

POTRESI

piše: **Eduard Pevec**

Što je potres?

Potres je kratko periodično gibanje tla uzrokovano prirodnim silama u unutrašnjosti zemlje, koje je dovoljno jako da ga osjete ljudi ili zabilježe seizmografi na širem području. Potresi se danas shvaćaju kao neminovna pojava koja prati razvoj Zemlje. Neposredan uzrok potresa je naglo oslobađanje energije akumulirane u određenom prostoru unutrašnjosti zemlje, u žarištu potresa ili hipocentru. U trenutku oslobađanja energije tj. u trenutku pucanja stijene oslobođena energija prelazi jednim svojim dijelom u seizmičku energiju koja se sastoji od dva potresna prostorna vala, bržeg longitudinalnog (uzdužnog) i sporijeg transverzalnog (poprečnog) koji se rasprostiru na sve strane od hipocentra. Dolaskom na površinu šire se kao površinski valovi. Prostorni valovi obiđu Zemlju i po nekoliko puta, ovisno o količini oslobođene energije. Epicentar je mjesto na površini Zemlje, iznad hipocentra. U epicentru je djelovanje potresa najjače. Početak potresa, osobito blizu epicentra, većinom se očituje kao udarac, dok nešto dalje od epicentra nastupa pravilno ljuljanje amo-tamo (longitudinalni val) i gore-dolje (transverzalni val). Potresni valovi rasprostiru se po unutrašnjosti Zemlje po svim zakonima refleksije (odraza), refrakcije (loma) i difrakcije (ogiba). Upravo nam ta svojstva potresnih valova omogućuju da bolje upoznamo unutrašnjost Zemlje, debljinu pojedinih slojeva, njihovo agregatno stanje i gustoću.

Potresi prema postanku

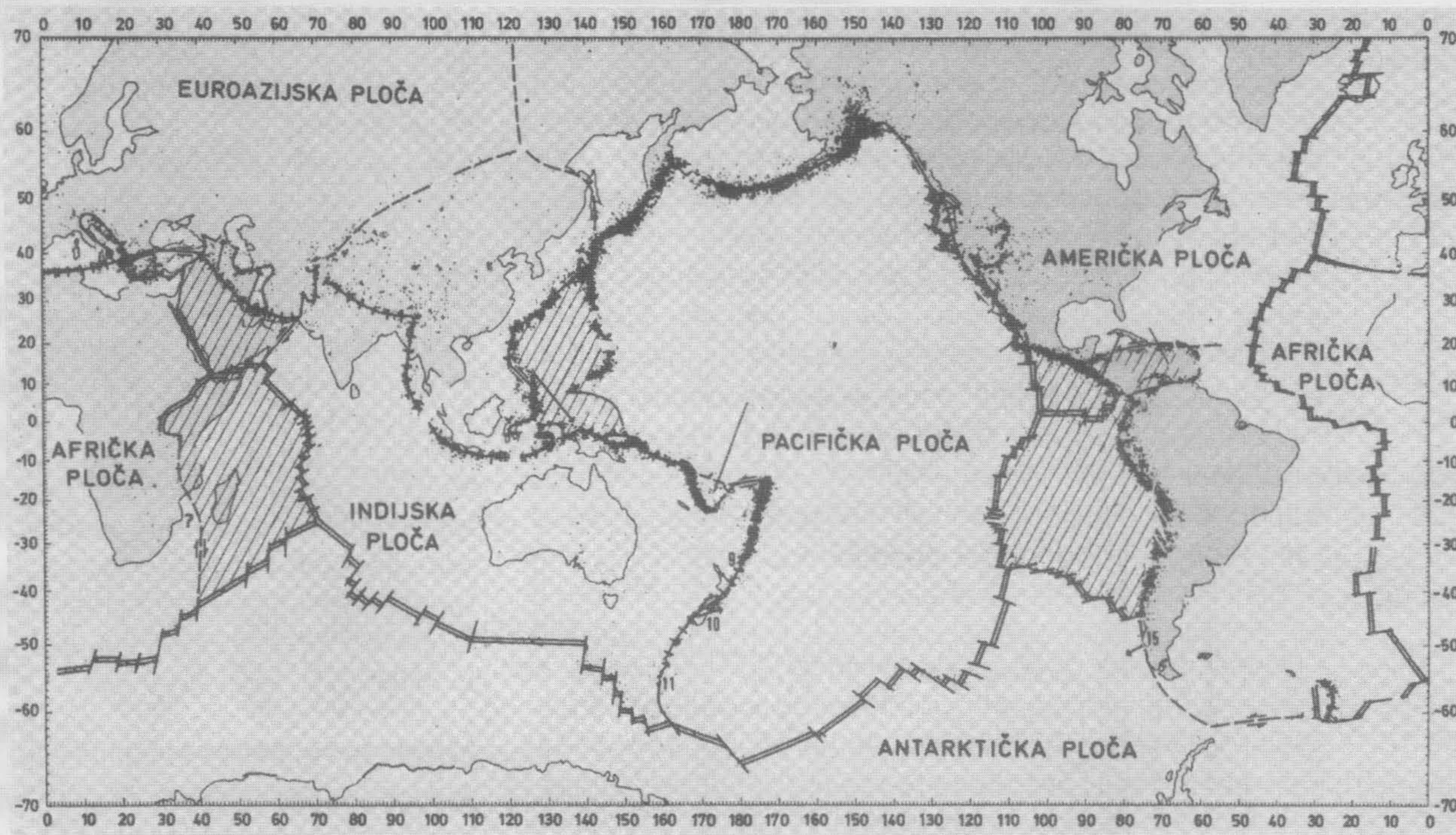
Prema postanku razlikujemo tri skupine potresa. Ruševni potresi izazvani su udarcem urušenih svodova

i bočnih zidova u podzemnim šupljinama. Takvi su potresi vrlo rijetki (samo 3% od svih potresa na Zemlji). Žarište (hipocentar) im je vrlo blizu površine, oslobođena energija je mala pa im je i jakost mala. To su obično lokalni potresi. U Hrvatskoj se javljaju u krškim područjima.

Vulkanski potresi su izazvani udarcem u zemljinu koru prigodom erupcije vulkana. Neposredan izvor njihove energije je mjesto eksplozije. Potresom zahvaćeno područje je maleno zbog male dubine žarišta, no na užem području vulkana mogu imati veliku snagu. Na njih otpada 7% od svih potresa na svijetu.

Tektonski potresi nastaju zbog pokretanja blokova zemljine kore, koji su nastali njenim pucanjem u ranijim fazama razvoja Zemlje. Ti rasjedi, duž kojih blokovi naliježu jedan na drugi, nemaju glatke površine, nego na njima ima mnogo neravnina, ispupčenja i ulegnuća. To uvjetuje da se na toj kontaktnoj zoni dva bloka javlja određen otpor koji utječe da oni miruju. To stanje mirovanja traje tako dugo, dok ga ne svladaju sile iz unutrašnjosti Zemlje koje teže poremetiti tu ravnotežu. U tom slučaju pokrenu se blokovi velikih masa, pa dolazi do pucanja i drobljenja stijena. Pri tome se oslobođena energija širi u svim smjerovima u obliku seizmičkih valova, koji izazivaju potrese dolaskom na površinu Zemlje. Na tektonske potrese otpada 90% svih potresa na Zemlji, a mogu poprimiti opseg od slabih (lokalnih) do najstrašnijih (uništavajućih) potresa ogromnih razmjera, ovisno o količini oslobođene energije.

Prema dubinama žarišta potresi se dijele na: plitke (do dubine 60 km), srednje duboke (do 300 km) i duboke (preko 700km).



Osnovne litosferne ploče su: afrička, euroazijska, indijska, pacifička, antarktička i američka

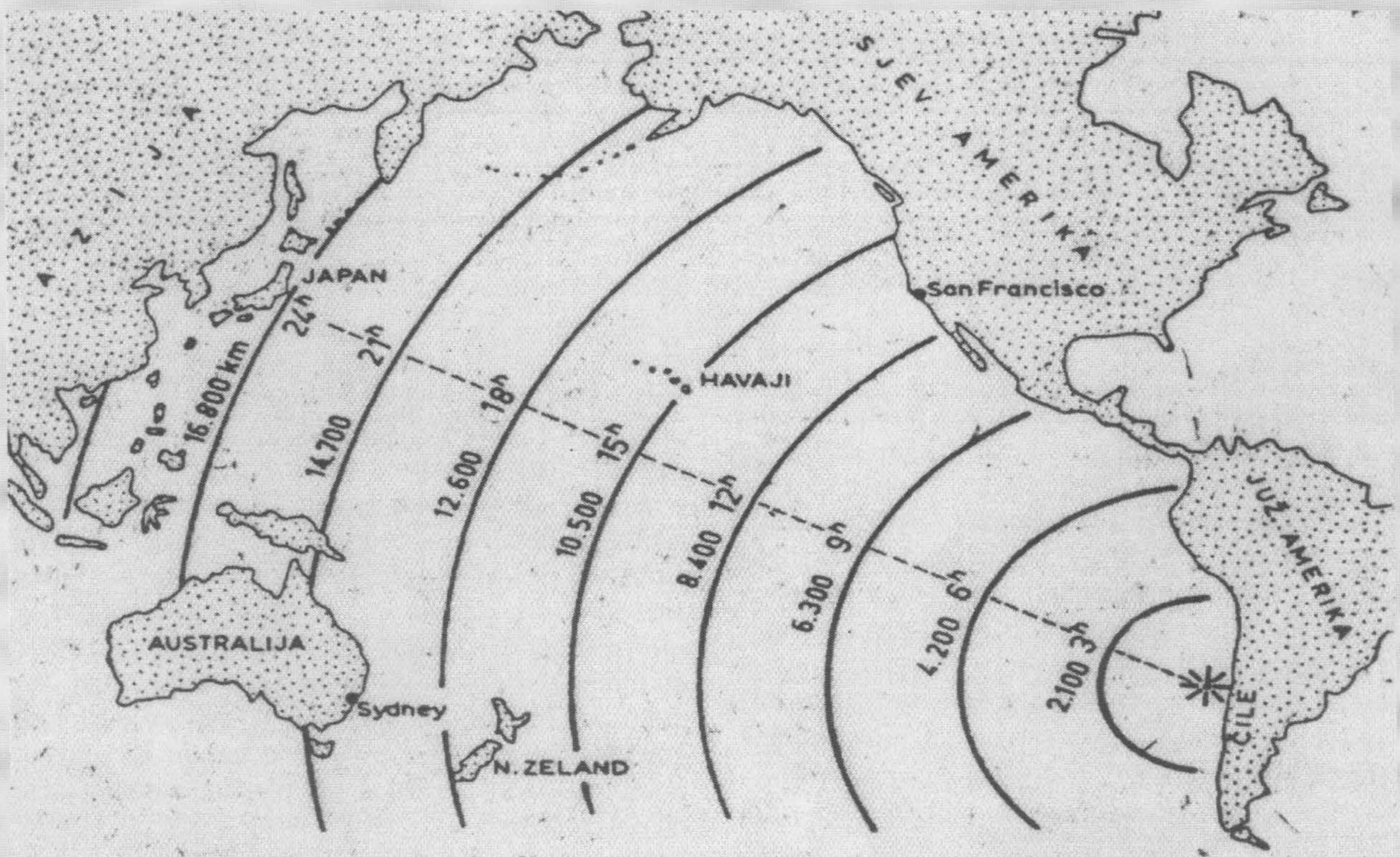
Gdje su potresi najčešći?

Potresi su najčešći u dva uska pojasa, a to su: Mediteransko-transazijski pojas. Prostire se od Azora pa preko Sredozemlja, Male Azije, Kavkaza, Armenskog gorja, Iranske visoravni, Palmira, Himalaje, Indonezije. Na taj pojas otpada 50% svih potresa. Cirkumpacifički pojas. Na njega otpada 45% svih potresa. Naravno postoje i područja na zemlji gdje se potresi ne pojavljuju ili su vrlo rijetki. Takva područja nazivamo aseizmična područja.

prouzročiti golemu štetu. Na slici je prikazano kretanje tsunamija od epicentra u Čileu do obale Japana 1960. godine. Uz brzinu od 700 km/h stigao je do obala Japana za 24 sata.

Sustavno bilježenje potresa

Nakon katastrofalnog potresa u Lisabonu 1755. godine, počeli su se sustavno prikupljati podaci o potresima i njihovoj jačini. Prikupljanju podataka pripomogao je i izum seizmografa, sprave koja bilježi potrese, a izumio ju je Palmieri 1853. godine.



Posljedice potresa

Posljedice potresa uglavnom su razna oštećenja koja nastaju djelovanjem seizmičkih valova na površinu Zemlje. No to nije sve. Posljedica podmorskih potresa, podmorskih erupcija vulkana i podmorskih odrona velikih djelova kopna su Tsunamii (japanska riječ, a znači dugi valovi u luci). Tsunamii su progresivni morski valovi koji se šire iz epicentra na sve strane u koncentričnim kružnicama. Duljine takvih valova su velike, od 150 do 750 km, pa zato niti jedan brod na pučini ne može primjetiti prolaz tsunamija. Tsunamiji su česti u Tihom oceanu, čija je dubina u prosjeku oko 5 km, pa tu njihova brzina dostiže 700 km/h. Visina vala formiranog u epicentru obično nije velika, najviše 1 do 2 metra. Zbog ogromne mase vode, koja je u pokretu i velike brzine kojom se ovaj golemi val kreće, njegova je potencijalna energija gigantska. Visina tsunamija ovisi o dubini mora. Neposredno uz obalu tsunami može dostići visinu od 20 do 30 metara i

Naravno Palmierijev seizmograf bio je ograničenih mogućnosti pa se pristupilo rješavanju tog pitanja na koje je 1892. godine Milne pravilno odgovorio. Milne je izumio seizmograf koji mjeri različita gibanja i time otvorio razdoblje moderne seizmologije. Seizmografi se stalno usavršavaju. Osnovni princip seizmografa je u tome što se, potresanjem podloge na koju je seizmograf postavljen, njihalo pokrene iz ravnotežnog položaja. Taj se pomak preko raznih mehanizama prenosi na registrator, koji pomoću igle ili, u novije vrijeme tintne pisaljke bilježi oscilacije tla na neki analogni medij, najčešće papir, (taj se papir sa podacima o potresu naziva seizmogram). Međutim, da seizmograf prisilno pokrenut iz stanja ravnoteže, ne bi i dalje izvodio svoje vlastite njihaje i time remetio bilježenje na seizmogramu, na seizmografe se montira amortizer, čija je funkcija da trenutno priguši vlastite njihaje seizmografa čim se oni pojave.

STUPANJ	KARAKTERISTIKE
1	Neprimjetan potres, registriraju ga samo seizmografi
2	Jedva primjetan potres, osjete ga samo pojedini ljudi u stanju mirovanja
3	Slab potres, osjete ga samo pojedinci
4	Umjereno jak potres, osjeti ga većina ljudi, trepere prozori i posuđe
5	Dosta jak potres, ljudi se bude, obješeni se predmeti nižu
6	Jak potres, mnogi bježe iz kuća, oštećenja žbuke
7	Vrlo jak potres, oštećenja na solidno izgrađenim zgradama, klizanje tla
8	Razoran potres, lomovi cjevovoda, oštećenja na starim zgradama
9	Pustošeći potres, panika, prodor podzemne vode na površinu
10	Uništavajući potres, opća panika, pukotine u tlu širine do 1 m
11	Katastrofalni potres, teška razaranja svih zgrada, mostova, brana i cesta
12	Promjene reljefa, potpuno uništenje svih objekata, velike pukotine u tlu

MSK-ljestvica intenziteta potresa

Intenzitet potresa

Intenzitet ili jačina potresa ocjenjuje se prema učincima koje potres izaziva na površini Zemlje. Kroz povijest se koristilo više ljestvica. Izmjene su bile potrebne zbog razvoja tehnologije u graditeljstvu. Međunarodno seizmološko društvo je 1964. godine donjelo odluku o prihvaćanju Medvedev-Sponheuer-Karnikove ljestvice kao službene ljestvice. Ljestvica ima 12 stupnjeva, koji omogućuju formiranje iziseista tj. linija koje omeđuju područja jednakog intenziteta potresa. Jedina zamjerka tog postupka je što se ne može primjeniti za područja koja su nenaseljena.

Energija potresa

MAGNITUDA	POTRES
0.0 - 1.9	Zamjetljiv samo za seizmografe
2.0 - 2.9	Zamjete ga pojedinci
3.0 - 3.9	Općenito zamjećen
4.0 - 4.9	Umjeren
5.0 - 5.9	Štetan
6.0 - 6.9	Razoran
7.0 - 7.9	Katastrofalan
8.0 i više	Uništavajući

Richter-ova magnitudna ljestvica

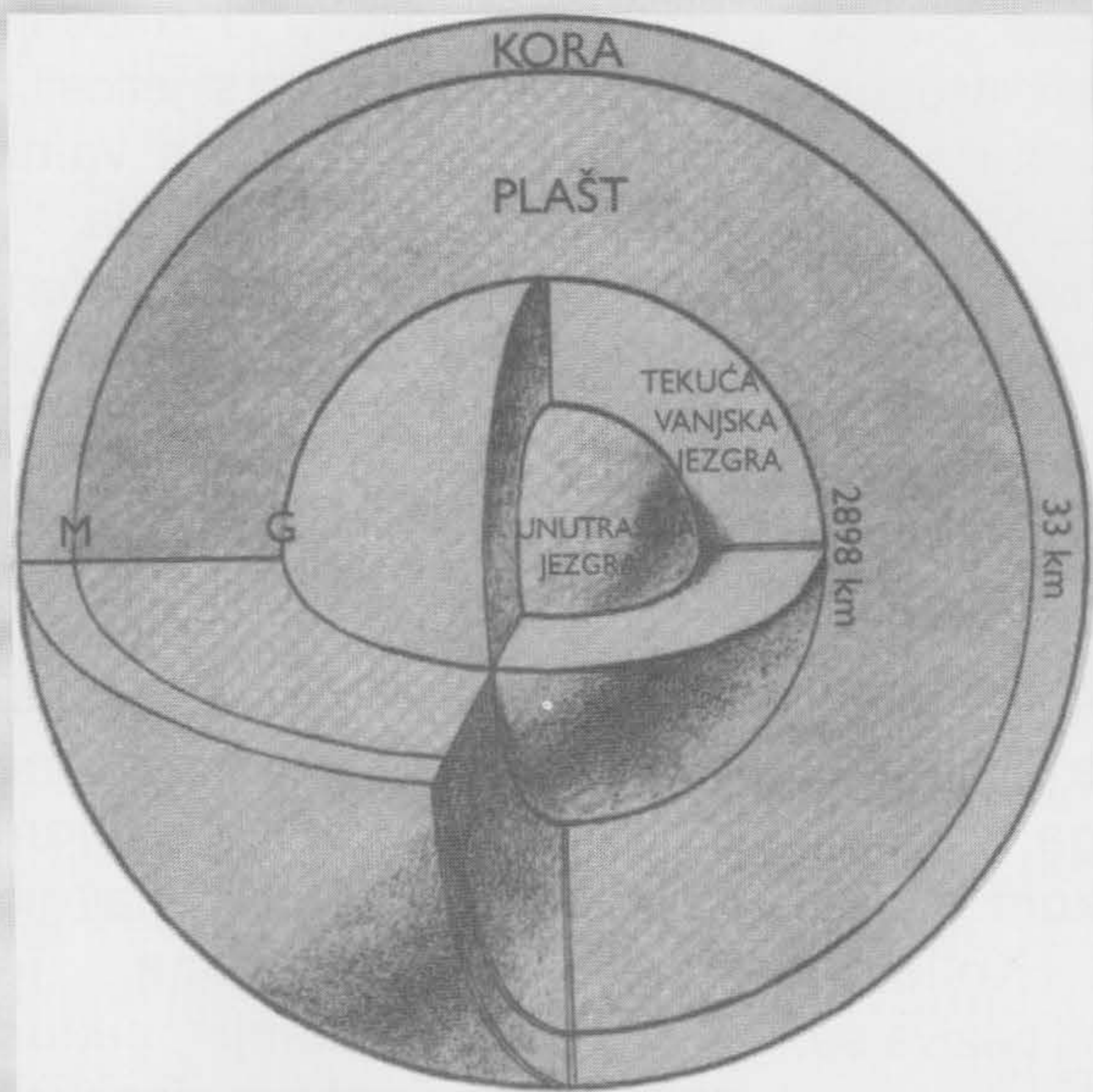
U momentu nastanka potresa dio izvorno potencijalne energije prelazi u mehaničku radnju, dio se pretvara u toplinu, a najveći dio energije predstavlja energija potresnih valova koji se šire na sve strane. Iz amplituda

i perioda valova na seizmogramu može se izračunati količina oslobođene energije. Praktičan i jednostavan postupak za određivanje energije potresa, na osnovi registracije seizmografa predložio je Richter 1935. godine. U tu svrhu uveo je veličinu magnituda potresa, a ona neposredno ovisi o energiji potresa. Osnovni podatak za određivanje magnitude je najveća amplituda na seizmogramu. Na taj se način u nekoliko minuta može odrediti magnituda svakog potresa. Richterova se magnitudna ljestvica počela upotrebljavati tek oko 1950. godine. Magnituda potresa shvaća se kao mjera količine energije oslobođene u hipocentru, a intenzitet potresa je mjera učinka te energije na pojedinoj točki na površini Zemlje.

Mohorovičićev diskontinuitet

Naš seizmolog dr. Andrija Mohorovičić (1857-1936) doprinio je svojim izučavanjem potresa unapređenju znanosti o potresima i znanju o građi unutrašnjosti Zemlje. Dugogodišnjim proučavanjem prikupljenih podataka o Pokupskom potresu od 08. 10. 1909. godine utvrdio je da brzina longitudinalnog vala kontinuirano raste sa dubinom, što je prozvano mohorovičićevim zakonom. Brzina uz površinu zemlje iznosi 5.53 km/s, a u dubini od 54 km na dnu Zemljine kore iznosi 5.68 km/s, gdje na prijelazu u plašt naglo poraste na 7.75 km/s. Ta granična ploha prozvana je njemu u čast Mohorovičićev diskontinuitet. Mohorovičić se bavio i izučavanjem valova potresa. Na tom je polju došao do izuzetnih dostignuća. Ustanovio je da postoje po dvije faze (ne vrste) istog longitudinalnog P odnosno istog transverzalnog S vala, kojima se zrake razlikuju. Valove čije se zrake šire samo u Zemljinoj kori nazvao je individualnim (P-individualna prima, S – individualna sekunda), a

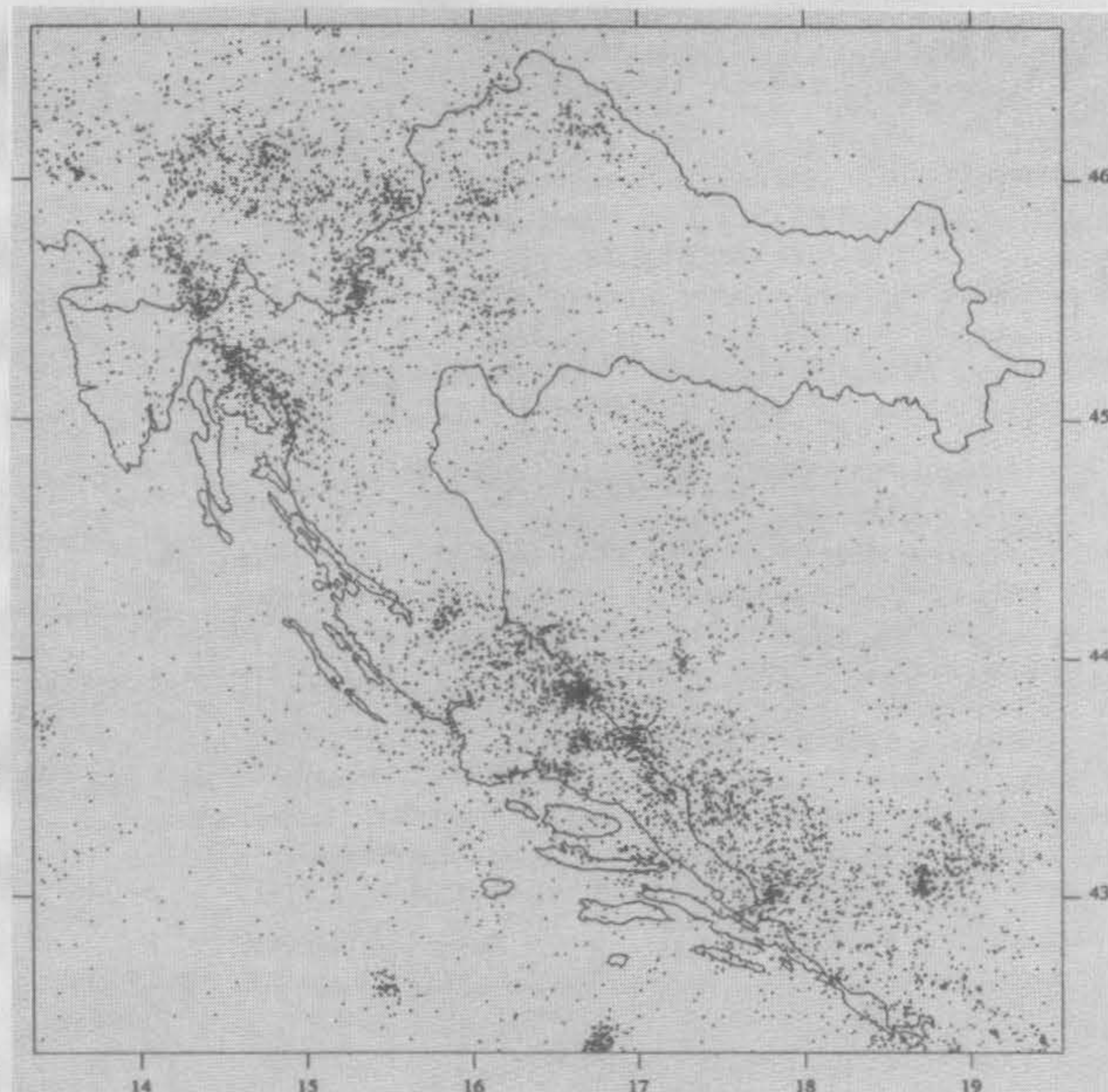
normalnim valovima (P_n - normalna prima, S_n - normalna sekunda) one čije zrake zalaze u plašt, pri čemu se naglo lome. Obje zrake polaze istodobno iz hipocentra H, ali zbog razlike u putu dolaze do iste točke na površini Zemlje u različito vrijeme. Mohorovičićev diskontinuitet sprečava dolazak P i S faze u udaljenosti veće od 720 km. Stoga na dalekim točkama Zemljine površine nalazimo samo faze p i s. Također, možemo zaključiti da na točkama Zemljine površine čija udaljenost ne prelazi 300 km nalazimo samo faze P i S. Mohorovičićev nam zakon objašnjava zašto u području epicentra nalazimo samo fazu S, koju doživljavamo kao snažan udarac, tu su amplitude faze S maksimalne.



Osnovni slojevi i granične plohe diskontinuiteta u zemljinoj unutrašnjosti

Gutenbergov diskontinuitet

Gutenberg je 1912. godine izračunao da se brzina longitudinalnog vala neposredno pod Mohorovičićem diskontinuitetom do dubine od 2898 km poveća na oko 13 km/s. Neposredno ispod te granice smanji se na 8 km/s, da bi se onda do središta Zemlje postupno opet povećala do 11 km/s. Tim je računom Gutenberg konačno dokazao da zemlja ima jezgru. Granična ploha na dubini od 2898 km nazvana je u njegovu čast Gutenbergov diskontinuitet. Svojim je istraživanjima dokazao da je gornji dio jezge u tekućem agregatnom stanju jer transverzalni val u tom dijelu jezgre nestaje. Taj se isti val kasnije opet pojavljuje što nam pokazuje da je samo središte Zemlje krutog agregatnog stanja. Dopunama Gutenbergovih i Mohorovičićevih istraživanja Jeffreyss i Bullen izveli su 1940. godine model Zemljine unutrašnjosti po kojem se kora sastoji od dva homogena sloja, gornjeg granitnog i donjeg bazaltnog.



Karta epicentara potresa u Hrvatskoj i susjednim područjima

Seizmična aktivnost područja Hrvatske

Kao dio Mediteransko-transazijskog pojasa gotovo čitavo područje Hrvatske odlikuje se izraženom seizmičkom aktivnošću. To naročito vrijedi za priobalno područje i sjevero-zapadni dio, te posebice za Južnu Dalmaciju. Potresi se u Hrvatskoj javljaju u zonama dodira različitih geoloških strukturalnih jedinica usred njihova pomicanja. Uzročnik nastanka potresa u priobalnom području Hrvatske je podvlačenje jadranske platforme pod Dinaride. Zbog dodatnih pomaka Dinarida i Alpa u sjeverozapadnom kontinentalnom dijelu Hrvatske povećavaju se kompresijski procesi uz pojavu potresa.

Predviđanje potresa

Zemlje koje su najviše izvrgnute potresima kao što su Japan, Kina, SAD i bivši SSSR, već dulji niz godina posvećuju problemu prognoze potresa zantnu brigu i velika sredstva. U rješavanje problema prognoze potresa uključene su razne struke. U Kini se osobita pažnja posvećuje izučavanju neobičnog ponašanja raznih životinja. U predviđanje potresa uključile su se Međunarodna unija za seizmologiju i fiziku unutrašnjosti zemlje, kao i Međunarodna unija za geodeziju i geofiziku. Osnovna za siguran život na potresima ugroženim područjima je ipak dosljedna primjena svih mjera seizmičke preventive, od projektiranja do izgradnje svih objekata koje koriste ljudi. Broj ljudskih žrtava i materijalna šteta može se znatno smanjiti ako se u potresnim područjima izgradnja objekata izvodi po posebnim propisima za takva područja. Potresi su prirodna pojava u razvoju kojim prolazi zemlja. I što na kraju reći nego to da sa potresima moramo živjeti.