

PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 3 (1975/1976)

Številka 1

Strani 34-39

Karel Šmigoc:

KAJ JE ZANIMIVO VEDETI O POTRESIH

Ključne besede: fizika, geofizika.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/3/3-1-Smigoc.pdf>

© 1975 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

© 2009 DMFA - založništvo

Vse pravice pridržane. Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja založnika ni dovoljeno.



GEOFIZIKA

KAJ JE ZANIMIVO VEDETI O POTRESIH

Potresi spadajo med tiste naravne pojave, ki imajo lahko najtežje posledice: porušena mesta, na tisoče ranjenih in mrtvih, epidemije, glad itd., posebej še zato, ker nastopajo nepričakovano, brez reda in brez posebnih poprejšnjih znakov.

Pojavi, ki spremljajo potres, so zamotani in nepregledni. Zato jih je začel človek sorazmerno pozno preučevati na znanstveni osnovi. Seizmologija, veda o potresih, je zato še mlada znanost, ki pa se izredno hitro razvija. Seizmološke raziskave niso le pojasnile mnogih podrobnosti v zvezi s potresi, ampak so tudi prispevale k boljšemu spoznavanju notranje zgradbe Zemlje.

Ker so potresi pogosti v naši ožji in širši domovini in ker so njihov sestavni del tudi fizikalni pojavi, si oglejmo nekaj metod dela in dosežkov sodobne seizmologije.

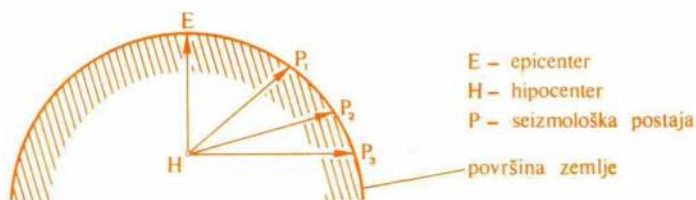
1. Osnovni podatki o potresu

Potresi nastanejo v notranjosti Zemlje. Njihov nastanek je lahko različen. Zaradi delovanja vode na rudnine (apnenc) nastanejo pod zemljo velike votline. Ko oporne stene ne morejo več nositi velikega bremena, se podzemeljska votlina zruši, kar povzroči potres. Take vrste potresov imenujemo udorne potrese. Ti potresi so razmeroma slabi, predstavljajo pa le 3% vseh potresov.

Mnogo bolj nevarni in razširjeni so tektonski potresi, saj jih je kar 90%. Njihov nastanek je povezan z geološkimi procesi, kot so lomljenje in drsenje zemeljskih plasti. Pravimo tudi, da jih povzročajo tektonske ali gorotvorne sile. Njihova jakost je velika in sežejo na velike razdalje.

Preostalih 7% potresov so vulkanski potresi, ki nastanejo ob vulkanskih izbruhih. Jákost teh potresov je sicer velika, vendar se ne občutijo na velikih razdaljah, ker se pojavljajo v majhnih globinah.

Prostor v Zemljini notranjosti, kjer nastane potres, imenujemo žarišče potresa ali hipocenter H (sl.1). Nihanje delcev, ki nastane ob potresu, se razširja od hipocentra na vse strani v obliki valov, ki jih imenujemo tudi potresni valovi. Tisto



Sl.1 Širjenje potresnih valov

mesto na površini Zemlje, ki ga potresni valovi najprej dosežejo (ki je hipocentru najbližje), imenujemo epicenter E. Po času prihoda potresnih valov do seizmološke postaje in po fizikalni naravi lahko na grobo razdelimo potresne valove na dve skupini. Prvi ali primarni valovi (imenujemo jih tudi P valovi), ki prispejo do opazovališča, so podobni zvočnim valovom. Podobno kot zvočni so tudi ti valovi sestavljeni iz zgoščin in razredčin. V fiziki jim pravimo longitudinalni valovi.

Druga skupina valov, ki prispejo do opazovalne postaje, so transverzalni valovi. Ker prispejo za longitudinalnimi valovi, jih tudi imenujemo sekundarne (S) valove. Pri longitudinalnih valovih nihajo delci v smeri širjenja valov, pri transverzalnih valovih pa pravokotno na smer širjenja. Hitrost transverzalnih valov je nekoliko manjša od hitrosti longitudinalnih valov (obe vrsti valov sta na sl.2 označeni s P in S).

2. Merjenje in opazovanje potresov

Začetki sistematičnega opazovanja potresov so temeljili samo na opazovanju posledic potresov in zbiranju raznih podatkov od ljudi, ki so preživeli potres. Tako so lahko določili čas nastanka potresa, ocenili njegovo moč in lego epicentra. Tak način zbiranja podatkov brez uporabe merilnih naprav se imenuje makro-

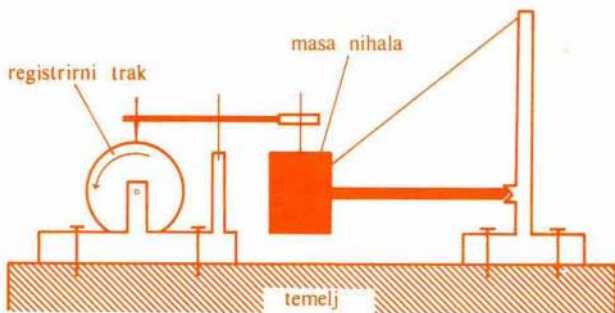
seizmična metoda za proučevanje potresov. Čeprav je to že zastarela metoda, nudi mnogokrat seizmologu dragocene podatke.

Na osnovi podatkov, ki jih zberemo po makroseizmični metodi, lahko razvrstimo potrese glede na njihovo rušilno moč v skupine. Na osnovi teh skupin so nastale prve lestvice za jakost potresov. Danes se največ uporablja v makroseizmični metodi raziskovanja potresov Mercalli-Cancani-Siebergova lestvica (MCS), ki jo je leta 1917 priznalo Mednarodno seizmološko združenje. Po tej lestvici se potresi razvrstijo na 12 stopenj. Tako npr. potres VI. stopnje ruši dimnike na zgradbah, povzroča razpoke v stenah, v zvonikih zazvonijo zvonovi, itd. Potres v Skopju, ki je bil 26. julija 1963, spada po tej lestvici v IX. stopnjo. Maksimalna jakost nedavnega potresa na Kozjanskem pa v VII. stopnjo. Potres predzadnje, XI. stopnje, je že katastrofalen. Ruši vse zidane zgradbe, povzroči razpoke v Zemljini skorji, ruši mostove, sprosti zemeljske plazove, itd.

Makroseizmična metoda za proučevanje potresov kmalu ni mogla več zadovoljiti seizmologe, saj so bili tako dobljeni podatki preveč subjektivni in odvisni od slučajnih okolnosti. Zato se je pokazala potreba po merilni napravi, ki bi objektivno beležila potresne pojave na osnovi fizikalnih zakonitosti. Prva taka priprava se je imenovala seizmoskop. S seizmoskopom lahko zabeležimo čas nastanka potresa, njegovo smer in jakost prvega sunka. Kasneje so opremili seizmoskop s pisalno napravo, ki sestoji iz valja, na katerem je pritrjen papirnat trak. Na tem traku se v obliki valovite črte zabeleži celoten potek potresa. Ta valovita črta se imenuje seizmogram (sl.2). Seizmoskop, opremljen s tako pisalno napravo, pa imenujemo seizmograf.



Sl.2 Seizmogram



Sl.3 Shema seizmografa

Osnovni princip zgradbe in delovanja seizmografa je zelo preprost. Seizmograf sestoji iz valja ali krogle z maso od nekaj deset do nekaj tisoč kilogramov, v obliki, ki je tako nameščena, da je vpliv gibanja okolice nanjo najmanjši (slika). Na to telo je pritrjen vzvod, ki je povezan s pisalno konico. Konica beleži na podlago, pritrjeno na zemljo, nastale tresljaje. Dobra ponazoritev za delovanje seizmografa je človek, ki piše v močno tresočem vlaklu. V tem primeru ustreza masi seizmografa masa človeka, piscoča roka pa pisalnemu mehanizmu seizmografa. Seveda pa to, kar nastane, ni podobno seizmogramu.

Z iznajdbo seizmografa se je izboljšala metoda za določanje jakosti potresov. Ameriški seizmolog Richter je postavil novo, tako imenovano magnitudno lestvico potresnih jakosti, ki temelji na največji registrirani amplitudi potresnih valov na določeni vrsti seizmografa (Wood-Andersonov seizmograf).

Razpon magnitudne lestvice sega od magnitudo $M=0$ do magnitudo $M=8,5$. Spodnjo mejo ($M=0$) določa potres, ki povzroči na Wood-Andersonovem seizmografu v razdalji 100 km od epicentra amplitudo enega mikrona. Torej magnituda nič ne pomeni, da potresa sploh ni. Zgornja meja je postavljena empirično in tako visoko, da je do sedaj ni presegel noben potres.

Zanimiva je primerjava med magnitudno lestvico potresov in makroseizmično lestvico MCS. Ker temelji magnitudna lestvica na merjenjih, so podatki po tej lestvici mnogo zanesljivejši. Tako moremo dobiti iz magnitud zelo točne vrednosti za energijo potresa. Nadaljna posebnost te lestvice je tudi razpon med magnitudami. Po MCS lestvici je jakost potresa npr. VI. stopnje šestkrat tolikšna kot jakost potresa I. stopnje in trikrat tolikšna

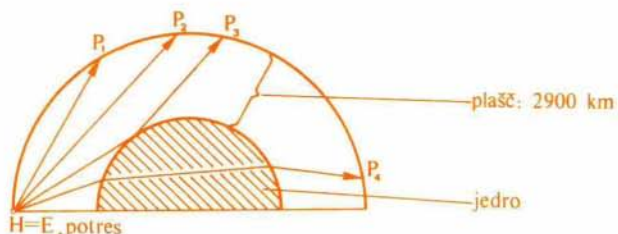
kot jakost potresa II. stopnje. Pri magnitudni lestvici ne velja več tako enostavna zveza med magnitudo in jakostjo potresa. Magnitudna lestvica je logaritemska. To pomeni, da se pri desetkratni amplitudi na seizmogramu poveča magnituda za eno enoto. Magnituda je namreč po definiciji enaka logaritmu kvocienta med amplitudo potresa, ki ga merimo in amplitudo, ki je določena s karakteristikami za standardni seizmograf (Wood-Andersonov). Tako npr. povzroči potres z magnitudo 6 desetkrat tolikšno amplitudo, kot potres z magnitudo 5, stokrat tolikšno amplitudo, kot potres z magnitudo 4, itd. Zato moramo paziti pri navajanju podatkov o potresu, da ne zamenjujemo stopenj po MCS skali z magnitudami. Po MCS lestvici povzroči jakost VI. stopnje komaj vidne posledice, potres z magnitudo 6 pa ruši že cela naselja. Za primerjavo navedimo še dva podatka. Jakost potresa v Skopju, kot smo že omenili, je bila po MCS lestvici IX. stopnje, njegova magnituda pa je bila 5,5 do 6. Magnituda največjega potresa na slovenskem ozemlju, ki je bil leta 1511, je dosegla 7,37.

3. Potresni valovi nam odkrivajo Zemljino notranjost

Prodiranje človeka v Zemljine globine zelo zaostaja za raziskovanjem Zemljine površine, atmosfere in vesolja. To je zato, ker je zelo težak direkten poseg v globino zemeljske skorje. Najgloblja vrtina, ki jo je uspelo napraviti v zemeljsko skorjo, je 7724 m, kar je zelo malo v primerjavi z njenim polmerom 6370 km. Zato morajo dobiti znanstveniki podatke o Zemljini notranjosti iz drugih virov, ki so posredno povezani z zgradbo Zemlje. Eden izmed takih virov so ravno potresni valovi.

Zelo stara je zamisel, da se nahaja v Zemljini notranjosti jedro, katerega gostota je veliko večja kot je gostota Zemljine skorje. Obstoj takega jedra je bilo treba potrditi in določiti globino, v kateri se jedro začne. To se je posrečilo znanemu seizmologu B. Gutenbergu že leta 1913 s pomočjo longitudinalnih potresnih valov (P valovi).

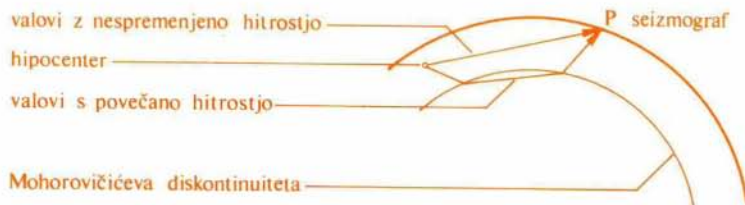
Potresni val, ki je tekkel skozi Zemljin plašč, je zadel ob Zemljino jedro (Sl.4). Zaradi večje gostote jedra je nastal pri vstopu vala v jedro lom. Podobno se je val prelomil pri izstopu iz jedra. Če primerjamo tiste P valove, ki ne potekajo skozi jedro, s tistimi, ki se odbijejo ali lomijo v jedru, moremo skle-



Sl.4 Potresni valovi se pri vstopu in izstopu iz jedra lomijo

pati na globino, v kateri se začne jedro. Ta globina je okrog 2900 km. B.Gutenberg je tudi opazil, da transverzalni valovi ne potujejo skozi jedro. Ker vemo iz fizike, da se transverzalni valovi ne širijo v tekočinah, se da iz Gutenbergove ugotovitve sklepati, da mora biti Zemljino jedro v tekočem stanju.

Velik uspeh seizmologije je bilo tudi odkritje meje med Zemljino skorjo in plaščem s pomočjo potresnih valov. To mejo je odkril veliki jugoslovanski seizmolog Andrija Mohorovičić (1857-1936). Po njem imenujemo to mejo Mohorovičićevo diskontinuiteto. Pod to mejo, ki se začne v globini okrog 54 km, nastanejo nenadne spremembe v snovnih in elastičnih lastnostih kamenin, zaradi česar pride do nenadnega povečanja hitrosti potresnih valov (Sl.5).



Sl.5 Širjenje potresnih valov nad in pod diskontinuitetno površino

Navedena primera uporabe seizmologije v znanosti sta le del dosežkov moderne seizmologije. Posebno velik razvoj doživlja seizmologija v sedanjem času. Mogoče ni več daleč čas, ko človeštvo ne bo več čakalo nepripravljeno na spremembe v Zemljini notranjosti.

Karel Šmigoc