u njegovom krateru ritmički oscilira, te se približno svakih 30 minuta diže do ruba kratera, ali se rijetko prelijeva. Ungesto toga nastaju povremene eksplozije koje osobađaju plinove i izbacuju piroklastični

## VULKANI HAVAJSKOG TIPRA

Njihove glavne značajke su da nemaju klasičan stožast oblik, nego su pljosnati i zbog toga lahko pristupačni, a osim toga njihov postanak nije vezan uz eksplozije nego relativno

niran lavotok. Tako se na glasoviti pacifički vulkan Mauna Loa može stići automobilom do opservatorija na visini od 3399 metara, za razliku od Etne, gdje se ni cestom ni žičarom ne dođe do kratera zbog posljedica erupcija eksplozivne prirode. Mauna Loa (4208 metara) je zajedno sa obližnjim vulkanom Kelaueom (1235 metara) obuhvaćena nacionalnim parkom Volcanoes (eng. volcanoes - vulkani), u kojem cijele godine sve vrvi od turista, vulkanologa i raznih istraživača. Dakle, tko želi bezbrižno planinariti po vulkanima najbolje je da izabere pacifičke vulkane, koji su školski primjer otočja vulkanskog porijekla. Među njima je najtipičnije Havajsko otočje. Riječ je o nizu od 123 otoka koji se protežu u dužinu od 2500 kilometara<sup>^</sup>

Osim toga, Havaji su vrlo pristupačni stanovnicima zapadne obale SAD-a, jer se iz svakog grada na toj obali, a posebno San Franciska i Los Angelesa, svakodnevno može uzeti "paket aranžman" od sedam dana za oko 1000 \$. Putuje se zrakoplovima, jer je to u današnje vrijeme ne samo brže nego i jeftinije od putovanja brodom. Glavna turistička destinacija je otok ʻAiea, gdje je i glavni grad Havaja Honolulu sa glasovitom plažom Waikiki. Treba znati da od nekadašnje domorodačke romantike na Havajima nema više gotovo ni traga. Istina je da putnike na aerodromima dočekuju djevojke u narodnoj nošnji, djeca im oko vrata vješaju famozni cvijetni vijenac i otpjevaju koju pjesmu uz havajsku gitaru, ali to su samo folklorne predstave namjenjene prosječnom Amerikancu željnom egzotike. Tko dođe u Honolulu svakako bi trebao da posjeti obližnji Pearl Harbor i u njemu memorijalno područje posvećeno žrtvama iznenadnog napada japanske mornarice 07.12.1941. godine u kojem je uništena američka pacifička flota. U zalivu viri iz mora dio broda Arizona u kojem je poginulo oko 1500 članova posade.<sup>(21)</sup>

---

**20Internet**

**21 -Internet**

<http://www.maturski.weebly.com>

Iz jednog kratera na jugoistočnoj padini Kilauee postoji stalni lavotok od 1983. godine. U

njegovom smijem vodi sa vrha Kilaueje cesta, ali je u zadnjem dijelu neprohodna jer ju je 1987. godine preplavila lava. Ona je na tom mjestu sada ohlađena, pa hrabri pojedinci mogu pješice držeći se okeanske obale stići za sahat i pol do lavotoka. Na putu se trebaju izbjegavati opasne pukotine i pridržavati upozorenja na tablama.



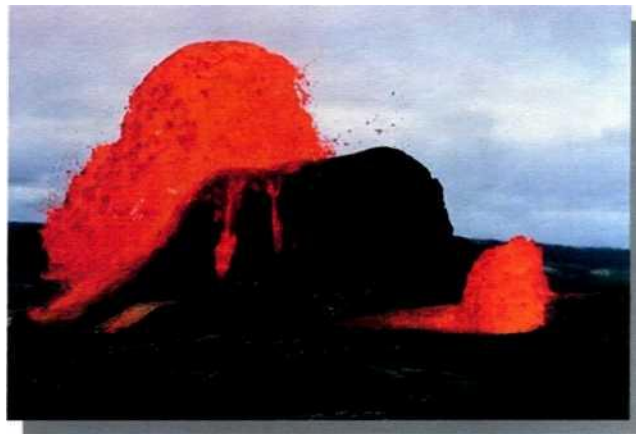
**Slika 16 – cesta pod lavom**

Za razliku od posjete Kilaueji, posjet Mauna Loa je mnogo ozbiljniji podvig. Prvo jer treba stići na visinu od 4169 metara, a osim toga posljednjih 770 metara uspona (oko 10 kilometara puta) treba savladati pješice što na ovoj visini nije lahko zbog rijetkog zraka. U posljednjih 100 godina bilo je 14 erupcija na ovoj planini, posljednja 1984. godine. Na otoku se nalazi i Mauna Kea, još jedno vulkansko brdo koje je ujedno i najviše (4214 metara) ali se nalazi izvan parka. Za nju se tvrdi da je najviše brdo na Svijetu, više od Everesta. Računica je ista kao i za, na početku spomenutu, Haleakalu. Na samom je vrhu sagrađen znanstveni grad s nekoliko opservatorija, posmatračnica i laboratorija. Tu je 1993. godine instaliran i najjači astronomski teleskop u Svijetu kojim su otkrivene najudaljenije svemirske galaksije.

## **PARIKUN**

Jedan od najmlađih vulkana na svijetu je vulkan Parikutin u Meksiku. On se pojavio 20.02.1943. godine, jednog poslijepodneva usred ravnice gdje ga niko nije mogao očekivati. Meksikanac Dionisio Pulido je toga dana obrađivao svoju njivu i silno se uplašio kada je pod svojim nogama osjetio drhtanje tla. Dionisio se naravno dao u bijeg, a iz zemlje su provalili dim i pepeo, a zatim je šiknula i tečna lava. Sljedećeg dana na tom mjestu nastao je mali vulkan visine 7,5 metara sastavljen od užarenih stijena izbačenih iz pukotine. Osam dana kasnije vulkan je već

dostigao visinu od 160 metara, a marta iste godine sva zemlja koju je Dionisio obrađivao nestala je pod vulkanom. U godini dana vulkan je narastao za 300 metara, a selo Paricutin je iščezlo pod pepelom. Do 1946. godine izrastao je vulkanski čunj visok 518 metara. U osnovi je bio širok 1100 metara, a na vrhu 360 metara. Do 1950. godine izbačeno je oko 500 miliona m<sup>3</sup> materijala kojim je pokrivena površina od 22 km<sup>2</sup>. Ovaj vulkan koji je nazvan Parikutin proradi sa vremena na vrijeme i svaki put još po malo naraste.



*Slika 17—Stimulacija postanka vulkana Parikutin*

## **2. NEKE OD ERUPCUA KOJE SU ODNIFELE VELIKI BROJ LJUDSKIH ŽIVOTA**

**Neke od erupcija koje su odnifele veliki broj ljudskih života su:^**

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1669. Vulkan Etna<br>(Italija) | Nakon erupcije Etne uništen je veći dio grada Catanije, a 20 hiljada ljudi je izgubilo svoje živote.   |
| 1783. Vulkan Laki<br>(Island)  | Tokom eksplozivne erupcije ovog vulkana pepeo koji je pao na okolnu regiju uzrokovao je oskudicu i epidemiju što je vodilo ka smrti oko 10 hiljada ljudi |

1792. Vulkan Unzen- Đake Gapan) Eksplozivna aktivnost proizvela je veliki broj potoka mulja koji su razorili obližnja sela i tom prilikom žvovte su izgubile 10452 osobe.
1815. Vulkan Tambora (Indonezija) Erupcija ovog vulkana je prouzrokovala kišu fragmenata i pepela. Zbog posljedica umrlo je 12 hiljada ljudi, a još 80 hiljada na obližnjim otocima Sambawa i Lombok bili su neposredne žrtve vulkanske erupcije.
1883. Vulkan Krakatau (Indonezija) Zbog eksplozivne erupcije ovog vulkana svoje žvovte je izgubilo 36 hiljada ljudi
1902. Vulkan Mon Pele (Martinik) Erupcija je uništila grad San Pjer i lišila žvovta 30 hiljada (otok ljudi

U periodu između 1500. i 1914. godine smatra se daje zbog vulkana poginulo oko 190 hiljada ljudi.

25 - *Enciklopedija Britanika, Cikago 198* <http://www.maturski.weebly.com>

---

3., str 503 - 504.

### 3. UnCAT VULKANA NA KLIMU

Uticaji vulkana se ponekad ne očituju samo u bližoj okolini. Neke erupcije prouzrokuju promjene koje se primjećuju u širim područjima, a ponekad i u cijelom Svijetu. Vulkani za vrijeme erupcije u atmosferu oslobađaju velike količine vodene pare, ugljendioksida i ugljenmonoksida. Izvor ovih gasova je magma koja se *uzdiže* na vrh vulkana. Prije nego se magma počne uzdizati gasovi se nalaze u tečnom stanju zbog potiska kojem su izloženi. Dok se magma postepeno diže i pritisak opada tako da gasovi polahko prelaze u gasovito stanje. Gasovi se postepeno šire čime magma gubi na gustini što joj omogućava da se lakše penje prema vrhu planine. Na vrhu planine gasovi pucaju uzrokujući velike eksplozije unutar magme. Ovaj događaj možemo uporediti sa šampanjcem kojeg otvorimo nakon što ga prethodno protresemo. Gasovi koji se oslobađaju pri takvim eksplozijama mogu da se podignu u zrak i po nekoliko kilometara. Vjetrovi koji su aktivni iznad tog područja u stanju su da ove gasove prenesu i hiljade kilometara od mjesta erupcije. Ugljendioksid je gas koji u zavisnosti od svoje količine može da ima najviše uticaja na klimatske prilike u nekoj regiji. Spajajući se sa vodom i oksigenom, ugljendioksid formira sulfičnu kiselinu. Ova kiselina u stratosferi veoma lahko prelazi u tečno stanje formirajući sulfatne aerosoli, koje povećavaju količinu sunčeve svjetlosti koja se reflektuje nazad u svemir. Ova pojava uzrokuje hlađenje u nižim dijelovima atmosfere. Naučnici pretpostavljaju daje uzročnik nagle klimatske promjene, koja se desila 1980. godine, bio pepeo koji je oslobođen u atmosferi putem velikog broja erupcija. Istraživanja koja se sprovedena na ovom polju dovode nas do veoma zanimljivih rezultata. Ispitujući klimatske promjene nakon tri velike erupcije (Tambora 1815., Krakatau 1883. i Agung 1963. godine) primjeti se da se nakon svake od njih prosječna temperatura spustila za 0,18 -1,30 °C. S druge strane količina vulkanske materije koja je oslobođena u atmosferu u sva tri slučaja bila je različita. Upoređujući pepeo i ugljendioksid naučnici su primjetili da čestice sulfatne aerosoli ostaju i po godinu dana u atmosferi, dok čestice pepela nakon nekoliko mjeseci padnu na zemlju. Oni tvrde da ukoliko se oslobodi velika količina ugljendioksida, to bi moglo da uzrokuje globalne klimatske promjene.

Godine 1882. u Meksiku se aktivirao vulkan El Chicon koji je oslobodio 8 miliona tona sulfatnih aerosoli u atmosferu.\*<sup>2</sup>\*<sup>9</sup> Nedugo nakon toga na nekim mjestima u svijetu temperature su osjetno pale, dok su porasle u gornjim slojevima atmosfere. Prije toga, 1980. godine, nakon erupcije planine St Helens (Sveta Jelena) u atmosferu je izbačeno manje sulfatnih aerosoli (1 milion tona). Nikakve značajnije klimatske promjene nisu zabilježene. Naučnici su otkrili kako erupcije koje se dešavaju u tropikalnim područjima veoma mnogo utiču na klimatske prilike sjeverne polulopte. Posmatrajući ranije erupcije i mjesta koja su bila meta klimatskih promjena naučnici pokušavaju doći do rezultata mogućih erupcija u budućnosti. Trenutno naučnici koriste veoma različite metode u pokušaju da predvide vrijeme erupcije na nekom vulkanu. U zadnjih

nekoliko godina ostvareni su zapaženi rezultati na ovom polju. Uz pomoć najnaprednijih pomagala naučnici su u stanju da stalno prate neki vulkan i sva dešavanja u njemu. Oni tvrde da ukoliko želimo predvidjeti erupciju, kao prvo moramo detaljno poznavati prošlost tog vulkana. Da bi došli do što jasnijih podataka oni ispituju u kojim periodima i koliko često se dešavala erupcija na tom vulkanu, te koje materije je vulkan izbacivao tokom erupcije.

---

*26 -Geografski list; Naučno-popularni časopis za školsku omladinu, Geografsko društvo FBiH, školska 1999/2000, Sarajevo, broj 75, str. 48 - 49*

Prateći neku erupciju naučnici upoređuju podatke koje su dobili i situaciju koja se u tom trenutku odigrava na vulkanu. Prije same erupcije, magma počinje da se sakuplja u magmatskoj prostoriji unutar vulkana. Kao što smo već spomenuli, u toku podizanja magme plikovi unutar nje počinju da rastu. Ovo širenje uzrok je manjih potresa na vulkanu. Naučnici ove potrese nazivaju *sismičkhn pokazateljima*. Prije same erupcije svaki vulkan pokazuje određenu mjeru sismičke aktivnosti. U trenutku kada se ove aktivnosti znatno povećaju istraživači znaju da je blizu trenutak erupcije. Potrese koji uzrokuju podizanje magme naučnici mjere pomoću *sismometra*. Podaci koji se dobivaju pomoću sismometra koji su postavljeni na različitim mjestima na planini unose se u račun. Uz pomoć precizne obrade podataka naučnici dolaze do veoma jasnih podataka pomoću kojih se prate sve sismičke promjene u vulkanu. U nekim situacijama kada se magma približi vrhu vulkana moguće je primjetiti promjene na površini vulkanskih padina. Na tim mjestima pojavljuju se ispuščenja kao na napušemo balon. U tom periodu nakon nekoliko dana, pa čak i sati moguće je primjetiti prve napukline pri vrhu planine. Na nekim vulkanima promjene se dešavaju nekoliko mjeseci nakon erupcije, a na nekim nekoliko sati prije erupcije. Naučnici se koriste različitim metodama da bi mogli pratiti ove promjene. Mjerila koja se postavljaju na površini vulkana, ili u duboke rupe koje se buše mogu dati veoma važne podatke o samom vulkanu. Satelitska tehnologija je još jedan od načina na koji se dolazi do podataka o površinskim promjenama na vulkanima. Nedavno je razvijen stroj koji će, izgleda, veoma mnogo doprinjeti istraživanjima na ovom polju, koga su naučnici nazvali *vještačld inferometarski radar*. Kada naučnici odrede vulkan sa visokim stepenom rizika za erupciju, onda ovaj stroj detaljno pregledava određeni vulkan i mjeri sve površinske promjene veoma precizno, makar se radilo o centimetrima. U periodu od nekoliko



mjeseci naučnici dobivaju kompletne rezultate o svim promjenama na reljefu jednog vulkana Posmatranjem plinskih aktivnosti na vulkanu može se doći do važnih podataka. Prvenstveno se ispituju količina karbona i ugljendioksida, a povećanje ovog gasa dobar je znak da je magma stigla blizu površine vulkana Nakon sakupljanja uzoraka gasova, naučnici u laboratorijama ispituju njihov sastav. Ukoliko nije moguće da se uzmu uzorci onda se koriste sprave koje na licu mjesta ispituju sastav gasa Uz pomoć radio talasa mjerači dobivene podatke šalju do istraživačkih centara gdje se dolazi do konačnih podataka Uz pomoć napredne tehnologije i novih podataka do kojih se svakim danom dolazi sve više i više, naučnici su u mogućnosti da sa dosta preciznosti predvide datum moguće erupcije. Naravno, postoji još uvijek veliki broj prepreka koje trebaju da se prevaziđu. Jedan od problema sa kojima se naučnici suočavaju je činjenica da se veliki broj vulkana širom svijeta u bitnoj mjeri razlikuje po svojoj građi. S druge strane da bi se precizno predvidjela erupcija potrebno je veoma dugo posmatrati aktivnosti na planini i unutar nje. Zbog mnogih razloga nemoguće je posmatrati sve planine. Samo 10% njih spada u grupu planina na kojima se vrše razna istraživanja Najveća prepreka sa kojom se susreću naučnici je visoka cijena koja se treba platiti za tehničku opremu. Druga prepreka je "dubok san" u kojem se vulkani nalaze već dugo vremena Primjera radi erupcija na planini Pinatubo se desila nakon stotina godina mirovanja tako da su i naučnici, a i okolno stanovništvo potpuno zanemarili njen potencijal, a mnogi ljudi nisu ni znali za postojanje ovog vulkana Početak vulkanske aktivnosti bio je veliko iznenađenje za sve. Na početku iz planine je počela da se oslobađa para Istraživači koji su bili u blizini ovog područja odmah su postavili svoja mjerila Naravno bilo je važno dobiti podatke i o prošlosti planine Pinatubo. Naučnici su veoma brzo pripremili geološku kartu planine. Rezultati su pokazali da se *zadnja* erupcija na ovoj planini desila prije 400 godina Zatim su određene lokacije koje su bile rizične i podaci su dostavljeni lokalnim vlastima Oko milion ljudi koji su živjeli na tom području bili su obavješteni o situaciji. Uz dokumentarne, koji je pripremljen od strane naučnika, 70 hiljada stanovnika, u jednom danu, pristalo je da napusti svoje kuće. Tako je znatno umanjen broj

žrtava od erupcije koja se desila sljedeći dan. Ovaj primjer na najbolji način nam pokazuje koliko je važan naučni rad na ovim planinama, jer podatci koji se na vrijeme dostave vlastima mogu spasiti dragocjene ljudske živote.

Koordinacija koja se uspostavi između naučnika, vlasti i predstavnika medija može biti od presudnog značaja za vrijeme ove prirodne katastrofe. Iako su vulkani oduvijek bili izvor straha prema prirodi ne možemo zanemariti njihovu korist na živi ekosistem. Minerali koji se oslobađaju u velikoj mjeri utiču na plodnost zemlje u okolini vulkana, tako da zemljoradnici uprkos svim

opasnostima ne mogu da se odvoje od tog područja. Primjer gdje vulkan donosi korist stanovništvu je vulkan Kawai Jen. U kraterskom udubljenju ovog vulkana nalazi se jezero sa zapreminom od 36 miliona m<sup>3</sup>, čiji zidovi predstavljaju pravi izvor uglja. Lokalno stanovništvo sa tih zidina dnevno vadi po 4 tone uglja

<http://www.maturski.weebly.com>

## VIII ZAKLJUČAK

Ako je to tačno, onda vulkani Zemlju, na neki način, povezuju sa njenim početkom. Iz središta Zemlje silovito izbija ogromna energija vatre. Ona izlazi na vulkansko grotlo ili krater u obliku usijane lave, dima, kamenja, sumpornih para i vrelih izvora. Sigurno znanje o tome šta su vulkani još nije postignuto. Naučnici ulažu velike napore da to i postignu i da predvide eventualne buduće aktivnosti vulkana. Oni, izlažući se velikoj opasnosti, odlaze do samih kratera, snimaju erupciju vulkana (izbijanje lave), proučavaju gasove, mjere temperaturu itd.

Zahvaljujući takvim njihovim naporima, danas se o vulkanima zna mnogo više nego ranije. Sve se uspješnije mogu i predvidjeti erupcije vulkana i na taj način izbjeći velike nesreće koje vulkani izazivaju. Ukoliko pogledamo kartu na 13. stranici ovog rada, možemo zaključiti da vulkani nisu ravnomjerno raspoređeni, ti. da nisu prisutni u svim dijelovima planete Zemlje. Vulkani su vezani za područja mladog boranog gorja i za velike tektonske prijelomne zone. To je i potpuno razumljivo, jer je prodiranje magme iz unutrašnjosti jedino moguće u tektonski poremećenim i raspucanim terenima.

U posljedice vulkanskih erupcija ubrajaju se: velika ekološka onečišćenost, veliki broj ljudskih žrtava i dr. Vremenom broj žrtava se smanjivao zahvaljujući naučnom radu i većim mjerama predostrožnosti. Možda zvuči nerealno, ali vulkanske oblasti su

zaista gusto naseljene uprkos opasnostima od erupcija. Ukoliko pogledamo statističke podatke, koji su predstavljeni u ovom radu možemo zaključiti da je prisutna velika koncentracija stanovništva oko vulkana Bez obzira što su posljedice vulkanskih erupcija ogromne, ne trebamo zaboraviti da su vulkani samo dio jednog velikog sistema koji našu planetu održava u životu. A da njih nema, da li bi bilo života uopće?

<http://www.maturski.weebly.com>



**Slika 19 – Naučnici posmatraju aktivnost**

<http://www.maturski.weebly.com>

