

PREKRETNICA U POVIJESTI ZAGREBA

Veliki zagrebački POTRE

1880. godine

Jutro 9. studenoga 1880. na zagrebačkom području bilo je sumorno, maglovito i hladno. Iznenada, baš negdje oko svitanja, prije nego što je na gradskim ulicama zavladała svakodnevna užurbanost, snažno potresanje tla i podzemna tutnjava uzbudili su cjelokupno građanstvo. Potres je oštetio mnoge kuće, usmratio troje ljudi, ali ujedno dao snažan zamah uređenju grada i razvoju hrvatske seizmologije



Tekst **prof. dr. Davorka Herak** i **prof. dr. Marijan Herak**
Fotografije **Muzej grada Zagreba**





Zagrebačko područje najgušće je naseljeni dio Hrvatske te je zato vrlo ranjivo tijekom prirodnih nepogoda, posebno potresa. U neposrednoj blizini grada nalaze se dva važna epicentralna područja: Medvednica i Brežice - Krško. Najbliže i najvažnije za Zagreb, epicentralno područje Medvednice, nalazi se samo 15 km sjeveroistočno od grada, a upravo se tamo, na području Planine i Kašine 9. studenoga 1880. godine dogodio snažan potres koji je uznemirio građanstvo te oštetio mnoge građevine u gradu i njegovoj široj okolici. Potres je u Zagrebu i Granešini odnio tri ljudska života.

U Zagrebu se potres osjetio intenzitetom od VIII stupnjeva MCS ljestvice. Osjetio se, primjerice, i u Vukovaru udaljenom 235 km od epicentra intenzitetom V^o MCS ljestvice,

a u Češkim Budjeovicama stale su dvije ure njihalice i ura na crkvenom tornju. Potres su osjetili i u Dubrovniku, 397 km od epicentra.

Teško, mutno jesensko jutro

Osam dana nakon potresa Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti (danas HAZU) povjerila je svojem matematičko-prirodoslovnom razredu zadaću da prikupi i obradi podatke o tom potresu. Već 17. studenoga Akademija je uputila molbu građanima da odgovore na osam pitanja, što predstavlja prvu makroseizmičku anketu na našem jeziku, a ujedno je i početak opažajne seizmologije na hrvatskim prostorima. Tom je prilikom izabrano i stručno povjerenstvo koje su činili akademici Ljudevit Vukotinović i Josip Tor-

”

...nješto preko polak osam sati začuje se podzemna tutnjava, nalik na jaku tutnjavu teško natovarena željezničkoga vlaka, a umah zatim potrese se zemlja takovom žestinom, kakovoj ne samo neima pametara u Zagrebu, nego joj neima traga od vjekova u ljetopisih zagrebačkih...

”

PRIJE 126 GODINA Zagreb je 1880.

godine imao oko 30.000 stanovnika, a u njemu su bile 2483 stambene zgrade i 1187 gospodarskih. Razorni potres ošteti je gotovo sve zgrade, mnoge i potpuno uništio, no zahvaljujući tome, u godinama koje su slijedile podignute su mnoge nove javne zgrade te je stvorena transportna i druga infrastruktura grada

bar, sveučilišni profesor Vinko Dvořák te Ivan Stožir, profesor na kr. vel. realki.

Izvjешće o zagrebačkom potresu sastavio je 1882. godine akademik Josip Torbar, a tiskano je na 141 stranici, uz osam stranica uvoda, zemljovid, 15 slika i sedam tablica. Ovdje ćemo iz njegova izvješća prenijeti opis početka potresa i ukratko njegove učinke u Zagrebu.

»Dne 9. studenoga 1880. svanusmo u Zagrebu teškim mutnim jesenskim jutrom... termometar pokazivaše 9,4 °C, tanka jesenska magla slegla se ponad zemljom, a iz nje sipila je riedka kišica, dočim je sa sjeveroistoka puhao hladan, vlažan vjetar. Nješto preko polak osam sati začuje se podzemna tutnjava, nalik na jaku tutnjavu teško natovarena željeznikoga vlaka, a umah zatim potrese se zemlja takovom žestinom, kakovoj ne samo neima pametara u Zagrebu, nego joj neima traga od vjekova u ljetopisih zagrebačkih. Najprije se pojavi potres dvama silnim okomitim udarcima, jednim gori, drugim opet doli, a

zatim se prometne trešnja u silno undulatorno drmanje, koje predje u valovito titubanje, te se napokon završi slabim vibriranjem... Posljedci ovoga potresa bijahu užasni. Iza prvoga udarca uzvitala se celim gradom silna prašina; dimnjaci i silno ciglovje popadaše s krovova, vatrobrani zidovi porušiše se te pokriše ulice ruševinom...«

Pukla zemlja...

Da bi se danas moglo procijeniti kakav je to potres bio, valja znati da su 1880. godine u Zagrebu bile 2483 stambene zgrade i 1187 gospodarskih, a grad je imao oko 30.000 stanovnika. Od ukupno 3670 objekata gotovo svi su oštećeni (!), a 12,6 posto zgrada je teško oštećeno (nastali su otvori u zidovima, rušenje unutarnjih zidova i dijelova zgrade, do rušenja cijele zgrade).

Najveće štete bile su u selu Planina, sjeverno od Kašine, gdje su »sve zidane seljačke kuće u veliko oštećene, gdje koje upravo porušene« pa se iz toga može zaključiti da je



MGZ 18.546

MGZ 2336

MGZ 18.546

MISA NA JELAČIĆ PLACU Zagrebačka katedrala stradala je u potresu toliko da se u njoj nisu mogla održavati redovna bogoslužja pa su se neko vrijeme mise održavale na glavnom gradskom trgu

CRKVA U KRALJEVU VRHU Budući da je epicentar potresa bio na području Medvednice, najviše je štete bilo u naseljima oko nje. Od župne crkve u selu Kraljev Vrh ostali su samo zidovi

U VLAŠKOJ ULICI U potresu su najgore prošli zidani objekti, a drvene su kuće uglavnom ostale čitave. U svakoj kući bilo je nekih oštećenja, a čak nekoliko stotina kuća postalo je neupotrebljivo



epicentar potresa bio upravo u tom području. Potres je uzrokovao i pukotine u tlu iz kojih je izlazio sitni sivi pijesak i stvarao kupčice u nekim mjestima blizu rijeke Save (Jarun, Resnik, Drenje, Trstenik). U vrijeme potresa uzburkala se Sava u Zagrebu »toli silno, da su valovi čak preko obronka na obalu sizali, a onda opet na drugu stran udarali« (Torbar, 1882.). Iz Karlovca je javio očevidac da je i Kupa »visoke valove bacala između obje obale. U Stubici je na dva mjesta iza kupališta pukla zemlja te dvie ovelike rupe napunila vrućom vodom«.

U izvješću je detaljno opisano i ponašanje zagrebačkog pučanstva u vrijeme potresa. Tako se navodi da je nakon glavnog, najjačeg potresa 9. studenoga počela popuštati strava među pučanstvom jer su osjećali stalnu brigu gradske uprave, s načelnikom Matijom Mrazovićem na čelu, da se štete od potresa odmah poprave. Međutim, dva dana kasnije dogodio se snažan naknadni potres i onda »ostavi pučanstvo mir, kojim se bilo, zaboraviv prve strahote, svojemu poslovanju povratilo, te ga shrva novi strah, gori od prvoga... Ovako uzrujano ljudstvo ostaje čitave dane na ulicah i trgovih, a noć probdije u daščarah, koje su poglavarstvom namještene na Zrinjskomu trgu i Ciglani, ili prospava u fijakerih i omnibusih, koji po ciele noći stoje na trgovih i ulicah...« Pa se dalje kaže: »...Došav na 11.

stud. ili sledećih dana na željeznicu, mislio si da je nastala seoba naroda; jedva da se smaže vlakova, koji bi bježeće izvan Zagreba odpremili... Lijep inače, društven i veseo Zagreb pritiska sjeta i turobnost. Nestalo trgovine, oslabio promet, opustjele kavane i gostione, tudjinaca nestalo iz Zagreba.«

Začetak hrvatske seizmologije

Krajem studenoga stanje se u Zagrebu popravilo, a početkom prosinca u školama su se nastavila predavanja, ljudi su se počeli vraćati u grad, trgovina i promet su opet krenuli.

Podaci o ovome potresu poslužili su Josipu Torbaru da izračuna dubinu njegova žarišta na oko 12 km. Bilo je to prvo određivanje dubine žarišta u Hrvatskoj.

Dva dana nakon glavnog potresa dogodio se jak naknadni potres koji »uzkotrlja Zagreb novim do tri sekunde trajavšim potresom toli silno, da su se stare pukotine od 9. studenog dalje razjazile, a mjestimice nove pokazale«. U godini dana nakon glavnog potresa u Zagrebu se osjetilo oko 200 naknadnih potresa.

Osnivanje Povjerenstva za prikupljanje podataka o zagrebačkom potresu i istraživanju znanstvene građe bio je poticaj za daljnji rad na opažajnoj seizmologiji. U tome se naročito istaknuo dr. Mijo Kišpatić koji je od 1883. pa sve do 1906. izdavao »Potresna izvješća« u kojima se nalaze podaci o opaženim

SAMOSTAN U REMETAMA

Tridesettri minute nakon što su jednog sivog jesenskog jutra crkvene ure otkucale 7 sati začula se zaglušna tutnjava zemlje. Šteta koju je potres prouzročio u samo jednoj minuti morala se popravljati godinama

UNUTRAŠNOST REMETSKJE CRKVE

U remetskoj župnoj crkvi Sv. Marije svod se potpuno srušio i sva je sreća da u tom trenutku ispod njega nije bilo nikoga. Da se potres dogodio u neko drugo doba dana, zasigurno bi bilo mnogo više stradalih





MGZ 6580

”

Lijep inače, društven i veseo Zagreb pritiska sjeta i turobnost. Nestalo trgovine, oslabio promet, opustjele kavane i gostione, tudjinaca nestalo iz Zagreba

”

potresima na području (današnje) Hrvatske i susjednih država, a koji su danas vrlo važni za seizmologe u Hrvatskoj.

Godinama mu je u prikupljanju podataka o potresima pomagao i dr. Andrija Mohorovičić koji se u Zagreb doselio u jesen 1891. godine. O Mohorovićevoj pomoći M. Kišpatić piše u jedanaestom »Potresnom izvješću« (za 1893. godinu) ovim riječima: »Dr. A. Mohorovičić, profesor i upravitelj meteorologijskog zavoda u Zagrebu, našao je u Hrvatskoj i Slavoniji cio niz rodoljuba, koji mu gotovo dan na dan na posebnih tiskanicah dojavljuju njeke meteorološke pojave, pa je u te tiskalice na moju molbu uvrstio i rubriku za potrese, a čitatelji će iz izvješća lako razabrati, da smo tim dobili neprocjenjivu podporu.«

Grad na klimavim nogama

Na širem zagrebačkom području potresi magnitude 3 ili veći (to su najslabiji potresi koji

mogu nanijeti male štete objektima) događaju se u prosjeku jednom u dvije godine. Magnituda 4 premaši se prosječno svakih deset godina, a potresi magnitude 6 (što je otprilike potres kao onaj iz 1880.) događaju se otprilike svakih 200 godina. To znači da je vjerojatnost da se ponovi potres iz 1880. u bilo kojoj godini oko 0,5 posto. Čini li vam se da je to mala vjerojatnost, recimo da je ona 75.000 puta veća nego da dobijete glavni zgoditak na Lotu 7/39!

To Zagreb čini jednom od potresima najugroženijih europskih metropola pa je strogo poštivanje pravila protupotresne gradnje, kao i kontinuirano opažanje seizmičnosti u Zagrebu posebno važno. Toga je bio svjestan i Mohorovičić već 1909. godine kada je napisao: »Neophodno (je) potrebno da se kod gradnje kuća u Zagrebu osobit obzir uzme na pogibelj od potresa, te da se potroši nešto više, samo da bude zgrada čim sigurnija od



MGZ 1479

” Neophodno (je) potrebno da se kod gradnje kuća u Zagrebu osobit obzir uzme na pogibelj od potresa te da se potroši nešto više, samo da bude zgrada čim sigurnija od potresa. Bude li sigurnost naših zgrada veća, grad će mnogo brže rasti

potresa. Bude li sigurnost naših zgrada veća ... grad će mnogo brže rasti, kada budu stranci znali, da se u Zagrebu ne trebaju bojati od potresa...« Seizmolozi i danas na temelju analize registracija seizmografa lociraju sve zabilježene potrese, određuju im magnitudu te ih upisuju u Hrvatski katalog potresa koji služi kao osnova za određivanje seizmičke ugroženosti i opasnosti na određenom području. Rezultati takvih procjena omogućuju graditeljima da konstruiraju zgrade koje ni jaki potresi neće oštetiti, što je zapravo jedini način za zaštitu od ovako snažnih potresa kakav je bio zagrebački potres 1880. godine. **M**

” Od presudne važnosti za kvalitetu seizmoloških opažanja je održavanje točnog vremena na urama koje daju vremenske oznake na seizmogramima. To je Mohorovićić dobro znao te je korekcije vrlo preciznih opservatorijskih ura najprije svakodnevno određivao motrenjem trenutka prolaska zvijezda kroz mjesni meridijan, a kasnije vremenskim radiosignalima svjetskih postaja. Time je u Hrvatskoj uspostavio i službu točnog vremena



Andrija Mohorovičić (1857. - 1936.)

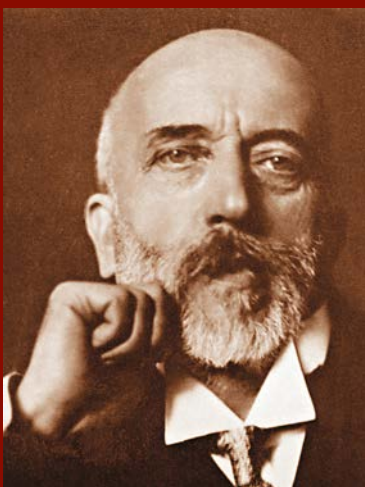
Andrija Mohorovičić rođio se 23. siječnja 1857. u Voloskom pokraj Opatije. Studij matematike i fizike u Pragu upisao je 1875., a nakon studija predavao je u gimnazijama u Zagrebu i Osijeku te u Nautičkoj školi u Bakru. Godine 1892. postao je upravitelj Meteorološkog opservatorija na Griču. Za doktora filozofije promoviran je na zagrebačkom sveučilištu 1893., a 1910. godine postaje naslovnim izvanrednim sveučilišnim profesorom te na Mudroslovnom fakultetu predaje kolegije s područja geofizike i astronomije. Godine 1893. postaje dopisni, a 1898. pravi član JAZU. Umro je 1936. godine.

U početku svoga znanstvenog rada Andrija Mohorovičić bavi se gotovo isključivo meteorologijom. Rad usmjerava na tri područja - znanstveno tumačenje pojedinih meteoroloških pojava, vođenje cijele meteorološke službe tadašnje Hrvatske i Slavonije te proširivanje aktivnosti opservatorija i na ostala područja geofizike, posebno na seizmologiju.

Nakon prijelaza u 20. stoljeće Mohorovičićev znanstveni interes okreće se isključivo problemima seizmologije, u kojoj stječe svjetsku slavu. Analizom pokupskog potresa od 8. listopada 1909. Mohorovičić je posebno unaprijedio spoznaje o mehanizmu rasprostiranja valova potresa kroz Zemlju koji su se dogodili u blizini. Tom je prilikom prvi u svijetu na osnovi analize seizmograma dokazao postojanje plohe diskontinuiteta koja odjeljuje koru od plašta Zemlje. Njemu u čast ta je granica (ujedno i najveća prirodna tvorba na Zemlji) nazvana Mohorovičićevim diskontinuitetom.

To otkriće spada među najveće dosege hrvatske znanosti uopće, a rad u kojem je 1910. objavljeno zasigurno je najvažniji znanstveni rad ikada objavljen u jednoj domaćoj znanstvenoj publikaciji. U postupku otkrivanja diskontinuiteta Mohorovičić je pretpostavio da brzina valova potresa u Zemljinoj kori postupno raste kako valovi zalaze u sve veću dubinu. Tu je pretpostavku izrazio eksponencijalnom funkcijom koja je nazvana Mohorovičićevim zakonom.

OSTAVŠTINA Mohorovičićev radni stol i instrumenti kojima se služio izloženi su u njegovim memorijalnim prostorijama na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu



OTAC SEIZMOLOGIJE U NAS Andrija Mohorovičić trajno je zadužio hrvatsku, ali i svjetsku geofizičku znanost

Iako je Mohorovičić u svijetu prepoznat po svojem radu u seizmologiji, ne treba zaboraviti i njegove važne doprinose meteorološkoj struci (prve javne prognoze vremena 1893., ujedinjenje meteorološke službe 1901.), kao ni njegovo osnivanje službe točnog vremena pa ga se danas smatra utemeljiteljem suvremene hrvatske geofizike.

Opća je odlika djela Andrije Mohorovičića kritičnost u radu. Volio je spajati opažanja s teorijom, ali nikada nije teoriju pretpostavljao motrenju. Njegove misli i ideje bile su istinski vizionarske i došle su do izražaja tek mnogo godina kasnije (djelovanje potresa na zgrade, iskorištavanje energije bure, modeli Zemlje i atmosfere, duboki potresi, obra-

na od tuče...). Godine 1970. njemu u čast nazvan je krater polumjera 77 km na tamnoj strani Mjeseca, a 1996. i asteroid br. 8422. U najnovije vrijeme njegovim se imenom naziva i diskontinuitet između kore i plašta na Marsu. Geofizički zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu također nosi njegovo ime, kao i gimnazija u Rijeci, osnovna škola u Matuljima te nekoliko ulica u hrvatskim gradovima, a na rektorskom lancu Sveučilišta u Zagrebu nalazi se i medaljon s Mohorovičićevim likom. Andrija Mohorovičić spada među najznamenitije hrvatske znanstvenike svih vremena, a svjetski ga geofizičari bez dvojbe svrstavaju među istaknute velikane seizmologije 20. stoljeća.





STRAH I PANIKA Podrtavanje tla uznemirilo je Zagrepčane i sve ljude koji su boravili u gradu toliko da su već istoga dana mnogi žurno napustili grad. U prva 24 sata izdano je na željezničkom kolodvoru čak 3800 putničkih karata, što je za ono doba bila neviđena gužva



Seizmologija u Zagrebu

Od puštanja u rad prvog seizmografa i uspostave redovitih seizmoloških mjerenja u Zagrebu prošlo je točno stotinu godina. Sve vibracije tla u Hrvatskoj danas prati deset seizmografa i petnaest akcelerografa



Tekst dr. Davorka Herak i dr. Marijan Herak

Zagrebački potres 1880. godine izravno je, kako to u seizmologiji često biva, potaknuo znanstveno proučavanje svih aspekata potresa u Hrvatskoj. Od tada se potresi sustavno prate i katalogiziraju, a od početka 20. stoljeća i bilježe na seizmološkim postajama.

Danom osnivanja zagrebačke seizmološke postaje smatra se 4. travnja 1906. kada je u podrumu zgrade na Griču 3 u pogon pušten horizontalni mehanički seizmograf Vicentini-Konkoly. Uskoro Mohorovičić nabavlja tada najbolje dostupne seizmografe Wiechert-

ove konstrukcije - najprije, 1908., seizmograf s masom od 80 kg, a već 1909. i tzv. veliki horizontal s masom njihala od 1000 kg. Mohorovičić 1913. godine o tome piše: »Tim smo dostigli sve bolje opservatorije srednje Europe, a bilo bi se i više učinilo, da je bilo mjesta kamo bi se smjestili daljnji instrumenti. Nadamo se, da ćemo dobiti posve moderno uređene prostorije i tako opet za korak dalje poći...«

Zagrebačka seizmološka postaja dugo je nakon Mohorovičića bila jedina u Hrvatskoj. Nakon osnivanja Seizmološke službe RH 1985. godine te uspostave dodatnih stalnih postaja postupno je prerasla u središnji seizmološki opservatorij u kojemu se skupljaju i analiziraju podaci svih hrvatskih stanica te se šalju u svjetske centre. Danas u Hrvatskoj stalno radi deset suvremenih digitalnih postaja prvog reda - Zagreb, Puntijarka, Požega, Sisak, Rijeka, Novalja, Kijevo, Hvar, Ston i Dubrovnik. Postaja u Zagrebu premještena je 1983. s Griča u prostorije Geofizičkog odsjeka PMF-a na Horvatovcu.

U povodu 125. godišnjice velikog Zagrebačkog potresa te 100 godina otkad je Mohorovičić osnovao zagrebačku seizmološku postaju u studenome 2005. na Geofizičkom zavodu PMF-a otvorene su Memorijalne pro-

Zgrada na Griču u kojoj je utemeljen Geofizički zavod (akvarel Slave Raškaj)

Najjači instrumentalno zabilježeni potresi u svijetu

Mjesto potresa	Datum	Magnituda
1. Čile	22. 5. 1960.	9,5
2. Sumatra, Indonezija	26. 12. 2004.	9,3
3. Prince William Sound, Aljaska	28. 3. 1964.	9,2
4. Andreanof - Aleutsko otočje	9. 3. 1957.	9,1
5. Kamčatka	4. 11. 1952.	9,0
6. Ekvador	31. 1. 1906.	8,8
7. Aleuti	4. 2. 1965.	8,7
8. Granica Indije i Kine	15. 8. 1950.	8,6
9. Kamčatka	3. 2. 1923.	8,5
10. Bandsko more, Indonezija	1. 2. 1938.	8,5

Najvažniji hrvatski potresi

Lokacija	Datum	Intenzitet (°MCS)	Magnituda
Dubrovnik	6. 4. 1667.	X	-
Zagreb	9. 11. 1880.	VIII	-
Trilj	2. 7. 1898.	IX	-
Pokuplje	8. 10. 1909.	VIII-IX	6,0
Tihaljina	15. 3. 1923.	VIII-IX	6,2
Imotski	29. 12. 1942.	VIII-IX	6,2
Makarska	7. 1. 1962.	VIII-IX	6,1
Dilj gora	13. 4. 1962.	VIII-IX	5,7
Ston - Slano	5. 9. 1996.	VIII	6,0

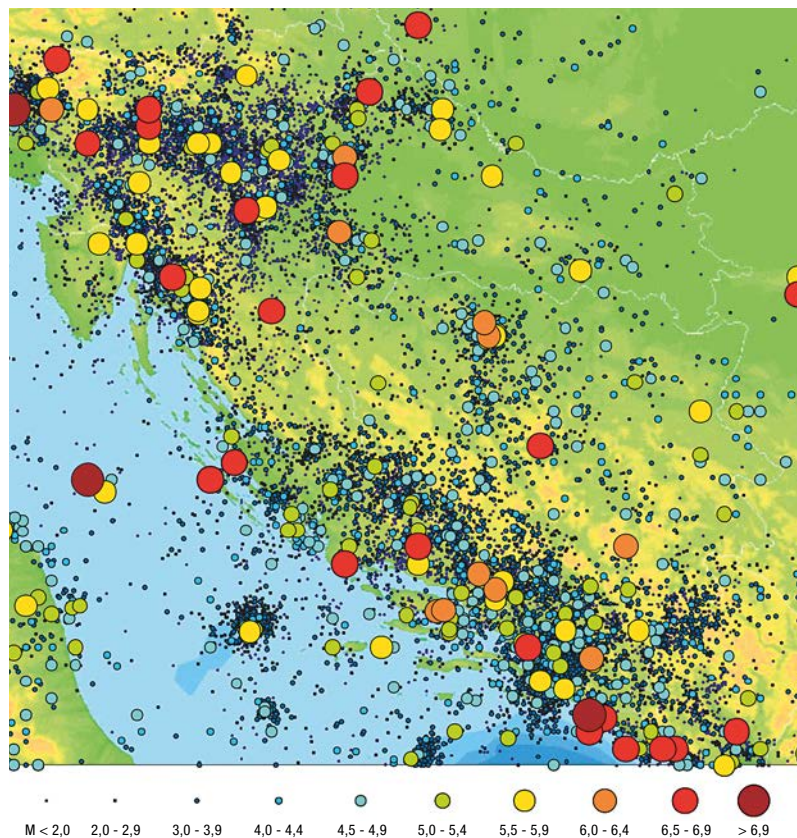
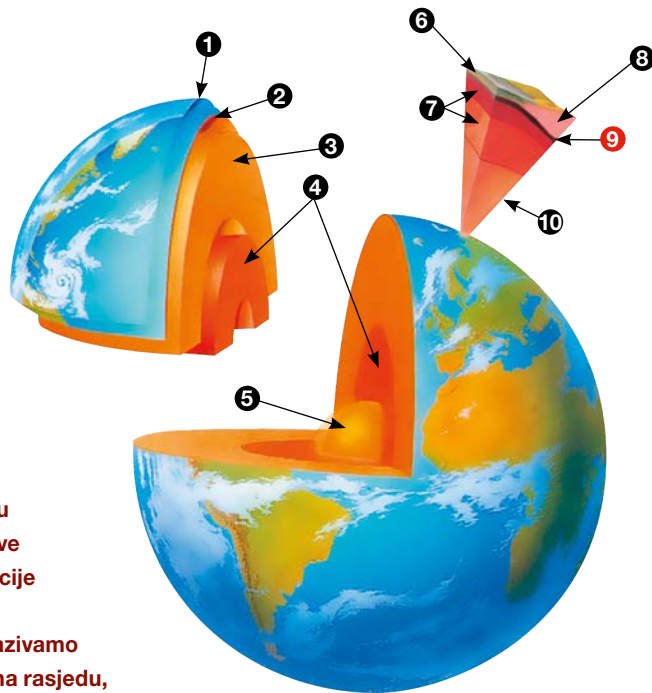
i Hrvatskoj

Što su potresi, gdje i kako nastaju

Potresom nazivamo trešnju Zemljine površine uzrokovanu iznenadnim pucanjem stijena u njezinoj unutrašnjosti. Do loma stijena dolazi kad njihova čvrstoća više ne može izdržati deformacije uzrokovane tektonskim silama unutar Zemlje. U trenutku pucanja nakupljena energija se oslobađa u obliku elastičnih valova koji se od žarišta potresa rasprostiru na sve strane. Kada valovi dopru do Zemljine površine, uzrokuju vibracije koje osjećamo kao potres.

Plohu u dubini Zemlje na kojoj je došlo do pucanja stijene nazivamo rasjedom - svi tektonski potresi (kojih je više od 95%) nastaju na rasjedu, bilo da se u trenutku potresa stvorio novi, bilo da se reaktivirao stari, odavno postojeći rasjed. Što je rasjed veći, jači će biti i mogući potres na njemu - najveći svjetski potresi povezani su s rasjedima dužim od 1000 km!

Osim tektonskih, postoje i vulkanski potresi (povezani s vulkanskom aktivnošću), urušni (nastaju urušavanjem šupljina u unutrašnjosti Zemlje i obično su vrlo slabi) te umjetni potresi koji nastaju kao posljedica ljudske aktivnosti (nuklearne eksplozije, akumulacijska jezera, iskorištavanje nafte i plina). Mjesto u dubini Zemlje gdje se potres dogodio zovemo žarište potresa ili hipocentar, a točku na površini vertikalno iznad žarišta nazivamo epicentrom potresa. Na Zemlji potresi dosežu dubinu od oko 700 km, a u Hrvatskoj i susjednim područjima oni su plitki, rijetko dublji od 25 km.



Grada Zemlje: 1 - Atmosfera 2 - Kora
3 - Plašt 4 - Vanjska jezgra 5 - Jezgra
6 - Oceanska kora 7 - Gornji plašt 8 -
Kontinentalna kora 9 - **MOHOROVIČIĆEV**
DISKONTINUITET 10 - Donji plašt

Podatke o svim potresima seizmolozi detaljno analiziraju i bilježe u Hrvatski katalog potresa. Zahvaljujući tome, znamo da je od 1880. godine do danas metropoli treslo 50-ak potresa intenziteta većeg od V °MCS ljestvice, što je granica između slabih i srednje jakih potresa

storije Andrije Mohorovičića. U njoj su izloženi restaurirani seizmografi, originalni rukopisi njegovih radova, korespondencija, dokumenti, najvažniji izvorni seizmogrami potresa koje je analizirao, kao i stare ure njihalice, kronometri, rarietni meteorološki instrumenti te brojni drugi izlošci vezani uz znanstveni i stručni rad jednog od najvećih hrvatskih znanstvenika svih vremena. **M**