

Prečo sa občas zem trasie?

„Prečo sa občas zem trasie?“ Neodborníkovi sa to takto môže zdať. V skutočnosti sa povrch Zeme trasie neustále. Ako to vieme? Predstavme si rám, ktorý je pevne pripevnený ku skale na povrchu Zeme. K rámu je voľne pripevnené závažie. Ak sa skala nehýbe (neuvažujeme pohyb celej Zeme), závažie je v pokoji aj vzhľadom ku skale aj vzhľadom k rámu. Ak sa skala pohne, závažie zostáva na svojom mieste (princíp zotrvačnosti). To však znamená, že sa rám pohybuje vzhľadom k závažiu alebo závažie vzhľadom k rámu. Ak tento vzájomný (relatívny) pohyb zaznamenáme, získame záznam pohybu povrchu Zeme. Takto možno zjednodušene chápať princíp činnosti seizmografu, prístroja, ktorý zaznamenáva pohyby povrchu Zeme. Samozrejme, moderné seizmografy sú oveľa zložitejšie prístroje. Dokážu zaznamenať pohyb povrchu Zeme tak citlivo, ako si to človek na základe zmyslového vnímania nedokáže predstaviť.

Seizmografy sú zvyčajne umiestnené na seizmických stanicích. Aby seizmograf zaznamenával aj tie najslabšie alebo najvzdialenejšie zemetrasenia, seizmická stanica musí byť na takom mieste, kde sa povrch Zeme trasie čo najmenej (ak práve nie je zemetrasenie).

Aby sme si vysvetlili, čo sa vlastne vnútri Zeme deje, musíme si najprv objasniť niečo z fyziky. Predstavme si voľne zavesenú oceľovú guľku na ráme. Ak práve nie je zemetrasenie, guľka je v pokoji. Ak guľku prstom na chvíľku vychýlime, začne sa pohybovať. Hovoríme, že guľka kmitá okolo rovnovážnej polohy, pretože sme ju z tejto polohy vychýlili krátkym pôsobením sily. Teraz si predstavme rad guľiek zavesených na ráme a pospájaných ľahkými pružinkami. Vychýľme na chvíľku prvú guľku vľavo. Guľka začne kmitať. Keďže je však pružinkou spojená so susednou guľkou, preniesie sa kmitavý pohyb aj na susednú guľku. Postupne (zľava doprava) začnú kmitať aj ďalšie guľky. Ak si všimame len jednu (ktorúkoľvek) guľku, hovoríme, že kmitá. Ak sa pozeráme na všetky, hovoríme, že sa radom guľiek šíri vlna, ktorá prenáša kmitavý pohyb ľavej guľky na ostatné. Teraz si predstavme, že prvú guľku nevychýlime doľava, ale pritiahneme ju k sebe. Guľka začne kmitať kolmo na rad guľiek a tento kmitavý pohyb sa prenáša postupne na ďalšie guľky. V čom je rozdiel? Aj v jednom aj v druhom prípade sa šíri vlna zľava doprava. V prvom prípade kmitajú guľky v smere šírenia vlny, v druhom kolmo na smer šírenia vlny. V prvom prípade sa radom guľiek šíri pozdĺžna vlna, v druhom priečna vlna.

Správanie sa radu oceľových guľiek pospájaných pružinkami je veľmi zjednodušeným modelom kmitania a šírenia vln vnútri Zeme. Rovnako môžeme povedať, že je to príklad pružného (elastického) správania sa vnútra Zeme: ak nejaká krátko pôsobiaca sila vychýli hmotnú časticu z jej rovnovážnej polohy, častica začne kmitať a jej kmitavý pohyb sa prenáša na susedné častice – začne sa šíriť elastická (seizmická) vlna.

Môžeme si teda uvedomiť dôležitú vec: prechod auta, vlaku, dopad ťažkého predmetu, výbuch, pohyb lietadla, pohyb vody v rieke, príboj morských vln, činnosť mechanických strojov, pôsobenie vetra na stromy a budovy, pohyb magmy vnútri sopky, zmeny tlaku vzduchu a iné procesy spôsobujú na danom mieste kmitavý pohyb, ktorý sa šíri do okolia ako seizmická vlna. Všetky také vlny dokážu bez problémov zaznamenať moderné citlivé seizmografy. Ak by teda v celej Zemi nebolo počas dňa ani jediné zemetrasenie, aj tak by seizmograf zaznamenával neustále slabé trasenie.

Sústredíme sa teraz na zemetrasenia. Naša planéta sa skladá z tuhého jadierka, kvapalného jadra, plášťa a kôry. Takto sa na vnútro Zeme môžeme pozerat' podľa toho, z akých látok sú jej časti zložené. Ak však chceme porozumieť tomu, ako vznikajú zemetrasenia, musíme si uvedomiť najmä to, že zemská kôra a vrchná časť plášťa tvoria približne 100 km hrubú litosféru. Litosféra je rozbitá na 14 hlavných litosférických platní. Tieto litosférické platne sa navzájom pohybujú. Napríklad, pozdĺž zlomu San Andreas v Kalifornii sa vzhľadom k sebe pohybujú Tichooceánska a Severoamerická platňa. Tichooceánska platňa sa pohybuje smerom na severozápad, Severoamerická smerom na juhovýchod. V priemere 5 až 6 cm za rok.

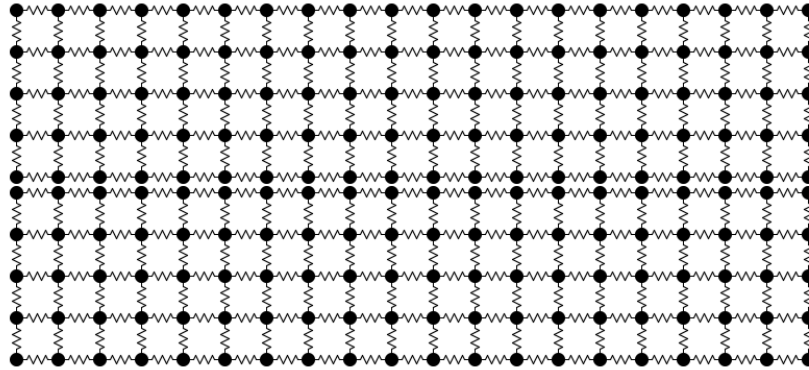
Pozrime sa bližšie na to, čo sa deje na zlome, t.j. na ploche, na ktorej sa jedna platňa dotýka druhej. Ak by sa nám nejako podarilo celý zlom namydliť alebo namazať olejom a ak by bola plocha dotyku hladká, platne by sa pokojne pozdĺž zlomu kĺzali a nikdy by žiadne zemetrasenie nevzniklo. Je jasné, že také jednoduché to v skutočnosti nie je.

Predstavte si, že ťaháte ľahké sane po snehu. Ide to ľahko a bez zadrhávania. Ak by ste ťahali tie isté sane na suchej asfaltovej ceste, bolo by to ťažšie. Ak by vám na sane ešte naložili 200 kilogramov cementu, už by ste saňami nepohli. Prečo? Kvôli treniu. Malé trenie si na snehu ani nevšimnete. Väčšie trenie na suchom asfalte už pocítite a trenie pri 200 kilogramovej záťaži vám už spoľahlivo zabráni ťahať sane.

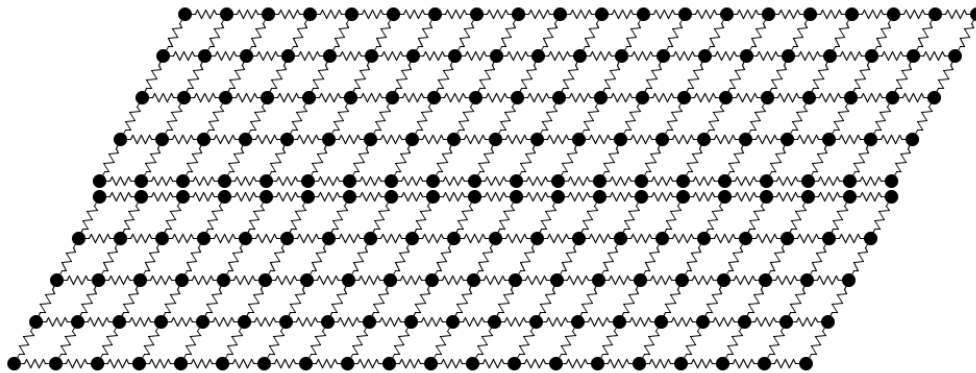
Silné trenie často bráni dvom litosférickým platniam, aby na ploche dotyku (pozdĺž zlomu) voľne preklzávali. Plocha dotyku sa teda nehýbe. Na druhej strane však toto trenie nezabráni tomu, aby sa celý zbytok obrovských platní naďalej pohyboval. Možno povedať, že je to zvláštna situácia: Obrovské platne sa vzhľadom k sebe pohybujú, avšak plocha, na ktorej sa dotýkajú, sa nehýbe. Práve takýto dej napokon vedie k vzniku silných zemetrasení, ktoré nazývame tektonické. Veľmi zjednodušene si to môžeme ukázať na obrázkoch. Predstavme si, že sa pozeráme na malú časť zlomu San Andreas z vtáčej perspektívy. Aby sme si ľahšie predstavili pružné správanie sa litosférických platní počas prípravy zemetrasenia a počas samotného zemetrasenia, uvažujme opäť „gul'kový model s pružinkami“. Obr. 1 ukazuje, ako by to vyzeralo, keby sa nič nedialo a nehýbalo. Obr. 2 ukazuje „fotografiu (momentku)“ zlomu povedzme 100 rokov po tom, ako sa začali platne pohybovať, t.j., tesne pred zemetrasením. Keďže trenie nedovolilo platniam, aby pozdĺž zlomu voľne preklzávali, náš gul'kový model sa napol a pokrivil. V reči fyziky by sme povedali, že sa pozdĺž zlomu nahromadilo napätie a deformácia. Po 100 rokoch môže byť napätie už také veľké, že v jednu chvíľu sa vyrovná sile trenia, ktoré po celých 100 rokov bránilo preklzávaniu. Vzápätí nahromadené napätie silu trenia prekoná. Gul'ky Tichooceánskej platne rýchlo (trvá to niekoľko sekúnd) odskočia doľava a gul'ky Severoamerickej platne doprava (Obr. 3; gul'ky neodskočia naraz – odskok sa šíri zo stredu smerom k okrajom). Napokon, po zemetrasení, to vyzerá tak (Obr. 4), ako keby platne celých 100 rokov pozdĺž zlomu voľne preklzávali. Aj keď vyzerá „výsledok“ rovnako, medzi zemetrasením a voľným preklzávaním je obrovský rozdiel. Počas zemetrasenia sa gul'ky pri zlome rýchlo vychýlia. Vďaka pružinkám sa tento rýchly pohyb preniesie aj na gul'ky ďalej od zlomu. Tieto gul'ky sa teda vychýlia zo svojej rovnovážnej polohy a začnú kmitať. Kmitavý pohyb sa potom šíri do veľkých vzdialeností od zlomu. Hovoríme, že sa vnútri Zeme šíria seizmické vlny. Keď dosiahnu povrch Zeme, spôsobia jeho trasenie.

Silné zemetrasenie môže spôsobiť katastrofu, ak zasiahne husto osídlené územie. To aj preto, že pri žiadnom inom procese vnútri a na povrchu Zeme sa za tak krátku dobu neuvolní toľko energie ako pri najsilnejších zemetraseniach. Napr. pri zemetrasení v r. 1960 v Chile sa len vo forme seizmických vln uvolnilo približne 145 000 krát viac energie ako pri výbuchu atómovej bomby v Hirošime.

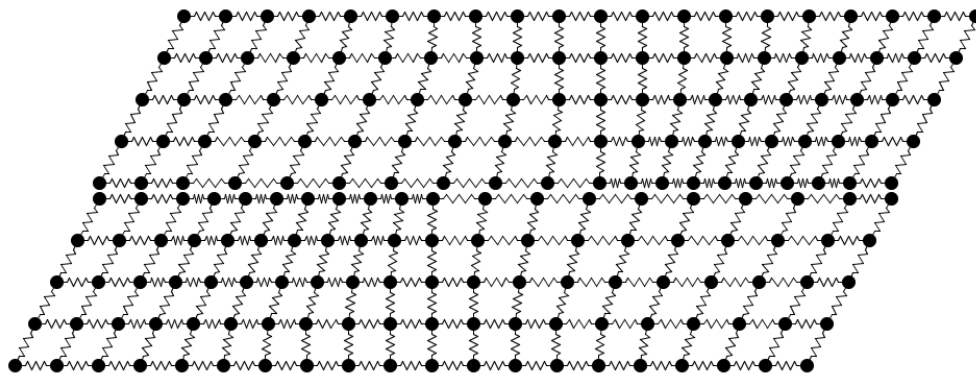
Ak zemetrasenie nezabíja a neničí, je veľmi užitočné. Vďaka seizmickým vlnám dnes veľmi dobre poznáme vnútro našej planéty. Pomocou seizmických vln, ktoré sa šíria v Mesiaci vieme dosť aj o stavbe Mesiaca. Napokon, „trasenie hviezd“ nám umožňuje skúmať vnútro hviezd.



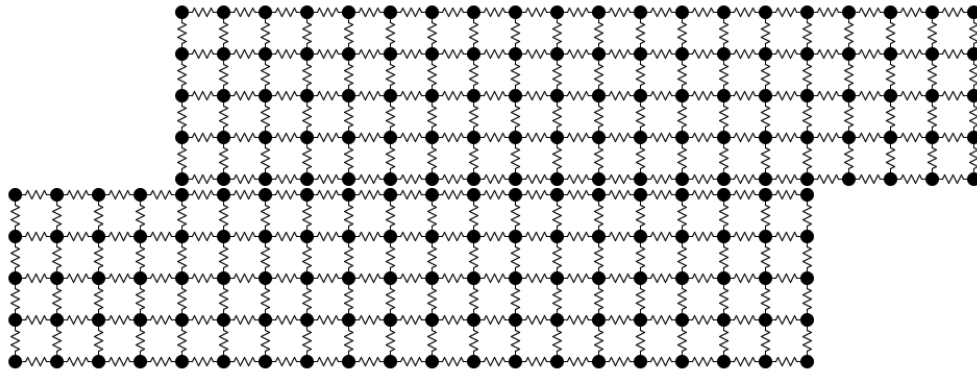
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4

Autor obrázkov: Mgr. Peter Pažák