

Stručni rad

FIZIKA I POTRESI

Marina Trstenjak Petran

Srednja škola Čakovec

Sažetak

Potres je naglo podrhtavanje Zemljine površine uzrokovano oslobađanjem nakupljene elastične energije u stijenskim masama Zemljine kore. Nastaje kada se nakupljeno naprezanje u stijeni zbog kretanja tektonskih ploča ili drugih geoloških procesa naglo oslobodi. Proučavanje potresa povezano je s osnovnim pojmovima iz fizike, poput kinetičke i potencijalne energije, naprezanja i deformacija materijala, te širenja mehaničkih valova. Praktični pokusi, poput savijanja špageta, omogućuju učenicima da vizualno i praktično shvate kako se energija nakuplja u materijalu i oslobađa naglim lomom, što je analogno nastanku potresa. Drugi pokusi, poput valova na opruzi ili izrade jednostavnog seizmografa, pomažu učenicima razumjeti širenje energije kroz tvar, inerciju i bilježenje titraja. Takve aktivnosti povezuju teoriju s realnim pojavama, pokazuju kako energija putuje valovima dok materijal titra oko ravnotežnog položaja i omogućuju učenicima da na jednostavan način shvate principe seizmologije i fizike potresa. Kroz ove aktivnosti učenici razvijaju kritičko razmišljanje, opažanje i kreativnost, te bolje razumiju prirodne procese koji oblikuju Zemlju i naš svakodnevni život.

Ključne riječi: potres, seizmički valovi, fizika

1. Uvod

Potres predstavlja iznenadno i kratkotrajno podrhtavanje površine Zemlje uzrokovano naglim oslobađanjem prethodno akumulirane elastične energije u Zemljinoj kori i gornjem dijelu plašta. Riječ je o jednoj od najsloženijih prirodnih geofizičkih pojava koja se javlja spontano, bez mogućnosti preciznog predviđanja, neovisno o vremenu i lokaciji na planetu. Do potresa dolazi uslijed naglog pomaka ili deformacije stijenskih masa u unutrašnjosti Zemlje, pri čemu uzroci mogu biti različiti: tektonski procesi povezani s kretanjem litosfernih ploča, vulkanska odnosno magmatska aktivnost ili urušavanje podzemnih stijenskih struktura. Ovisno o prirodi i mehanizmu nastanka, potresi se razlikuju po karakteristikama, intenzitetima i prostornim učincima, no zajedničko im je da predstavljaju ključni pokazatelj dinamičnosti Zemljine unutrašnjosti i stalnih promjena njezine geološke građe.

Ako se baci kamen u vodu, oko mjesta udara na površini stvorit će se niz koncentričnih kružnica koje se udaljavanjem šire, postaju sve slabije i rjeđe. Sličan je primjer i val koji rade navijači na stadionima. Ista se zakonitost može primijeniti i na gibanja Zemljine površine. Jedan poticaj, primjerice pomak stijena u žarištu potresa, stvorit će niz različitih valnih gibanja koja se šire kroz unutrašnjost i duž površine Zemlje te uzrokuju potrese. Takvo širenje energije analogno je valovima koji se proučavaju u školskim eksperimentima, primjerice kod valova na vodi, zvučnih valova ili valova na opruzi, gdje se također uočava da se energija prenosi valom, dok materijal kroz koji val prolazi ostaje približno na istom mjestu i samo titra oko ravnotežnog položaja.

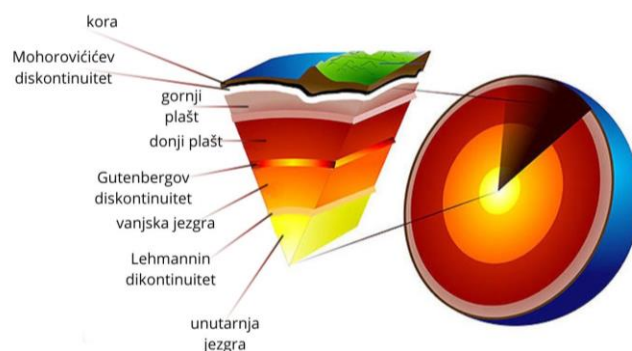
2. Nastanak potresa

Potres je iznenadno otpuštanje nakupljene potencijalne elastične energije u Zemljinoj kori u obliku seizmičkih valova. Seizmički valovi su kvaziperiodični što zapravo govori da se pojavljuju u nepravilnim razmacima.

2.1. Što je potres i kako nastaje?

Zemljina kora građena je od litosfernih (tektonskih) ploča koje plutaju na užarenoj i tekućoj tvari koja se naziva magma. Kretanje tih ploča javlja se zbog gibanja magme u Zemljinom plaštu. Kada se ploče međusobno razmiču, sudaraju ili taru jedna o drugu, u stijenskim se masama nakupljaju naprezanja sve dok se ne dostigne granica izdržljivosti. Tada dolazi do naglog oslobađanja energije — potresa. Potres se širi u obliku seizmičkih valova velikim brzinama iz žarišta (hipocentra) potresa prema Zemljinoj površini. Točka na površini Zemlje točno iznad hipocentra naziva se epicentar i ondje se učinci potresa najjače osjećaju.

Važne spoznaje o građi Zemljine kore otkrio je hrvatski seizmolog, geofizičar i meteorolog Andrija Mohorovičić. Ustanovio je da se brzina seizmičkih valova naglo mijenja na određenoj dubini, što je ukazivalo na promjenu sastava Zemljine unutrašnjosti. Ta se granica na dubini od oko 54 km naziva Mohorovičićev diskontinuitet (*Moho*). Mohorovičićev diskontinuitet prikazan je na slici 1.



Slika 1. Građa Zemlje i Mohorovičićev diskontinuitet

(izvor: <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/00032329-8067-4561-8260-18f27db1731f/odbijanja-i-lom-valova.html>)

2.2. Seizmički valovi

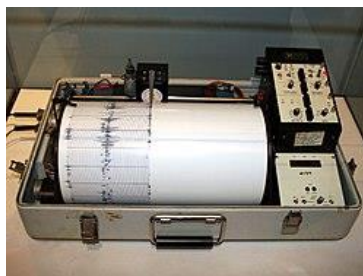
Seizmički valovi elastični su poremećaji koji se šire kroz Zemlju i prenose energiju prema iz hipocentra u svim smjerovima. Razlikujemo nekoliko vrsta seizmičkih valova:

- longitudinalni (P) valovi – primarni, najbrži valovi, malih amplituda valovi, prvi registrirani na seizmografu, šire se u smjeru širenja i prolaze kroz čvrste i tekuće slojeve

- transverzalni (S) valovi – sekundarni, sporiji, velikih amplituda; šire se okomito na smjer širenja i prolaze isključivo kroz čvrste stijene
- površinski valovi – šire se površinom Zemlje, najvećih su amplituda i uzrokuju najveću štetu

2.3. Mjerenje potresa

Seizmologija je znanstvena disciplina koja se bavi proučavanjem potresa. Analizirajući brzinu i ponašanje seizmičkih valova, seizmolozi dobivaju podatke o građi Zemlje, položaju žarišta i oslobođenoj energiji. Uređaj kojim se bilježi gibanje Zemljine površine tj. potres naziva se seizmograf i prikazan je na slici 2.



Slika 2. Seizmograf

(izvor: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/0f/Kinematics_seismograph.jpg/250px-Kinematics_seismograph.jpg)

Seizmograf radi na principu njihala ili elastične opruge. Pomično pero pričvršćeno na sustav iscrtava titraje na papirnatu vrpču. Dobiveni zapis naziva se seizmogram, a njegovom analizom dobivaju se ključni podaci o potresu.

Potresi se opisuju pomoću magnitude potresa i intenziteta potresa. Magnituda je količina energije oslobođene tijekom potresa i mjeri se Richterovom ljestvicom. Intenzitet potresa opisuje učinke potresa na ljude, okoliš i građevine i izražava se MCS ljestvicom (Mercalli – Cancani – Siebergova).

U današnje vrijeme nije moguće precizno predvidjeti vrijeme i jačinu potresa, tek se mogu procijeniti seizmički aktivna područja.

3. Aktivnosti na nastavi

Potresi se mogu na zanimljiv i pristupačan način povezati s ishodima u nastavi fizike. Kroz različite aktivnosti učenici mogu opisivati načine širenja mehaničkih valova, razlikovati pojave koje se javljaju kod valova (lom, refleksiju i ogib), te povezati kinetičku i potencijalnu energiju s realnim prirodnim pojavama.

AKTIVNOST 1. Pokus s tjesteninom (špagetima)

Jednostavan pokus koji omogućuje učenicima da vizualno i praktično shvate kako se u materijalu nakuplja naprezanje te kako dolazi do naglog oslobađanja energije - analogno nastanku potresa. Prilikom laganog savijanja špageta uočava se elastična deformacija (tjestenina se savija, ali se prestankom djelovanja sile vraća u svoj prvobitan oblik). Time se pokazuje da se u materijalu kratkotrajno pohranjuje elastična energija. Ako se nastavi povećavati sila savijanja, špaget postupno prelazi granica elastičnosti te ulazi u područje plastične deformacije. Kada naprezanje postane preveliko, dolazi do naglog pucanja, pri čemu se sva nakupljena energija oslobodi odjednom — baš kao kod stvarnog potresa. Tektonske ploče u Zemljinoj kori stalno se pomiču i deformiraju, nakupljajući naprezanje u stijenskim masama. U jednom kritičnom trenutku stijene više ne mogu podnijeti nastalo opterećenje te dolazi do pucanja i oslobađanja energije, odnosno potresa.

Važno je povezati ovaj pokus sa stvarnim potresima: nismo mogli znati točan trenutak kada će tjestenina puknuti, baš kao što ne možemo točno prognozirati kada će nastupiti potres. I u pokusu i u prirodi znamo da se naprezanje postupno nakuplja, ali trenutak oslobađanja ostaje nepredvidljiv.

Postupak:

1. Učenik uzme jedan špaget i drži ga čvrsto za oba kraja.
2. Polaganim savijanjem špageta raste naprezanje u materijalu.
3. U trenutku kad se dosegne granica izdržljivosti, špaget pukne.
4. Čuje se kratki zvuk i osjete se lagani trzaji u rukama.

Ishodi učenja:

- učenici opisuju vezu između naprezanja i elastične energije
- objašnjavaju kako se energija oslobađa pri lomu materijala
- povezuju jednostavan pokus s prirodnim pojavama (tektonski lom, potres)

AKTIVNOST 2. Valovi na „Slinky“ opruzi

Zanimljiv pokus koji omogućuje prikazivanje longitudinalnih i transverzalnih valova te njihovo povezivanje sa seizmičkim P i S valovima. Kada se na oprugu djeluje u smjeru širenja vala, opaža se izmjenjivanje zgušnjenja i razrjeđenja opruge. To je karakteristično za longitudinalne valove, pri čemu čestice titraju naprijed-natrag u istome smjeru u kojem se val prostire. Takvo gibanje analogno je širenju primarnih (P) valova tijekom potresa. S druge strane, kada se na oprugu djeluje okomito na smjer širenja vala, na opruzi se jasno uočavaju brjegov i dolovi, što predstavlja tipičnu sliku transverzalnih valova. U tim valovima čestice titraju okomito na smjer prostiranja vala, slično kao što se gibaju sekundarni (S) valovi u Zemljinoj unutrašnjosti.

Ovaj pokus učenicima omogućuje neposredno opažanje razlike u načinu gibanja čestica kod dviju vrsta valova i olakšava razumijevanje njihove uloge u nastanku i širenju potresa.

Postupak:

1. Dva učenika rastegnu oprugu na tlu.
2. Jedan učenik zatrese oprugu naprijed–natrag → nastaje longitudinalni val (analogija P-valova).
3. Zatim zatrese oprugu gore–dolje → nastaje transverzalni val (analogija S-valova).

Ishodi: razlikovanje vrsta valova, prepoznavanje uzdužnih i poprečnih gibanja.

AKTIVNOST 3. Izrada seizmografa

Zabavna aktivnost u koja potiče kreativnost i inovativnost učenika kroz izradu jednostavnog modela seizmografa. Učenici izrađuju konstrukciju u kojoj olovka

ostaje gotovo nepomična zahvaljujući inerciji, dok se stol ili podloga tresu pri simuliranom potresu (npr. laganim udarcima, podrhtavanjem ili povlačenjem stola). Na papiru koji se pomiče ispod olovke pojavljuju se valovite linije različitih amplituda. Ti se zapisi mogu tumačiti kao modeli potresnih valova, pri čemu veće amplitude predstavljaju jače podrhtavanje, a gušće linije brže vibracije.

Ovakav jednostavan pokus omogućuje učenicima da shvate osnovno načelo rada seizmografa i način na koji nastaju seizmogrami, te da pritom na kreativan način povežu fizikalne pojmove s pojavama u stvarnom svijetu.

Postupak:

1. Na čašu pričvrsti nit i na kraj zavezati flomaster.
2. Papir se povlačiti vodoravno ispod flomastera.
3. Učenici lagano udaraju stol ili stvaraju vibracije.
4. Flomaster ispisuje nepravilne linije – „seizmogram“.

Ishodi: opis rada seizmografa, razumijevanje uloge inercije.

AKTIVNOST 4. Rješavanje numeričkih zadataka**Primjer 1.**

Seizmograf je zabilježio da je razlika u vremenu dolaska P i S valova do seizmološke stanice 40 sekundi. Ako je razlika u brzinama valova 2 km/s, kolika je udaljenost stanice od epicentra?

Rješenje: udaljenost stanice od epicentra je 80 km.

4. Zaključak

Potresi su složeni prirodni fenomeni koji nam pokazuju koliko je Zemlja dinamična i stalno promjenjiva. Njihovo nastajanje povezano je s kretanjem tektonskih ploča, nakupljanjem naprezanja u stijenskim masama i naglim oslobađanjem energije u obliku seizmičkih valova. Iako ih ne možemo precizno predvidjeti, proučavanje potresa kroz seizmologiju i praktične pokuse omogućuje bolje razumijevanje njihovih uzroka i posljedica. Sustavno praćenje seizmičke aktivnosti i tehnološki napredak seizmografije ključni su za smanjenje posljedica potresa na ljudska naselja i razvoj društva.

Aktivnosti poput pokusa sa špagetima, valova na opruzi ili izrade jednostavnog seizmografa omogućuju učenicima da na vizualan i praktičan način povežu teorijska znanja iz fizike s realnim prirodnim pojavama. Učenici kroz ove aktivnosti uče prepoznavati vrste valova, analizirati oslobađanje energije i razumjeti princip rada seizmografa. Takvim pristupom nastava fizike postaje interaktivna, potiče znatiželju i kreativnost, a učenici stječu trajno razumijevanje procesa koji oblikuju naš planet i svakodnevni život.

5. Popis literature

[1.] Kulišić, P. (2007). Fizika 3. Školska knjiga

[2.] Edutorij. URL: <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/00032329-8067-4561-8260-18f27db1731f/seizmograf.html> (1.12.2025.)

[3.] Potresi – scenariji poučavanja. URL: <https://www.green-stem.eu/wp-content/uploads/2023/12/ScenarijPoucavanjaPotresiHR.pdf> (1.12.2025.)