**SUPERVULKANI**

[www.maturski.org](http://www.maturski.org)

**Supervulkani**

*Supervulkani* predstavljaju naja**č**e i najopasnije vulkane na Zemlji. Smatra se dapredstavljaju najve**ć**u prirodnu silu od koje ve**ć**a sila danas postoji samo u svemiru. Ima ih oko 40, od kojih je ve**ć**ina ugašena. Jako retko prorade i tad mogu dovesti do velike katastrofe. U stanju su da promene izgled **č**itavog kontinenta, da promene globalnu klimu planete i drasti**č**no smanje broj živih bi**ć**a na Zemlji.

Sam termin supervulkan ozna**č**ava erupciju vulkana magnitude 8 na indeksu eksplozivnosti vulkana. Index eksplzivnosti vulkana je skala od 8 podeoka od 1 do 8 koji pokazuju koliko lave i pepela se izbaci tokom erupcije. Tako na primer erupcijom vulkana Sveta Helena je 1980. godine izbacio 2 kubna kilometra lave i pepela a bio je ja**č**ine 1 na IEV. Erupcija supervulkana bi izbacila više od 1000 kubnih kilometara materijala.

Osnovna razlika izme**đ**u supervulkana i obi**č**nih vulkana je u tome što kod supervulkana magma se nalazi u velikim komorama koje se nalaze svega nekoliko kilometara ispod površine. Komora se polako stalno dopunjuje pri **č**emu se pove**ć**ava i pritisak. Usled pove**ć**anja pritiska dolazi do podizanja tla. Kada pritisak postane dovoljno jak dolazi do erupcije. Pri erupciji supervulknana ne dolazi do formiranja kupaste planine ve**ć** ogromne kružne kaldere. Ovi vulkani se zapravo urušavaju u prostor iz koga najpre iskulja magma i pepeo kog ima dovoljno da prekrije desetine hiljada kvadratnih kilometara površine debelim naslagama. Kod erupcije se tako**đ**e izbacuje velika koli**č**ina sumpora i pepela, kojih ima toliko puno da bi moglo izazvati nuklearnu zimu. Na slici br. 1 mogu se videti mesta nalaska nekih od supervulkana. Najpoznatiji supervulkani današnjice su Jelovston i Toba.



Slika br. 1

2

**Jeloustoun**

Ispod najstarijeg nacionalnog parka na svetu Jelovstonu leži najve**ć**i supervulkan. Otkriven je šestdesetih godina dvadesetog veka snimanjem zracima infracrvenog spektra iz satelita.

Sam park zauzima površinu od devet hiljada kvadratnih kilometara. Nalazi se na trome**đ**i saveznih država: Montana, Idaho i Vajoming (slika br. 2). Park je koncentracija najraznovrsnijih formi koje je priroda smislila. U njemu se nalaze jezera, kanjoni, reke i planinski venci. U njemu je smešteno 300 gejzira i polovina svih svetskih geotermalnih izvora preko deset hiljada. U njemu buja raznoliki divlji životinjski i biljni svet.



Slika br. 2

Me**đ**utim sve te pojave kao što su gejziri i topla jezera, fumarole itd. ukazuju na to da se ispod parka nešto dešava.

**Rezervoar**

Ispod parka se nalazi hot spot duga**č**ak 2900 kilometara koji polako doprema magmu u slojeve ispod Zemljine kore. Na mestima ispod površine na kojima se sakuplja magma nastaje rezervoar magme (slika br. 3). Rezervoar magme je otprilike 40 km do 80 km u pre**č**niku sli**č**ne veli**č**ine kao kaldera koja se nalazi iznad njega. Vrh rezervoara je oko osam kilometara ispod površine dok je dno na nekih 16 kilometara. Me**đ**utim rezevoar nije ispunjen samo fluidnom magmom. Magma je delimi**č** no istopljena što zna**č**i da samo deo kamenja je istopljen (oko 10 do 30 procenata). Ostali deo materijala je **č**vrst ali zato jako vreo.

Kako bi dobili vel**č**inu komore, nau **č**nici koriste metodu sli**č**nu metodi skeniranja ljudskog tela X-zracima u medicini, pri kojoj se kada se X-zraci propuste kroz telo dobija se 3-D slika unutrašnjih organa. Na analogan na**č**in metodom zvanom seizmi**č**ka

3

topografija uz koriš**ć**enje hiljada seizmograma koji mere brzinu sizmi**č**kih talasa od zemljotresa i malih potresa izazvanih dinamitom daju podatke koje omogu**ć**uju stvaranje 3-D slike unutrašnjosti Zemlje. Na ovaj na**č**in može se odrediti veli**č**ina rezervoara.

U rezervoaru se nalaze dve vrste magme - kisela i bazna.

Bazna magla dolazi iz unutrašnjosti zemlje dok kisela nastaje topljenjem prisutnog stenja. Zbog stalnog dotoka magme rezervoar se stalno pove**ć**ava zbog **č**ega dolazi i do pove**ć**anja pritiska. Pove**ć**anje pritiska se manifestuje time, što magma koja se kre**ć**e prema gore kada stigne do vrha komore, po**č**inje da se kristalizuje i postaje guš**ć**a pri **č**emu se osloba**đ**aju gasovi koji pove**ć**avaju pritisak. Usled pove**ć**anja pritiska na površinikore se javlja ispup**č**enje. Kada pritisak postane kriti**č**an dolazi do pucanja Zemljine kore pri **č**emu se izbacuje velika koli**č**ina magme, gasa i pepela. Kada se pritisak oslobodi Zemljina kora koja je bila ispup **č**ena sada pada u ispražnjenu komoru gde je nekad bila maga pri **č**emu se formira velika depresija koja se naziva *kaldera.*



Slika br. 3

**Prošlost**

Nau**č**nici tvrde da hot spot koji je ispod Jelovstona postoji ve**ć** 17 miliona godina.. Me**đ**utim hot spot nije oduvek bio ispod Jelovstona.

Hot spot je nastao na trome**đ**i saveznih država: Oregona, Nevade i Idaha. Zbog pomeranja Severnoameri**č**kog platoa jugo- zapadno, dolazi i do pomeranja mesta na kome se taloži magma. Na taj na**č**in se hot spot selio severo-isto**č**no pri **č**emu je mnogo puta eruptiro. O tome danas svedo**č**e nekoliko prastarih kaldera koje su danas ve**ć**ina u

4

sastavu ravnice oko reke Snejk. Hot spot je stigao ispod Jeloustouna pre oko 4 miliona godina.

Podru**č**je Jelovstouna je proizvelo 3 izuzetno jake vulkanske erupcije u prošlosti 2,1 miliona godina. U svakom od ovih kataklizmi**č**nih doga**đ**aja , ogromne koli**č**ine magme su izbile na površinu i u atmosferu kao mešavina vrelog stenja, vulkanskog pepela (malih oštrih fragmenata vulkanskog stakla i stenja) i gasova koji se šire piroklasti**č**nim tokovima u svim pravcima.

Prva od ovih erupcija koje su formirale kaldere stvorila je 2,1 miliona godina veliki vulkanski nanos poznat kao tuf Haklberi. Ovaj doga**đ**aj ogromnih razmera formirao je kalderu od više 100 kilometara u pre**č**niku. Ovom prilikom je izbacio 2450 kubnih kilometara vulkanskog materijala.

Sli**č**na, ali manja, no pak ogromna erupcija dogodila se pre 1,3 miliona godina. Ova je formirala kalderu Henric Fork na podru**č**ju parka Ajlend, zapadno od nacionalnog parka Jelouvstoun i tako**đ**e vulkanski nanos koji se naziva tuf Mesa Fals.

Najskorija sli**č**na erupcija od pre 640 hiljada godina stvorila je kalderu Jelouston koja je 55 km široka a 80 km duga. Piroklasti**č**ni tok ove erupcije je za sobom ostavio debele naslage vulkanskog taloga poznatog kao tuf Lava Krik. One formiraju severni zid kaldere (slika br. 4).Ogromne koli**č**ine vulkanskog pepela su izba**č**ene u atmosferu i naslage ovog pepela se mogu prona**ć**i na mestima u Ajovi, Luizijani, Kaliforniji koje su dosta udaljene od Jelouvstouna.

Manje erupcije se dešavaju svakih 20 hiljada godina, dok se male javljauju skoro svakodnevno. Ako pogledamo periode javljanja velikih erupcija vide**ć**emo da se one javljaju svakih 600 do 700 hiljada godina pa prema tome poslednja erupcija ve**ć** kasni.



Slika br. 4

5

**Katastrofa**

Slede**ć**a erupcija na Jeloustounu bi trebala biti 2500 puta ja**č**a od erupcije vulkana Sveta Helena 1980. godine koji je izbacio toliko magme da bi se ceo London mogao prekriti sa 4 metra naslagama pepela. Erupcijom Jelovstona bi se mogla pokriti cela Britanija sa naslagama pepela od 4 metra. Erupcija ovog vulkana oslobodila bi svake sekunde energiju 1000 atomskih bombi ba**č**enih na Hirošimu. Zvuk koji bi se tom prilikom **č**uo, bio bi najglasniji koji je ljudska vrsta od kada živi na planeti ikad **č**ula, a to je oko 75 000 godina.

Magma koja bi tom prilikom izletela, izbacila bi preko 2000 miliona tona sumporne kiseline 50 kilometara visoko u stratosferu. Lava debljine 30 metara bi prekrila region oko erupcije veli**č**ine 103 kvadratnih kilometara. Nacinalni park bi bio totalno nestao a okolni gradovi bi bili uništeni lavom, piroklasti**č**nim izlivom i pepelom. Naslage pepela oko vulkana bi bile 6 metara a na udaljenosti od oko 400 kilometra sa pola metra debljine naslage.

Dugotrajni efekti kataklizme bi bili još gori. Zbog hiljadu kubnih kilometara pepela u atmosferi, prolazak sun**č**evih zraka bi bio blokiran, fotosinteza u biljkama onemogu **ć**ena i globalna temperatura bi naglo pala na maksimum 12 stepeni na severnoj hemisferi i do 1 stepen u južnoj. Nastala bi takozvana nuklearna zima. Najmanje jedna milijarda ljudi bi umrla.

**Hidrotermalne eksplozije**

Veliki rezervoar magme Jelovstona dostiže temperature i više od 800 stepeni celzijusa, i zagreva stene koje ga okružuju. Zbog toga prose**č**an protok toplote na površini zemlje je oko 30 puta ve**ć**i nego bilo gde drugde u stenovitim planinama. Kako se sneg i kiša talože u zemljištu, oni apsorbuju dovoljno ove energije da se površinske vode zagrevaju gotovo do klu **č**anja. Gejziri i ostala termalna podru**č**ja nacionalnog parka Jeloustoun su mesta gde se ta voda iz zemlje probija na površinu. Bušenja zemlje radi istraživanja tokom 60-tih godina, potvrdila su da je voda ispod površine veoma vrela. U basenu Noris na dubini od samo 332 metra zabeležene su temperature od 238 stepeni celzijusa.

Pošto se ta**č**ka klju**č**anja vode pove**ć**ava sa pritiskom, a pritisak sa dubinom podzemna voda može biti toplija od klju**č**ale vode bliže površini. Ako se pritisak brzo smanji, vodeni džepovi mogu od jednom, proklju**č**ati uzrokuju**ć**i eksploziju kada se voda pretvori u paru. Takvi procesi uslovljavaju erupcijama gejzira, kao što je Old Fejtful koji u pravilnim razmacima izbacuje paru i vodu, re**đ**e se dešava da eksplozije budu ja**č**e i da se voda iz stene izbaci više od 300 metara u vis. U geološkoj prošlosti Jeloustouna, takvi nagli doga**đ**aji, nazvane su hidrotermalne eksplozije, dogodile su se bezbroj puta, stvaraju**ć**i nova brda i kratere. Zna**č**ajnija hidrotermalna eksplozija dogodila se 1989. godine kod gejzira Pork**č**op u basenu Noris. Ostaci ove eksplozije su jasno vidljivi i danas kao obru**č** delova stenja 5 metara preko centralnog izvora Pork**č**opa. 1889. i rane 1890. god. serija eksplozija i erupcija gejzira dogodila se kod gejzira Ekscelsiar u basenu Midvej. Neka od eksplozija odbacile su stene u daljini do 15 metara. Mnogo snažnije hidrotermalne eksplozije dogodile su se u Jeloustonu tokom njegove geološke prošlosti.

Više od desetine velikih kratera formiranih hidrotermalnim eksplozijama u periodu od pre 14 hiljada do 3 hiljade godina, uzrokovani su naglim promenama pritiska

6

hidrotermalnog sistema. Mnogi od ovih kratera su unutar Jelovstonske kaldere ili duž linije sever-jug izme**đ** u Mamut i Noris basena. Najve**ć**i krater nastao je hidrotermalnom eksplozijom na svetu. Nalazi se duž sevrne ivice Jeloustonskog jezera u zalivu Meri.

Ovaj krater pre**ň**ika 2,6 km. formiran je pre oko 13800 godina i možda je nastao posredstvom nekoliko uzastopnih eksplozija u kratkim vremenskim razmacima. Šta je konkretno pokrenulo ove krupne doga**đ** aje nije jasno utvr**đ**eno, ali su zna**č**ajni faktori verovatno bile nagle promene u nivou jezera ili zemljotresi i promene pritiska zbog topljenja gle**č**era. Ove velike i opasne hidrotermalne eksplozije su nevezane za vulkanske aktivnosti. Ni jedan od njih u proteklih 16000 godina nije bila pra**ć**ena erupcijom magme. Dublji sistemi magme nisu povezani sa spektakularnim eksplozijama pare i formiranjima kratera. I ako su snažne hidrotermalne eksplozije deo skorašnje geološke istorije Jeloustona ve**ć**ina nijh istorijski gledano je bila srazmerno slaba i ostavila kratere od svega nekoliko metara u pre**č**niku. Na primer rane 2003. godine pojavila se duga pukotina na brdu iznad jezera Nimt, severno od basena Noris, iz koje je izlazila para i komadi stenja. I ako je ve**ć**ina hidrotermalnih eksplozija u parku slaba, mogu se uo**č**iti njihovi ostatci. Oni obazrivom posmatra**č**u svedo**č**e o neprekidnoj geološkoj aktivnosti Jeloustouna

Avgusta 2003. geolog Liz Morgan, objavila je rezulatate svog **č**etvorogodišnjeg istraživanja gde otkriva da je na dnu Jeloustonskog jezera došlo do nadimanja tla u dužini od 610 metara. Uzdignu**ć**e je visoko oko 30 metara, kao desetospratna zgrada i posledica je ogromnog pritiska odozdo. Da li je u pitanju pritisak vode ili magme, još niko ne zna. Ako je u pitanju magma, predstoji pomenuta katastrofa. Ako je u pitanju voda, to može iazazvati snažnu hidrotermalnu eksploziju Male hidrotermalne eksplozije dogadjaju se svakih nekoliko godina u basenu gejzira. Velike hidrotermalne eksplozije doga**đ**aju se u periodima od nekoliko hiljada godina, i one ostavljaju ogromne kratere.

**Oslobođena energija**

Jedan kvadratni metar zemlje na ovom mestu emituje toplotu jednaku snazi od 2 W. Ako se oslobodi toplota na 50 kvadratnih metara i pretvori u elektri**č**nu energiju, mogla bi se upaliti sijalica od 100 W. **Č**itav Jelouston osloba**đ**a 5 GW energije, što bi pretvoreno u struju, bilo dovoljno za grad od dva miliona ljudi. Danas zemljište Jeloustona emituje 30 do 40 puta više toplote nego prose**č**na Severna Amerika.

**Zemljotresi**

U okviru Jeloustona i njegove bliže okoline svake godine dogodi se od 1000 do 3000 zemljotresa. Iako su suviše slabi da bi se osetili ovi zemljotresi održavaju aktivnu prirodu Jeloustonske regije, jedne od sejzmi**č**kih najaktivnijih u SAD. Svake godine ljudi osete zemljotrese magnitude 3- 4.

Iako su neki potresi uzrokovani podizanjem magme i interakcijom vode i vrelog zemljišta, mnogi nastaju i nabiranjem zemljine kore , kada nastaju planine. Tako na primer glavni nabori duž Tetona, Medison i Galatiske visoravni prolaze kroz nacinalni park i verovatno su postojali davno pre bilo kakve vulkanske aktivnosti. Pokretanje ovih nabora može uzrokovati snažne zemljotrese. Najve**ć**i zemljotres u skoroj istoriji

7

Jeloustona dogodio se 1959. godine sa centrom blizu jezera Hebgen, zapadno od nacionalnog parka. Imao je magnitudu od 7,5 pri **č**emu je na**č**inio veliku materijalnu štetu a poginulo je 28 ljudi, ve**ć**ina u odronu koji je izazvao.

Geolozi zaklju**č**uju da su veliki potresi poput ovog na jezeru Hebgen, teško mogu**ć**i u podru**č**ju Jelovstonske kaldere, pošto su površinske temperature visoke, **č**ime se stene omekšavju i manje je verovatno da **ć**e do**ć**i do lomljenja. Me**đ**utim potresi unutar kaldere mogu biti magnitude do 6,5. Potres otprilike ove snage koji se dogodio 1975. god. blizu basena gejzira Noris, se osetijo u regionu.

**Č**ak i udaljeni potresi mogu da uti**č**u na Jeloustoun.U novembru 2002. god., zemljotresmagnitude 7,9 je pogodijo Denali Folt na Aljasci, nekih 3100 km od Jeloustona. Pošto je energija ovog potresa bila usmerena ka aktivnom jeluostuonskom vulkanskom i hidrotermalnom sistemu, tamo je prouzrokovala više manjih potresa. Hidrotermalni sistem regije je veoma osetljiv na potrese, i prilikom njih prolazi kroz zna**č**ajne promene. Zemljotresi bi možda imali potencijal da destabilizuju Jeloustonski sistem tople vode i uzrokuju eksplozivne hidrotremalne erupcije.



Zemljotresi u periodu od 1973 do 1995 godine, slika br. 5

8

**Erupcija da ili ne?**

Jedan od najpoznatijih engleskih eshatologa ( prou**č**avalac Sudnjeg dana ), Jan Garni, upozorava da **ć**e se uskoro desiti erupcija na Jeloustounu. Na to ga navode i neke nau**č**ne naznake i nedoumice. Naime, 22. jula 2003. godine iz uprave Jeloustonskog parka objavljeno je da usled pove**ć**anja hidrotermalne aktivnosti oko gejzirskog bazena Noris, posetiocima ne**ć**e biti privremeno dozvoljen pristup. Ina**č**e, jedna od najve**ć**ih atrakcija

u parku je gejzir nazvan "Parobrod" ( slika br. 6). Poznato je da gejzir nastaje kada se voda kroz pukotine u stenama vulkanskog porekla sliva do užarene magme. Tako zagrejana voda stvara paru, koja pod pritiskom pokušavu sebi da na**đ**e put kroz otvore i pukotine u stenama. Što više pare se pojavi, to zna**č** i njeno kontinuirano oslobadjanje iz prostora sa magmom.



Kako se oticanje pare odvija, smanjuje se pritisak i koli**č**ina vode na magmi. Kada se super vrela voda u magmi nagomila, a pritisak padne

Slika br. 6

ona eksplodira izbijaju**ć**i na površinu kao gejzir i do 100 metara visok Na žalost, kada para iz pukotina ne izlazi, i njena koli**č**ina opada, stvara se lažna slika mirovanja. To može biti samo mirovanje pred još ja**č**u buru ."Parobrod" **ć**e u ovom veku biti, po prora**č**unima nau**č**nika, veoma aktivan. Izmedju 1991. i 2000., nije bilo erupcija. Ipak od maja 2000. "Parobrod" se aktivirao 5 puta. Poslednji put, 27. aprila 2003. Me**đ**utim s druge strane nau**č**nici tvrde da do erupcije ne**ć**e do**ć**i narednih hiljadu a možda i 10 hiljada godina. Oni smatraju da **ć**e se pojaviti znaci upozorenja jednu deceniju ili vek ranije koji **ć**e ukazati da **ć**e do**ć**i do erupcije. Ti znaci bi trebali da budu u vidu puno zemljotresa, masivnih ispup**č**enja zemlje, rojeva zemljotresa na specifi**č**nim mestima, promene u hemijskom sastavu lave pri malim erupcijama, promene u sastavu gasa koji nastaju pri isparenju i kao i veliki stepen lomljenja Zemljine kore.

Ni jedan od ovih znaka još nije prisutan.

Za nau**č**nike je ipak najvažnije da shvate mehanizam aktiviranja ovog vulkana, kako bi znali da li je došao period nestabilnosti. Sigurno je samo da **ć**e erupcije biti, jer nagomilana magma mora napolje.

9

Sadržaj:

**Supervulkani** 2

**Jeloustoun** 3

Rezervoar 3

Prošlost 4

Katastrofa 6

Hidrotermalne eksplozije 6

Oslobo**đ**ena energija 7

Zemljotresi 7

Erupcija da ili ne? 9

10

Koriš**ć**ena literatura : http://dsc.discovery.com/convergence/supervolcano/interactive/interactive.html http://www.solcomhouse.com/yellowstone.htm http://www.ivonazivkovic.net/supervulkan%20jelouston.htm

**č**asopis: Astronomija br. 28 / 2007 http://volcanoes.usgs.gov/yvo/ http://sr.wikipedia.org

[www.maturski.org](http://www.maturski.org)