

EPECTELE CUTREMURELOR ASUPRA MEDIULUI NATURAL

Anumite forțe sunt răspunzătoare de mișcarea continuă a unor zone din interiorul Pământului. Dintre acestea, cutremurele, fenomene geologice pe care noi astăzi le simțim și le cunoaștem, au fost prezente, asemenea altor fenomene (vulcanism, mișcarea plăcilor etc.), în întreaga istorie geologică a Pământului. De-a lungul a miliarde de ani, acestea au jucat un rol important în schimbarea aspectului planetei noastre, atât al uscaturilor continentale, cât și al adâncurilor oceanice. Energia care este eliberată odată cu producerea cutremurului afectează, deopotrivă, adâncurile Pământului, dar și partea superficială a scoarței terestre. Rocile, sedimentele sau alte materiale aflate în aceste zone își pot schimba comportamentul devenind instabile.

Cutremurele provoacă schimbări ale poziției unor elemente ale scoarței terestre, însă la scară mică, iar atunci când ele se produc pe fundul oceanelor, pot duce, uneori, la apariția unor valuri seismice gigantice, numite **tsunami**.

Așadar, sub acțiunea acestor forțe interne, inclusiv a cutremurelor, pot să apară anumite procese de instabilitate atât în scoarța terestră, cât și la suprafață.

CUTE ȘI FALII

În timp, în rocile din litosferă – învelișul de piatră al Pământului – se acumulează energie care poate cauza mari deformări și cutări ale stratelor de roci. Acolo unde rocile sunt solicitate peste limita lor, ele se vor fractura și masa de rocă se va mișca brusc de fiecare parte.

Cutele reprezintă curburi ale stratelor geologice și au aspectul pliurilor unui covor (fig. IV.1). Pot fi cel mai adesea văzute atunci când traversăm zone muntoase, în deschideri de la marginea drumului. Acest aspect se datorează faptului că acei munți au avut la baza formării lor și procese de cutare. Cutele sunt prezente în diferite formațiuni geologice din lumea întreagă, inclusiv în unele zone din Carpații românești.

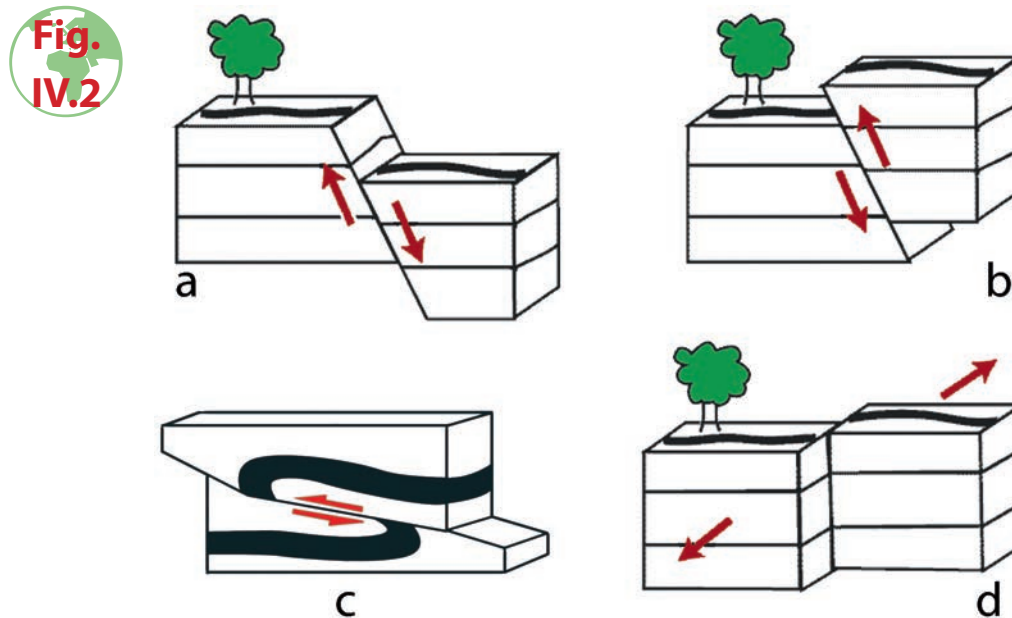
Faliile (fig. IV.2) sunt rupturi adânci în scoarța terestră; acestea sunt însoțite de deplasarea rocilor situate de o parte și de alta a unui plan, numit *plan de falie*. Mișcarea se poate produce atât în plan vertical, cât și în plan orizontal.

Fig.
IV.1



Formațiuni geologice
pe care sunt marcate cutele
(Sursa: <http://all-geo.org/metageologist>)

Faliile normale (fig. IV.2a) apar atunci când stratele de roci se îndepărtează, generând, în acest fel, o mișcare verticală sub influența gravitației. Rezultatul la scara unui continent îl reprezintă formarea unor văi adânci ori coborârea unor fragmente din zonele de coastă. Așadar, o falie normală este cea la care compartimentul de roci situat deasupra planului de falie coboară relativ față de compartimentul de sub acest plan (fig. IV.3a). Dacă se produce brusc, toată această mișcare poate produce cutremure. Trebuie să spunem, însă, că și invers, dacă se produce un seism, acesta poate să inducă o mișcare pe un plan de falie deja existent.



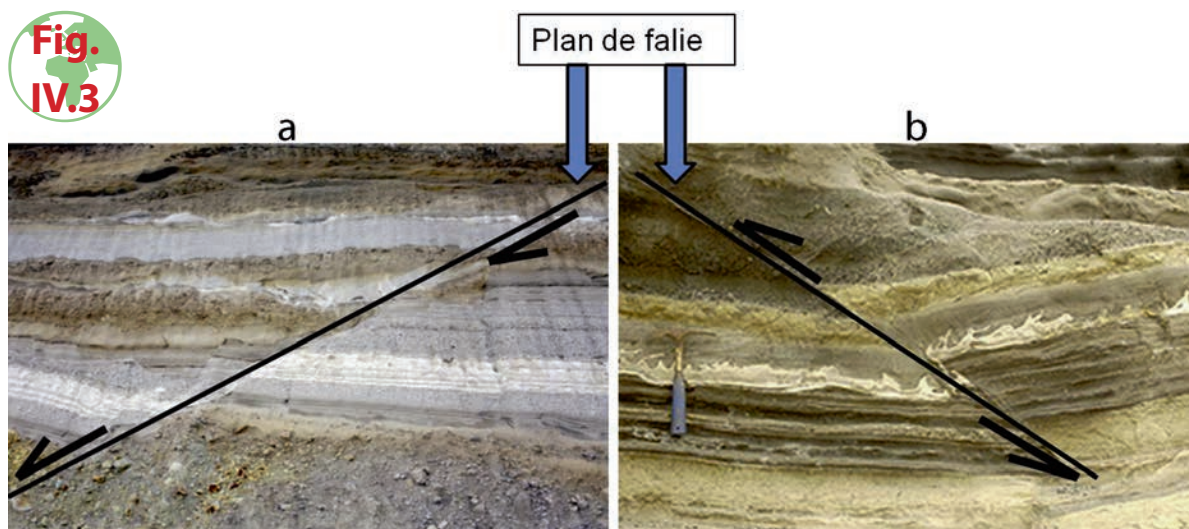
Tipuri de falii: a. normale; b. inverse; c. încălecare; d. laterale

Dacă, în mod invers față de situația precedentă, compartimentul de roci de deasupra planului de falie urcă relativ față de cel de sub planul de falie, atunci vorbim de o *falie inversă* (fig. IV.2b IV.3b). Atunci când planul faliei este înclinat, ajungând aproape de orizontală, compartimentul de deasupra poate fi împins peste cel de dedesubt, iar falia care a stat la baza acestei mișcări se numește *falie de încălecare* (fig. IV.2c).

Faliile laterale (fig. IV.2d) sunt cele la care mișcarea se face în plan orizontal, compartimentele alunecând relativ unele față de celelalte. Aceste falii nu cauzează diferențe pe înălțime între cele două compartimente. Mai degrabă, acestea duc doar la o schimbare de poziție.

Pentru a înțelege mai bine mecanismele prin care iau naștere deformările și rupturile adânci ale stratelor Pământului, vom face apel la câteva noțiuni din materia de Fizică.

Energia se regăsește în capacitatea de a mișca obiecte în jurul nostru sau de a cauza orice tip de modificare în mediu. Să ne gândim și să exemplificăm cum anume energia cauzează schimbări în jurul nostru. De exemplu, energia chimică din combustibil produce căldură, iar aceasta poate fi folosită pentru mișcarea (deplasarea) mașinilor; frecându-ne palmele, transformăm în căldură energia creată din această mișcare. Cutremurele provoacă mișcare și, ca urmare a acestei mișcări, cauzează și schimbări în mediu. Așadar, cutremurele reprezintă atât mișcare, cât și energie. Motivul apariției cutremurelor este acela că energia acumulată și păstrată în roci este brusc eliberată în componentele Pământului.



Tipuri de falii identificate în teren și figurate după mișcarea pe planul de falie:
a. falie normală; b. falie inversă.

Tot fizica este cea care ne ajută să înțelegem anumite proprietăți de bază ale unor materiale, inclusiv roci, care alcătuiesc Pământul. De ce ne interesează aceste proprietăți? Pentru că dorim să cunoaștem capacitatea materialelor și a rocilor de a căpăta diferite forme sau de a transporta energia. Să ne gândim la câteva exemple: trebuie să cunoaștem proprietățile materialelor din care este construit un pod pentru a ști cum se va comporta el atunci când va fi traversat de foarte multe mașini; la fel este și în cazul clădirilor: cunoscând caracteristicile materialelor de construcție, vom ști modul în care aceste clădiri se vor comporta în cazul unei descărcări de energie cauzată de un cutremur.

Dintre proprietățile care ne interesează amintim:

- **Elasticitatea** – este proprietatea rocii de a se deforma, de a-și schimba temporar forma în urma acțiunii unei forțe asupra sa și de a reveni la forma inițială când acțiunea încetează. Pentru a înțelege elasticitatea, să ne gândim la o minge de cauciuc care, când o apăsăm, se deformează, iar când o eliberăm, revine la forma inițială. Solicitați elevilor și alte exemple de materiale care au o astfel de proprietate (buretele, elasticul de la haine etc.).

- **Plasticitatea** – este proprietatea rocii de a se deforma definitiv. Plastilina pe care noi o modelăm la temperatura camerei este un bun exemplu în acest sens. Este plastică pentru că rămâne la forma pe care noi i-am dat-o cu ajutorul forței mâinilor.

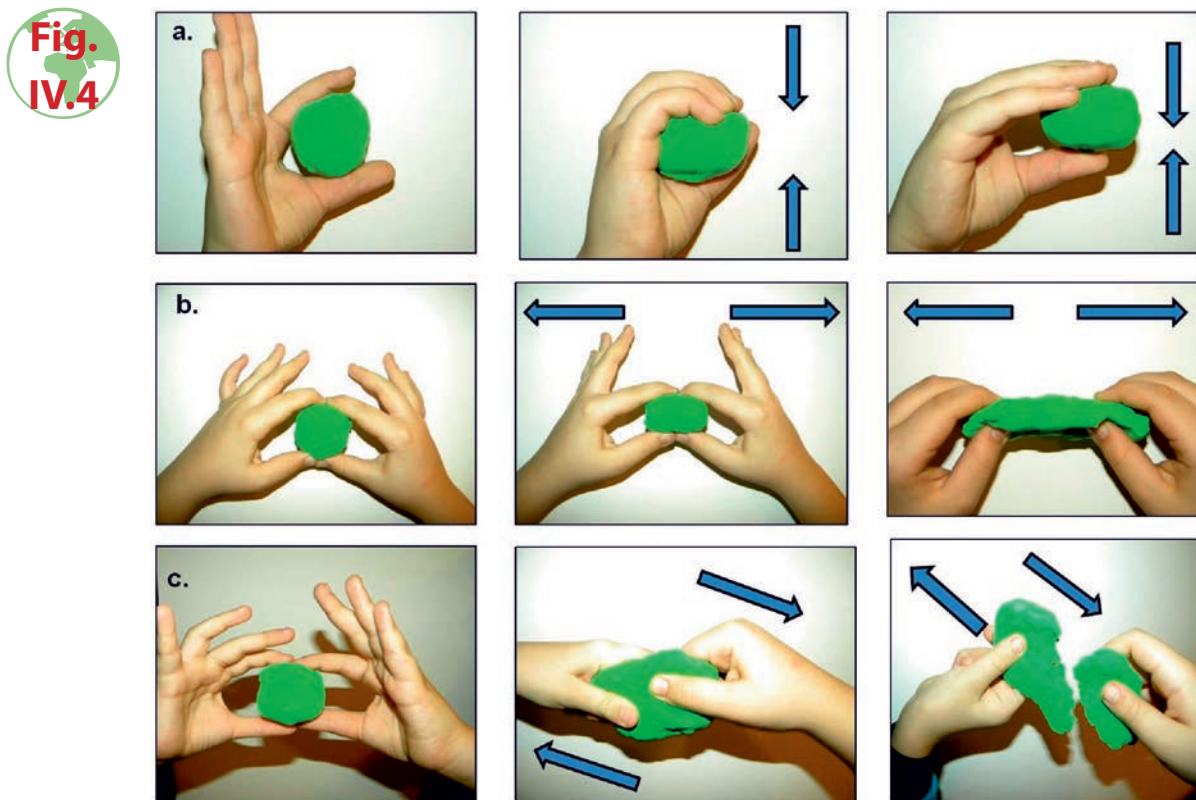
- **Casarea** (ruperea) – reprezintă incapacitatea de adaptare la deformări. Dacă am încerca să îndoim stiloul (desigur, nu vom face acest lucru!), am constata că el se va rupe; acest comportament definește un material casant.

Așa cum am afirmat mai devreme, plastilina modelată de noi la temperatura camerei este plastică. De ce oare ne-am exprimat așa, și nu simplu: „Plastilina pe care noi o modelăm este plastică”? Dacă am avea acum la îndemână o baghetă de plastilină care a stat la frigider, și am dori să o îndoim, am constata că... se rupe! Ce a făcut, în acest caz, ca ea să aibă un altfel de comportament la solicitarea noastră? Simplu... temperatura!

Așadar, anumite condiții și factori pot schimba proprietățile unor materiale (inclusiv ale rocilor); în exemplul nostru a fost vorba despre temperatură, dar mai poate contribui și presiunea sau compoziția materialului.

La întrebarea: „Cine solicită rocile și edificiile construite de acestea în interiorul Pământului?” Răspunsul corect este: Forțele interne ale Pământului, forțele tectonice!

De câte tipuri sunt ele? Forțele care acționează pe suprafața stratelor de roci din interiorul Pământului sunt de trei tipuri. Pentru exemplificare, încercați să vă gândiți ce s-ar întâmpla cu o bilă de plastilină dacă am strânge-o în mână. Urmărind figura IV.4a., constatăm că bila de plastilină își va schimba forma micșorându-se. În această situație, forța pe care o aplicăm plastilinei este una **compresională**. Dar, ce s-ar întâmpla dacă de aceeași bilă am trage cu ambele mâini în direcții opuse, ca în figura IV.4b. Plastilina va deveni mai lungă și mai subțire. Acest tip de forță aplicată bilei se numește **forță de întindere** sau **extensională** și schimbă forma plastilinei alungind-o. Să ne imaginăm că tragem de plastilină cu o mână spre stânga-sus și cu cealaltă spre dreapta-jos (fig. IV.4c.). Ce credeți că se va întâmpla în această situație? Plastilina se va rupe, în cele din urmă, în două părți. Forța aplicată în această situație se numește **forță de forfecare**.



Exemplificarea forțelor care acționează în interiorul Pământului:
a. compresională; b. extensională; c. de forfecare.

Acum, nu ne-a mai rămas decât să ne aducem aminte despre mișcarea plăcilor tectonice, prezentată deja în capitolul II – *Unde și de ce se produc cutremurele. Margini de placă și tipuri de mișcare a plăcilor* și să aflăm ce mișcare a acestora va produce compresiunea rocilor și formarea cutelor. Răspunsul este: mișcarea convergentă! Dar ce tip de mișcare a plăcilor va fi responsabilă de extensia rocilor? Mișcarea divergentă. Forfecarea rocilor și formarea de falii unde se vor produce? Forfecarea rocilor se va produce acolo unde avem o mișcare laterală a plăcilor.

IV

LICHEFIEREA SOLULUI

Lichefierea reprezintă un proces declanșat de cutremure sau de alte șocuri. Atunci când vibrațiile seismice trec într-un sol cu un conținut ridicat de apă, solul își pierde proprietățile de solid, devenind semilichid, precum nisipurile mișcătoare sau ... precum budinca. Într-un timp foarte scurt, fundațiile clădirilor grele își pierd suportul oferit de sol și pot să se răstoarne sau să intre adânc în pământ (fig. IV.5).

Lichefierea poate fi experimentată, la scară mică, în timpul unei plimbări pe plajă. La fiecare pas făcut, apa va ieși din nisip și va apărea la suprafața acestuia. Atunci când procesul are loc la scară mare, se produc mari dezastre, așa cum s-a petrecut în cazul cutremurului din Niigata (Japonia), din 1964, sau cel din martie 2011, tot din Japonia.

Fig.
IV.5



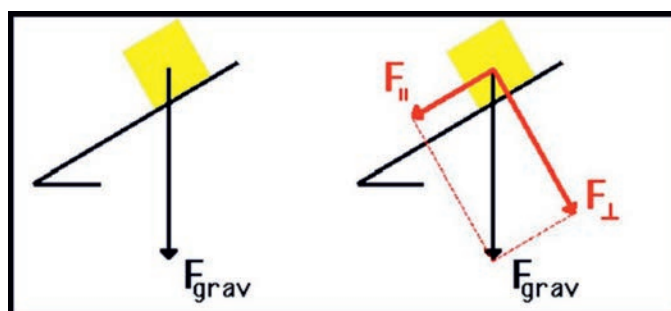
Daune provocate de lichefierea terenului în urma cutremurului din 1964, produs la Niigata, Japonia
(sursa: <http://www.ce.washington.edu/~liquefaction/selectpiclique/nigata64/tiltedbuilding.jpg>)

ALUNECĂRI DE TEREN

Relieful ridicat reprezintă o caracteristică a multor regiuni. Prezența acestuia reprezintă una dintre condițiile care trebuie îndeplinite pentru a se produce o alunecare de teren. Așadar, forța gravitațională este cea care guvernează asupra stabilității stratelor de roci care formează subsolul acelor munți sau dealuri.

Fig.
IV.6

Pentru a ne aduce aminte de forța gravitațională, să urmărim figura IV.6 și să analizăm componentele acesteia și dispunerea lor pe un plan înclinat (versant).



Componentele forței gravitaționale
(sursa: <http://www.geocities.ws>)

Forța gravitațională se descompune în două componente care, împreună, înlocuiesc efectul forței gravitaționale (fig. IV.6). Componenta perpendiculară a forței gravitaționale este opusă forței normale, care o echilibrează. Componenta paralelă a forței nu este echilibrată, aceasta fiind cea care provoacă deplasare în timp.

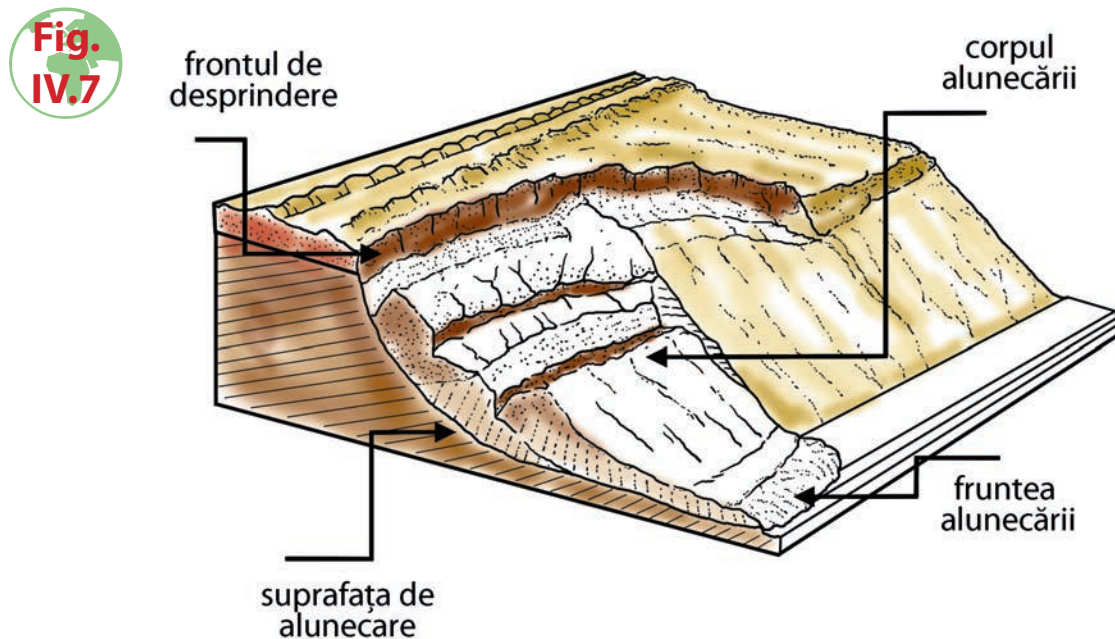
În jurul nostru, suntem obișnuiți cu stabilitate la nivelul suprafeței Pământului, ceea ce, bineînțeles, nu ridică probleme speciale. Există, însă, și situații în care prezența unui anumit tip de rocă la o adâncime mai mică sau mai mare, în interiorul unui munte sau deal, poate avea implicații majore. În condițiile în care aceste roci primesc foarte multă apă, devin vâscoase sau chiar fluidizate și își încep alunecarea spre baza pantei, peste o suprafață de alunecare, antrenând în această deplasare stratele de roci aflate la partea superioară.

Locul de unde se desprinde masa de pământ alunecată poartă numele de *frontul (râpa) de desprindere*, partea alunecată formează *corpul alunecării*, iar partea terminală constituie *fruntea alunecării* (fig. IV. 7).

Vibrația cauzată de cutremur reprezintă elementul care declanșează alunecarea atunci când sunt îndeplinite și alte condiții.

Având în vedere rolul important pe care apa îl are în producerea acestui fenomen, putem trage o concluzie: probabilitatea apariției unei alunecări de teren sub efectul vibrațiilor unui seism este mare în sezoanele ploioase sau primăvara, pe fondul topirii zăpezilor.

Existența unei pante este un alt factor causal al apariției alunecării de teren. Trebuie să mai spunem că spațiile geografice specifice în care apar alunecări de teren sunt zonele cu relief de altitudine medie, alcătuit din dealuri și din podișuri.



Elementele unei alunecări de teren

TSUNAMI

Tsunami reprezintă un val seismic marin provocat de un cutremur care are loc sub oceane și care traversează oceanele, propagându-se foarte rapid spre țărm, putând produce distrugerii însemnate localităților situate în apropierea țărmului. Viteza lui de propagare în largul oceanului poate să depășească 800 km/h, iar când ajunge la țărm, înălțimea valului poate atinge până la zeci de metri. Impactul asupra litoralului și a construcțiilor aflate în apropiere este unul devastator. Ariile joase de țărm pot fi inundate și pierderile de vieți omenești pot fi imense.

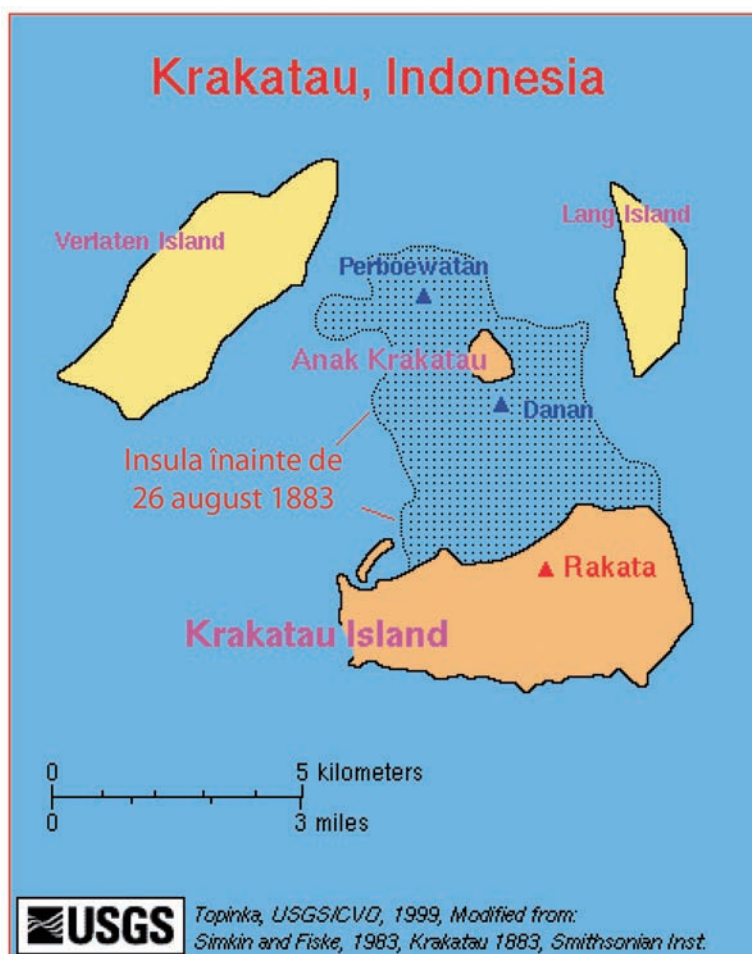
În Oceanul Pacific se produc frecvent tsunami-uri. În prezent, 23 de națiuni din jurul Pacificului cooperează pentru supravegherea în permanență a adâncurilor oceanice, în special cu ajutorul seismografelelor. Producerea unui seism creează posibilitatea declanșării unui tsunami și, prin urmare, primul pas în vederea diminuării consecințelor îl reprezintă identificarea seismului suboceanic.

Nu toate valurile marine distructive sunt cauzate de cutremure. Există și situații când o alunecare de teren produsă pe țărmul unor insule sau o erupție vulcanică pot forma un val de tip tsunami.

Evenimentele de tip tsunami produse în trecut i-au ajutat pe oamenii de știință să studieze comportamentul și puterea acestor valuri, astfel încât, la ora actuală, cunoștințele acumulate de aceștia sunt puse în slujba umanității în scopul reducerii dimensiunii pagubelor create de acestea. Un exemplu de val ucigător este al celui format în urma erupției vulcanului din Insulele Krakatau, din 1883, când 2/3 din insulă a fost aruncată în aer (fig. IV.8). Giganticul val a ucis 36.000 de persoane din insulele Java și Sumatra.

Dacă ne gândim la faptul că aproximativ 70% din suprafața Terrei este acoperită de ape, majoritatea fiind oceane cu adâncimi de peste 3.000 m, și că multe dintre acestea ascund zone în care se pot produce seisme importante, atunci înțelegem că misiunea oamenilor de știință de a prevedea aceste fenomene este foarte dificilă.

Fig.
IV.8



Erupția vulcanului Krakatau care a provocat unul dintre cele mai distrugătoare valuri de tip tsunami din timpuri istorice