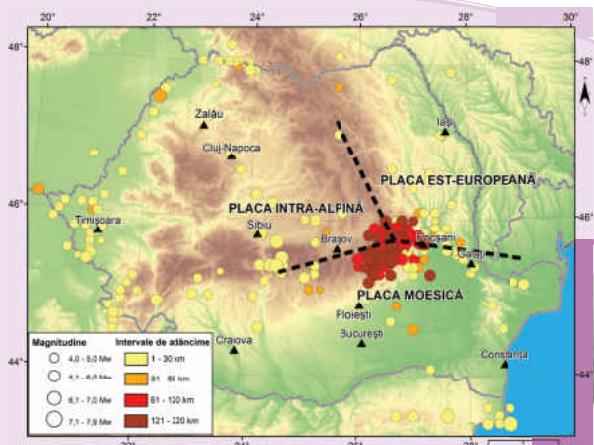


## Învățământ gimnazial

# Despre cutremure și efectele lor



## Caietul profesorului



✓ Învățăm

✓ experimentăm

✓ ne protejăm

**MOTTO**

*„Mi s-a spus și am uitat, am văzut și am înțeles, am făcut și am învățat” – Confucius*

**Materialul a fost realizat de:**

Capitolul 1 – Bogdan ZAHARIA

Capitolul 2 – Dragoș TĂTARU

Capitolul 3 – Felix BORLEANU

Capitolul 4 – Nicoleta BRIŞAN

Capitolul 5 – Emil-Sever GEORGESCU, Daniela DOBRE

**Revizori:**

Bogdan Grecu, Mihaela Popa, Speranța Țibu

© Personajul DOXI este marcă înregistrată CD PRESS. Toate drepturile rezervate.

Ilustrație, tehnoredactare și tipar: CD PRESS.

**Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României**

**Despre cutremure și efectele lor: învățământ gimnazial: caietul profesorului /**

Bogdan Zaharia, Dragoș Tătaru, Felix Borleanu, ... ;

revizori: Bogdan Grecu, Mihaela

Popa, Speranța Țibu. - București : CD PRESS, 2013

ISBN 978-606-528-156-1

I. Zaharia, Bogdan

II. Tătaru, Dragoș

III. Borleanu, Felix

IV. Grecu, Bogdan

V. Popa, Mihaela

VI. Țibu, Speranța Lavinia

502.58:550.348(075.33)

Aceste materiale au fost realizate în cadrul proiectului „Rețeaua Seismică Educațională din România” (ROEDUSEIS-NET), nr. contract 220/02.07.2012, finanțat de UEFISCDI prin Programul Parteneriate.

Instituția coordonatoare de proiect: INCDFP, Director de proiect: Dr. Ing. Ionescu Constantin.

Instituții partenere: INCD „URBAN-INCERC”, UNIVERSITATEA „BABEŞ BOLYAI”, BSM SA.

## CUVÂNT-ÎNAINTE

Cutremurile de pământ sunt considerate unele dintre cele mai distrugătoare fenomene naturale, producând pierderi fizice, socio-economice și culturale. Deși pierderile fizice precum viețile oamenilor, distrugerea clădirilor și a infrastructurilor vor avea impactul cel mai mare și imediat, celelalte tipuri de pierderi pot avea un efect și mai profund și de lungă durată asupra comunităților.

Efectele fenomenelor naturale sunt agravate de nivelul scăzut de conștientizare a acestora de către populație, precum și de lipsa cunoștințelor, a comportamentelor și a atitudinilor necesare pentru a ne proteja în fața acestor fenomene distrugătoare.

Școlile sunt cele care au rolul de a oferi cadrul necesar educației și dezvoltării generațiilor viitoare. Acestea au un rol vital în dezvoltarea comunității, fiind simboluri importante ale valorilor și ale culturii pe care le reprezintă. O educație corespunzătoare în școli nu constă doar în a transmite informații elevilor, ci și în a pătrunde mai adânc în conștiința comunității din care aceștia fac parte, prin intermediul părintilor și al profesorilor.

Colecția „**Despre cutremure și efectele lor**” cuprinde materiale educative care se adresează învățământului preșcolar, primar, gimnazial și liceal. Cu excepția materialului pentru preșcolari, colecția este alcătuită, pentru fiecare nivel, din „**Caietul profesorului**” și din „**Caietul elevului**”.

Colecția constituie o oportunitate pentru elevi în descoperirea și înțelegerea cutremurelor, motto-ul seriei fiind: „**Învățăm. Experimentăm. Ne protejăm**”. Totodată, colecția dorește să pună la dispoziția cadrelor didactice informații, instrumente și resurse utile pentru derularea activităților tematice propuse.

Materialele au un caracter educativ și nu necesită un nivel înalt de cunoștințe științifice pentru înțelegerea noțiunilor și a activităților prezentate. Studiile educaționale arată că elevii învață mai ușor și înțeleg mai bine concepțele teoretice atunci când realizează activități practice și experimente. Colecția oferă o abordare inedită a conținutului tematic, implicându-i pe elevi în activități ce au ca scop nu doar memorarea sterilă a unor definiții, ci analiza, compararea, descoperirea, experimentarea, simularea și reflecția critică asupra problematicii cutremurului (cauze, măsurare, schimbări pe care le aduce mediului înconjurător, măsuri de prevenire și siguranță).

Informațiile prezentate sunt introduse gradual și adaptate nivelului de înțelegere specific fiecărui ciclu educațional. Cadrul didactic are libertatea de a selecta cele mai relevante informații și activități, nefiind obligatorie parcurgerea întregii colecții pentru atingerea obiectivelor propuse.



# CUPRINS



## I. DESPRE CUTREMUR

Ce este cutremurul? .....	7
Zonele seismice din România .....	16
<b>Plan de lucru: Ce este cutremurul? .....</b>	21
Activitatea I.1: Explicarea cutremurului folosind lucruri la îndemână .....	22
Activitatea I.2: Caracteristicile cutremurului .....	24
Activitatea I.3: Zonele seismice din România .....	26
FIŞĂ DE EVALUARE I. ....	30

## II. UNDE ŞI DE CE SE PRODUC CUTREMURELE

Învelișurile Pământului .....	33
Plăcile Pământului și mișcarea lor .....	37
Efectele mișcării plăcilor .....	40
Teoria derivei continentale și teoria plăcilor tectonice .....	42
<b>Plan de lucru: În interiorul planetei Pământ .....</b>	45
Activitatea II.1: Pământul, din interior spre exterior .....	46
Activitatea II.2: Grafic – Învelișurile Pământului .....	49
<b>Plan de lucru: Cum și de ce se mișcă plăcile? .....</b>	51
Activitatea II.3: Grafic – Ce este fierbinte se ridică, ce este rece coboară? .....	52
Activitatea II.4: Ciocnire, depărtare și alunecare .....	54
Activitatea II.5: Ce e fierbinte se ridică, ce e rece coboară? .....	58
Activitatea II.6: Cutremurele și vulcanii .....	60
FIŞĂ DE EVALUARE II.1. ....	63
FIŞĂ DE EVALUARE II.2. ....	64

## III. MĂSURAREA CUTREMURELOR

Tensiunea și deformarea .....	66
Producerea cutremurului și generarea undelor seismice .....	67
Localizarea cutremurelor .....	68
Modurile de măsurare a cutremurelor .....	72
<b>Plan de lucru: Cum măsurăm cutremurele? .....</b>	75
Activitatea III.1: Cum poate fi localizat epicentrul unui cutremur? .....	76
Activitatea III.2: Intensitățile seismice în diferite regiuni .....	80
Activitatea III.3: Determinarea magnitudinii unui cutremur produs în România .....	83
FIŞĂ DE EVALUARE III. ....	85

## IV. EFECTELE CUTREMURELOR ASUPRA MEDIULUI NATURAL

Cute și falii .....	86
Lichefierea solului .....	90
Alunecări de teren .....	90
Tsunami .....	92
<b>Plan de lucru: Efectele cutremurelor asupra unui mediu natural .....</b>	93
Activitatea IV.1: Tipuri de falii .....	94
Activitatea IV.2: Lichefierea .....	96
Activitatea IV.3: Alunecarea de teren .....	98
Activitatea IV.4: Tsunami .....	100
FIŞĂ DE EVALUARE IV.1 .....	103
FIŞĂ DE EVALUARE IV.2 .....	104

## V. EFECTELE CUTREMURELOR ASUPRA MEDIULUI CONSTRUIT

Construcțiile. Elemente structurale și nestructurale .....	105
Sistemul structural și cutremurul .....	106
Comportarea clădirilor la cutremur .....	107
Cum ne comportăm la cutremur? .....	111
<b>Plan de lucru: Efectele cutremurelor asupra mediului construit (de la școală la locuință).</b>	114
<i>Siguranță și protecție la cutremure .....</i>	114
Activitatea V.1: Crearea de machete pentru clădiri, cu scopul de a observa comportarea dinamică a acestora în timpul unui cutremur .....	115
Activitatea V.2: O prezentare simplă a influenței înălțimii asupra oscilațiilor clădirilor .....	119
Activitatea V.3: Prezentarea minisimulațiilor seismice didactice, posibil de creat cu mijloace simple, plecând de la cunoștințele dobândite la fizică ..	121
Activitatea V.4: Cum să ne comportăm în timpul și după producerea unui cutremur .....	124
Activitatea V.5: Procedură în caz de cutremur, într-o școală .....	125
FIŞĂ DE EVALUARE V.1. ....	128
FIŞĂ DE EVALUARE V.2. ....	129
Răspunsuri. ....	130



# DESPRE CUTREMUR

**Cutremurul** este un fenomen natural, la fel ca ploaia sau ninsoarea. De-a lungul timpului, fenomenele naturale au contribuit la „modelarea” suprafeței planetei noastre. Acestea afectează fiecare parte a Pământului și, în funcție de efectele pe care le au, pot fi mici și fără importanță sau pot fi catastrofale.

Cutremurul poate dura doar câteva secunde, dar procesele care îl cauzează se formează în milioane și milioane de ani. Cauzele cutremurului nu au fost cunoscute întotdeauna, astfel că, în trecut, cutremurul făcea obiectul legendelor și al speculațiilor fanteziste ale popoarelor lumii.

Știința care se ocupă cu studiul seismelor (cutremurilor) se numește **seismologie**, de la cuvântul din limba greacă *seismos*, care înseamnă *a zgudui*. Oamenii de știință care studiază seisme sunt numiți **seismologi**.

## CE ESTE CUTREMURUL?

**Cutremurul** este o zguduire bruscă, rapidă a Pământului, cauzată de eliberarea de energie din roci. Zguduirea din timpul cutremurului poate duce la pierderea de vieți omenești. Adeseori, în cazul cutremurelor puternice, pe lângă distrugerea clădirilor și a infrastructurii, pot avea loc alunecări de teren, se pot produce valuri uriașe (tsunami) sau erupții vulcanice.

Din cauza efectelor dezastruoase ale cutremurilor, oamenii au căutat întotdeauna modalități de a explica originea lor. Prin urmare, găsim interpretații ale cauzelor cutremurilor în folclorul civilizațiilor din întreaga lume. Există mai multe explicații neștiințifice ale cutremurilor. Noi numim aceste povestiri tradiționale legende, iar unele dintre ele sunt povestite chiar și în prezent.

*Aristotel* a fost unul dintre primii oameni care a încercat să explice cutremurele bazându-se pe fenomene naturale. El a afirmat că vânturile biciuiesc Pământul provocând zguduirea suprafeței acestuia.

Observațiile empirice ale efectelor cutremurilor au fost rare până în 1750, când Anglia a fost zguduită pe neașteptate de o serie de cinci cutremure puternice. Aceste cutremure au fost urmate, într-o duminică, pe 1 noiembrie 1755, de un soc cataclismic și de un tsunami care a ucis aproximativ 70.000 de persoane, ducând la distrugerea totală a orașului Lisabona (Portugalia). Acest eveniment marchează începutul epocii moderne a seismologiei, în care au fost făcute numeroase studii cu privire la efectele cutremurilor și la localizarea lor în timp și spațiu. Înainte de cutremurul de la Lisabona, oamenii de știință credeau în explicațiile lui *Aristotel*, ale lui *Pliniu*, precum și în alte surse antice legate de cutremure. În urma producerii cutremurului de la Lisabona (fig. I.1), aceste explicații au fost uitate și s-a trecut la studiul cutremurului bazat pe observațiile moderne.

I

Fig.  
I.1



Schițe ale vremii prezentând cutremurul din Lisabona (înainte, în timpul și după cutremur), 1755  
(sursa: <http://nisee.berkeley.edu/lisbon/kz143.jpg>)

Cercetători ca John Michell, din Anglia, și Bertrand Elie, din Elveția, au realizat cataloage ce conțineau date și localizarea cutremurelor și au studiat efectele fizice ale acestora. În anii ce au urmat cutremurului de la Lisabona s-au făcut studii sporadice cu privire la fenomenele seismice, dar care, în timp, au fost dezvoltate, precum asupra cutremurului din Calabria, din 1783 (fig. I.2), care a ucis 35.000 de oameni în sudul Italiei.

Fig.  
I.2



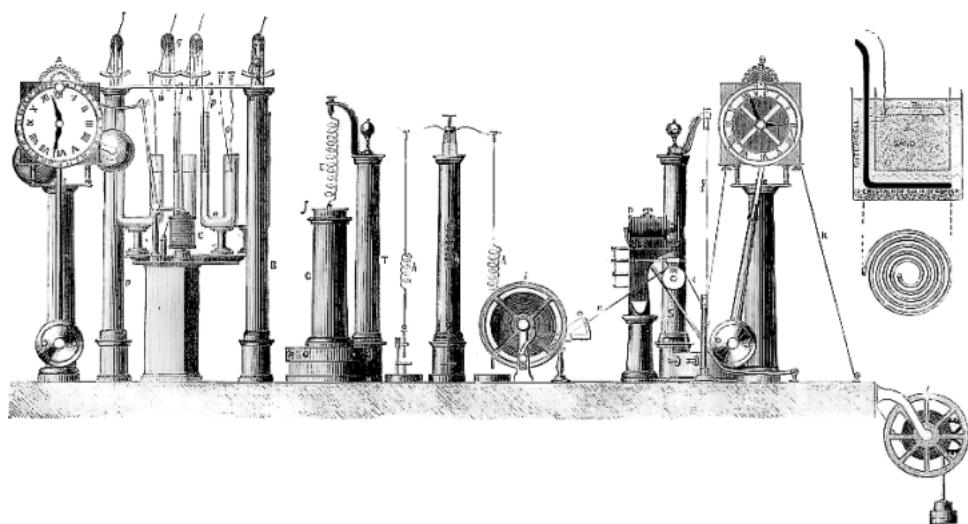
Schițe ale vremii prezentând cutremurul din Calabria, din 1783 (cutremurul în stânga și tsunami în dreapta)  
(sursa: <http://historyofgeology.fieldofscience.com/2010/06/how-to-make-artificial-earthquakes.html>)

Odată cu dezvoltarea sistemelor de comunicație, s-a putut face mult mai ușor schimbul de observații despre producerea și efectele cutremurelor din întreaga lume. Astfel, în urma cutremurului din Chile, din 1822, Maria Graham a raportat schimbări de altitudine de-a lungul țărmului chilian. Observațiile sale au fost confirmate în urma cutremurului din 1835, tot din Chile, de către Robert Fitzroy, căpitan al navei engleze HMS Beagle.

Nava plecase în 1831 într-o expediție în America de Sud, avându-l la bord pe naturalistul *Charles Darwin*. În timpul cutremurului, Darwin era pe uscat, examinând geologia Anzilor și adunând informații despre plante, animale, fosile.

În anii 1850-1870, trei europeni au pus bazele seismologiei moderne. *Robert Mallet*, un inginer născut la Dublin, proiectant al mai multor poduri din Londra, a determinat viteza undelor seismice prin pământ folosind explozii cu praf de pușcă. Pe baza variațiilor vitezelor undelor seismice, *Mallet* urmărea să determine variații ale structurii Pământului. Aceeași metodă este folosită și astăzi în domeniul petrolier. *Robert Mallet* a fost unul dintre primii care a reușit estimarea adâncimii unui cutremur. În aceeași perioadă, în Franța, *Alexis Perrey* realiza cataloge de cutremure efectuând analize cantitative, căutând variații periodice ale cutremurelor în raport cu anotimpurile și cu fazele Lunii. În Italia, *Luigi Palmieri* a inventat seismograful electromagnetic (fig. I.3), instalând unul în apropierea muntelui Vezuviu și altul, la Universitatea din Napoli. Aceste seismografe au fost primele instrumente seismice capabile să detecteze în mod curent cutremure imperceptibile pentru ființele umane.

**Fig.  
I.3**



*Seismograful inventat de Luigi Palmieri*

(sursa: <http://www.gutenberg.org/files/33483/33483-h/33483-h.htm>)

Între anii 1800 și începutul anilor 1900 s-au făcut progrese importante în seismologie. În Japonia, trei profesori englezi, *John Milne*, *James Ewing* și *Thomas Gray*, care lucrau la Colegiul Imperial din Tokyo, au inventat primele instrumente seismice suficient de sensibile pentru a fi utilizate în studiul științific al cutremurelor.

Pe baza analizei cutremurului din San Francisco, din 1906 (fig. I.4), *Harry Reid Fielding* a dedus că producerea cutremurelor este rezultatul acumulării treptate de tensiuni în interiorul Pământului, pe o perioadă de mai mulți ani.

Fig.  
I.4



Ruinele din San Francisco, după cutremurul din 1906,  
(sursa: <http://robroy.dyndns.info/lawrence/landscape.html>)

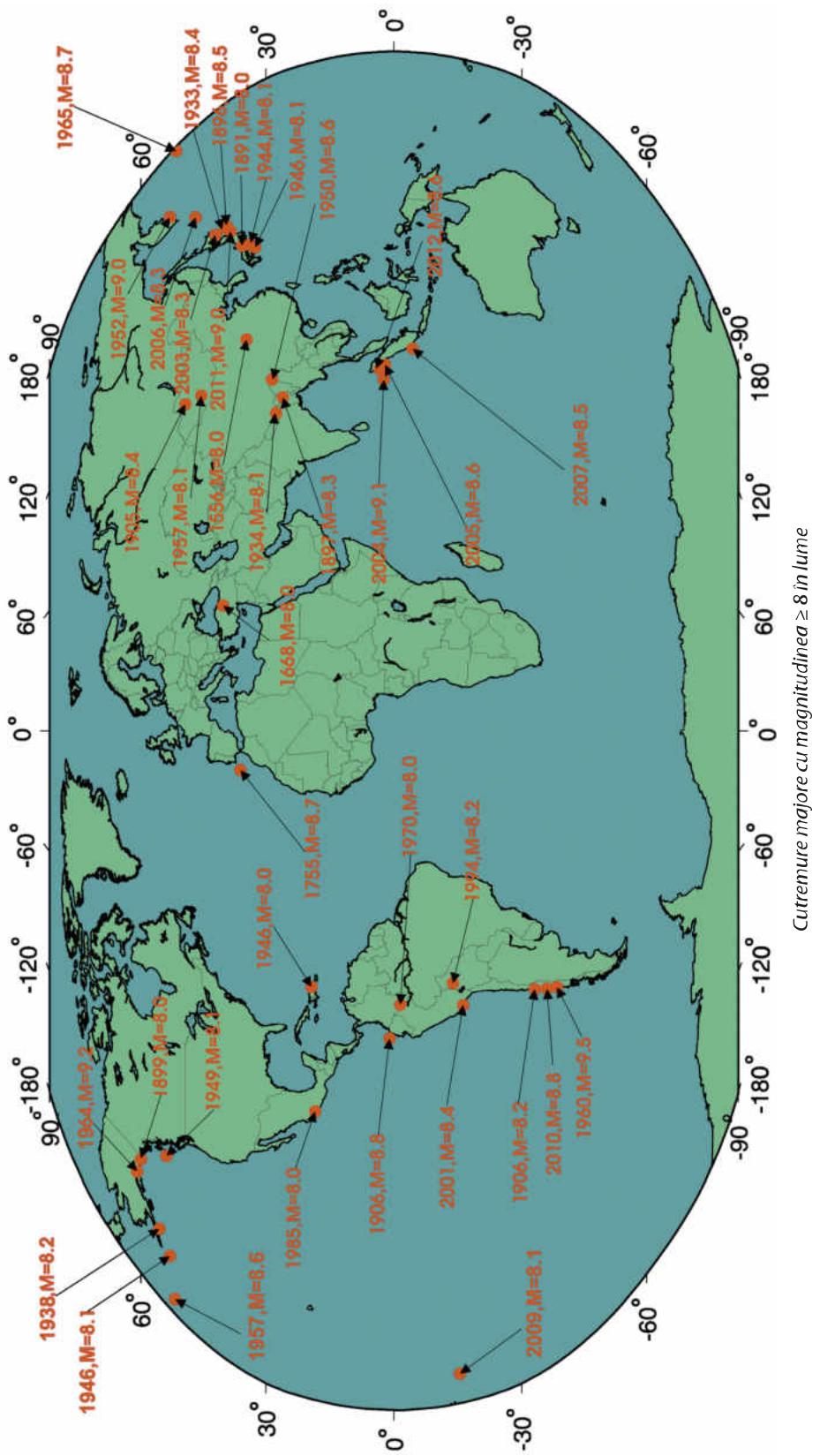
Tot între anii 1800 și începutul anilor 1900, a luat avânt cercetarea științifică a cutremurelor de către cercetătorii japonezi. *Seikei Sekiya* a devenit prima persoană numită profesor în seismologie. El a fost, de asemenea, unul dintre primii cercetători care a analizat cantitativ înregistrări seismice de la cutremure. Un alt celebru cercetător japonez din acea perioadă este *Fusakichi Omori*, care a studiat rata de descreștere a activității replicilor în urma producerii cutremurelor mari. Ecuațiile sale sunt folosite și astăzi.

Secolul XX a cunoscut un interes crescut în studiul științific al cutremurelor. Ar trebui remarcat, totuși, faptul că cercetarea cutremurelor s-a extins și din cauza producerii de cutremure în numeroase regiuni ale globului: Japonia, Statele Unite, Europa, Rusia, Canada, Mexic, China, America Centrală și de Sud, Noua Zeelandă, Australia. La începutul secolului XX, măsurările seismice erau doar simple descrieri, numite evaluări de intensitate. În 1902, seismologul italian *Giuseppe Mercalli* (fig. I.6, stânga) a definit scara de măsurare a intensității cutremurelor luând în considerare daunele cauzate clădirilor și felul în care simțeau oamenii cutremurul. Scara de intensitate a lui Mercalli, cu mici modificări, este folosită și astăzi. Totuși, seismologii aveau nevoie de o modalitate prin care să determine dimensiunea, amploarea cutremurului. Aveau nevoie de o măsură cantitativă, numerică, cu care să poată compara mărimea cutremurelor, nu doar să catalogheze daunele sau percepțiile, aşa cum se făcea cu metoda calitativă a lui Mercalli. Acest factor critic a fost stabilit în mod definitiv în 1935, de către seismologul american *Charles F. Richter* (fig. I.6, dreapta), profesor de seismologie la Institutul de Tehnologie din California. Sistemul său de măsurare, numit scara de magnitudine Richter, s-a bazat pe studiile sale asupra cutremurelor din sudul Californiei. Scara de magnitudine Richter a devenit cea mai utilizată metodă de evaluare a mărimi cutremurelor.

Cutremurile majore care au zguduit lumea de-a lungul timpului sunt prezentate în figura I.5.

**Fig.  
I.5**

### Cutremure majore ( $M \geq 8.0$ ) în lume



I

Fig.  
I.6



Giuseppe Mercalli, stânga (sursa: [http://www.earthquakes.bgs.ac.uk/hazard/History\\_intensity.htm](http://www.earthquakes.bgs.ac.uk/hazard/History_intensity.htm)) și Charles Richter (sursa: [https://www.e-education.psu.edu/earth520/content/l2\\_p26.html](https://www.e-education.psu.edu/earth520/content/l2_p26.html)), dreapta

În România, deși primele însemnări despre cutremure există de peste un mileniu, totuști studiile sistematice de seismologie apar abia la sfârșitul secolului al XIX-lea. Inițierea studiilor de seismologie aparține directorului Institutului de Meteorologie din acea vreme, fizicianul Ștefan Hepites (fig. I.7, stânga).

Fondatorul seismologiei românești, însă, trebuie considerat academicianul Gheorghe Demetrescu (fig. I.7, dreapta), care a pus în funcțiune un seismograf începând cu 1 ianuarie 1935, în stația seismică București (stație instalată în subsolul Observatorului Astronomic), îmbunătățind proiectul inițial al seismografelor Mainka (fig. I.8).

Fig.  
I.7



Ștefan Hepites (stânga) și Gheorghe Demetrescu (dreapta)  
(sursa: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/ro/3/31/%9Etefan\\_Hepites.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/ro/3/31/%9Etefan_Hepites.jpg) și <http://ro.wikipedia.org/wiki/GheorgheDemetrescu>)

După cutremurul din 10 noiembrie 1940, Gheorghe Demetrescu, ajutat de prof. Gheorghe Petrescu, a creat Serviciul Seismic Național prin instalarea, în 1942, a stațiilor seismice de la Focșani și Bacău, în 1943 la Câmpulung-Muscel, iar după 1950, la Iași și în Comuna Vrîncioaia. Tot după 1950, prof. Curea a instalat stația seismică de la Timișoara, apoi alte două stații, la Şușara și Gura Zlata, realizând un grup de stații seismice pentru studiul cutremurelor din Banat.

**Fig.  
I.8**



Seismograful îmbunătățit de Gheorghe Demetrescu (arhiva INCDFP),  
aflat în prezent la Muzeul de la Observatorul Vrâncioaia

După cutremurul major din 4 martie 1977, România a primit un ajutor constând din aparatură seismică și asistență din partea Statelor Unite ale Americii, în cadrul Programului Națiunilor Unite pentru Dezvoltare. Aparatura a fost instalată în vederea monitorizării activității seismice din zona Vrancea.

Studiul cutremurelor din ultimii ani arată că Pământul nu este static. Învelișul de roci al Pământului este spart în bucăți mari, numite **plăci tectonice**. Aceste plăci sunt în mișcare permanentă, dar lentă, una față de alta. Din această cauză, apare o acumulare de tensiune la contactul dintre ele. Din când în când, această tensiune se eliberează brusc, dând naștere cutremurelor. Energia eliberată în urma cutremurului se transmite prin Pământ sub formă de **unde seismice**.

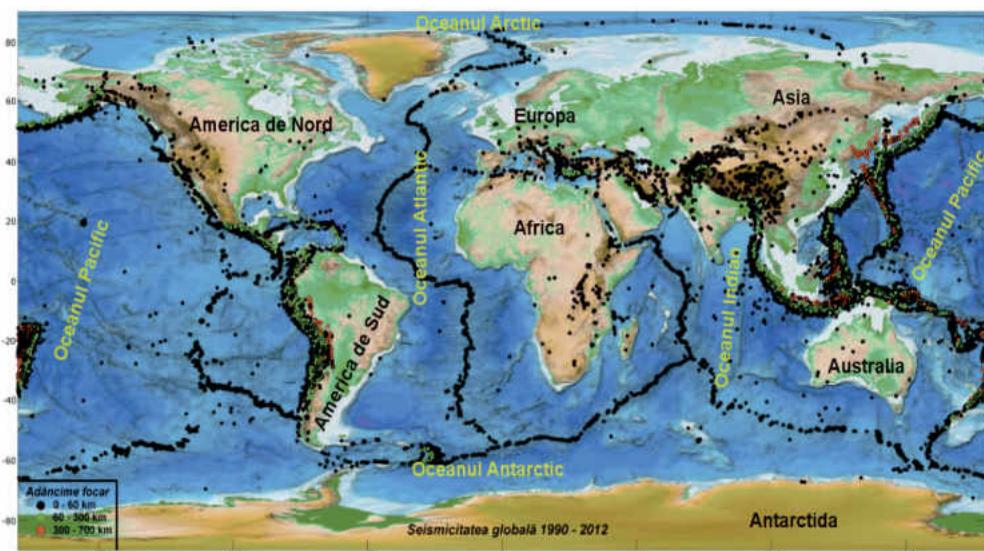
Primele teorii coerente care explică apariția cutremurelor au fost formulate abia în anii '60. Studiul seismicitatii globale a avansat începând cu anul 1960 și a permis seismologilor să localizeze pe glob concentrările de cutremure (fig. I.9).

Zonele corespunzătoare acestor concentrări se suprapun, în cea mai mare parte, la limitele dintre plăcile tectonice. Zona cea mai întinsă din lume unde se produc cutremure este aşa-numita *Centură de foc a Pacificului*, care mărginește oceanul Pacific – din Chile până în Alaska, Japonia, Filipine și, în final, Noua Zeelandă. Aici se produc peste 81% dintre cele mai mari cutremure ale lumii. A doua centură importantă, *Alpide/e*, se extinde de la insula Java spre Sumatra, prin Himalaya, Marea Mediterană, până la Atlantic. Aceasta cuprinde și munții Carpați, cu zona seismică Vrancea. În această centură au loc peste 17% dintre cele mai mari cutremure ale lumii, inclusiv cele mai distructive. Al treilea sector important este *Dorsala Medio-Atlantică*, aflată în mijlocul Oceanului Atlantic. Celelalte cutremure puternice au loc în diferite alte zone de pe glob, care pot fi situate și în interiorul plăcilor tectonice, nu neapărat la marginea lor.

Există și zone unde nu se produc cutremure. Aceste **zone**, numite **aseismice**, situate pe zonele stabile ale continentelor, sunt următoarele: **scuturile** baltic, canadian, brazilian, african, australian, Platforma Rusă și Groenlanda.

I

**Fig.  
I.9**

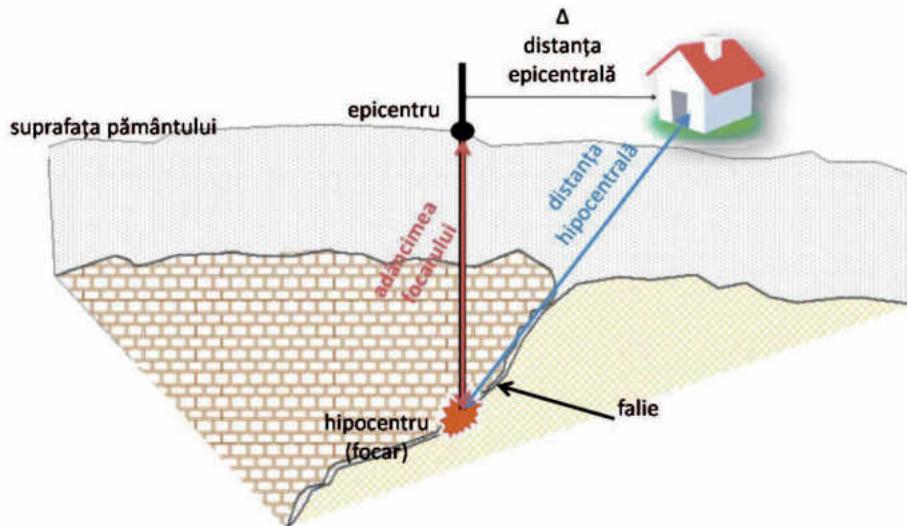


Harta seismicității globale. Sunt reprezentate numai cutremurile cu  $M \geq 4$ .

Există mai multe cauze care pot provoca un cutremur: tensiunile tectonice din scoarța terestră, de la contactul dintre plăcile tectonice, eruptiile vulcanice, exploziile sau impacturile puternice (cu meteoriți). Cutremurile produse de forțele tectonice poartă numele de **cutremure tectonice**. Surpările vechilor mine, prezența unor mari goluri subterane sau exploziile provocate de oameni constituie și ele cauze ale seismelor. Aproximativ 90% dintre cutremure sunt de origine tectonică. Atunci când hipocentrul cutremurului se situează sub un ocean sau sub o mare, cutremurile pot fi însoțite de tsunami.

Studierea cutremurelor a dus la stabilirea elementelor caracteristice prezentate în continuare (fig. I.10):

**Fig.  
I.10**



Elemente caracteristice ale cutremurului

- Focarul** sau **hipocentrul cutremurului** este locul în care are loc eliberarea energiei tectonice sub formă de căldură și de unde seismice.
- Epicentrul cutremurului** este punctul de pe suprafața Pământului situat deasupra hipocentrului.
- Adâncimea focarului cutremurului** este distanța dintre epicentru și hipocentru.
- Falia** este o fractură în crusta Pământului care separă două blocuri de roci care se deplasează unul față de celălalt.
- Distanța epicentrală** este distanța de la epicentru la un alt punct (stație seismică) de pe suprafața Pământului.
- Distanța hipocentrală** este distanța de la focar la un punct (stație seismică) de pe suprafața Pământului.

În prezent, cutremurile pot fi clasificate după criteriile prezentate în continuare.

#### 1. Adâncimea focarului:

- a. **Cutremure crustale**, care se produc la adâncimi mici (până la 60 de km) și reprezintă 90% din numărul total de cutremure produse pe glob și apar frecvent în centura circumpacifică, în bazinul mediteranean, în anumite zone din sud-estul Asiei, precum și în România. Pot provoca pagube foarte mari în imediata apropiere a epicentrului.
- b. **Cutremure subcrustale sau intermediare**, care se produc între 60 și 300 km adâncime și pot cauza pagube mai însemnate decât cele crustale, la distanțe mari de epicentru. Focare ale cutremurelor subcrustale sunt situate în Afganistan, Columbia, Mexic și zona Vrancea, din România.
- c. **Cutremure profunde** sau **adânci**, care se produc între 300 și 700 km adâncime (zone din Asia și coasta de vest a Americii de Sud) și au o rată de apariție destul de scăzută.

#### 2. Distanța epicentrală:

- a. **Cutremure locale**, la care distanța epicentrală este mai mică de 1.000 km.
- b. **Cutremure regionale**, la care distanța epicentrală este cuprinsă între 1.000 și 3.000 km.
- c. **Cutremure îndepărtate sau teleseisme**, la care distanța epicentrală este mai mare de 3.000 km.

#### 3. Energia degajată în focar:

- a. **Cutremure mici**, care nu sunt simțite de către oameni.
- b. **Cutremure moderate**, care sunt simțite de către oameni și pot provoca pagube.
- c. **Cutremure puternice**, care sunt simțite de către oameni și provoacă pagube însemnate.

#### 4. Poziția geografică a focarului:

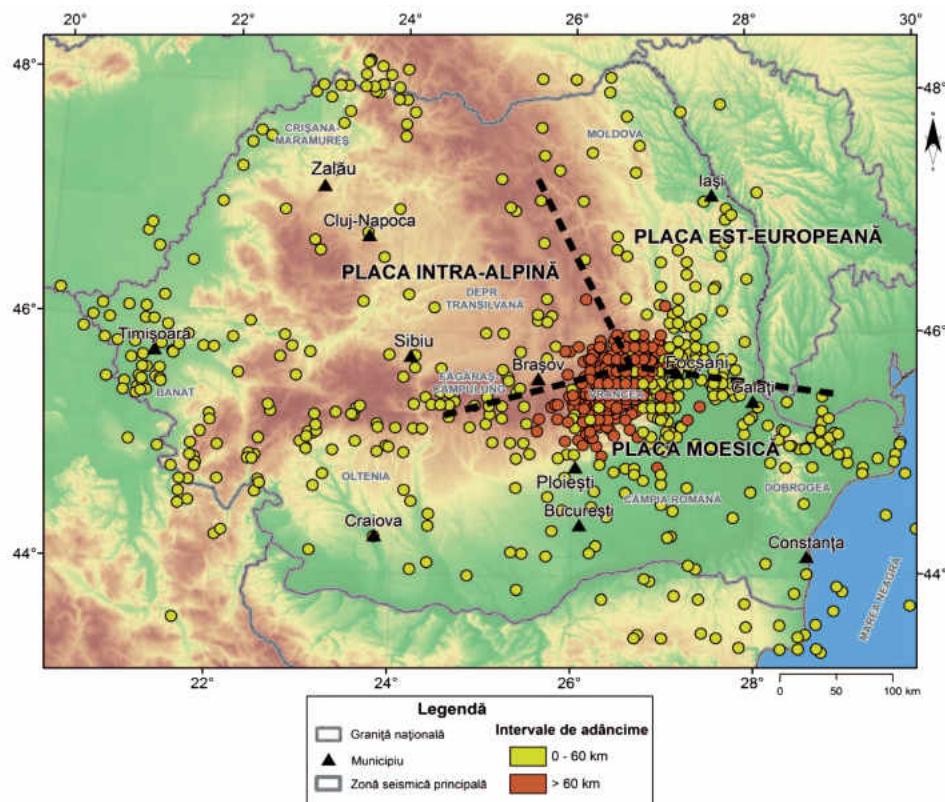
- a. **Cutremure continentale**, cu focar în zona continentelor.
- b. **Cutremure marine**, cu focar în zona mărilor și a oceanelor.

## ZONELE SEISMICE DIN ROMÂNIA

Zonele seismice reprezintă arii de seismicitate grupată, unde activitatea seismică este considerată relativ uniformă. Seismicitatea României (fig. I.11) rezultă din energia eliberată de cutremure grupate în mai multe zone seismice principale: Vrancea, Făgăraș-Câmpulung, Banat, Crișana, Maramureș și Dobrogea. La acestea, se adaugă zone epicentrale cu importanță locală, în regiunea Jibou și a Târnavelor din Transilvania, nordul și vestul Olteniei, nordul Moldovei și Câmpia Română.

Dintre aceste regiuni, **zona seismică Vrancea**, situată la curbura Carpaților Orientali, este cea mai importantă prin energia cutremurilor produse, extinderea ariei acestora de **macroseismicitate** și prin caracterul persistent și concentrat al epicentrelor. În celelalte regiuni, se produc cutremure crustale (cu focare cu adâncimea între 5 și 30 km), de joasă energie și intensitate, uneori policinetice (însoțite de numeroase replici).

**Fig.  
I.11**



Harta seismicității din România și a zonelor de graniță.  
Sunt reprezentate numai cutremurile cu magnitudinea  $M \geq 3$ .

În funcție de zona seismică, în România s-au înregistrat următoarele cutremure majore:

#### Vrancea:

Data producerii	Adâncimea focarului (km)	Magnitudine (M)
26 Oct. 1802	150	7,9
26 Nov. 1829	150	7,3
23 Ian. 1838	150	7,5
17 Aug. 1893	100	7,1
31 Aug. 1894	130	7,1
06 Oct. 1908	125	7,1
10 Nov. 1940	150	7,7
07 Sept. 1945	80	6,8
04 Mar. 1977	94	7,4
30 Aug. 1986	131	7,1
30 Mai 1990	86,9	6,9
27 Oct. 2004	98,6	6

#### Făgăraș-Câmpulung:

Data producerii	Adâncimea focarului (km)	Magnitudine (M)
19 Feb. 1832	10	5,6
26 Ian. 1916	10	6,4
18 Apr. 1919	10	4,1

#### Banat:

Data producerii	Adâncimea focarului (km)	Magnitudine (M)
12 Iul. 1991	11	5,6
18 Iul. 1991	12	5,6

#### Dobrogea:

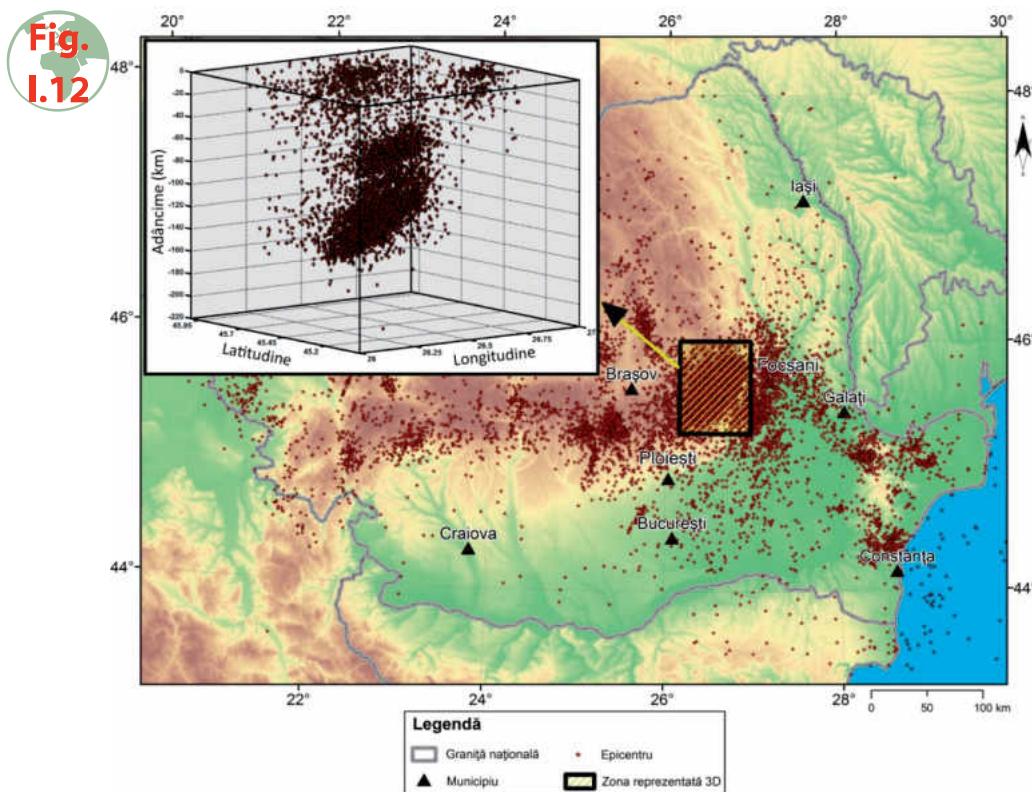
Data producerii	Adâncimea focarului (km)	Magnitudine (M)
11 Sept. 1980	20	4,2
13 Nov. 1981	4	5,1
07 Mai 2008	5	5,4

## Regiunea Vrancea

Regiunea Vrancea este o regiune seismică deosebit de complexă, caracterizată de convergența a trei plăci tectonice în contact: Placa Est-Europeană, Placa Intra-Alpină și Placa Moesică (fig. I.11).

Aici se înregistrează activitatea seismică cea mai puternică din România, concentrată la adâncimi intermediare (între 60 și 200 km), într-un fragment de placă continentală, desprins parțial, aflat în prezent în poziție aproape verticală. Zona seismică Vrancea este afectată și de cutremure crustale (fig. I.12), dar acestea sunt de mică intensitate. În regiunea Vrancea se produc în medie 2-3 cutremure puternice pe secol, putând produce distrugeri importante.

Zona seismică Vrancea este una dintre cele mai active zone seismice din Europa. În ultimii ani, numeroși cercetători (seismologi, geofizicieni) și-au concentrat eforturile pentru a explica fenomenele ce au loc în această regiune.



Distribuția focarelor în regiunea Vrancea (inserția 3D din stânga)

Academicianul Gheorghe Demetrescu, fondatorul seismologiei românești, afirma: „Cercetările seismologice arată că în România, la cotul Carpaților, în Vrancea, există unul dintre cele mai caracteristice și interesante puncte seismice, un focar de cutremure adânci care, prin persistența și izolarea sa, nu-și găsește perechea pe toată fața Pământului, decât într-un singur punct similar din Munții Hindu Kush, în Afganistan-Himalaya”.

Zona epicentrală a cutremurelor vrâncene de adâncime intermedieră, a fost comparată de Richter (Gutenberg și Richter, 1952), din punctul de vedere al succesiunii lor sistematice (peste 100 de seisme cu  $M \geq 5$ , de la începutul secolului XX), al nivelului energetic și al

concentrării, cu focarele din zona Hindu Kush și cu cele din regiunea Bucaramanga (Columbia). Seismele vrâncene au caracter monocinetic (fără replici) în cazul celor mici, însă au numeroase replici în cazul evenimentelor importante. Ele au întotdeauna o **arie mare de macroseismicitate** (arie unde cutremurele se simt și pot avea efecte), de formă eliptică alungită pe direcția NE-SV. Adâncimea focarelor variază între 60 și 200 km, dar cele mai frecvente valori ale focarelor sunt de 130-150 km. Evenimentele seismice sunt adesea precedate de o lacună de activitate seismică obișnuită, cu atât mai lungă cu cât evenimentul următor este mai important.

O caracteristică a cutremurelor vrâncene este aceea că ele se resimt mai slab în interiorul arcului carpatic (Transilvania). De asemenea, în zona Vrancea se produc și cutremure crustale; acestea sunt însă fenomene rare și sporadice, comparativ cu evenimentele generate în partea subcrustală a zonei Vrancea.

Seismicitatea crustală, localizată chiar în fața zonei de curbură a Munților Carpați este caracterizată prin apariția cutremurelor grupate în secvențe și roiuri seismice cu magnitudini mai mici de 5,6.

### Zona Făgăraș-Câmpulung

Regiunea Făgăraș-Câmpulung este considerată a doua zonă seismogenă a țării, după Vrancea, din punctul de vedere al energiei eliberate de cutremurele locale produse în această zonă (fig. I.11), unde magnitudinea poate atinge valoarea de 6,5. Ultimul cutremur major s-a produs în 26 ianuarie 1916 ( $M = 6,4$ ).

Epicentrele cele mai active se află în zona Câmpulung Muscel, în Munții Făgăraș (cu deosebire în vecinătatea lacului de acumulare Vidraru-Argeș și în Depresiunea Loviștei), precum și pe Valea Oltului (zona Brezoi-Câineni-Călimănești).

### Zona Banat

Seismicitatea din zona Banat (fig. I.11) este caracterizată de mai multe cutremure cu magnitudine  $M > 5$ , dar care nu depășesc magnitudinea 5,6.

Cutremurile din Banat au caracter policinetic, cu numeroase replici în cazul evenimentelor mari. Astfel, menționăm: cutremurele produse între octombrie 1879 și aprilie 1880 în zona Moldova Nouă; cutremurul produs în zona Timișoara, din 27 mai 1959, cu  $M = 5$ , adâncime 5 km, urmat de două şocuri produse în 1960; cutremurile de la Banloc, din 12 iulie 1991, cu  $M = 5,6$ , adâncime 11 km, și Voiteg, din 2 decembrie 1991, cu  $M = 5,6$ , adâncime 9 km, urmate de numeroase replici.

### Zona Crișana-Maramureș

Informațiile istorice sugerează, pentru zona Crișana-Maramureș (fig. I.11), cutremure potențiale cu magnitudini mai mari de 6, dar, în secolul trecut, a fost raportat doar un eveniment cu magnitudinea care se apropie de 5. Zona seismic activă din jurul localităților Oradea și Carei este caracterizată prin focare normale care au activat, după datele găsite în literatură, între anii 1829 și 1834.

Cutremurile din Maramureș sunt cunoscute prin șocurile din perioada 1876-1926, uneori cu multe replici.

În zona Baia Mare s-au produs cutremure simțite, unul la 30 iunie 1978 ( $M = 4$ ) și alte trei, în martie 1979.

### Zona Dobrogea

Această zonă seismică (fig. I.11) este caracterizată de cutremure crustale de mărime moderată. Înregistrările seismologice au condus la localizarea multor epicentre în Dobrogea, atât în partea sa nordică, cât și în centrul Dobrogei și în regiunea sudică, însă cele mai importante cutremure au fost generate în două zone epicentrale diferite: zona de nord a Dobrogei și zona litorală din sudul Dobrogei, la sud de Mangalia, până în zona de la est de capul Shabla (Bulgaria).

Câteodată, în cazul seismelor cu focar submarin (cum au fost cele localizate la est de capul Shabla), s-au produs și valuri seismice (tsunami), aşa cum s-a întâmplat în anul 1901. Cutremurul pontic din 31 martie 1901, cu magnitudinea de 7,2 grade pe scara Richter, s-a produs la est de capul Shabla, la o adâncime de circa 15 km sub fundul mării. Seismul a avut urmări distrugătoare în zona litorală, la sud de Mangalia, mai multe sate fiind ruinate. De asemenea, în urma cutremurului s-a format un val tsunami cu înălțimea de circa 4 metri.



**PLAN DE  
LUCRU**

## Ce este cutremurul?

### Concept

1. Cutremurile iau naștere din acumularea și eliberarea bruscă de energie înmagazinată în roci.
2. Cutremurile se produc în multe zone ale lumii, inclusiv în România.
3. Dezvoltarea tehnologiei a permis studiul amănunțit al cutremurilor.

### Obiective

#### Vocabular:

- Cutremur
- Energie
- Unde seismice
- Epicentru
- Hipocentru
- Adâncimea focarului
- Falie
- Distanță epicentrală
- Distanță hipocentrală

#### Elevii:

- vor urmări și vor participa la o activitate practică prin care se explică ce este cutremurul;
- vor povesti propriile experiențe din timpul unui cutremur simțit de ei;
- vor localiza propriul lor oraș pe o hartă a României;
- vor observa, prin studierea hărții seismice a României, dacă în zona orașului lor se produc cutremure;
- vor clasifica cutremurile care se produc pe teritoriul României.

### Mod de evaluare

La finalul activității, elevii își vor autoevalua cunoștințele despre cutremur prin completarea unei Fișe.

### Resurse educaționale

- <http://www.roeduseis.ro/>
- <http://www.infp.ro/informare>
- <http://projects.crustal.ucsb.edu/understanding/>
- <http://www.ready.gov/earthquakes>
- <http://earthquake.usgs.gov/learn/?source=sitenav>



## Activitatea I.1

### *Explicarea cutremurului folosind lucruri la îndemână*

#### ► **Introducere:**

Folosind obiecte aflate în laboratorul de fizică sau de chimie, se pot pregăti experimente care simulează acțiunea unui cutremur. Astfel, elevii vor înțelege mai ușor ce este cutremurul și ce se întâmplă cu energia eliberată în timpul cutremurului.

#### ► **Materiale necesare:**

- Un vas mare de sticlă (din laboratorul de fizică sau chimie).
- O baghetă de lemn sau un creion.
- Fișa nr. I.1 – *Explicarea cutremurului folosind lucruri la îndemână*.

#### ► **Procedură:**

1. Întrebați elevii dacă știu ce este un cutremur. Notați toate aspectele menționate de ei pe o foaie de flipchart sau pe tablă.
2. Întrebați elevii dacă au văzut ce se întâmplă în timpul unui cutremur pe care l-au simțit.
3. Subliniați pe foaia de flipchart sau pe tablă caracteristicile definitorii ale cutremurului, aşa cum reies din aspectele menționate de elevi. Scrieți, apoi, definiția științifică a cutremurului pe tablă/flipchart. Menționați că multe dintre aspectele cuprinse în definiția științifică a cutremurului au fost menționate, în limbaj comun, chiar de către elevi.
4. Menționați că urmează să realizați împreună un experiment care constă în manevrarea de obiecte fizice, pentru a înțelege producerea unui fenomen.
5. Umpleți vasul cu apă.
6. Scufundați bagheta de lemn în apă ținând capetele acesteia cu ambele mâini.
7. Îndoiti bagheta până se rupe și întrebați elevii ce au observat. (R: După ruperea baghetei s-a format un val.)
8. Explicați elevilor că mișcarea mâinilor a transferat energia în bagheta de lemn. Ruperea baghetei de lemn a transferat energia apei, care a transmis-o către suprafață sub formă de val (undă).

9. Cereți elevilor să explice care este legătura dintre această demonstrație și un cutremur.
10. Pe cât posibil, repetați experimentul cu 3-5 elevi, cerând fiecărui să explice colegilor ce a simțit și ce a văzut că se întâmplă în timpul experimentului.
11. Cereți părerea întregii clase pentru a afla dacă au înțeles care este legătura dintre această demonstrație și cutremur.

**Fig.  
I.1**



*Explicarea cutremurului folosind un vas cu apă și o baghetă de lemn*



## Activitatea I.2

### *Caracteristicile cutremurului*

#### ► Introducere:

Înțelegând modul în care se manifestă cutremurul, elevii își vor îmbogăți vocabularul cu noțiuni teoretice/concepte specifice referitoare la caracteristicile unui cutremur și clasificarea seismelor.

#### ► Materiale necesare:

- Hârtie.
- Un creion.
- Fișa nr. I.2 – *Caracteristicile cutremurului*.

#### ► Procedură:

1. Prezentați elevilor noțiuni teoretice despre cutremur (Fig. 1.2a).

- Cutremurul** este o zguduire bruscă, rapidă, a Pământului, cauzată de eliberarea de energie din roci.
- O parte din energia eliberată în urma producerii cutremurului se transmite prin Pământ sub formă de **unde seismice**.
- Hipocentrul** sau **focalul** cutremurului este locul unde are loc eliberarea energiei tectonice sub formă de căldură și de unde seismice.
- Epicentrul cutremurului** este punctul de pe suprafața Pământului situat deasupra hipocentrului.
- Adâncimea focalului cutremurului** este distanța dintre epicentru și hipocentru.
- Falia** este o fractură în crusta Pământului care separă două blocuri de roci care se deplasează unul față de celălalt.
- Distanța epicentrală** este distanța de la epicentru la un alt punct (stație seismică) de pe suprafața Pământului.
- Distanța hipocentrală** este distanța de la focal la un punct (stație seismică) de pe suprafața Pământului.

2. Prezentați elevilor clasificarea cutremurelor după criteriile prezentate în continuare.

**Adâncimea focarului:**

- Cutremure crustale**, care se produc la adâncimi mici (până la 60 de km) și reprezintă 90% din numărul total de cutremure produse pe glob și apar frecvent în centura circumpacifică, în bazinul mediteranean, în anumite zone din sud-estul Asiei, precum și în România. Pot provoca pagube foarte mari în imediata apropiere a epicentrului.
- Cutremure subcrustale sau intermediare**, care se produc între 60 și 300 km adâncime și pot cauza pagube mai însemnate decât cele crustale, la distanțe mari de epicentru. Focare ale cutremurelor subcrustale sunt situate în Afganistan, Columbia, Mexic și zona Vrancea, din România.
- Cutremure profunde** sau **adânci**, care se produc între 300 și 700 km adâncime (zone din Asia și coasta de vest a Americii de Sud) și au o rată de apariție destul de scăzută.

**Distanța epicentrală:**

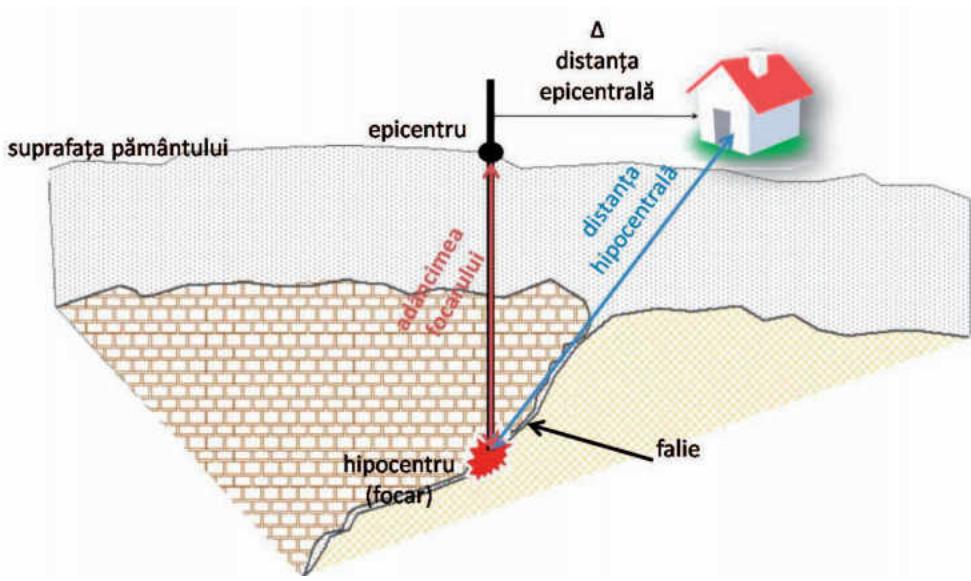
- Cutremure locale**, la care distanța epicentrală este mai mică de 1.000 km.
- Cutremure regionale**, la care distanța epicentrală este cuprinsă între 1.000 și 3.000 km.
- Cutremure îndepărtate sau teleseisme**, la care distanța epicentrală este mai mare de 3.000 km.

**Energia degajată în focar:**

- Cutremure mici**, care nu sunt simțite de către oameni.
- Cutremure moderate**, care sunt simțite de către oameni și pot provoca pagube.
- Cutremure puternice**, care sunt simțite de către oameni și provoacă pagube însemnate.

**Pozitia geografică a focarului:**

- Cutremure continentale**, cu focar în zona continentelor.
- Cutremure marine**, cu focar în zona mărilor și a oceanelor.

**Fig.  
I.2a**



## Activitatea I.3

### *Zonele seismice din România*

#### ► **Introducere:**

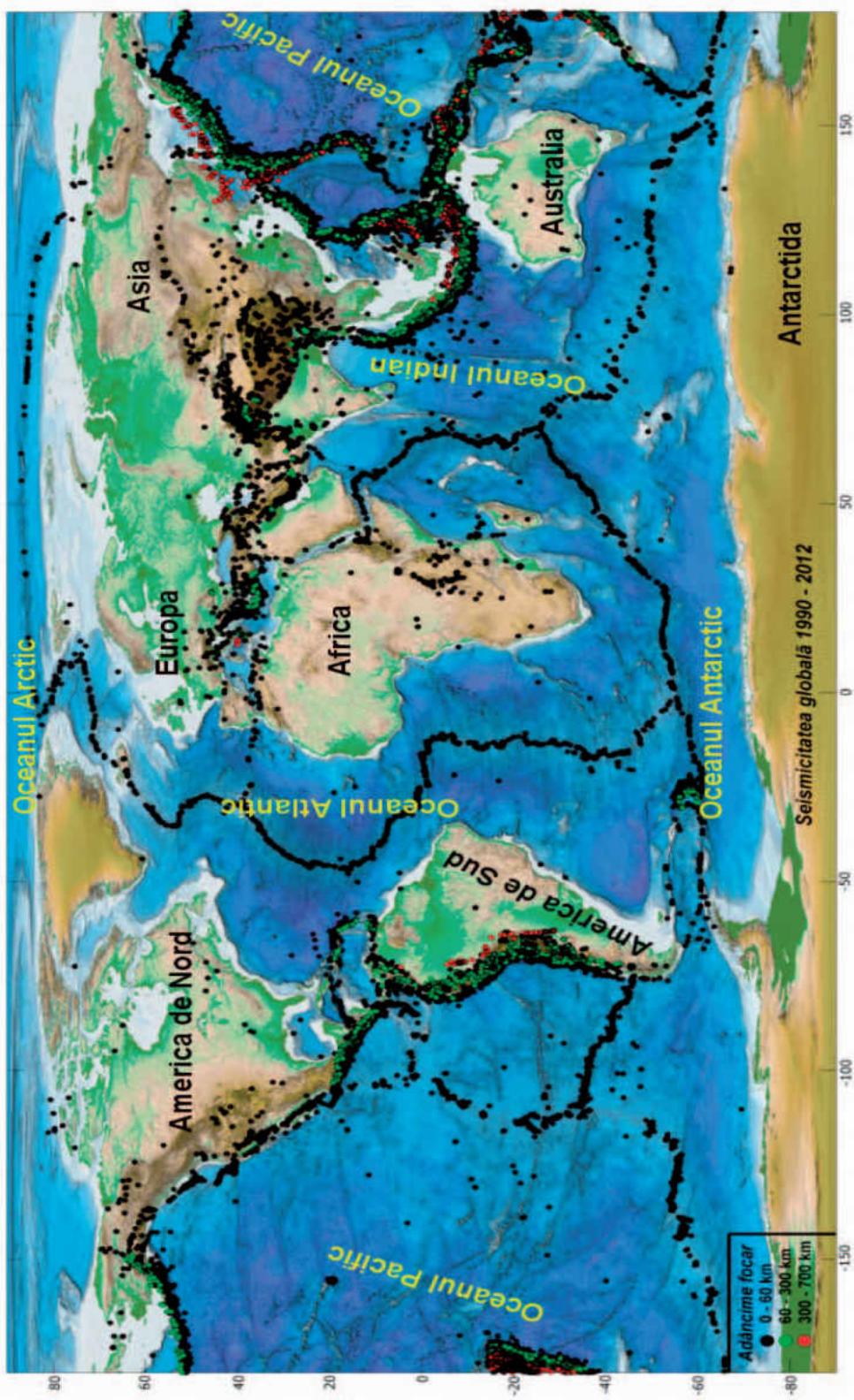
Cutremurile de pământ se produc în mai multe zone de pe glob. Harta seismică globală și noțiunile teoretice învățate anterior îi vor ajuta pe elevi să localizeze și să caracterizeze cutremurile din diferitele regiuni ale lumii. România este una dintre țările afectate de cutremure. Harta seismicității din România îi va ajuta pe elevi să cunoască principalele regiuni seismice ale țării și să identifice principalele caracteristici ale cutremurilor din Vrancea, cea mai importantă zonă seismică din România, prin energia cutremurilor produse. Totodată, elevii vor identifica două tipuri de cutremure după adâncimea focarului.

#### ► **Materiale necesare:**

- Harta seismicității globale (fig. I.3a).
- Harta seismicității din România (fig. I.3b).
- Fișa nr. I.3: *Zonele seismice din România*.

#### ► **Procedură:**

1. Prezentați elevilor harta seismicității globale (fig. I.3a) și explicați-le ce fel de cutremure se produc în lume.
2. Prezentați elevilor harta seismicității din România (fig. I.3b):
3. Caracterizați zonele seismice din România după tipurile de cutremure.
4. Arătați poziția propriului oraș și identificați cea mai apropiată regiune seismică.
5. Regiunea Vrancea (fig. I.3c) este cea mai importantă zonă seismică și cutremurile produse aici pot afecta o mare parte din România și din țările învecinate.



**Fig.**  
**I.3a**

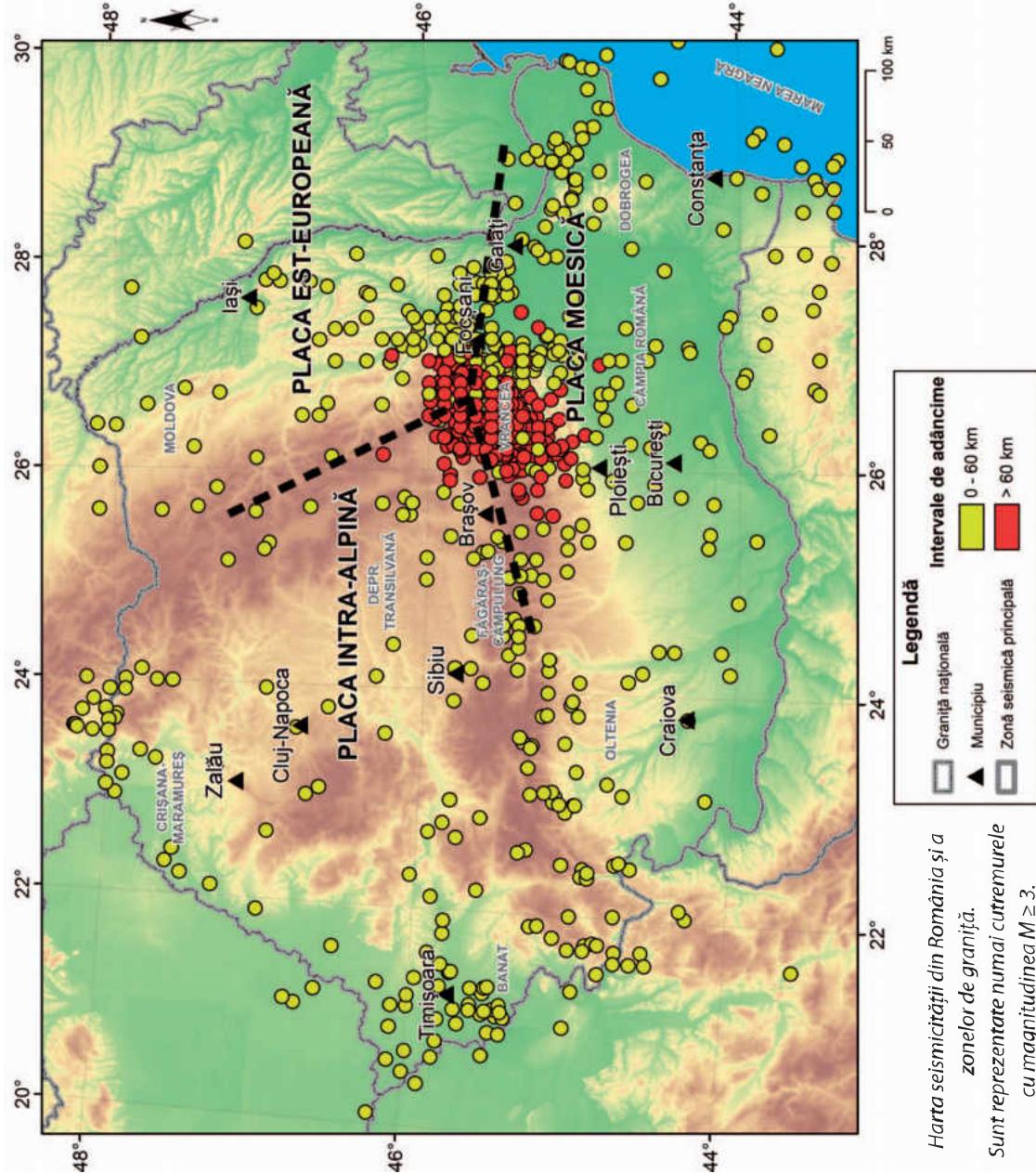
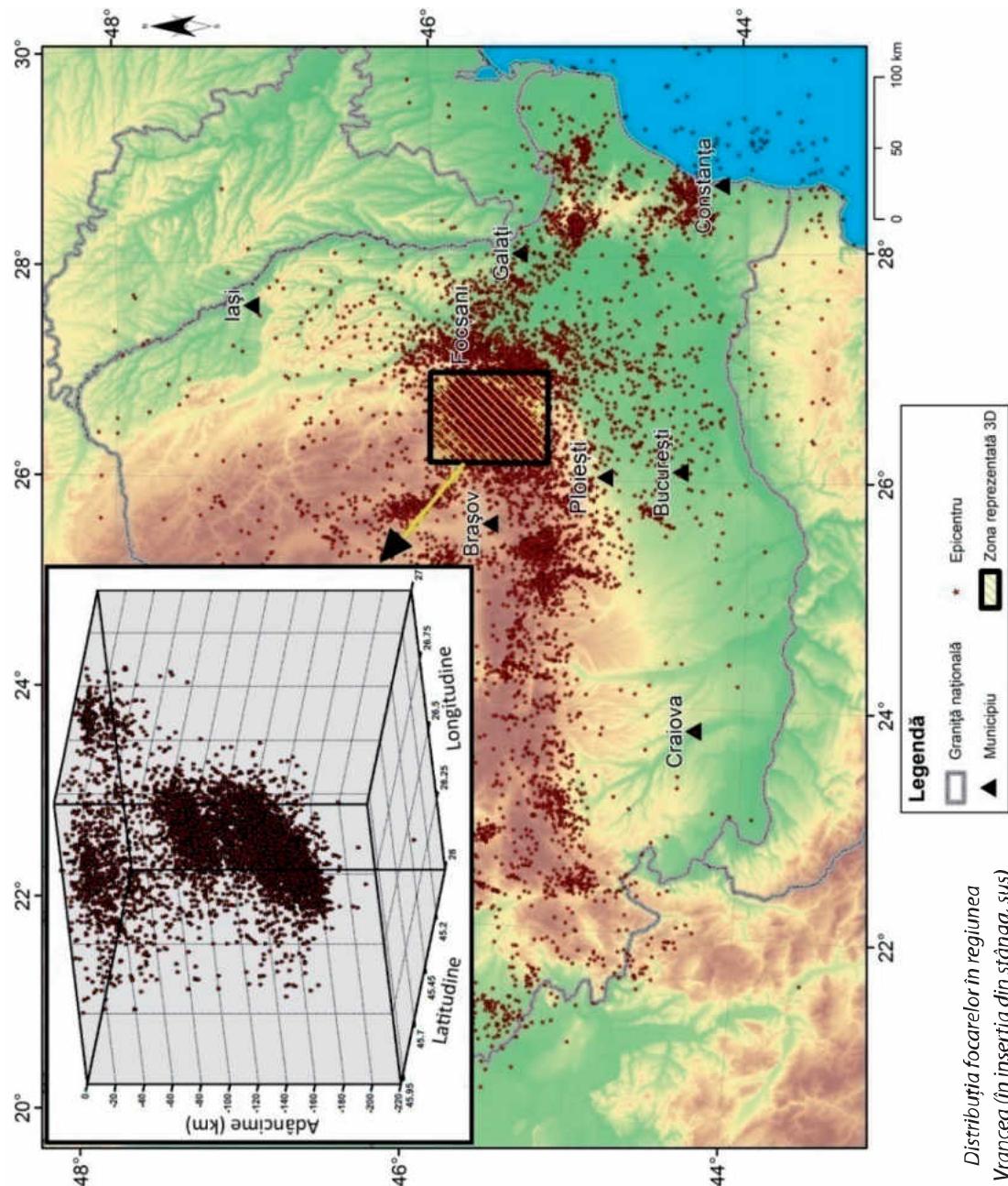


Fig.  
I.3b



**Fig.  
I.3c**

## FIŞĂ DE EVALUARE I

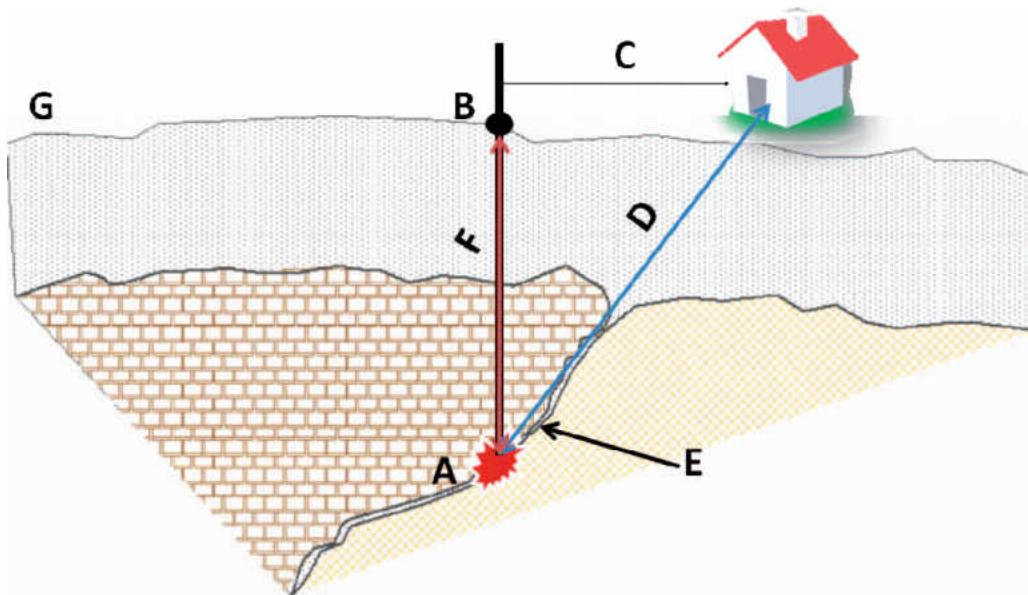
Elev: .....

Clasa: .....

Școală: .....



- I. În imaginea de mai jos sunt notate, cu litere, elementele caracteristice ale unui cutremur. Uniți cu o linie literalele din coloana din stânga cu elementele care caracterizează un cutremur, înscrise în coloana din dreapta.



- |   |                       |
|---|-----------------------|
| A | epicentru             |
| B | distanța epicentrală  |
| C | hipocentru            |
| D | falie                 |
| E | suprafața Pământului  |
| F | distanța hypocentrală |
| G | adâncimea focarului   |

**II. Alegeți răspunsul pe care îl considerați corect.\***

1. Hipocentrul unui cutremur este:
  - a. Locul unde are loc eliberarea energiei tectonice sub formă de căldură și de unde seismice, urmare a ruperii litosferei.
  - b. Punctul de pe suprafața Pământului unde se simte cutremurul.
  - c. Distanța de la focar la un punct (stație seismică) de pe suprafața Pământului.
  
2. Distanța epicentrală reprezintă:
  - a. distanța de la focar la un punct (stație seismică) de pe suprafața Pământului;
  - b. distanța de la epicentru la un alt punct (stație seismică) de pe suprafața Pământului;
  - c. distanța dintre epicentru și hipocentru.
  
3. După adâncimea cutremurului, distingem:
  - a. cutremure crustale;
  - b. cutremure locale;
  - c. cutremure subcrustale sau intermediare;
  - d. cutremure regionale;
  - e. cutremure profunde sau adânci.
  
4. Cutremurile regionale sunt cutremurile care au:
  - a. distanța epicentrală foarte mică;
  - b. distanța epicentrală mai mică de 1.000 km;
  - c. distanța epicentrală cuprinsă între 1.000 și 3.000 km;
  - d. distanța epicentrală mai mare de 3.000 km.
  
5. După energia eliberată în focar, distingem:
  - a. cutremure continentale;
  - b. cutremure mici;
  - c. cutremure marine;
  - d. cutremure moderate;
  - e. cutremure puternice.
  
6. Cea mai importantă zonă seismică din România este:
  - a. Banat;
  - b. Crișana;
  - c. Vrancea;
  - d. Dobrogea;
  - e. Maramureș;
  - f. Făgăraș-Câmpulung.

\* Notă: Unele întrebări pot avea mai multe variante de răspuns.

I

7. În zona seismică Vrancea se produc cutremure:

- a. crustale;
- b. subcrustale sau intermediare;
- c. mici;
- d. continentale;
- e. puternice;
- f. locale;
- g. moderate;
- h. adânci sau profunde.



8. Știința care se ocupă cu studiul cutremurilor se numește:

- a. Geologie;
- b. Fizică;
- c. Seismologie;
- d. Astronomie.



9. Cauzele care pot provoca un cutremur sunt:

- a. tensiunile tectonice din scoarța terestră;
- b. eruptiile vulcanice;
- c. exploziile;
- d. impacturile puternice (ex.: cu meteoriți).



Calificativ

Cadru didactic

# UNDE ȘI DE CE SE PRODUC CUTREMURELE

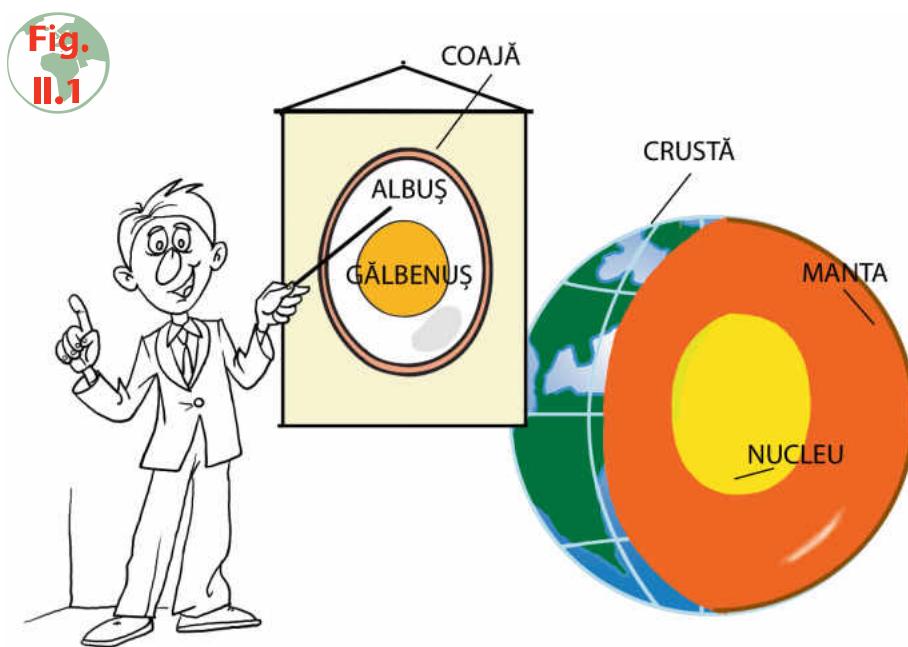
În primul capitol am definit noțiunea de **cutremur** și caracteristicile principale ale cutremurelor. Pentru a înțelege mai bine cum și de ce se produc cutremurele, trebuie să știm câte ceva despre modul de formare și despre alcătuirea internă a Pământului.

## ÎNVELIȘURILE PĂMÂNTULUI

Planeta Pământ s-a format în urmă cu aproximativ 4,5 miliarde de ani. Diametrul Pământului, de aproximativ 12.750 km, se cunoștea încă din timpurile Greciei antice, dar, abia în secolul XX, cercetătorii au descoperit că interiorul planetei noastre este stratificat fiind format din trei învelișuri majore: ***crusta, mantaua și nucleul***.

Fiecare strat (înveliș) prezintă caracteristici diferite și o compoziție diferită. Una dintre cele mai simple metode de a ne imagina învelișurile Pământului constă în comparația (analogia) cu un ou fierb (fig. II.1).

1. Învelișul extern al Pământului se numește **crustă** (coaja oului).
2. Stratul următor se numește **manta** (1/3 din albuș).
3. Următorul strat constituie partea lichidă a nucleului – **nucleul extern** (2/3 din albuș).
4. Miezul Pământului este denumit **nucleul intern** (gălbenușul).



Comparație între stratele ce alcătuiesc interiorul Pământului și cele ale unui ou fierb (secțiuni transversale)

## Crusta

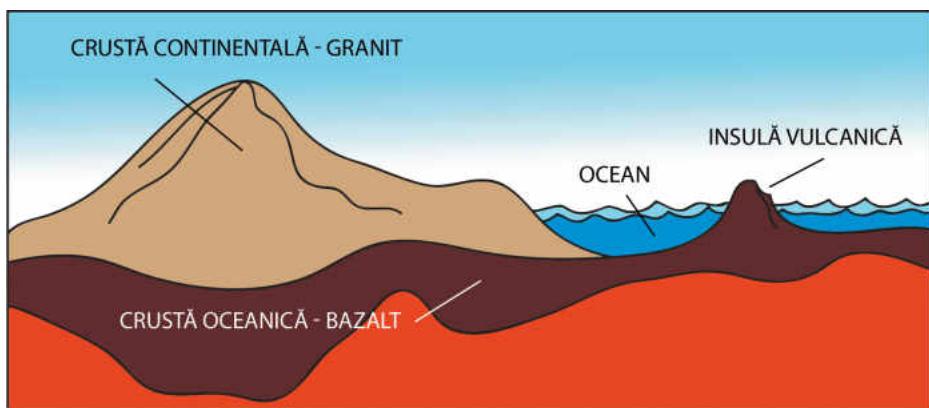
**Crusta** este învelișul extern al Pământului. Este solidă, dar foarte subțire în comparație cu celelalte învelișuri. Grosimea crucei Pământului poate varia, în medie, de la 65 km, sub continent, și doar 10 km, sub fundul oceanelor. Această diferență mare de grosime este evidentă dacă ne gândim că cei 10-65 km (grosimea crucei) reprezintă mai puțin de 1% din raza Pământului, care măsoară 6.370 km. Ca și coaja oulu, crusta Pământului se poate fragmenta în bucăți. În funcție de localizarea acestor bucăți, ce se reflectă și în alte caracteristici (precum compoziția și vîrsta), crusta poate fi de două feluri: oceanică și continentală (fig. II.2).

Crusta oceanică este mai subțire și este alcătuită din roci mai tinere, caracterizând, în special, fundurile oceanelor, iar crusta continentală este mai groasă și este alcătuită din roci mai vechi, formând, în special, continentele.

## Mantaua

Sub crustă se găsește **mantaua**, un înveliș foarte dens, fierbinte și semi-solid, cu o grosime de aproximativ 2.900 km. Mantaua este alcătuită dintr-un material mult mai fierbinte și mai dens decât crusta, datorită faptului că, în interiorul Pământului, temperatura și presiunea cresc odată cu adâncimea, materialul solid topindu-se asemenea asfaltului încălzit. Din acest motiv, partea superioară a acestui înveliș este mai rece și mai rigidă decât partea inferioară, apropiindu-se întrucâtva de comportamentul crucei ce o acoperă. Împreună, aceste două învelișuri alăturate (crusta și mantaua superioară) formează o sferă de roci denumită **litosferă** (de la cuvântul grec *lithos* = rocă). Fragmentele de rocă ce o alcătuiesc se numesc **plăci litosferice**. Litosfera (fig. II.2) atinge cele mai mici grosimi sub oceane și în regiunile vulcanice de pe continent, grosimile medii pentru toată suprafața Pământului fiind de aproximativ 80 km.

**Fig.  
II.2**



Litosfera Pământului este alcătuită atât din crucea oceanică, cât și din crucea continentală

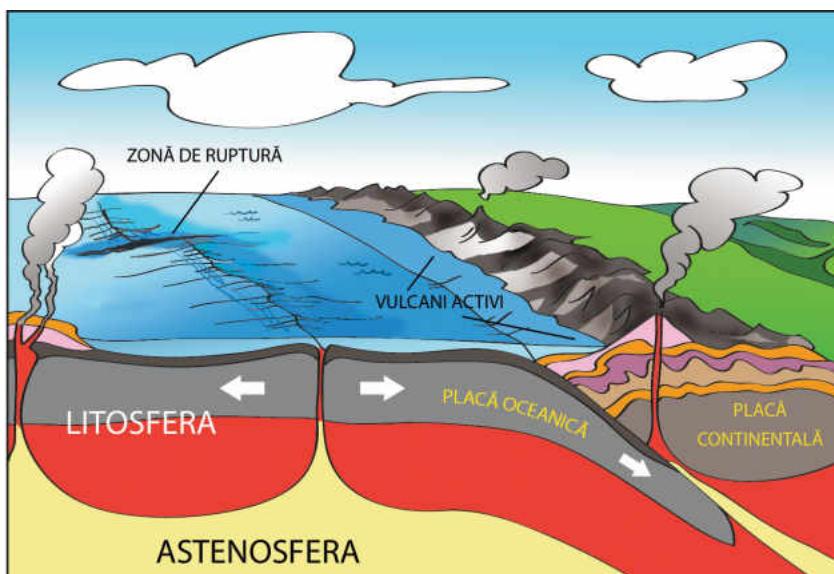
Imediat sub litosferă se situează **astenosfera** (termenul provine de la cuvântul grec *asthenes* = slab), o regiune din manta cu o consistență plastică, semisolidă, care se întinde în adâncime până la aproximativ 200 km (fig. II.3). Materialul din care este alcătuită astenosfera, supus de-a lungul timpului geologic unor presiuni și temperaturi foarte înalte, devine mai „ușor” și „curge”. Din această cauză, se presupune că litosfera ce acoperă astenosfera „plutește” sau se deplasează odată cu acest înveliș. Materialul topit din astenosferă care se ridică la suprafața Pământului prin fisuri și fracturi se numește **magma**.

Formele de relief create de magma răcătă prin ieșirea la suprafață se numesc **vulcani** (fig. II.3). Vulcanii au forme și dimensiuni variabile și pot fi activi sau inactivi.

*Vulcanii activi* sunt cei care pot erupe din nou atunci când presiunea acumulată în Pământ, în acea zonă, împinge materialul de rocă topită (magma) să iasă la suprafață. Vulcanii au, de obicei, perioade scurte de activitate urmate de perioade mult mai lungi de repaus.

*Vulcanii inactivi* sunt cei care nu au mai avut activitate vulcanică o perioadă lungă de timp.

Fig.  
II.3

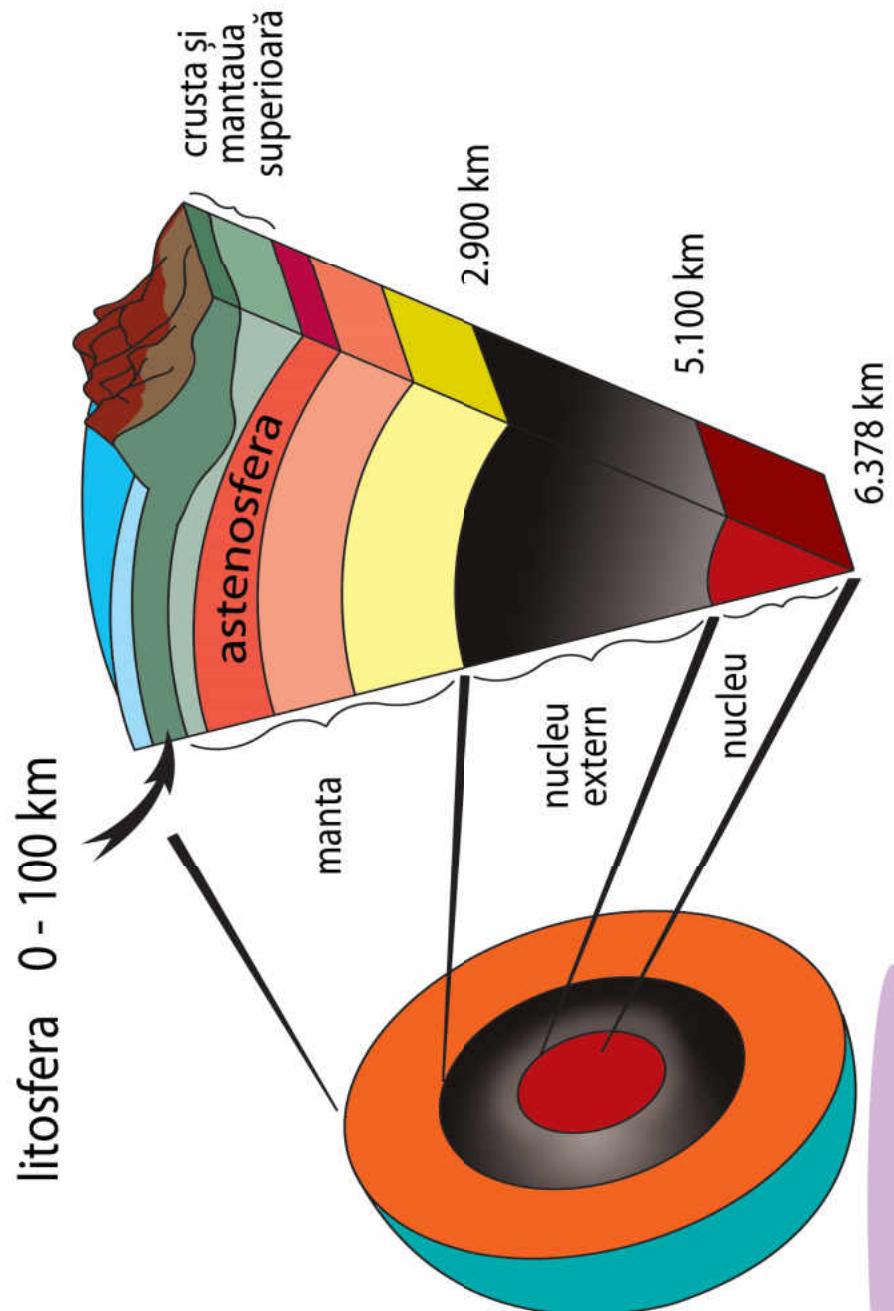


Secțiune transversală prin crustă și prin mantaua superioară

### Nucleul

**Nucleul** este miezul Pământului și are densitatea de două ori mai mare decât a mantalei.

Spre deosebire de gălbenușul oului, nucleul este format din două părți distincte: un strat extern lichid, gros de aproximativ 2.200 km, și un strat intern solid, cu o grosime de aproximativ 1.250 km. Pe măsură ce Pământul se rotește, nucleul exterior lichid se rotește și el, creând câmpul magnetic al Pământului.



Structura internă a Pământului

Fig.  
II.4

## PLĂCILE PĂMÂNTULUI ȘI MIȘCARA LOR

O placă litosferică este un fragment masiv solid de rocă, cu o formă neregulată, alcătuită din crustă oceanică cât și continentală. Lungimea plăcilor poate varia foarte mult, de la câteva sute la mii de km (printre cele mai mari se numără placa Pacificului și Antarctica). Plăcile variază foarte mult și în grosime, de la 15 km (plăcile cu litosferă oceanică Tânără) până la 200 km sau chiar mai mult (plăcile litosferice vechi continentale, precum zonele centrale ale plăcilor Americii de Nord și de Sud). Principala forță ce a modelat suprafața Pământului de la formare și până în zilele noastre a dus și la fragmentarea și deplasarea plăcilor litosferice ce alcătuiesc învelișului extern al Pământului.

Figura II.5 ilustrează faptul că învelișul extern solid al Pământului (litosfera) este alcătuită din mai multe bucăți care se îmbină perfect, precum piesele unui puzzle. Plăcile sunt alcătuite din roci care au în general o densitate mai mică decât materialul semi-solid ce le susține (astenosfera). Acest lucru le permite să „plutească” precum chipsurile într-un vas cu miere.

Majoritatea cutremurelor sunt cauzate de mișările pe glob ale **plăcilor litosferice** ale Pământului și se produc, în special, la limitele de separație dintre ele. Experții au identificat un număr de șapte până la douăzeci și un număr mai mare de plăci minore. Plăcile au primit numele de la continentele (ex: placa Eurasiană), oceanele (ex.: Placa Pacifică) sau regiunile geografice (ex.: Placa Arabică) pe care le înglobează. Denumirea și localizarea plăcilor majore tectonice poate fi urmărită pe harta lumii din figura II.5.

### Margini de placă și tipuri de mișcare a plăcilor

Până în prezent, cercetătorii și-au făcut o imagine despre cum se mișcă plăcile pe suprafața Pământului și despre modul cum această mișcare se reflectă în activitatea seismică.

Astfel, au fost identificate trei tipuri de margini de placă:

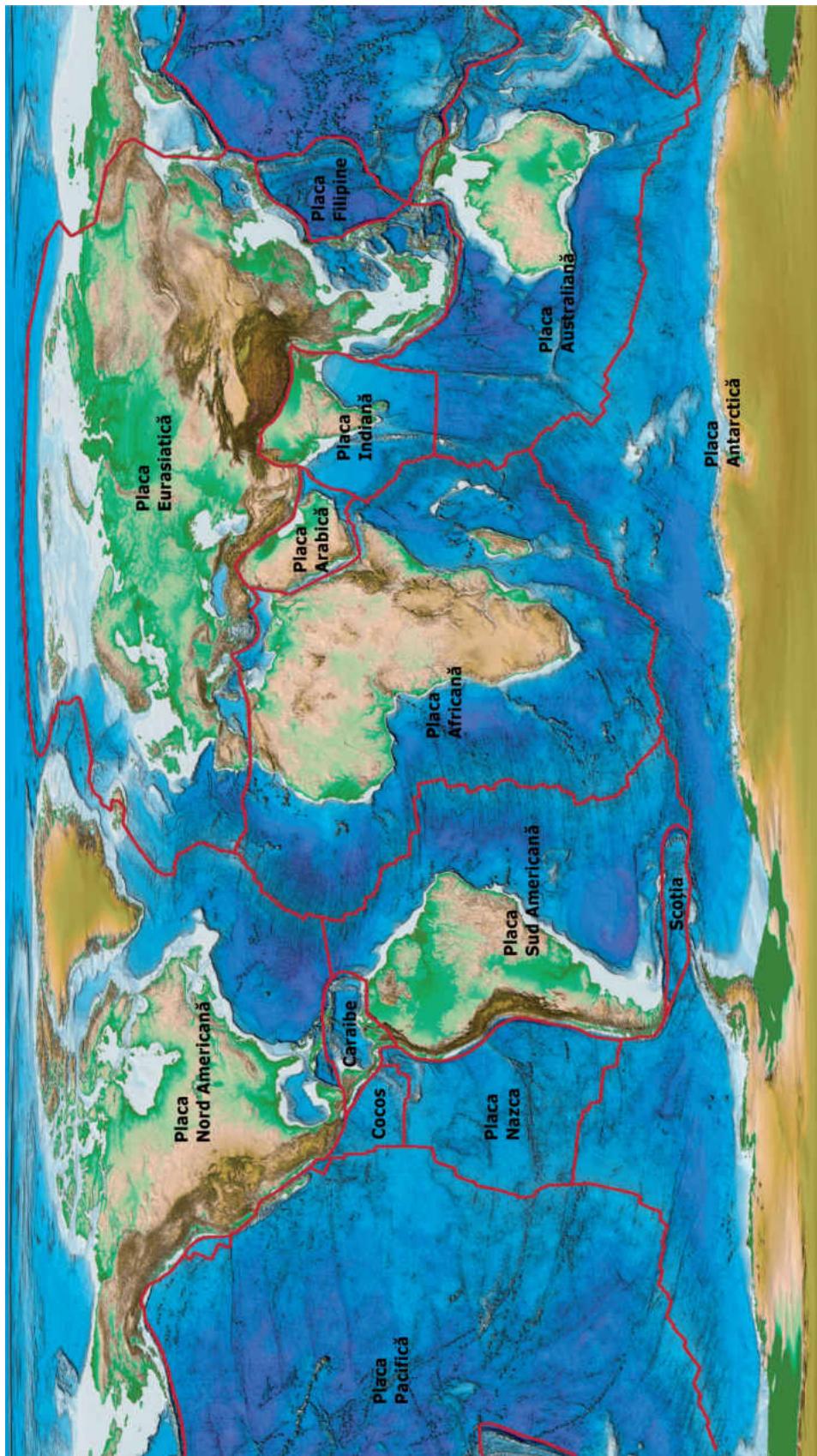
- **margini divergente** – întâlnite la interacția dintre două plăci ce se depărtează una de cealaltă;
- **margini convergente** – întâlnite acolo unde două plăci intră în coliziune;
- **margini transformante** – întâlnite în zonele în care plăcile alunecă una pe lângă cealaltă.

Pe lângă aceste trei tipuri de margini, există și o a patra, denumită zonă de tranziție; aceasta este tot o regiune de interacție între plăci, pentru care nu se poate defini clar tipul de mișcare a plăcilor ce le separă și nici nu se poate delimita clar suprafața pe care se întinde.

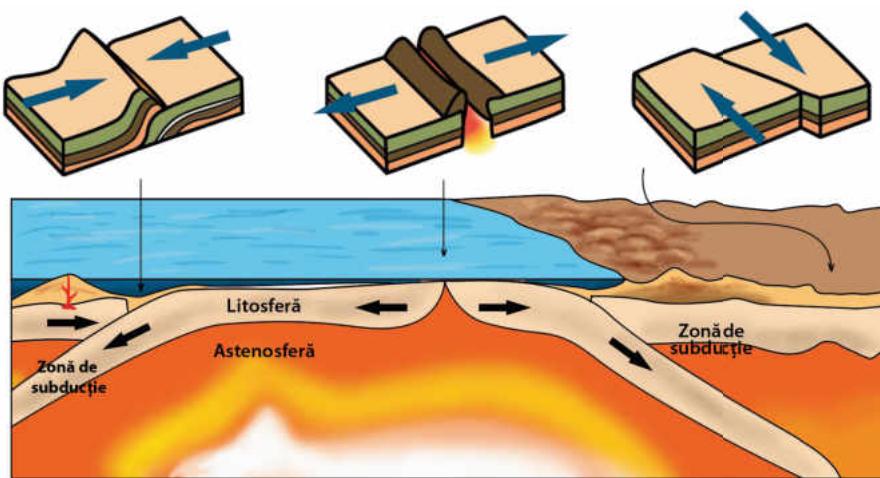
Majoritatea marginilor de plăci precum și efectele produse de interacția lor (coliziunea, depărtarea sau deplasarea uneia relativ la cealaltă) nu pot fi observate, din cauză că sunt ascunse sub oceane. Cu toate acestea, ele pot fi surprinse și reprezentate pe imagini înregistrate din spațiu (imagini din satelit; ex.: fig. II.8.a și fig. II.10).

Cele trei tipuri principale de mișări ale plăcilor ce corespund tipurilor de margini sunt: de depărtare, de coliziune și de alunecare. Atunci când plăcile se depărtează și astfel se separă unele de altele, spunem că se produce o **mișcare divergentă**. Atunci când intră în coliziune sau când sunt împinsă unele către celelalte, spunem că are loc o **mișcare convergentă**. Mișcarea în care plăcile trec lateral una pe lângă cealaltă se numește **mișcare de alunecare** (sau **de transformare**). Cutremurele pot fi provocate de oricare dintre cele trei tipuri de mișări (fig. II.6).

Fig.  
II.5



Hartă cu plăcile tectonice majore (Marginile plăcilor sunt schițate cu linie roșie.)

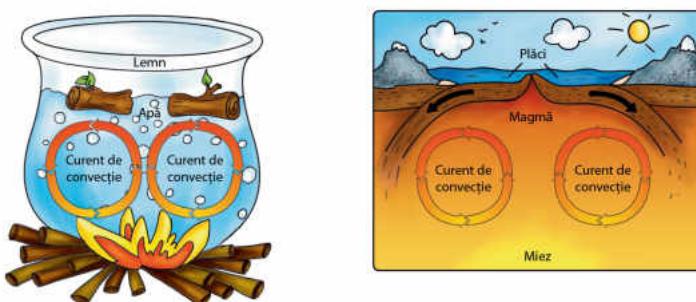
**Fig.**  
**II.6**


Tipurile de mișcări la marginile plăcilor tectonice

### De ce se mișcă plăcile?

Plăcile Pământului sunt într-o mișcare lentă, dar continuă, așa încât, văzută de sus, suprafața Pământului arată ca un puzzle sferic, ale cărui piese se remodeleză încet, dar continuu. Deși greu de explicat și urmărit, mișcarea plăcilor tectonice nu este una la întâmplare. Forțe nevăzute, a căror existență a fost demonstrată și justificată științific, dirijează deplasarea acestora. Deși nu se poate spune cu precizie și nici înțelege complet ce cauzează și cum acționează aceste forțe, cercetătorii au ajuns la concluzia că ele își au originea adânc în interiorul Pământului.

Mișcarea plăcilor tectonice pare să fie produsă de temperaturile mari din nucleu care cauzează mișcarea materialului topit din manta. Tiparul acestei mișcări este asemenea deplasării din interiorul unei celule de convecție (fig. II.7). Este aceeași mișcare circulară pe care o putem observa și în interiorul unui vas cu apă adusă la fierbere (fig. II.7, dreapta).

**Fig.**  
**II.7**


Secțiune transversală prin Pământ, pe care se pot vedea celulele de convecție din manta

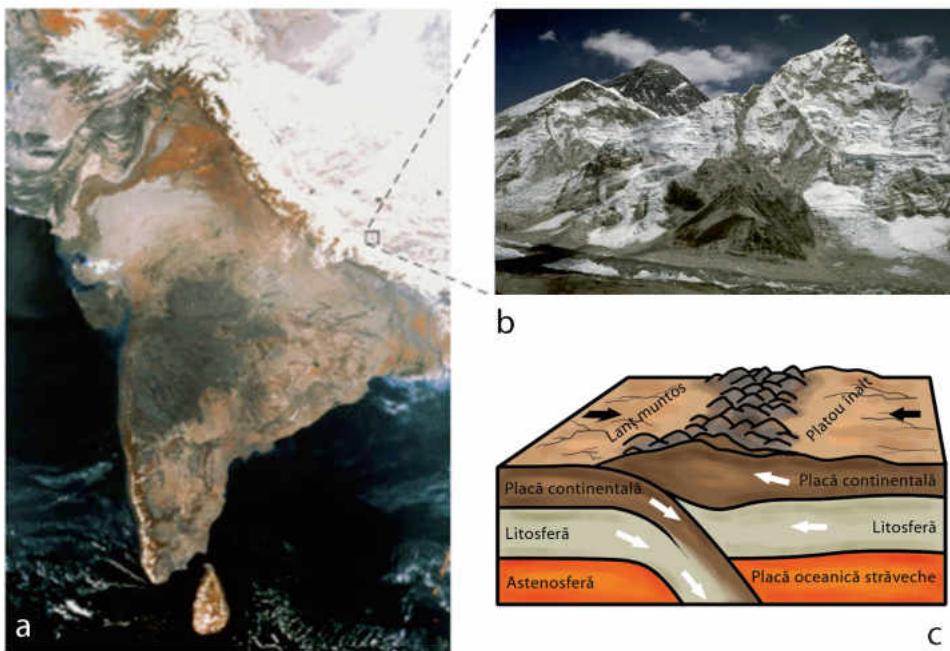
În prezent, una dintre ipotezele care își propune să descrie modul de acțiune al forțelor ce generează mișcarea plăcilor nu poate explica fenomenul în toată complexitatea lui. Aceasta lucru se datorează faptului că forțele își au originea la adâncimi foarte mari în interiorul Pământului, mecanismul lor de acțiune neputând fi reprobus sau testat în laborator și nici

observat direct la suprafața Pământului. Faptul că plăcile tectonice s-au mișcat în trecut și se deplasează și în prezent este dincolo de orice îndoială; dar înțelegerea detaliilor despre *cum și de ce* se mișcă va continua să fie o provocare pentru cercetători.

## EFFECTELE MIȘĂRII PLĂCILOR

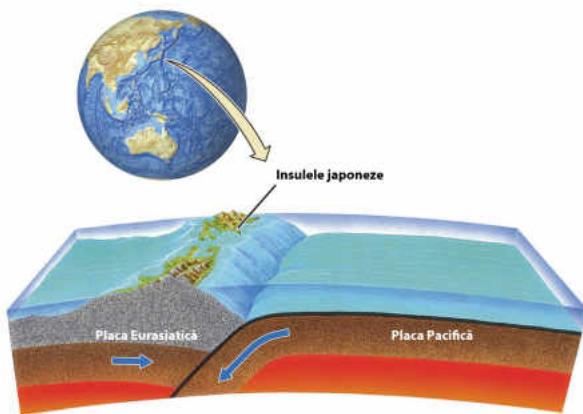
Pentru a măsura ce plăcile se deplasează pe suprafața Pământului, ele interacționează continuu. Spre deosebire de două automobile care se ciocnesc și apoi se opresc, mișcarea plăcilor aflate în coliziune se oprește foarte greu, posibil niciodată complet, datorită forțelor immense ce o conduc. Figura II.8 arată o coliziune între două mase continentale: subcontinentul India, parte frontală a plăcii tectonice Indiene, se izbește de marginea continentului asiatic, parte a plăcii Euro-asiatice. Rezultatul a fost formarea lanțului muntos Himalayan (fig. II.8b). O creastă a acestui lanț muntos a fost înălțată până la altitudini de peste 8.800 m printr-o mișcare lentă, dar uriașă ca forță și intensitate.

**Fig.  
II.8**



**Lanțul muntos Himalayan – rezultat al interacției a două plăci tectonice:** a) Subcontinentul India, imagine în infraroșu din satelit, în coliziune cu continentul asiatic, pe măsură ce se deplasează către nord, odată cu întreaga placă Indiană. Impactul a dus la ridicarea unei mase immense de roci ce a format lanțul muntos Himalayan (acoperit cu zăpadă, în colțul din dreapta sus a imaginii); b) Muntele Everest – rezultat al coliziunii dintre cele două mase continentale (creasta umbrată din fundalul imaginii) (sursa: <http://astronomy.nju.edu.cn>); c) Schiță a interacției dintre cele două plăci (sursa: <http://bc.outcrop.org/images/tectonics/press4e/figure-02-09c.jpg>)

Nu toate interacțiile de plăci au ca urmare formarea unui lanț muntos. În cazul unui alt tip de interacție, denumită **subducție**, o placă este scufundată sub cealaltă, fiind distrusă pe măsură ce se afundă în manta. Zonele de pe glob în care au loc subducții sunt cele în care întâlnim și cele mai adânci **depresiuni ale fundului oceanic**. Aceste forme de relief impresionante nu pot fi însă surprinse în imagini reale.

Fig.  
II.9

*Imagine schișată a interacției dintre placa Euro-asiatică și cea Pacifică, cea din urmă fiind scufundată sub prima. Ca urmare, s-a format o depresiune oceanică alungită. Se poate vedea și localizarea acestei interacții pe globul terestru. (Sursa: <http://bc.outcrop.org/images/tectonics/press4e/figure-02-09a.jpg>)*

Fig.  
II.10

Un alt efect al mișcării plăcilor este deplasarea unora pe lângă celelalte, fără să fie implicate într-o coliziune directă. Un exemplu ilustrativ este regiunea San Andreas din America de Nord, o zonă cu o seismicitate ridicată, ce constituie limita dintre placa Pacificului și cea a Americii de Nord. Mișcarea de-a lungul acestei zone este una de transformare (fig. II.10). Deplasarea acestor două plăci se poate asemuri cu cea a unui mecanism insuficient uns, mișcarea nefiind nici constantă, nici lină.

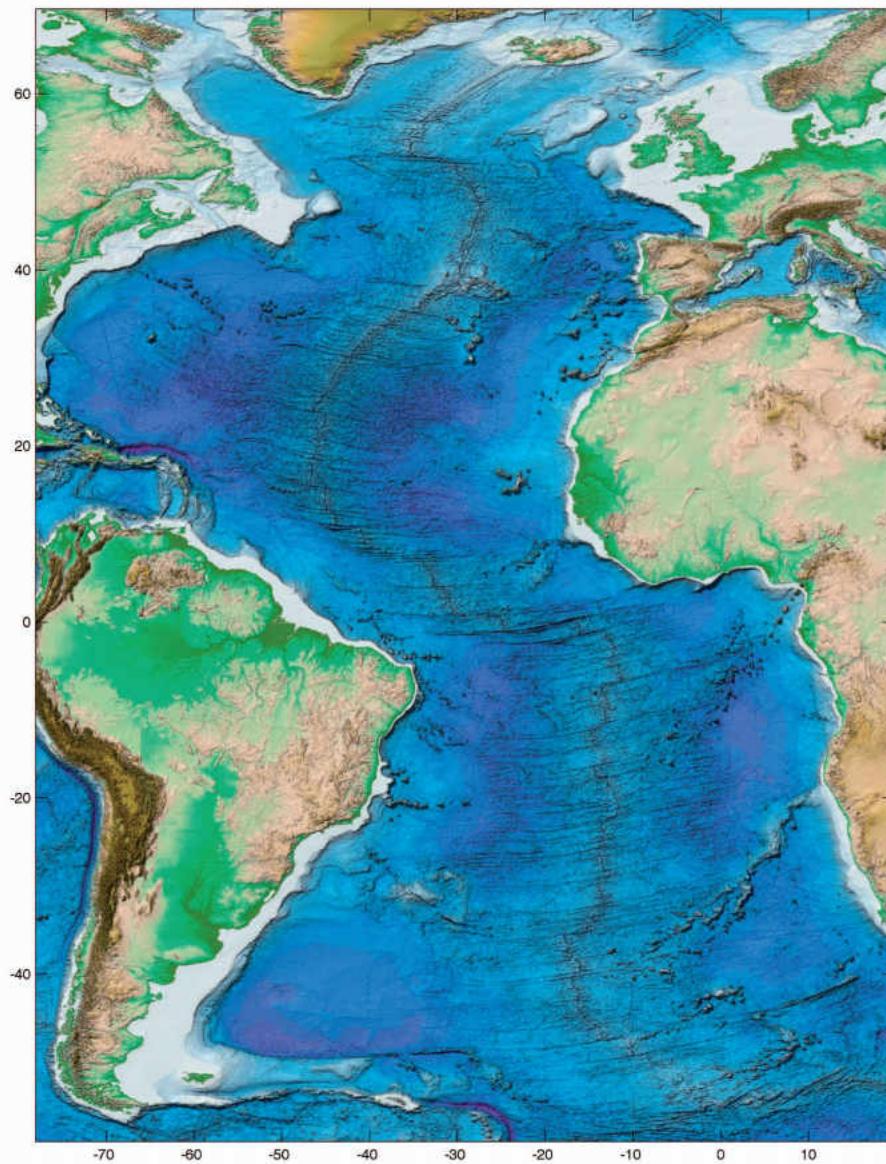
În anumite zone de pe glob, plăcile se depărtează unele de altele. Pe măsură ce se retrag, materia nouă din manta se ridică spre suprafață, se răcește, formând aşa-numitele **rifuri medii-oceanice**. Acestea reprezintă depresiuni mediane oceanice adânci, mărginite de o parte și de alta de lanțuri de munți submarini, numite **dorsale medii-oceanice**.

În figura II.11 se poate observa limita ce separă plăcile Americii de Nord și de Sud de plăcile Euro-asiatică și Africană și care traversează Oceanul Atlantic de la nord la sud. Această modificare de relief a fost descoperită în timpul celui de-Al Doilea Război Mondial, cu ajutorul submarinelor ce studiau geografia fundului oceanic, de atunci fiind intitulată *Riftul Mediul-Oceanic*. Se întinde, precum cusătura de pe o minge de baseball, din Scandinavia (Atlanticul de Nord) și până în capătul sudic al Americii de Sud (Cape Horn). Întregul rift este caracterizat de o seismicitate ridicată, precum și de o activitate vulcanică importantă. Un singur segment se înălță deasupra nivelului oceanului, formând insula Islanda.



*Filia San Andreas rezultată ca urmare a deplasării plăcii Pacificului pe lângă placa Nord-Americană  
(sursa: <http://epod.usra.edu/blog/2006/11/elkhorn-scarp-along-san-andreas-fault.html>)*

Fig.  
II.11



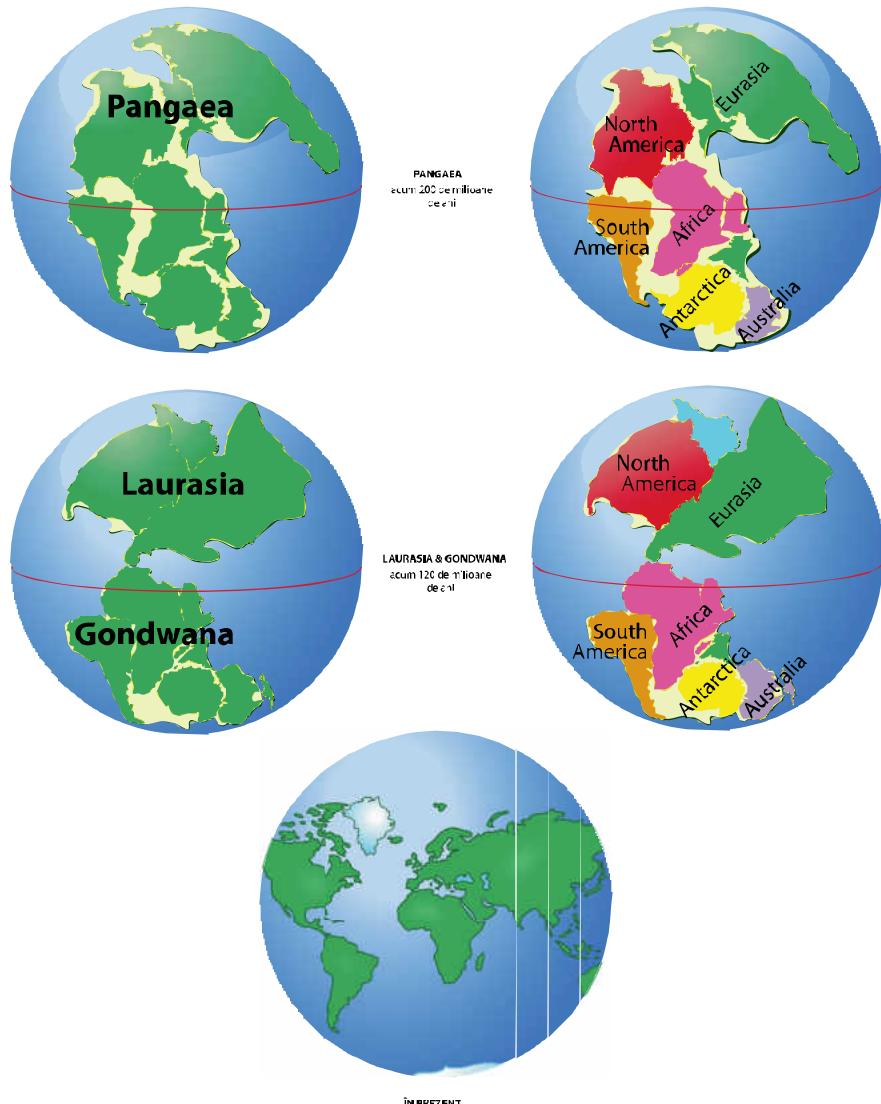
Imagine din satelit ce surprinde marele Rift Mediu-Oceanic

## TEORIA DERIVEI CONTINENTALE ȘI TEORIA PLĂCIILOR TECTONICE

**Deriva continentelor** reprezintă mișcarea continentelor și schimbarea, de-a lungul timpului, a poziției relative a unor față de celelalte. Ideea potrivit căreia continentele nu au fost dîntotdeauna în pozițiile lor actuale a fost vehiculată cu mult înainte de secolul XX. Cu toate acestea, abia în 1912, teoria a fost dezbatută în mod serios, după publicarea ei de către meteorologul german Alfred Wegener, în două articole intitulate „Deriva Continentelor”. El susținea că, acum aproximativ 200 de milioane de ani, singura masă continentală existentă pe Pământ, supercontinentul Pangaea, a început să se fragmenteze. Profesorul de geologie Du Toit a susținut că Pangaea s-a fragmentat, mai întâi, în două continente: Laurasia, în

emisfera nordică, și Gondwanaland, în emisfera sudică. Acestea au continuat să se rupă într-un număr mare de bucăți, ce au format continentele de astăzi (fig. II.12).

**Fig.  
II.12**



Formarea și fragmentarea supercontinentului Pangaea (sursa: dreamstime)

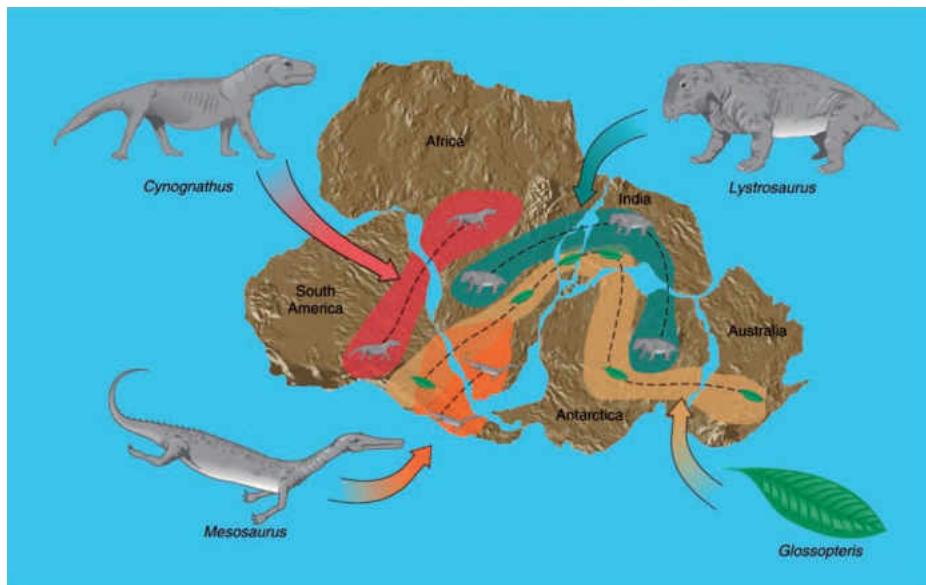
Ca indicii clare în susținerea teoriei sale, Wegener amintea:

- potrivirea aproape perfectă a continentelor America de Sud și Africa (fig. II.13);
- că un număr mare de specii de plante și animale se regăsesc pe țărmul celor două continente separate de Oceanul Atlantic (fig. II.13);
- că rocile de pe țărmurile acelorași două continente au aceeași vechime și aceeași constituție.

Teoria derivei continentale a marcat începutul unei noi abordări asupra evoluției Pământului. Punctul slab al teoriei era imposibilitatea de a explica originea forțelor capabile să deplaseze mase atât de mari de rocă pe distanțe atât de mari. Wegener sugera că masele

continentale „brăzdează” fundul oceanelor. Ideea a fost contrazisă de către *Harold Jeffreys*, un reputat geofizician englez, care și-a argumentat afirmația cu faptul că, din punct de vedere fizic, este imposibil ca o masă atât de mare de roci să se deplaseze pe fundul oceanului fără să se fragmenteze.

Fig.  
II.13



După cum au observat Snider-Pellegrini și, mai târziu, Wegener, locațiile anumitor fosile de plante și animale, despărțite în zilele noastre de distanțe foarte mari, descriu anumite trasee (sugerate prin benzi colorate), dacă continentele ar fi reunite (sursa: <http://www.suu.edu/faculty/colberg/Hazards/PlateTectonics/Drift1.jpg>)

Teoria derivei continentale a stat la baza teoriei plăcilor tectonice. După cum am menționat și mai sus, o placă este o masă mare de roci solide, cu formă neregulată. Cuvântul **tectonic** este de origine greacă și înseamnă „a construi”. Deci, plăcile tectonice sugerează faptul că suprafața Pământului este „construită” din mase mari de rocă.

Teoria plăcilor tectonice susține tocmai faptul că stratul extern al Pământului este fragmentat într-un număr variat de plăci majore și minore, care se deplasează unele în raport cu celelalte, „plutind” pe un material fierbinte, mai dens și în stare semi-solidă (manta).

La începutul anilor 60, *Fred Vine* și *Drummond Matthews* au susținut că fundul oceanelor se extinde pornind de la **dorsalele medii oceanice**. Acestea reprezintă lanțuri de munți situați pe fundul unor oceane, care s-au format în decursul timpului geologic de o parte și de alta a unei falii prin care magma se ridică din astenosferă. Zona caracterizează limita dintre două plăci litosferice care au o mișcare divergentă. Procesul își găsește perechea în zona marilor **fose oceanice**, acolo unde plăcile se află în coliziune, unde litosfera este absorbită și retopită în astenosferă (fig. II.14).

Astfel, pe la 1968, s-a conturat o nouă explicație pentru dinamica suprafeței Pământului, reunită sub conceptul de „tectonica plăcilor”. Această teorie explică faptul că mișcarea suprafeței Pământului se face la nivel de placă litosferică și implică atât zonele continentale, cât și fundul oceanic.


**PLAN DE  
LUCRU**

**În interiorul planetei Pământ**
**Vocabular:**

- Crustă
- Litosferă
- Manta
- Astenosferă
- Nucleu extern
- Nucleu intern
- Plăci
- Margine de plăci convergente
- Margine de plăci divergente
- Margine de plăci transformante (de alunecare)
- Vulcan
- Magmă

**Concept**

1. Pământul are o structură stratificată.
2. Pământul are un înveliș extern fragmentat în bucăți, numite plăci.
3. La marginile plăcilor se produc trei tipuri de mișcări.
4. Mișcarea plăcilor creează forme de relief specifice în apropierea marginilor lor.
5. Curenții de convecție din manta sunt cauza majoră a mișcării plăcilor.

**Obiective**
**Elevii:**

- vor construi un model cu stratele Pământului;
- vor putea descrie din ce sunt compuse stratele, precum și relația dintre ele;
- vor modela și vor descrie interacțiile ce au loc la marginea de placă;
- vor urmări un experiment ce îi ajută să înțeleagă noțiunea de *curenți de convecție* și modul în care influențează aceștia mișcarea plăcilor;
- vor construi un model care să conțină diferențele poziției ale continentelor din trecutul geologic, din prezent, precum și estimări viitoare.

**Resurse educaționale**

<http://www.learner.org/interactives/dynamicearth/>  
[http://mceer.buffalo.edu/connected\\_teaching/lessons/plateTectonics.html](http://mceer.buffalo.edu/connected_teaching/lessons/plateTectonics.html)



## Activitatea II.1

### Pământul, din interior spre exterior

#### ► Introducere:

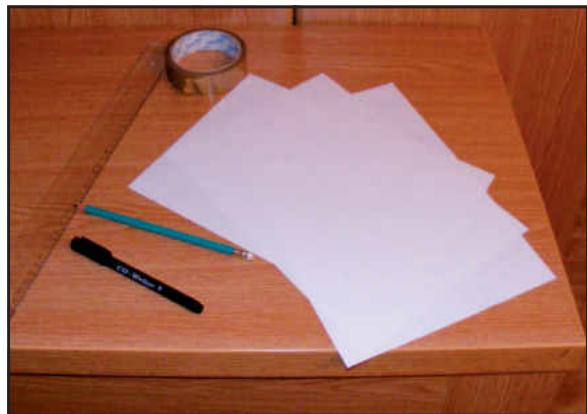
Activitatea presupune realizarea unui model, la scară, al interiorului Pământului (O „felie” din Pământ). Prin această reprezentare, elevii vor înțelege raportul dintre grosimile stratelor, precum și raportarea lor la întregul volum al Pământului.

Vor fi readuse în atenția elevilor noțiunile generale despre fiecare strat interior: denumire, grosime, poziționare.



#### ► Materiale necesare:

- Imagine cu interiorul Pământului (fig. II4).
- Calculator.
- Marker.
- Creion.
- Trei foi A4 neliniștite.
- Riglă (linie) gradată.
- Bandă adezivă (scotch).



#### ► Procedură:

1. Porniți o discuție cu elevii pe tema: „Ce credeți că se află în interiorul Pământului?” pentru a stabili nivelul de cunoștințe al elevilor pe acest subiect. Dacă este nevoie, apelați și la cunoștințele din „Despre cutremure și efectele lor. Caietul profesorului. Ciclu primar”.
2. Arătați-le elevilor imaginea în plan a „feliei” din Pământ pe care sunt marcate stratele interne. Explicați-le că planeta noastră are o astfel de structură internă deoarece am reușit să aflăm mai multe prin studiul undelor seismice. Definiți noțiunile următoare: crustă, litosferă, manta, nucleu extern, nucleu intern (apelați, la nevoie, la „Caietul profesorului. Ciclul primar”). Spuneți-le elevilor să scrie aceste definiții în caietele lor de activități, pentru a le putea regăsi pe viitor.
3. Spuneți-le elevilor că prin această activitate vor crea un model al Pământului cu toate stratele interne, de la suprafață și până în nucleu, folosind următoarea metodă:

- a. Puneți cap la cap treifoi A4 veline, unindu-le și lipindu-le cu bandă adezivă la capătul cel mai îngust, în așa fel încât, la final, să aveți o fâșie de hârtie de aproximativ 80 cm lungime (fig. II.1b).

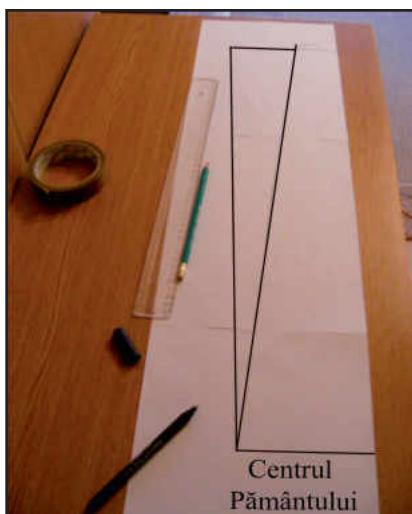
Întoarceți fâșia de hârtie astfel obținută pe partea nelipită. Utilizând o riglă, trasați cu creionul un triunghi cu baza de 10 cm și laturile de 64 cm. (Vom avea o scară în care 1 mm pe hârtie corespunde la 10 km din raza Pământului.) Trasați în continuare o linie paralelă cu baza, prin vârful triunghiului, și prelungiți baza până la marginile foii (fig. II.1c). Scrieți, pe linii, „Suprafața Pământului”, „Centrul Pământului”.

**Fig.  
II.1b**

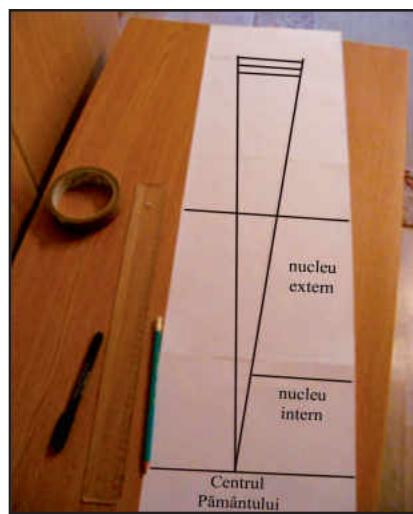


- b. Calculați distanțele dintre suprafața Pământului și limita de jos a fiecărui strat interior, raportate la scara menționată mai sus, utilizând informațiile din Fișa nr. II.2: – *Grafic – Învelișurile Pământului*. (Elevii vor trebui să aibă următoarele informații: scara reprezentării, 1 mm la 10 km; noțiuni despre stratele Pământului, adâncimile limitelor lor.)
- c. Notați fiecare strat. Modelul ar trebui să arate precum cel din figura II.1e. Opțional, modelul poate fi și colorat de către elevi – cu albastru pentru crustă, galben pentru manta, roșu pentru nucleul extern și negru pentru nucleul intern.

**Fig.  
II.1c**



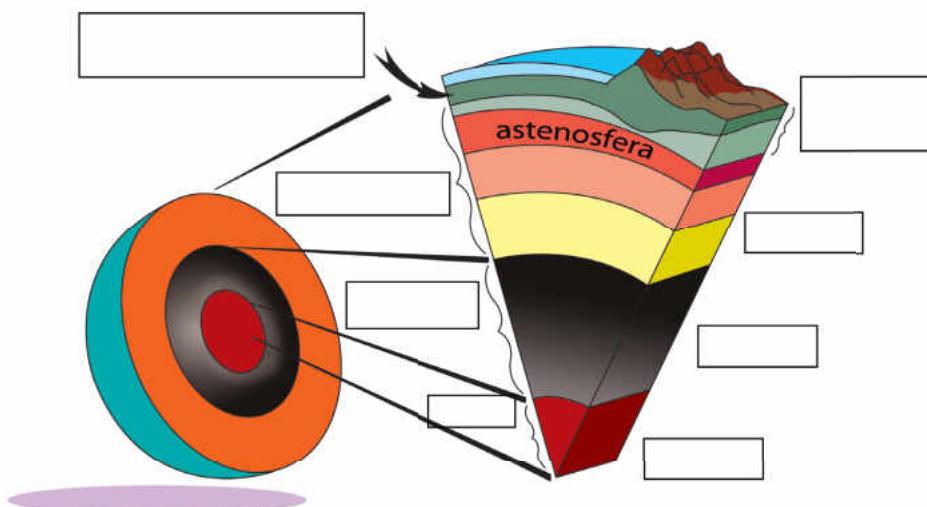
**Fig.  
II.1d**



II

4. Când acest model al Pământului este gata, cereți elevilor să răspundă la următoarele întrebări:
- Care este cel mai gros strat al Pământului, reunind cea mai mare parte din volumul său? (R.: Mantaua.)
  - Care strat/strate conține/conțin plăcile? (R: *Litosfera sau crusta plus mantaua superioară.*)
  - În care dintre stratele Pământului putem întâlni falii care, la rândul lor, pot duce la producerea cutremurilor? (R: *Litosfera sau crista plus mantaua superioară.*)
  - Cum apare stratul Pământului pe care se desfășoară viața comparativ cu întregul volum al Pământului? (R: *Este partea cea mai subțire.*)

**Fig.  
II.1e**





## Activitatea II.2

### Grafic – Învelișurile interne ale Pământului

► **Introducere:**

Interiorul Pământului este alcătuit, asemănător cu un ou, din mai multe strate, grosimile învelișurilor diferind foarte mult. Prin această activitate, elevii vor recapitula stratele principale interne ale Pământului și, prin construcția unui grafic, vor conștientiza rapoartele între grosimile învelișurilor și dintre acestea și întreg volumul globului.

► **Materiale necesare:**

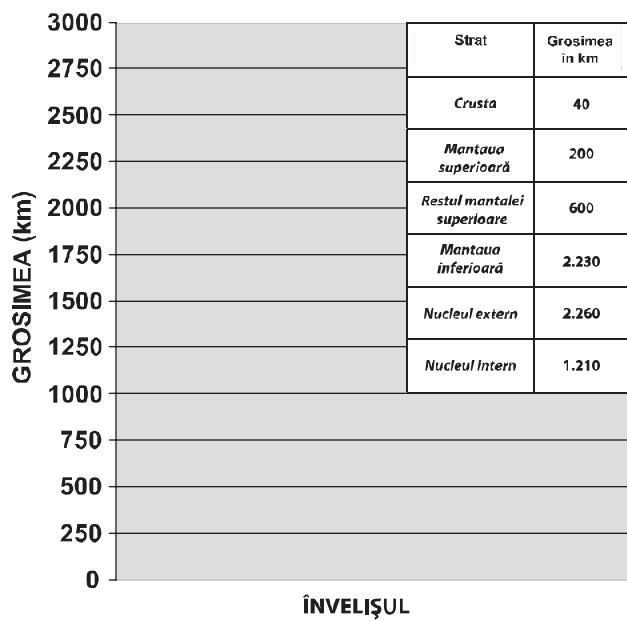
- Globul pământesc.
- Fișa nr. II.1: *Pământul din interior spre exterior*.
- Fișa nr. II.2: *Grafic – Învelișurile Pământului*.
- Calculator.
- Creioane colorate.
- Linie gradată.

► **Procedură:**

1. Arătați-le elevilor globul pământesc. Amintiți-le că diametrul Pământului este de aproximativ 12.760 km. Comparați această valoare cu distanțe familiare elevilor, precum distanța dintre orașul lor și cel al bunicilor sau stațiunea unde merg în vacanțe.
2. Inițiați o discuție despre ce știu elevii că se află în interiorul Pământului. *Este la fel de la suprafață și până în centru?* Împărțiți materiale pentru desen și cereți-le să deseneze interiorul Pământului aşa cum și-l imaginează, precum și să descrie, într-un paragraf, acest desen (Această activitate vă ajută să înțelegeți care este nivelul de cunoaștere și de înțelegere al subiectului de către elevi).
3. Arătați-le imaginea din figura nr. II.4 și împărțiți *Fișa nr. II.1 – Pământul din interior spre exterior*.
  - a. Explicați că acest desen este un model al interiorului Pământului. Descrieți, pe scurt, fiecare strat și, pe măsură ce le enumerați, punteți-i pe elevi să marcheze pe fișă individuală (*Fișa nr. II.1*) nucleul intern și nucleul extern, mantaua inferioară și mantaua superioară, litosfera și crusta.
  - b. (Optional) Spuneți elevilor să coloreze fiecare strat intern al Pământului cu culori diferite.

4. Împărtiți elevilor Fișa nr. II.2. Îndrumați-i să realizeze un grafic utilizând datele din tabelul de mai jos, ce reprezintă grosimile stratelor interne ale Pământului.

Strat	Grosimea în km	
Crusta	40	Litosferă
Mantaua superioară	200	
Restul mantalei superioare	600	
Mantaua inferioară	2.230	
Nucleul Extern	2.260	
Nucleul Intern	1.210	



Reamintiți-le elevilor informațiile de bază pe care ar trebui să le conțină un grafic: titlul, valorile și scara. Elevii vor trebui să coloreze fiecare coloană din grafic cu aceeași culoare folosită în Fișa II.1 pentru stratul a cărui grosime o reprezintă. Luati în discuție raportul dintre grosimile diferite ale stratelor interne ale Pământului precum și raportul dintre ele.

### Optional

Activitatea poate fi făcută într-o altă oră de curs sau poate fi dată ca temă pentru acasă. Provocați elevii să construiască propriul model tridimensional al Pământului, în care să fie evidențiate stratele interne ale Pământului. Spuneți-le că trebuie să noteze fiecare strat, precum și să păstreze proporțiile grosimilor stratelor.



## PLAN DE LUCRU

### *Cum și de ce se mișcă plăcile?*

#### **Concept**

1. Pământul are o structură stratificată.
2. Învelișul extern (litosfera) este fragmentat în bucăți numite **plăci**.
3. Curenții de convecție din manta pot fi cauza mișării plăcilor care duce la producerea cutremurelor.

#### **Obiective**

**Elevii:**

#### **Vocabular:**

- Arc vulcanic
- Arc oceanic insular
- Curenți de convecție
- Dorsală oceanică
- Fosă oceanică
- Magmă
- Rift
- Subducție

#### **Mod de evaluare**

Fișă de evaluare

#### **Resurse educative**

- <http://www.platetectonics.com>
- <http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/dynamic.html>
- <http://www.diigo.com/bookmark/http%3A%2F%2Fwww.learner.org%2Finteractives%2Fdynamicearth%2Fplate.htm>
- !tab=people&uname=misscheska



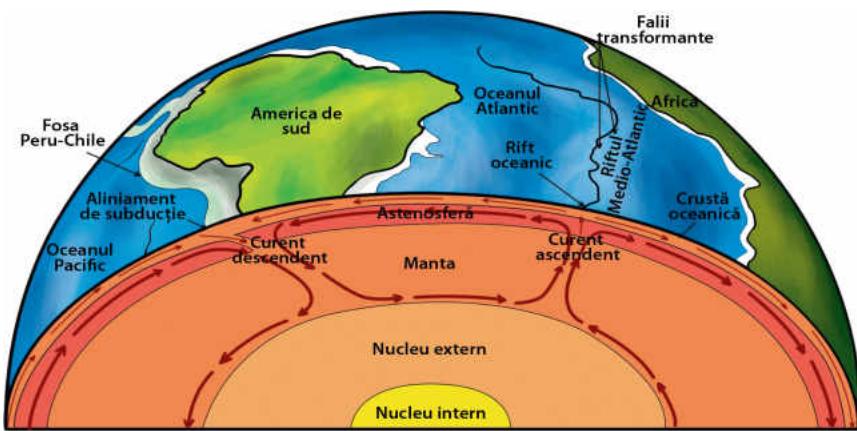
## Activitatea II.3

*Ce este fierbinte se ridică,  
ce este rece coboară!*

### ► Introducere:

Activitatea presupune realizarea unui experiment care să îi facă pe elevi să înțeleagă modul de formare a curenților de convecție și motivul pentru care sunt numiți **sisteme de transfer termic**. Prin analogie, se va explica rolul curenților de convecție în dinamica litosferei și a Pământului ca planetă.

Fig.  
II.3a



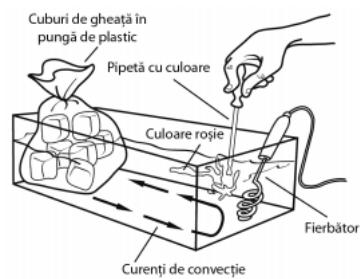
### ► Materiale necesare:

- Un vas transparent, de dimensiuni de aproximativ 23 x 13 x 7 cm.
- Fierbător.
- Pungă de plastic umplută cu cuburi de gheăță.
- Bandă elastică.
- Două pipete.
- Două substanțe colorate (pentru ca exercițiul să fie mai reprezentativ, este indicat să se folosească roșu și albastru).
- Apă rece.
- Cerculete de hârtie (preferabil dintr-un perforator).
- Fișă de activități nr. II.1: *Pământul din interior spre exterior*.

► **Procedură:**

1. Subliniați, din nou, ideea că litosfera Pământului este fragmentată în bucăți numite plăci și că cercetătorii cred că acestea se deplasează datorită mișcărilor din interiorul mantalei. Faceți analogie cu modul în care se mișcă produsele pe o bandă rulantă, în supermarketuri.
2. Umpleți vasul trei sferturi cu apă rece.
3. Introduceți într-un capăt al vasului punga de plastic sigilată, în care ați adăugat în prealabil 6 cuburi de gheăță.
4. Introduceți la capătul opus al vasului fierbătorul și alimentați-l la priză. Atenționați elevii să nu se apropie de aparat.
5. Așteptați cam un minut până când se încălzește apa în vas. Apoi, folosind pipeta, picurați câteva picături de colorant roșu la fundul vasului, în apropierea fierbătorului. Întrebați-i pe elevi ce observă\*. (R: O parte din substanța roșie se ridică spre suprafață și se deplasează spre capătul opus al vasului.)
6. Folosind o altă pipetă, adăugați câteva picături de colorant albastru imediat sub luciul apei, în apropierea pungii cu gheăță. Întrebați-i pe elevi ce observă? (R: Substanța albastră coboară și se deplasează, pe la fundul vasului, spre capătul opus.)
7. Adăugați câteva cerculete din hârtie pe suprafața apei, la capătul cu fierbătorul. Elevii vor observa cum acestea se deplasează în interiorul vasului. Explicați-le că în același mod se presupune că se mișcă și bucăți din plăcile Pământului prin mantaua semisolida, din același motiv care produce variațiile de temperatură din acest strat. Acest sistem prin care se produce transferul de temperatură poartă numele de **curenți de convecție**. Materialul fierbinte se ridică pe măsură ce materialul rece se scufundă.
8. Arătați-le figura II.7 (Curenți de convecție) și subliniați faptul că acolo unde doi curenți de convecție alăturați se ridică deopotrivă, plăcile se depărtează unele de altele. Acolo unde doi curenți alăturați se scufundă deopotrivă, plăcile se apropie (se ciocnesc). Ipoteza general acceptată este că aceste mișcări sunt cauza majoră a producerii cutremurilor.
9. La nevoie, repetați experimentul până când toți elevii au reușit să vadă deplasarea substanțelor colorate în interiorul vasului.

**Fig. II.3b**



Prezentarea experimentului ce ilustrează modul de formare al curenților de convecție.

\*Atenție: Adăugați câteva picături de substanță albastră imediat sub luciul apei; dacă picurați la suprafață substanța va difuza rapid, pierzând astfel din efectul dorit.



## Activitatea II.4

### Ciocnire, depărtare și alunecare

#### ► Introducere:

Activitatea presupune realizarea unor modele care să simbolizeze tipurile de interacție dintre plăci și să introducă noțiuni despre elementele de relief ce se formează la marginile plăcilor în urma acestor mișcări.

#### ► Materiale necesare:

- Calculator.
- Imagine cu Harta Lumii pe care sunt reprezentate limitele plăcilor (fig. II.5).
- 8-10 foi A4.
- O bandă sau o coală de carton.
- Foarfece.
- Bandă adezivă (scotch).
- Marker.



#### ► Procedură:

1. Utilizând imaginea din figura II.5, explicați-le elevilor faptul că la marginile plăcilor se pot produce trei tipuri de interacții. Pentru a exemplifica, puteți relua demonstrația cu mișcarea măinilor din *Activitatea II.4* din broșura „Despre cutremure și efectele lor. Caietul profesorului. Ciclu primar” completată cu noțiunile prezentate mai jos:

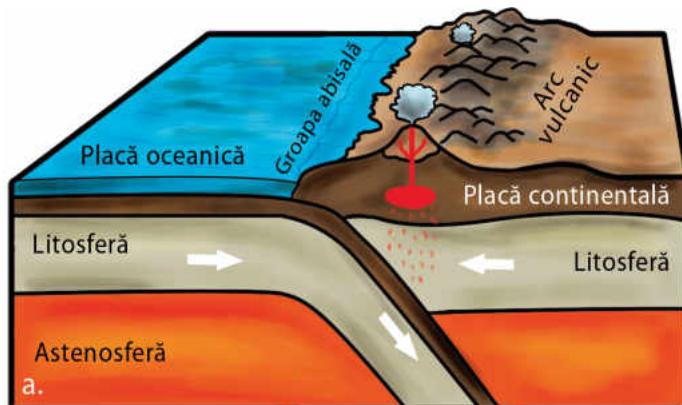
– Marginile convergente se întâlnesc acolo unde două plăci se apropiie iar apoi se ciocnesc, una din plăci fiind subdusă sub o alta. Aici (în litosferă) au loc procese de deformare, transformare sau topire în cazul plăcii subduse.

Tipul de convergență care are loc între plăcile tectonice depinde de tipul litosferei implicate. Convergența se poate produce între o placă oceanică și una continentală, între două plăci oceanice sau între două plăci continentale (sau porțiuni continentale ale plăcilor oceanice).

► **Convergența dintre o placă oceanică și una continentală** (fig. II.4a)

Este una dintre cele mai comune situații și duce la formarea de *arcuri vulcanice continentale*.

**Fig.  
II.4a**



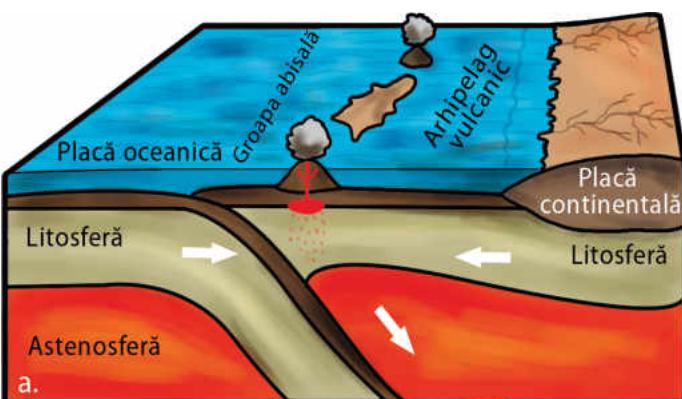
Convergența dintre o placă oceanică și una continentală

Ex. Subducția Plăcii Nazca sub partea continentală a Plăcii Sud-Americană de-a lungul fosei Peru-Chile a dat naștere catenei Anzilor. Fenomene asociate: cutremure puternice ( $M = 8,3$ , 1994, Bolivia,  $F = 636$  km adâncime), vulcani activi („Centura de foc a Pacificului”).

► **Convergența dintre două plăci oceanice** (fig. II.4b)

Procesele de subducție, în acest caz, duc la formarea de vulcani. În timp, eruptiile de lavă formează edificii submarine care se ridică deasupra nivelului oceanic formând *arcuri vulcanice insulare*.

**Fig.  
II.4b**



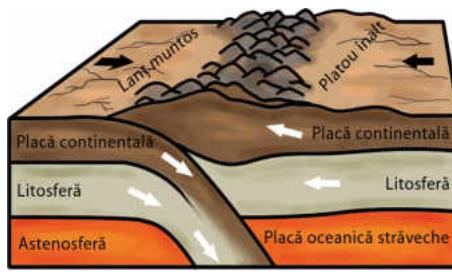
Convergența dintre două plăci oceanice

Ex.: Insulele Mariane și Insulele Aleutine au această geneză, ca și fenomene asociate, trebuie amintite cutremurile puternice.

► **Convergența dintre două plăci continentale (sau porțiuni continentale ale plăcilor oceanice) (fig. II.4c)**

Aceasta are ca efect formarea unor lanțuri muntoase continentale.

**Fig.  
II.4c**



Convergența dintre două plăci continentale

Ex.: Coliziunea Plăcii Indiene cu cea Eurasiatrică, produsă cu 50 de milioane de ani în urmă, a dus la formarea impresionantului masiv al Himalayei.

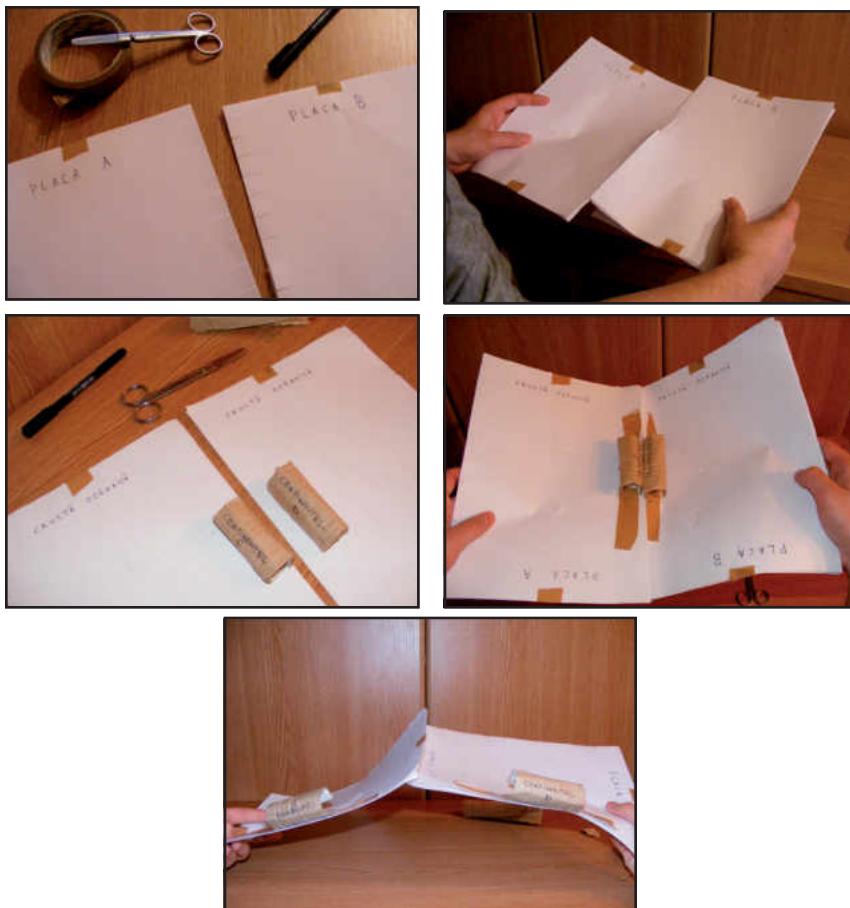
- Marginile de plăci divergente există acolo unde două plăci se separă, respectiv în zona rifturilor medii-oceanice. În urma mișcării de divergență, se va forma crusta și litosfera nouă. Depărțarea plăcilor permite materialului format prin topirea rocilor, adică magmei, să se ridice din manta către suprafață, formând totodată vulcanii și, prin răcire, noi roci. Un exemplu elocvent îl constituie Riftul Medio-Atlantic care se întinde de la Oceanul Arctic până în sudul Africii.
  - Marginile de plăci transformante (laterale) apar acolo unde două plăci tectonice se deplasează (alunecă) una pe lângă cealaltă, în zona limitei de separație având loc procese de distrugere și de fisurare a materiei litosferice. Asociate acestei deplasări se produc cutremure superficiale. Un exemplu îl constituie Falia San-Andreas, California.
2. Spuneți-le elevilor că vor realiza modele simple pentru două tipuri de margini de plăci tectonice.
  3. Cereți elevilor să separe foile în două teancuri egale.
  4. Utilizând litere mari, să noteze o parte a caietului cu **PLACA A** și cealaltă, cu **PLACA B**. De acum înainte se vor numi „plăci”.
  5. Cu ajutorul unui foarfec se vor tăia fâșii de 1 cm lungime, la intervale de 2 cm distanță, de-a lungul capătului plăcilor. Aceste fâșii reprezintă litosfera distrusă din zonele de interacție între plăci.
  6. Mișcați cele 2 placi lateral una față de cealaltă.  
Ce remarcăți? (R: Fâșiiile de pe cele două plăci se agăță, chiar se rup, pe măsură ce plăcile se deplasează una pe lângă cealaltă.)  
Ce model credeți că reprezintă? (R: O margine de plăci laterale. Mișcarea de alunecare reprezintă alunecări pe falie, mișcarea sacadată este asemănătoare cu cea produsă odată cu acumularea și degajarea energiei din timpul unui cutremur. Este cazul mișcării ce caracterizează falia San Andreas. Plăcile ce le separă alunecă una pe lângă cealaltă, cu sectoare ce ocazional se „agăță”, producând, astfel, cutremure.)

► **Limita laterală. Capetele plăcilor alunecă, dar uneori segmente ale lor se „agață” în mișcare.** (fig. II.4d)

7. Spuneți elevilor că vor folosi cele două plăci pentru a ilustra un alt model de margine de placă. Dați următoarele *instrucțiuni*:
  - a) Scrieți în partea de sus a fiecărei plăci **CRUSTĂ OCEANICĂ**.
  - b) Lipiți o bucată de carton îndoită sub formă de cilindru pe laturile netăiate ale plăcilor, ca în imaginea de jos.
  - c) Scrieți pe o bucată de carton **CONTINENTUL C** și pe celălalt, **CONTINENTUL D**. Aceste bucați vor simboliza două continente. Apropiați cele două plăci astfel încât „continentele” să se ciocnească. Ce observați? (R: Continentele se vor deforma și marginile lor se vor înălța.) Ce model reprezintă această interacție? (R: Demonstrația reprezintă convergență a două plăci, subțirea și/sau cutarea crustei și formarea munților prin înălțarea marginilor.)
  - d) Rotiți plăcile și repetați exercițiul ciocnind marginile înguste ale plăcilor (cele notate cu **CRUSTĂ OCEANICĂ**).
 Ce observați? (R: Una dintre plăci va intra sub celălalt.)
8. Ce poate reprezenta acest model? (R: Reprezintă o ciocnire între două plăci formate din crustă oceanică. Depresiunea astfel formată între cele două plăci se numește fosă oceanică.)

Ajutați-i pe elevi să rezume observațiile și răspundeți la orice întrebare apare de aici.

**Fig.  
II.4d**





## Activitatea II.5

### Paleogeografie

#### ► Introducere:

Activitatea presupune o succintă prezentare a istoricului evoluției maselor continentale începând de la momentul în care erau reunite într-un supercontinent și până la poziția lor actuală. Se vor reaminti noțiuni de bază, necesare pentru înțelegerea acestei activități, precum **curenți de convecție** și **plăci tectonice**.

#### ► Materiale necesare:

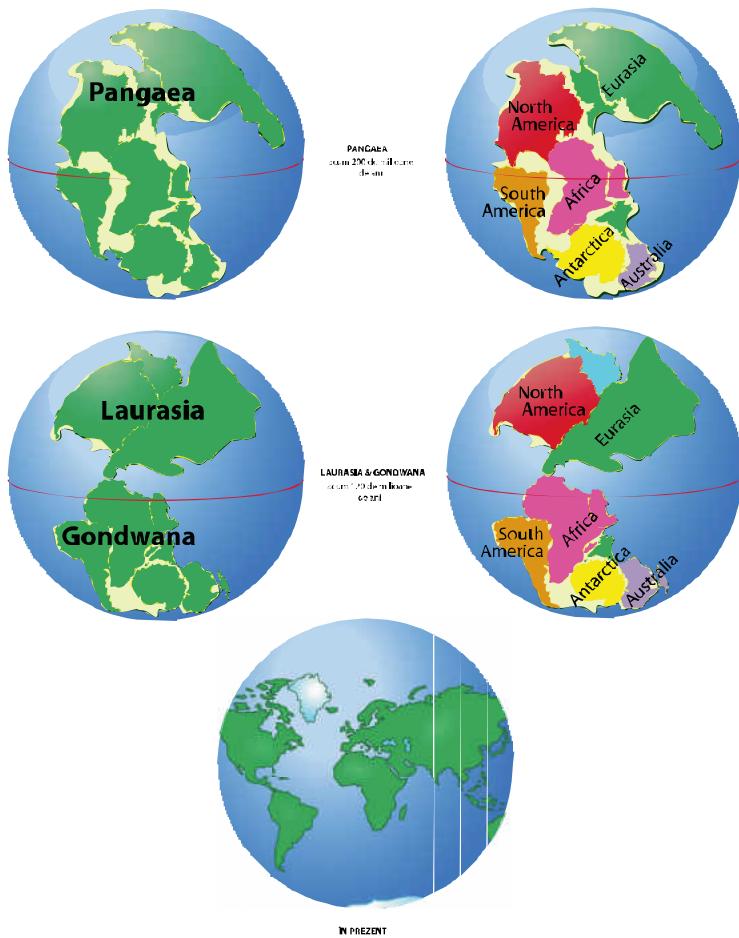
- Imaginea curenților de convecție și a secțiunii transversale prin plăci (fig. II.7).
- Imagine cu etapele fragmentării supercontinentului Pangaea (fig. II.12).
- Calculator.

#### ► Procedură:

1. Întrebați elevii ce cred ei că produce mișcarea plăcilor Pământului. După ce aflați câteva păreri, explicați-le că mecanismul de mișcare a plăcilor este unul dintre misterele Pământului care nu au fost descoperite complet. Explicați că cea mai vehiculată și cea mai general acceptată ipoteză este aceea conform căreia curenții de convecție din manta sunt responsabili de mișcarea plăcilor. Reamintiți, cu această ocazie, definiția mantalei.
2. Descrieți, succint, termenul de **curenți de convecție**. Arătați-le elevilor figura II.4. Dați câteva exemple uzuale de convecții, precum ascensiunea aerului cald și coborârea celui rece într-o sală de clasă, sau ascensiunea apei mai calde și coborârea celei mai reci într-un lac sau într-o piscină.
3. Puneți în discuție alte cauze posibile sau surse de energie care să ducă la convecție și, implicit, la mișcarea plăcilor (R: *Mulți cercetători cred că în interiorul Pământului – în manta și în nucleu, se produce o cantitate imensă de energie termică, produsă, în modul cel mai probabil, prin descompunerea materialelor radioactive precum uraniu și radiu.*)
4. În timp ce se urmărește o imagine cu harta lumii, întrebați elevii dacă au vreo idee de ce Africa și America de Sud se potrivesc precum piesele unui puzzle (Fig. II.13). Întrebați dacă mai pot menționa alte asemenea „perechi” de continente ce par să se „potrivească” ca formă. (R: *Europa, America de Nord și Groenlanda. Luati în discuție eventualele motive enunțate și, apoi, direcționați discuția către supercontinentul Pangaea, format cu peste 200 de milioane de ani în urmă.*)

5. Folosind imaginea din figura II.8 – Etapele fragmentării supercontinentului Pangaea – prezentați succint care este percepția actuală a cercetătorilor despre modul în care s-au format continentele prin ruperi succesive ale unei mase unice de uscat. Subliniați faptul că aceste continente s-au deplasat doar ca parte integrantă a plăcilor și nu ca mase individuale de uscat.
6. Menționați elevilor că li se va prezenta un model ce explică cum curenții de convecție pot cauza deplasarea plăcilor și, totodată, a continentelor înglobate. Acest model poate fi o explicație a modului în care Pangea s-a fragmentat de-a lungul ultimilor 200 milioane de ani.
7. Reluați, din broșura pentru ciclul primar, Activitatea II.3: „Ce este cald urcă, ce este rece coboară”.
8. Atrageți din nou atenția elevilor asupra imaginii din figura II.7 – „Curenții de convecție și secțiune transversală prin plăci”. Subliniați și discutați, pe scurt, ce se întâmplă datorită curenților de convecție, mișcărilor ascendențe și descendente ale acestora.

**Fig.  
II.5**



Formarea și fragmentarea supercontinentului Pangaea (Sursa: dreamstime)



## Activitatea II.6

### Cutremurele și vulcanii

#### ► Introducere:

Prin intermediul unui joc îndrăgit de copii, activitatea îi va ajuta pe elevi să identifice pe glob zonele ce reprezintă limitele de plăci, prin asociere cu distribuția cutremurilor și a vulcanilor pe glob.

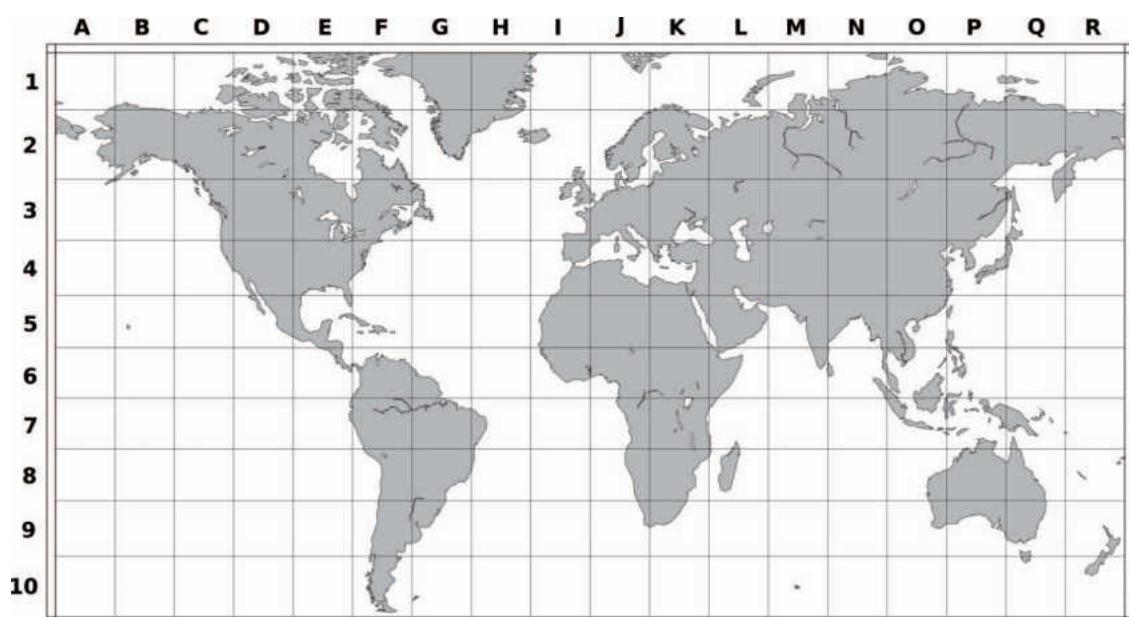
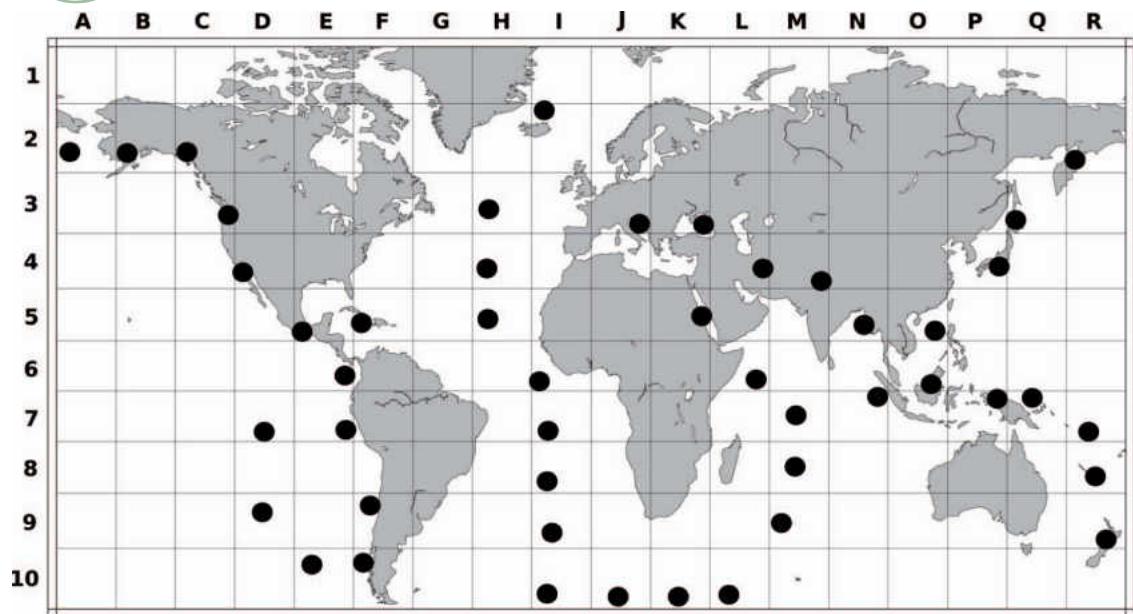
#### ► Materiale necesare:

- O copie din Fișa nr. II.3.
- Creion.

#### ► Procedură:

1. Formați perechi de elevi și dați-le fiecaruia câte o copie a fișei II.3. Spuneți-le că pe hartă sunt cel puțin 32 de vulcani sau epicentre de cutremure. Elevii vor începe să joace după regulile cunoșcutului joc „Avioanele”. Fiecare elev va „trage”, pe rând, în adversarul său, alegând un pătrat din rețea și identificându-l ca având în interior un cutremur/vulcan (ex.: G5). Dacă a avut dreptate și în fișa adversarului în celula indicată se află un astfel de element, atunci se declară că „a lovit”. Elementul va fi marcat pe ambele hărți ca o lovitură (cutremur sau vulcan) sau ca o ratare. Urmează lovitura adversarului.
2. Conurenții vor putea să vadă pe propriile hărți poziția vulcanilor sau a epicentrelor cutremurilor, dar vor trebui să le ghicească pe cele ale adversarului. Ar trebui să nu treacă mult timp până să constate că pozițiile celor două elemente pe care doresc să le identifice nu diferă mult și, mai mult de atât, ele se distribuie pe aliniamente și nu sunt răspândite la întâmplare.
3. Elevii vor mai afla, în timpul jocului, că există o zonă în care sunt cutremure, dar nu și vulcani (lanțul Himalayan). Acest lucru le poate fi explicat prin „închiderea” la adâncimi mari a zonei de coliziune a celor două plăci continentale, în urma căreia s-a format lanțul Himalayan. Din această cauză, nu se mai întunesc condițiile de temperatură și presiune care să producă topirea rocilor și formarea magmei. În mod similar, există o zonă vulcanică unde nu se produc cutremure majore: Insula Hawaii. Această insulă nu se află la marginea plăcilor tectonice, acolo unde se situează, de obicei, zonele vulcanice active, ci în interiorul unei plăci, placa Pacifică. Insula este formată pe o pungă de magmă ce se continuă în adâncime zeci de kilometri. Acest lucru face ca magma să urce cu ușurință la suprafață, ascensiunea putând provoca mici vibrații, dar nu și cutremure importante.

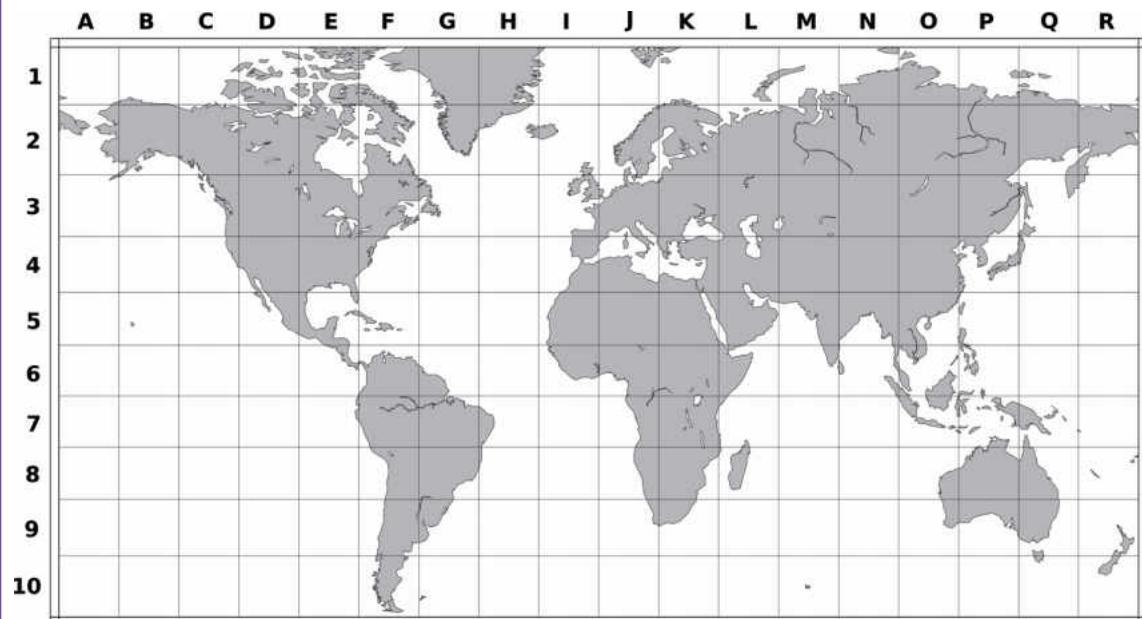
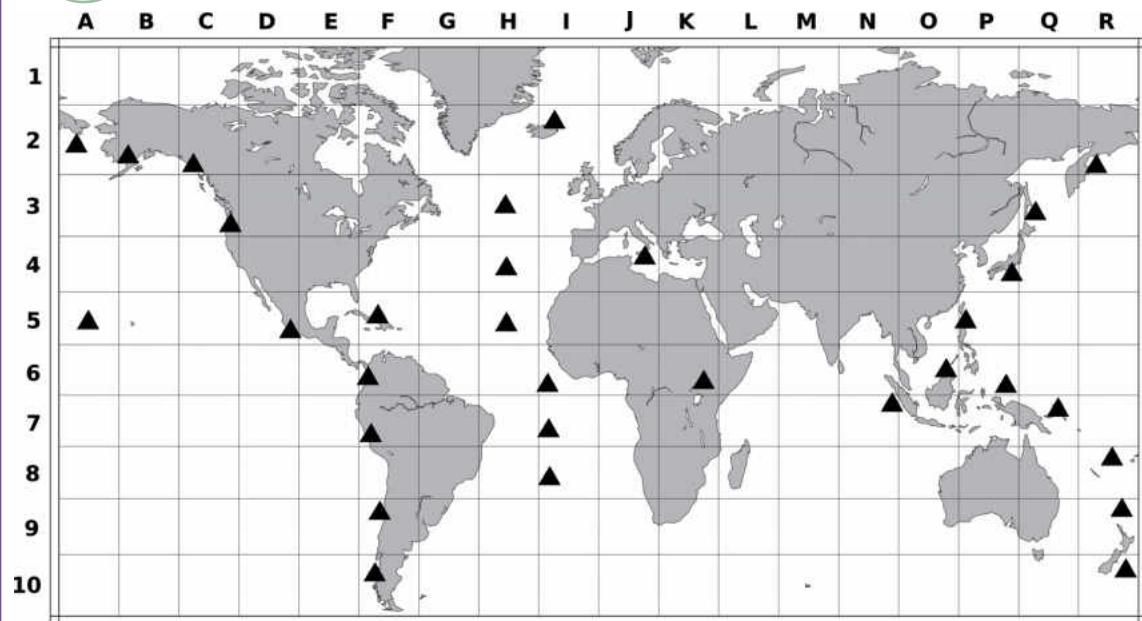
**Fig.  
II.6a**



Harta cu reprezentarea localizării celor mai importanți vulcani (sus); harta pentru marcarea țintelor reprezentând presupusele locații ale epicentrelor cutremurelor (jos)

II

Fig.  
II.6b



Harta cu reprezentarea localizării unora dintre cele mai importante zone seismice (sus); harta pentru marcarea țintelor reprezentând presupusele locații ale celor mai importanți vulcani (jos)

## FIŞĂ DE EVALUARE II.1

Elev: .....

Clasa: .....

Școala: .....



Alegeți unul dintre răspunsurile la întrebările de mai jos.

1. Câte strate majore interne are Pământul?

- a. 3
- b. 4
- c. 6
- d. 5

2. Care este cel mai fierbinte strat al Pământului?

- a. Mantaua
- b. Nucleul
- c. Crusta

3. Stratul care înglobează cea mai mare parte din volumul Pământului este:

- a. Mantaua
- b. Magma
- c. Crusta
- d. Nucleul

4. Dacă Pământul ar fi o piersică, sămburele ar fi:

- a. Crusta
- b. Mantaua
- c. Nucleul

Calificativ

Cadru didactic

## FIȘĂ DE EVALUARE II.2

Elev: .....

Clasa: .....

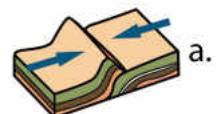
Școală: .....



Alegeți unul dintre răspunsurile la întrebările de mai jos.

1. Litosfera este fragmentată în plăci ce „plutesc” pe:

- a. Crustă
- b. Astenosferă
- c. Manta
- d. Nucleu



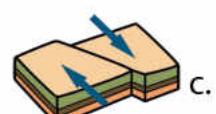
a.

2. Identificați tipurile de margini de placă din figurile alăturare:

- a. Margini transformante
- b. Margini divergente
- c. Margini convergente



b.

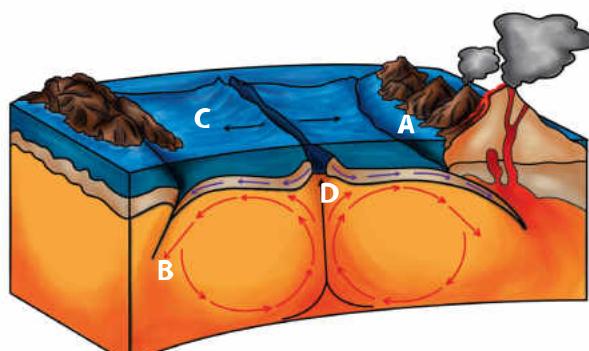


c.

3. Asociați, prin săgeți, denumirile corespunzătoare literelor din imagine.

- a. Litosfera subdusă
- b. Rift mediul-oceanic
- c. Fosă oceanică
- d. Curenți de convecție din manta

- A
- B
- C
- D



4. Care este teoria cea mai acceptată care explică modul de deplasare a plăcilor tectonice?
- câmpul gravitațional al Soarelui și al Lunii provoacă ridicarea crucei Pământului
  - existența curenților de convecție din manta.
  - volumul Pământului este într-o creștere continuă.
  - volumul Pământului este într-o micșorare continuă.
5. Conform ipotezei lui Wegener, care susținea că masele continentale sunt într-o continuă mișcare, ce supercontinent se presupune că a început să se fragmenteze acum 200 de milioane de ani?
- Pangaea
  - Gondwanaland
  - Wegenereea
6. Care sunt zonele tectonice cu care sunt cel mai des asociați vulcanii:
- zonele de subducție
  - zonele intraplăci
  - zonele de rift
  - niciuna dintre cele de mai sus
7. Majoritatea lanțurilor continentale de munți se formează la limitele de plăci:
- divergente
  - convergente
  - transformante

**Calificativ**
**Cadru didactic**

## MĂSURAREA CUTREMURELOR

Cutremurile de pământ conduc la eliberarea energiei stocate în rocile din scoarța terestră. Mărimea unui cutremur este proporțională cu energia eliberată în focar. Pentru a măsura această energie, trebuie să înțelegem mai întâi cum este ea produsă.

### TENSIUNEA ȘI DEFORMAREA

Rocile din interiorul scoarței terestre sunt supuse în permanență acțiunii unor forțe interne. Aceste forțe pot fi gravitaționale sau tectonice. Forța care acționează asupra unei suprafețe este numită **tensiune**. Vom considera suprafețele care delimită un volum din interiorul unei roci.

Tensiunile care acționează asupra acestui volum pot fi:

- **de compresie**, dacă tind să micșoreze volumul;
- **de extensie**, dacă tind să mărească volumul;
- **de forfecare**, dacă nu modifică volumul, dar modifică forma acestuia.

În mod obișnuit, rocile au un comportament elastic, ceea ce înseamnă că se deformează datorită acțiunii tensiunilor, dar își revin la forma inițială de îndată ce tensiunile dispar. Efectul este asemănător cu cel al unui burete pe care îl strângem în mâna (sub acțiunea apăsării își schimbă formă). Această schimbare de formă o numim **deformare**. Asemenea buretelui care, după ce se află în stare de tensiune (când este apăsat), își revine la forma inițială când este eliberat, se comportă și rocile, atunci când starea de tensiune este eliminată. Energia înmagazinată la deformare (energie potențială) este eliberată prin revenirea la forma inițială.

Când rocile litosferice se deformează prin întindere, spunem că se află sub influența unei tensiuni de extensie. În acest caz, rocile se vor deforma asemenea unei bucați de cauciuc de care se trage. Ca și în cazul precedent, rocile își revin la forma inițială după dispariția tensiunii de extensie, eliberând energie.

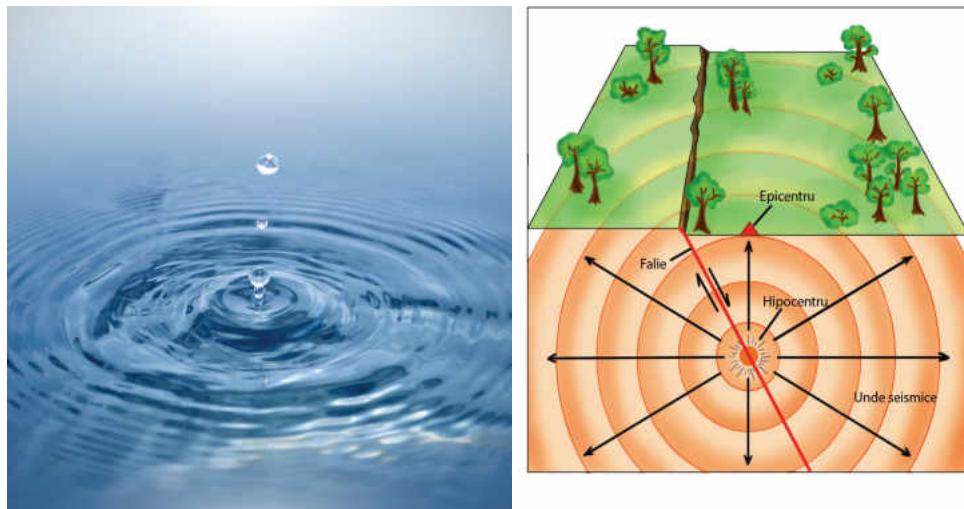
Atunci când tensiunea depășește limitele suportate de materialul asupra căruia se acționează (rezistență), acesta suferă o rupere. (Dacă tragem destul de tare de marginile buretelui, acesta se va rupe). Rocile au un comportament asemănător, datorită tensiunilor foarte mari sau îndelungate la care sunt supuse. Procesul de rupere prin care energia înmagazinată în rocile din litosferă este eliberată brusc reprezintă un cutremur.

## PRODUCEREA CUTREMURULUI ȘI GENERAREA UNDELOR SEISMICE

Așa cum a fost menționat anterior, în urma producerii unui cutremur are loc o degajare de energie. O mare parte din energia produsă se propagă, prin Pământ, sub formă de **unde seismice**.

Generarea acestora este asemănătoare undelor care se formează atunci când picăturile de ploaie cad într-un lac (fig. III.1). Fiecare picătură formează cercuri în apă, care se propagă de la centru în toate direcțiile. Undele seismice se transmit asemănător, din focar, în toate direcțiile.

**Fig.  
III.1**

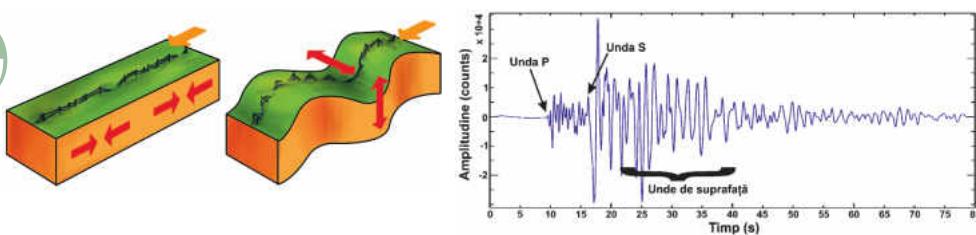


Generarea undelor seismice la producerea cutremurului

În esență, există două tipuri de unde seismice: **undele de volum**, care se propagă prin interiorul Pământului, începând de la crustă până la nucleul intern și **undele de suprafață**, care se propagă doar prin stratul de la suprafață Pământului.

Undele de volum generate în urma producerii cutremurului se propagă din focar în toate direcțiile. Propagarea lor este mai rapidă comparativ cu cea a undelor suprafață. Undele de volum sunt de două tipuri: longitudinale și transversale (fig. III.2).

**Fig.  
III.2**



Identificarea undelor de volum și de suprafață pe seismogramă și reprezentarea modului de propagare prin Pământ a undelor P și S

Undele longitudinale sunt de 1,7 ori mai rapide decât undele transversale, fiind numite, deseori, unde P sau unde primar, nume care provine din limba latină (*undae primare*). Undele transversale se mai numesc și unde S sau secundare (*undae secundae*).

Undele de suprafață se propagă de-a lungul suprafeței Pământului sau în stratele de grosime variabilă, situate în vecinătatea suprafeței Pământului. Acestea înmagazinează o mare parte a energiei de la cutremurile de suprafață și sunt, de obicei, cauza primară a distrugerilor produse de cutremure, afectând regiuni dens populate.

Mișcarea solului produsă de undele seismice este detectată de instrumente specifice, cu ajutorul cărora putem înregistra semnalele seismice. Înregistrarea astfel obținută se numește **seismogramă**. Pe seismograme se pot identifica cu ușurință timpii de sosire pentru diversele tipuri de unde seismice.

### LOCALIZAREA CUTREMURELOR

Seismografele amplasate în diferite regiuni ale Pământului înregistrează, în mod continuu, date seismice (vibrări ale terenului), pentru a monitoriza activitatea seismică, pentru a detecta și a înregistra semnale de la explozii. Acestea înregistrează, de asemenea, semnale seismice provenite de la diverse surse de zgomot, cum ar fi: valurile oceanelor care lovesc țărmurile (surse primare de microseisme), vântul, traficul din apropiere, explozii sonice, tunete și alte surse care produc vibrări ale solului. Când se produce un cutremur semnificativ, undele seismice care se propagă prin interiorul Pământului pot fi înregistrate de stațiile seismice aflate la distanță.

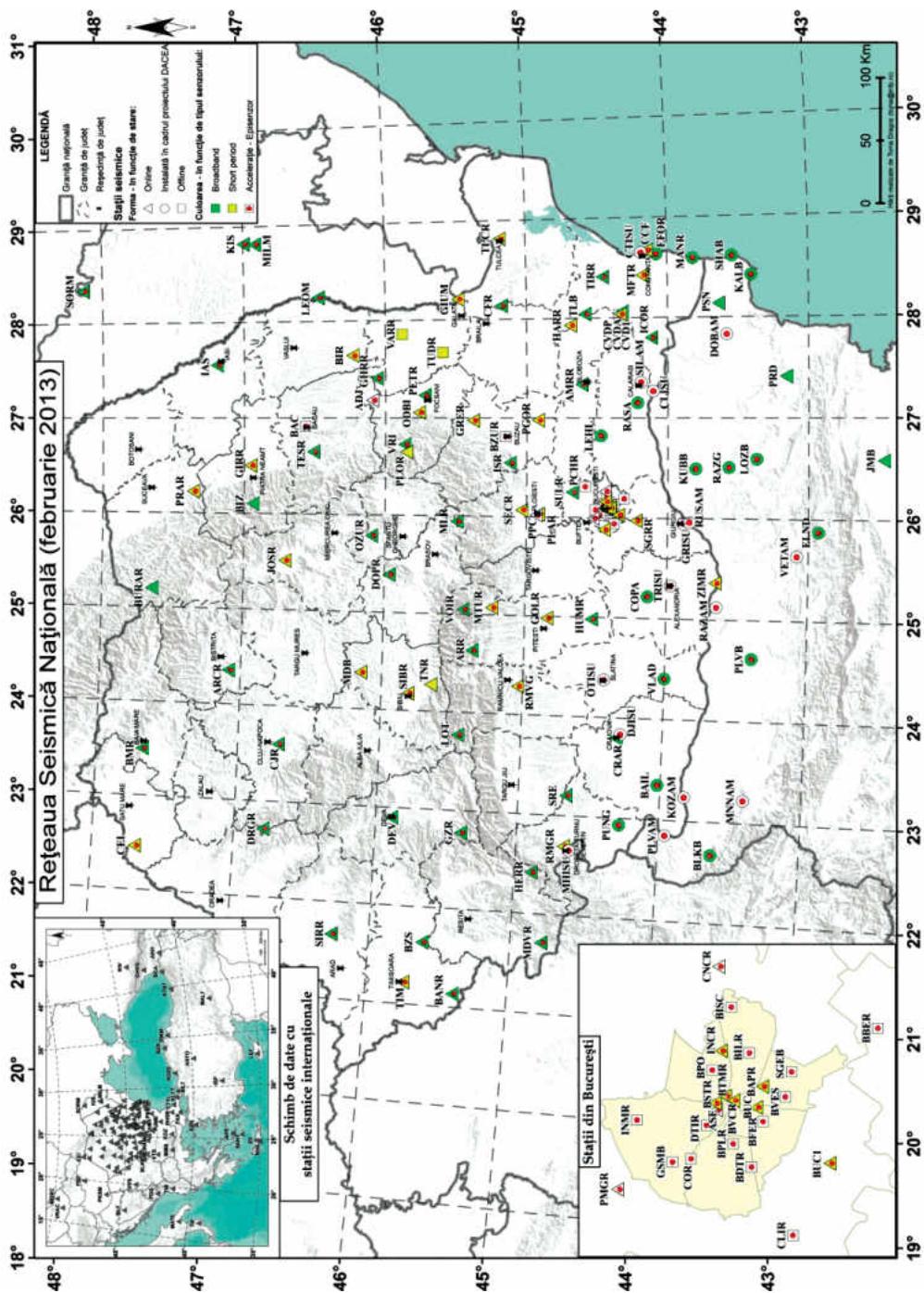
**Fig.  
III.3**



Imaginea unei stații seismice în exterior (stânga) și interior (dreapta)

O stație seismică modernă (fig. III.3) este compusă dintr-un seismograf care înregistrează semnalul seismic, după care acesta este transmis unui digitizor care convertește aceste înregistrări în date digitale (seismograme digitale). La digitizor este conectată antena GPS, care ajută la determinarea coordonatelor geografice ale stației, și un disc magnetic pentru stocarea datelor pentru colectarea datelor sau o legătură de internet pentru transmiterea lor directă. Stația este conectată la o sursă de energie electrică (rețeaua de tensiune sau panouri solare). Mai multe stații seismice formează o rețea seismică. Există atât rețele seismice aparținând doar unor țări (Rețele Seismice Naționale – fig. III.4), cât și rețele seismice globale (apărținând diverselor organizații care se ocupă cu monitorizarea cutremurelor sau/și a explozilor – fig. III.5).

Pentru a determina distanța dintre stație și epicentru (distanța epicentrală), oamenii de știință folosesc diferența timpilor de sosire ai undelor P și S citiți pe înregistrările seismice. Tabelele timpilor de parcurs ai undelor de volum sau diferite aplicații ce rulează

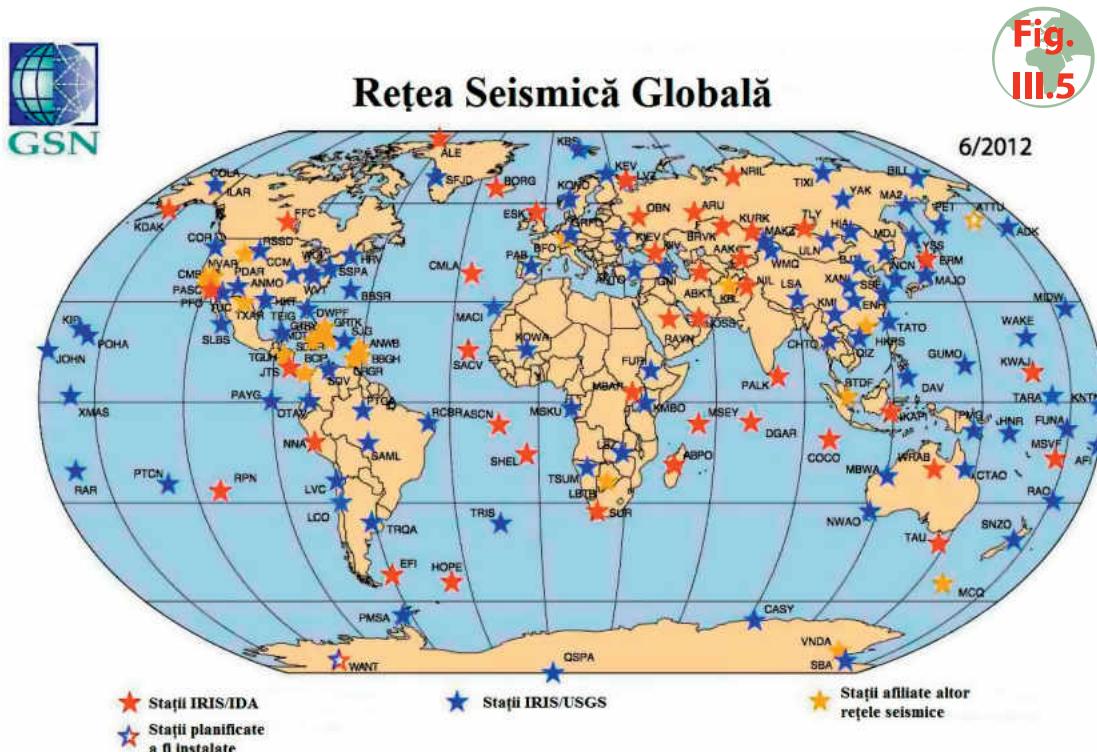


**Fig. III.4**

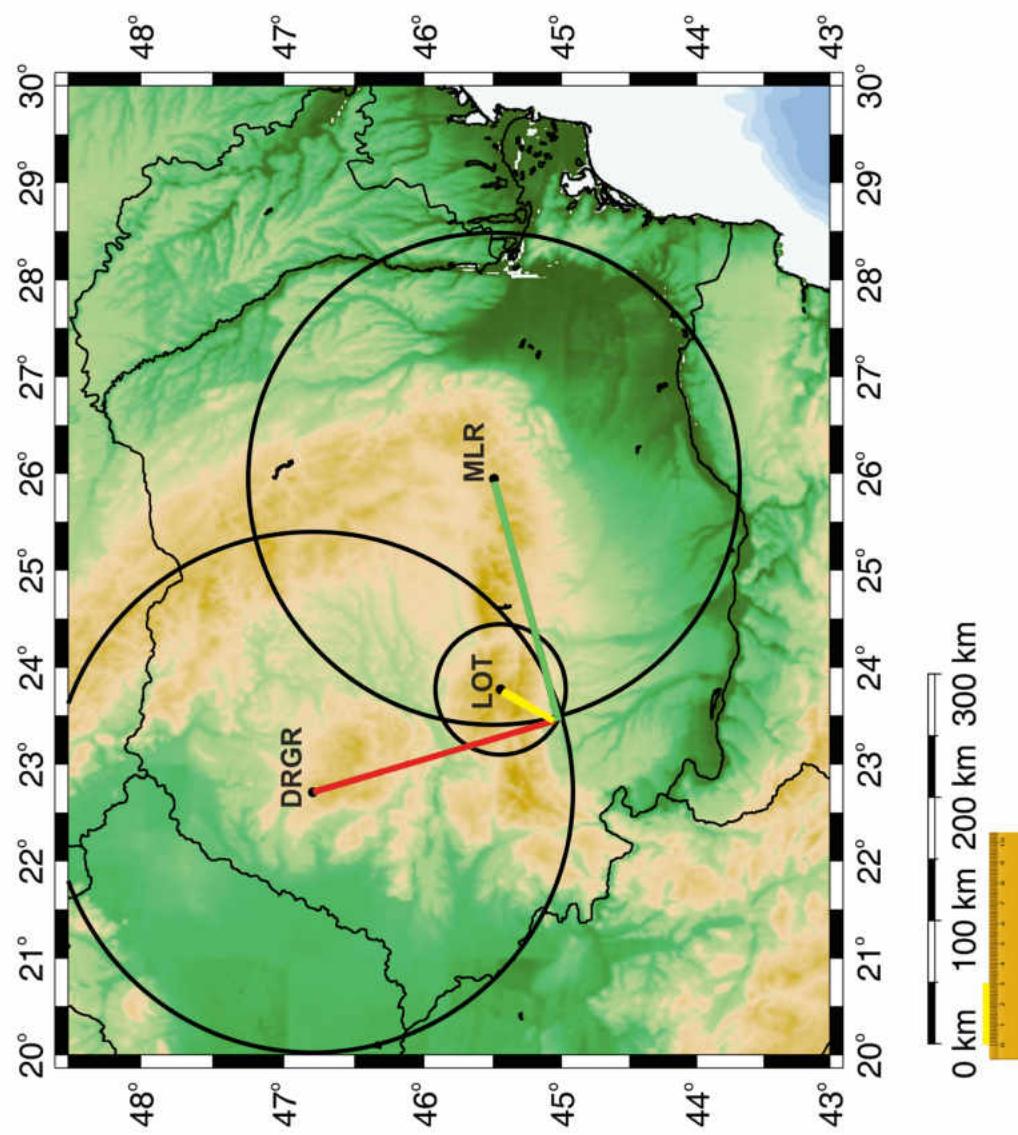
Harta cu distribuția stațiilor aparținând Rețelei Seismice Nationale

pe calculatoare ajută la determinarea acestor distanțe. Cu ajutorul seismogramelor de la cel puțin trei stații poate fi determinată o localizare preliminară a epicentrului. Pentru aceasta, este utilizată *metoda triangulației*. Acest nume provine de la faptul că avem nevoie de trei stații, care formează un triunghi imaginar. Desenăm pe hartă câte un cerc în jurul fiecărei stații, cu raza egală cu distanța dintre stație și epicentru (epicentrală); punctul obținut la intersecția cercurilor reprezintă epicentrul cutremurului (fig. III.6).

Pentru determinarea hypocentrului, este nevoie de patru seismograme (este necesară încă o seismogramă pentru a determina un parametru suplimentar, și anume adâncimea la care s-a produs cutremurul). În acest scop, va trebui să desenăm câte o sferă în jurul celor patru stații. Punctul de intersecție al celor patru sfere se reprezintă **hipocentrul cutremurului**.



Harta cu distribuția stațiilor seismice aparținând diferitelor rețele seismologice internaționale  
(sursa: după <http://www.iris.edu/hq/programs/gsn>)



Reprezentarea metodei triangulației (MLR – stația seismică Muntele Roșu, LOT – stația seismică Lotru, DRGR – stația seismică Drăgan)

Fig.  
III.6

### MODURILE DE MĂSURARE A CUTREMURELOR

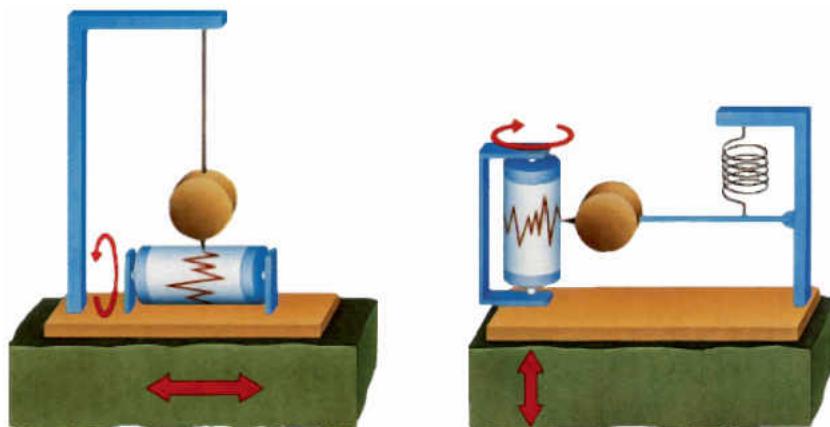
Pentru a determina mărimea unui cutremur este utilizat seismograful (fig. III.7). Acesta înregistrează momentul, durata și amplitudinea mișcărilor seismice.

Seismograful se bazează pe un principiu simplu din fizică, și anume principiul inerției (proprietatea corpurilor de a-și păstra starea de repaus sau de mișcare): o greutate mare care este lăsată liberă va avea tendința să rămână în poziția inițială atunci când terenul de sub ea începe să se miște ca răspuns la deplasarea undelor seismice.

Mișcarea Pământului este detectată de seismograf, care trimite un semnal mecanic sau electric unei penițe atașate unui tambur acoperit de hârtie (fig. III.7). Tamburul se rotește, iar penița reproduce amplificat mișcarea terenului. Înregistrarea astfel obținută se numește **seismogramă**. Seismogramele pot fi înregistrate analog (pe hârtie) sau digital (urmând a fi vizualizate pe monitoarele calculatoarelor).

De asemenea, seismogramele pot înregistra mișcarea pe verticală a solului pe componenta verticală a senzorului seismic (Z), cât și cea pe orizontală, pe cele două componente orizontale (N-S; E-V).

**Fig.  
III.7**



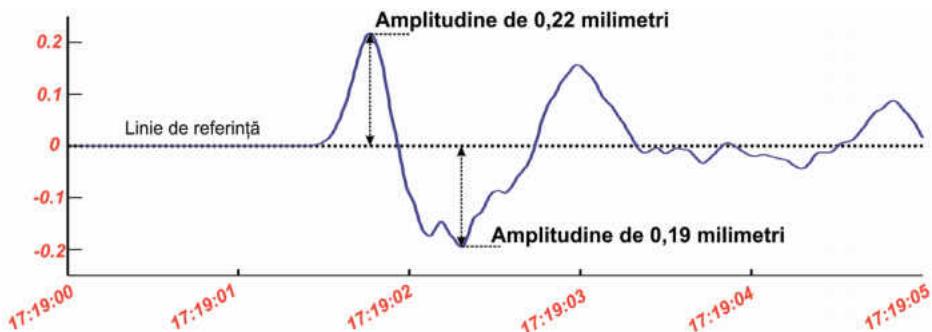
Reprezentarea seismografului și a seismogramelor înregistrate pe  
componentele orizontală (stânga), respectiv verticală (dreapta)  
(Sursa: [http://library.thinkquest.org/03oct/00904/eng/attek\\_figy.htm](http://library.thinkquest.org/03oct/00904/eng/attek_figy.htm))

#### Scara de magnitudine – măsură a mărimii cutremurelor

Cu cât cutremurul este mai puternic, amplitudinea și durata înregistrării acestuia pe seismogramă vor fi mai mari. **Amplitudinea** reprezintă o măsură a energiei undei. Pe măsură ce se propagă, amplitudinea undei seismice se micșorează, datorită procesului de atenuare. De aceea, pentru determinarea amplitudinii la stațiile aflate la distanțe mari față de epicentru, se introduc corecții. Amplitudinea maximă reprezintă deplasarea solului de la un punct de referință la cel mai mare vârf al undei (fig. III.8). Aceasta caracterizează, de asemenea, mărimea cutremurului și a fost folosită ca parametru de bază pentru estimarea magnitudinii cutremurului. Prima scară a magnitudinilor a fost inventată de seismologul american Charles Richter, în anul 1935, la care acesta a folosit numai cifre arabe. În cazul în care cutremurul este mic (magnitudine mică,

amplitudine redusă, durată de înregistrare scăzută), acesta nu este simțit de oameni și nu produce pagube, fiind detectat doar de seismografe (de stațiile seismice). Atunci când cutremurul este puternic (magnitudine mare, amplitudine mare, durată de înregistrare mare), acesta este simțit de populație chiar și la distanțe mari, cauzând diferite pagube.

**Fig.  
III.8**



Reprezentarea modului în care se măsoară amplitudinea unei unde

**Intensitatea cutremurului** reprezintă măsura efectelor unui cutremur într-un anumit loc. Ea este determinată pe baza observațiilor efectelor cutremurelor asupra oamenilor, a structurilor sau a suprafeței Pământului. În anul 1902, seismologul italian *Giuseppe Mercalli* a modificat scara intensităților care era formată, inițial, din 10 valori. În zilele noastre, se folosește scara Mercalli cu 12 valori, modificată în anul 1931, de cercetătorii americanii *H.O. Wood și Frank Newman*.

Spre deosebire de scara magnitudinii, la scara intensităților se folosesc numere romane, de la I la XII, pentru clasificarea nivelului relativ al distrugerilor, al mișcării solului și pentru aprecierea impactului cutremurului asupra oamenilor (tabelul III.1).

Intensitatea poate varia în funcție de mai mulți factori, precum magnitudinea, adâncimea cutremurului, distanța epicentrală, condițiile geologice locale și felul construcțiilor dintr-o anumită regiune. Un singur cutremur va produce o gamă de intensități care, în mod normal, descresc cu creșterea distanței epicentrale. Linile care unesc intensitățile egale produse în timpul unui cutremur se numesc **izoseiste**.

**Tabelul III.1.** Scara de intensitate Mercalli modificată

Intensitatea	Mod de percepție	Pagube	Descriere
I	<b>Imperceptibil</b>	<b>Niciuna</b>	<i>Nu este simțit</i>
II	<b>Greu perceptibil</b>	<b>Niciuna</b>	<i>Cutremurul este simțit de puțini oameni, în special de cei aflați în clădiri înalte. Obiectele suspendate se pot mișca ușor.</i>
III	<b>Slab</b>	<b>Niciuna</b>	<i>Cutremurul este simțit de persoanele aflate în interiorul clădirilor, în special de cei aflați la etajele superioare. Mașinile staționate se pot mișca ușor.</i>
IV	<b>Moderat</b>	<b>Niciuna</b>	<i>Cutremurul este simțit de cei aflați în interiorul clădirilor și de unii dintre cei aflați în afara clădirilor. Pe timp de noapte, unii oameni se pot trezi. Ferestrele vibrează ușor. Mașinile parcate se balansează.</i>
V	<b>Suficient de puternic</b>	<b>Foarte slabă</b>	<i>Cutremurul este simțit de aproape toată lumea. Geamurile se pot sparge, iar unele obiecte agățate pe peretei cad. Obiectele din casă se pot răsturna.</i>
VI	<b>Puternic</b>	<b>Slabă</b>	<i>Cutremurul este simțit de toți, mulți fiind îngroziti. Mobila grea se poate muta ușor. Mici pagube.</i>
VII	<b>Foarte puternic</b>	<b>Moderată</b>	<i>Pagube neglijabile în construcțiile trainice; efecte moderate asupra construcțiilor obișnuite, dar pagube importante asupra construcțiilor proiectate prost.</i>
VIII	<b>Distrugător</b>	<b>Însemnate</b>	<i>Pagube mici ale clădirilor bine proiectate. Clădirile obișnuite sunt distruse, în parte. Monumente, coșuri de casă, mobilă grea se prăbușesc.</i>
IX	<b>Devastator</b>	<b>Puternice</b>	<i>Pagube importante, chiar și în clădirile proiectate special pentru a rezista la cutremure.</i>
X	<b>Nimicitor</b>	<b>Puternice</b>	<i>Pagube majore ale clădirilor solide. Unele clădiri sunt dislocate din fundații. Structuri din lemn și piatră se prăbușesc. Linile de cale ferată se îndoiaie.</i>
XI	<b>Catastrofal</b>	<b>Foarte puternice</b>	<i>Puține structuri rămân în picioare. Podurile sunt distruse. Linile de cale ferată se îndoiaie puternic.</i>
XII	<b>Extrem</b>	<b>Extreme</b>	<i>Distrugere totală.</i>



**PLAN DE  
LUCRU**

## Cum măsurăm cutremurile?

### Concept

1. Cutremurile se diferențiază prin cantitatea de energie eliberată.
2. Cutremurile pot fi localizate cu cel puțin trei stații seismice.
3. Cutremurile pot fi măsurate prin prisma pagubelor produse (intensitate) sau prin cantitatea de energie eliberată (magnitudine).

### Obiective

#### Vocabular:

- Amplitudine
- Distanță epicentrală
- Intensitatea cutremurului
- Localizarea cutremurului
- Magnitudinea cutremurului
- Unde seismice
- Seismograf
- Seismogramă
- Timpul la origine

#### Elevii:

- vor marca sosirile undelor P și S pe seismogramele înregistrate;
- vor măsura amplitudinile maxime și vor determina distanțele epicentrale pentru fiecare stație;
- vor determina magnitudinea și intensitatea cutremurului.

### Mod de evaluare

Elevii vor recapitula informațiile despre măsurarea cutremurilor prin completarea unei fișe de evaluare.

### Resurse educaționale

- <http://pubs.usgs.gov/gip/earthq1/measure>
- <http://www.weatherwizkids.com/weather-earthquake>
- <http://earthquakefacts.net/Interesting-Earthquake-Facts>
- <http://www.shakeout.org/schools/resources/index>
- <http://earthquake.usgs.gov/learn/facts>



## Activitatea III.1

*Cum poate fi localizat epicentrul unui cutremur?*

► **Introducere:**

Cutremurile pot fi înregistrate de seismografe chiar dacă se produc la distanțe mari de locul în care acestea sunt amplasate. Acest lucru este posibil datorită faptului că undele seismice se pot propaga la distanțe mari prin interiorul Pământului.

► **Materiale necesare:**

- Seismograme înregistrate la trei stații seismice.
- Harta României.
- Creioane.
- Compasuri.
- Riglă.

► **Procedură:**

1. Reluați cu elevii următoarele noțiuni:

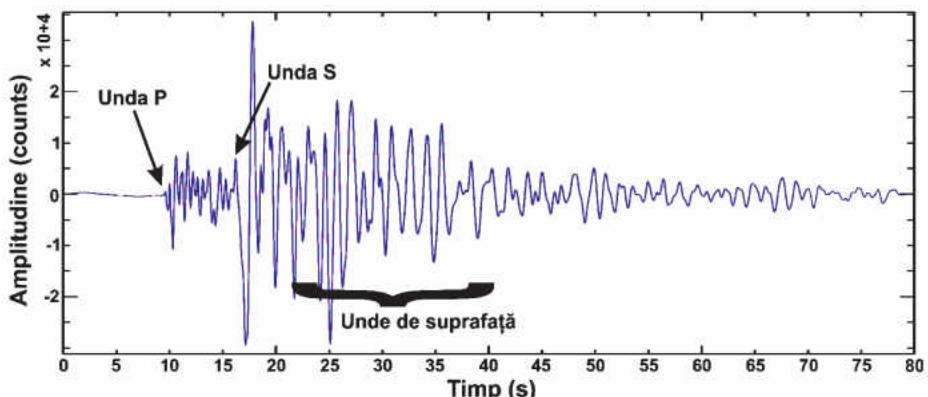
**Scara de magnitudine** – reprezintă o metodă de măsurare a cantității de energie eliberată în urma producerii unui cutremur.

**Scara de intensitate Mercalli** – reprezintă o metodă de măsurare a efectelor produse de un cutremur.

**Distanța epicentrală** – reprezintă distanța de la stația seismică la epicentrul cutremurului.

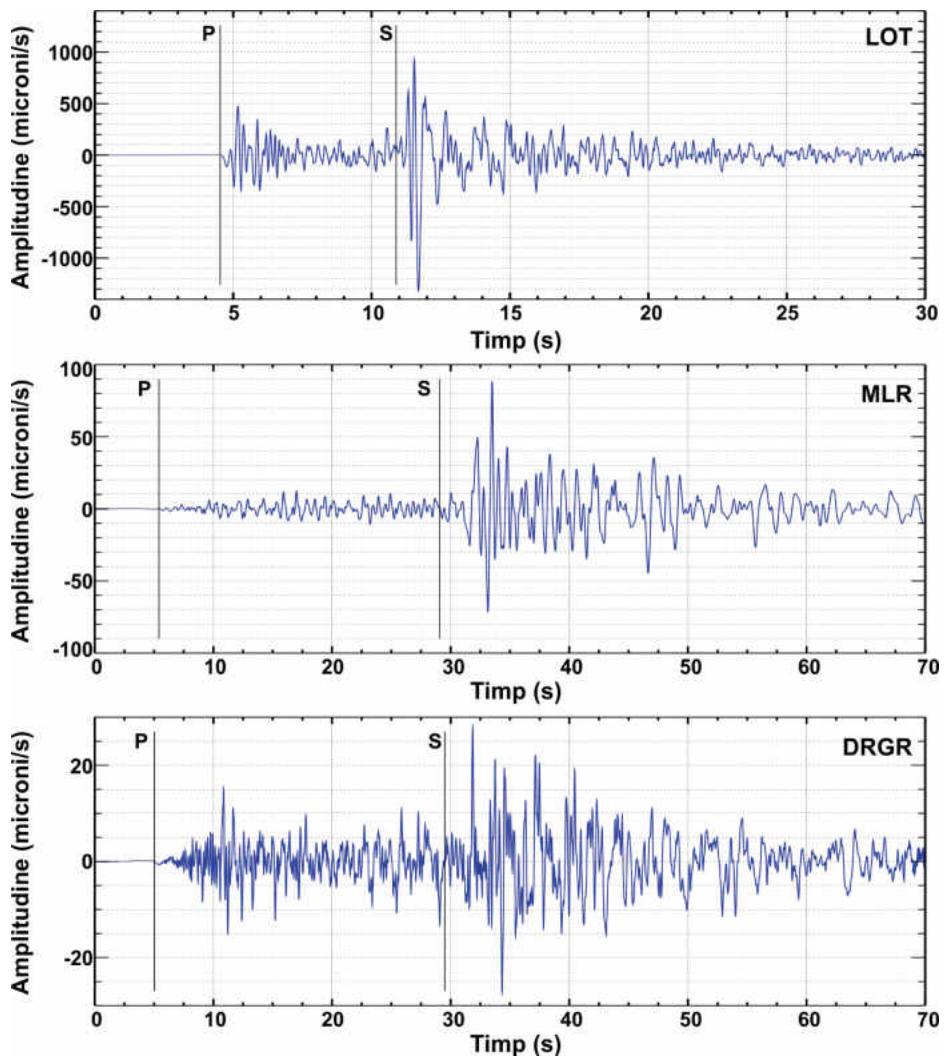
**Timpul la origine** – reprezintă timpul la care s-a produs cutremurul (timpul la care s-a declanșat ruperea în focar).

2. În timpul producerii unui cutremur, în focar sunt generate unde de volum (P, S) și unde de suprafață. Undele P și S se propagă în interiorul Pământului traversând diferite medii. Undele P au vitezele de propagare cele mai mari, fiind înregistrate primele pe seismogramă (fig. III.1a). Undele S se propagă mai lent, fiind înregistrate pe seismogramă după undele P. Diferența de timp dintre sosirile undelor P și cele ale undelor S este importantă, ajutând specialiștii să determine epicentrul cutremurului.

**Fig.**  
**III.1a**


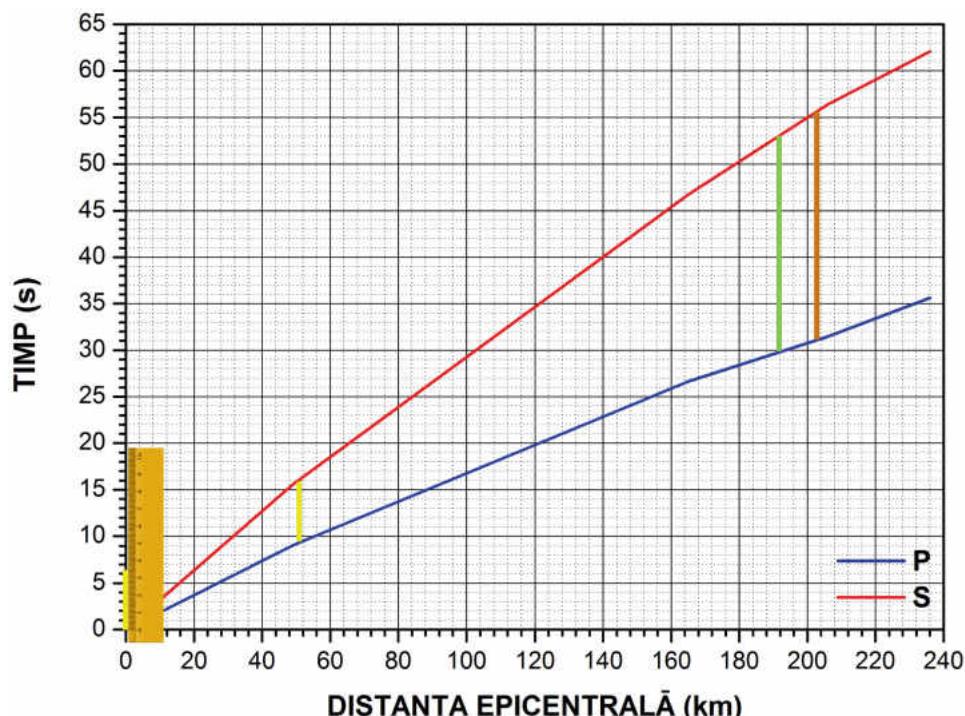
Identificarea undelor P, S și a celor de suprafață

Pentru a localiza epicentrul unui cutremur, sunt necesare înregistrările de la minim trei stații la care cutremurul a fost înregistrat (fig. III.1b).

**Fig.**  
**III.1b**


Seismograme înregistrate la stațiile Lotru (LOT), Munțele Roșu (MLR) și Drăgan (DRGR)

3. Pentru determinarea distanțelor stație-epicentru, vom folosi graficul timpilor de parcurs (fig. III.1c). Se va proceda ca în exemplul dat pentru stația LOT. Se măsoară pe seismograma stației diferența timpilor de sosire între undele P și S. În cazul nostru, aceasta este de aproximativ 6,5 s. Pe graficul timpilor de parcurs se notează 6,5 s pe axa verticală. Cu ajutorul unei rigle se măsoară lungimea de la 0 la 6,5 s (pe axa verticală). Această lungime se potrivește între curbele timpilor de parcurs pentru undele P și S. Apoi se citește pe axa orizontală valoarea corespunzătoare distanței epicentrale (în cazul stației LOT, aceasta este de aproximativ 50 km). La fel se procedează și cu celelalte stații.

Fig.  
III.1c

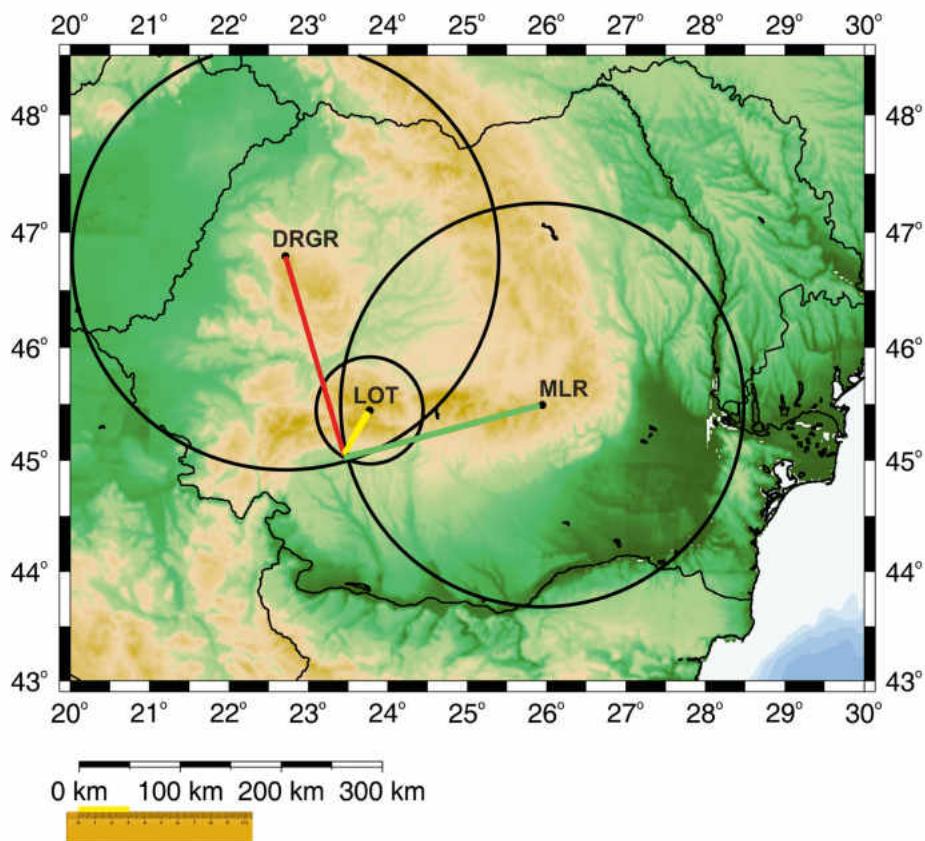
Graficul timpilor de parcurs

Tabelul III.2. Parametrii cutremurului

	LOT	MLR	DRGR
Diferența timpilor de sosire între undele P și S	~6,5 s	~23 s	~24,5 s
Distanța stație-epicentru (epicentrală)	~50 km	~192 km	~203 km

4. După determinarea distanțelor epicentrale, folosiți compasul pentru a trasa, în jurul fiecărei stații marcate pe harta din figura III.1d. cercuri cu razele (măsurate în km) egale cu aceste distanțe (epicentrale) – rândul 2, tabelul III.2. Utilizați scara la care este desenată harta pentru a fixa raza cercului (distanța epicentrală).

**Fig.  
III.1d**



Harta României, utilizată pentru localizarea epicentrului.  
Stațiile folosite în procesul de localizare și poziția epicentrului pe harta României



## Activitatea III.2

### Intensitățile seismice în diferite regiuni

#### ► Introducere:

**Intensitatea** reprezintă măsura efectelor produse de cutremur asupra structurilor naturale sau a celor construite de om. Cea mai cunoscută metodă de măsurare a acestor efecte este scara Mercalli modificată, dezvoltată în anul 1902, de geologul italian *Giuseppe Mercalli*. Scara cuprinde valori cuprinse între I – cea mai scăzută valoare de intensitate (imperceptibilă) – și XII, cea mai ridicată valoare. Intensitatea este mai folositoare decât magnitudinea din punct de vedere al măsurii impactului pe care un cutremur I-a avut într-o anumită regiune.

#### Descrierea efectelor cutremurului produs la data de 4 martie 1977 în regiunea Vrancea

Harta intensităților seismice a fost realizată pentru cutremurul care s-a produs la data de 4 martie 1977, în regiunea Vrancea. Cutremurul având magnitudinea de 7,2 a fost simțit pe o arie extrem de mare, afectând numeroase localități din România. Pentru mai multe orașe s-a estimat o valoare a intensității de VIII. Cutremurul a produs avarii la clădirile întreprinderilor industriale.

În București au fost afectate o serie de secții de la întreprinderile „23 August”, „Vulcan”, „Semănătoarea”, „Automatica” etc. Au fost complet distruse clădirile Centrului de Calcul al Ministerului Transportului și Telecomunicațiilor și ale Facultății de Chimie a Universității București. Pagube deosebit de mari s-au înregistrat și la Centrul Național de Fizică. De asemenea, nouă unități spitalicești au fost scoase din funcțiune.

În Prahova, au izbucnit incendii la combinatele petrochimice de la Brazi și Teleajen, la rafinăria „Vega” și la laboratorul Institutului de Petrol și Gaze din Ploiești.

Municipiul Craiova a suferit, de asemenea, pagube mari. Au fost avariate: Muzeul de Artă, Casa Băniei, Muzeul Olteniei, Universitatea, Biblioteca județeană, două cinematografe. Au fost grav avariate 556 de clădiri de locuințe care, ulterior, a trebuit să fie demolate și 272 de clădiri ce au necesitat reparații majore.

În Dâmbovița, a fost afectat un număr mare de întreprinderi industriale. La exploatarea minieră Șotânga au avut loc surpări în galerii. În 14 ferme agricole s-au prăbușit 26 de grăjduri, omorând numeroase animale.

A avut de suferit și județul Teleorman, unde câteva unități economice și-au încetat activitatea. La Zimnicea, 80% dintre clădirile vechi au fost distruse sau avariate.

La Iași, seismul a deteriorat numeroase hale industriale, precum și Palatul Culturii, săli de teatru și cinema, cămine culturale și cămine pentru nefamiliști.

În Buzău, 60 de case vechi au fost deteriorate.

În orașele Brașov, Sfântul Gheorghe, Sighișoara au fost avariate, în proporții mari, construcțiile vechi.

Locuitorii orașelor Cluj Napoca, Baia Mare, Timișoara, Arad au confirmat faptul că au căzut tablourile de pe pereții caselor, cărțile din bibliotecă, obiecte mici de mobilier etc.

În orașe mai îndepărtate, precum Timișoara, Belgrad, Chișinău, oamenii aflați la etajele superioare au simțit, de asemenea, vibrațiile produse de cutremur.

Pentru a determina valorile intensităților, comparați pagubele produse menționate mai sus cu descrierea asociată fiecărei valori existente din tabelul III.1. Valorile intensității raportate după un cutremur pot ajuta specialiștii să înțeleagă cum răspunde geologia unei zone la eliberarea energiei de deformare.

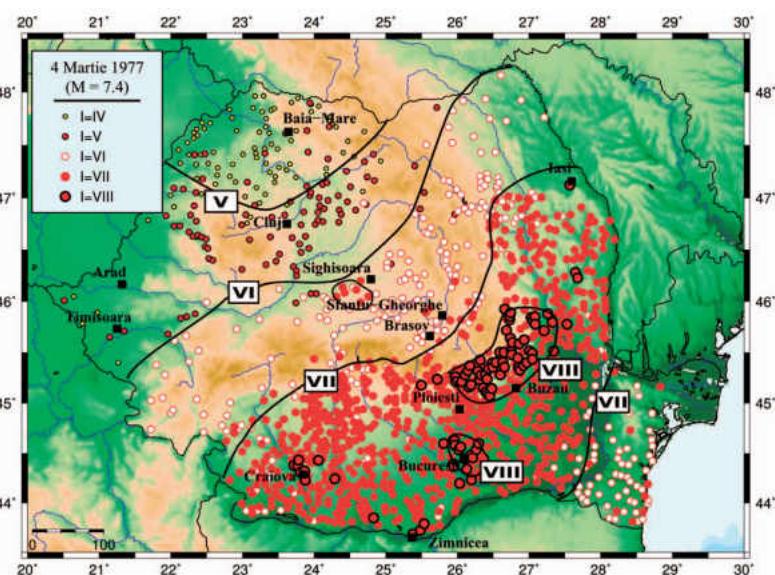
#### ► Materiale necesare:

- Descrierea efectelor unui cutremur.
- Tabel cu scara Mercalli modificată (tabelul III.1).
- Harta României.
- Creioane.

#### ► Procedură:

1. Identificați, pe harta României (fig. III.2a), orașele în care au fost produse pagube.
2. Marcați pe hartă (în dreptul orașului identificat) valoarea intensității asociate, conform descrierii din Tabelul III.1.
3. Uniți pe hartă punctele corespunzătoare aceleiași valori de intensitate.
4. Desenați izoseistele folosind culori diferite, pentru a putea deosebi ușor pagubele produse.

**Fig.  
III.2a**



Harta României utilizată pentru reprezentarea intensităților și a izoseistelor aferente cutremurului produs la data de 4 martie 1977 (după Radu et al, Macroseismic field of the March 4, 1977, Vrancea earthquake, Tectonophysics, 1979)



## Activitatea III.3

### Determinarea magnitudinii unui cutremur produs în România

#### ► Introducere:

Pentru a măsura cât de puternic este un cutremur, sunt utilizate diferite scări de magnitudine ( $M_s$  – magnitudinea calculată din undele de suprafață,  $M_d$  – magnitudinea calculată din durata înregistrării cutremurului,  $M_w$  – magnitudinea calculată din momentul seismic,  $mb$  – magnitudinea calculată din unde de volum etc.). Cea mai cunoscută scară de magnitudine este scara Richter, creată în anul 1935 de către seismologul american Charles F. Richter. Pentru determinarea magnitudinii Richter, trebuie să cunoaștem atât amplitudinea maximă a undei înregistrate pe seismogramă, cât și distanța dintre stație (seismograf) și epicentrul cutremurului, care poate fi determinată prin măsurarea diferenței timpilor de propagare ai undelor de volum P și S ( $T_S - T_P$ ).

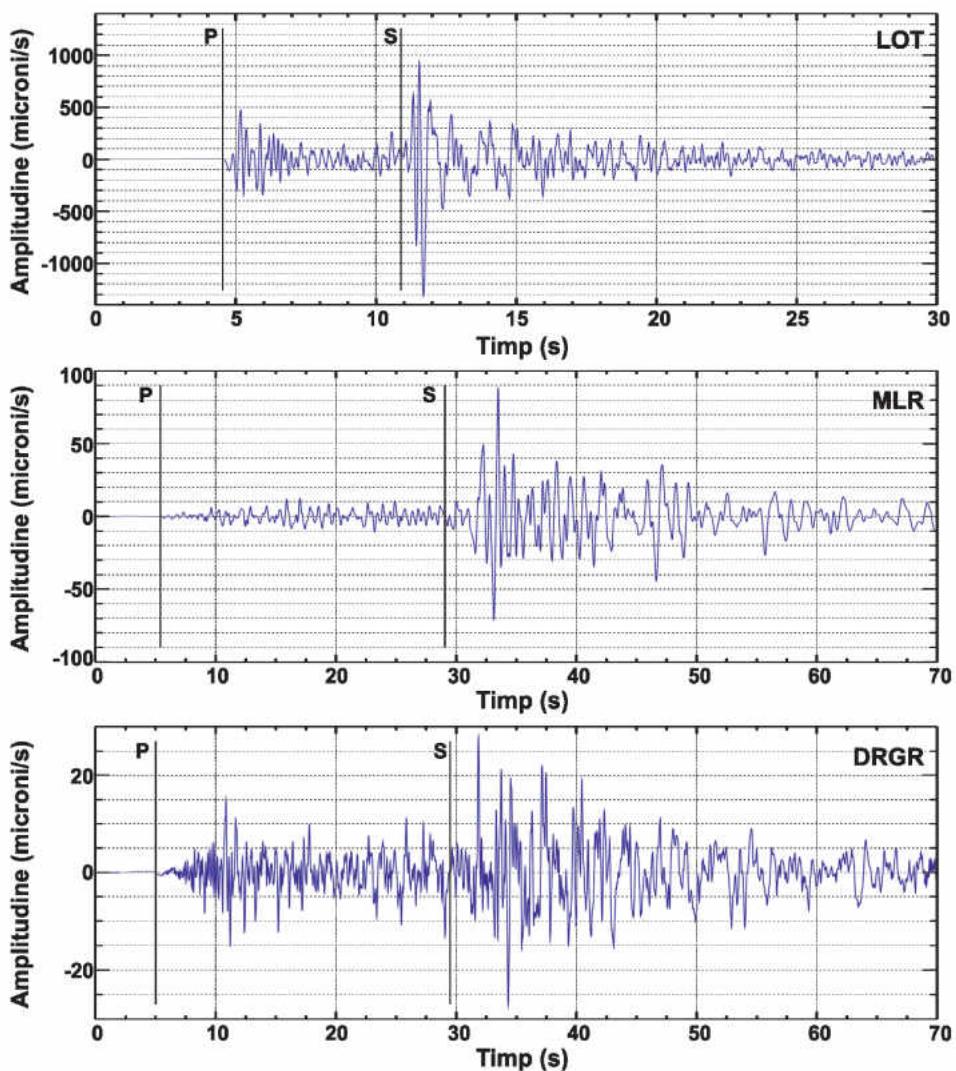
#### ► Materiale necesare:

- Seismograme de la trei stații
- Schema de calcul pentru magnitudinea Richter
- Creioane
- Riglă

#### ► Procedură:

1. Discutați cu elevii noțiunile „calitativ” și „cantitativ”. Explicați elevilor că, atunci când cineva întrebă „cât de mare a fost un cutremur?”, răspunsul este calitativ, deoarece acesta depinde de ceea ce se înțelege prin „mare”. Spuneți elevilor că există și modalități prin care mărimea unui cutremur poate fi exprimată cantitativ. Una dintre acestea este magnitudinea Richter, care este legată de cantitatea de energie eliberată în timpul unui cutremur. Cereți elevilor să numească alte câteva tipuri de măsuri cantitative (minute, ore, centimetri etc.) și asigurați-vă că au înțeles distincția dintre descrierea cantitativă și cea calitativă.
2. Împărtăți elevii pe grupe de lucru. Fiecare grupă trebuie să aibă copii ale seismogramelor (fig. III.3a) și ale schemei de calcul a magnitudinii (fig. III.3b). Explicați noțiunile *amplitudine*, *timpi de parcurs*, respectiv, *magnitudine*. Elevii vor utiliza trei seismograme, toate aparținând aceluiași cutremur produs pe teritoriul României, la 1 ianuarie 2012. Veți arăta elevilor care sunt pașii necesari pentru determinarea magnitudinii, folosind prima seismogramă.

**Fig.  
III.3a**



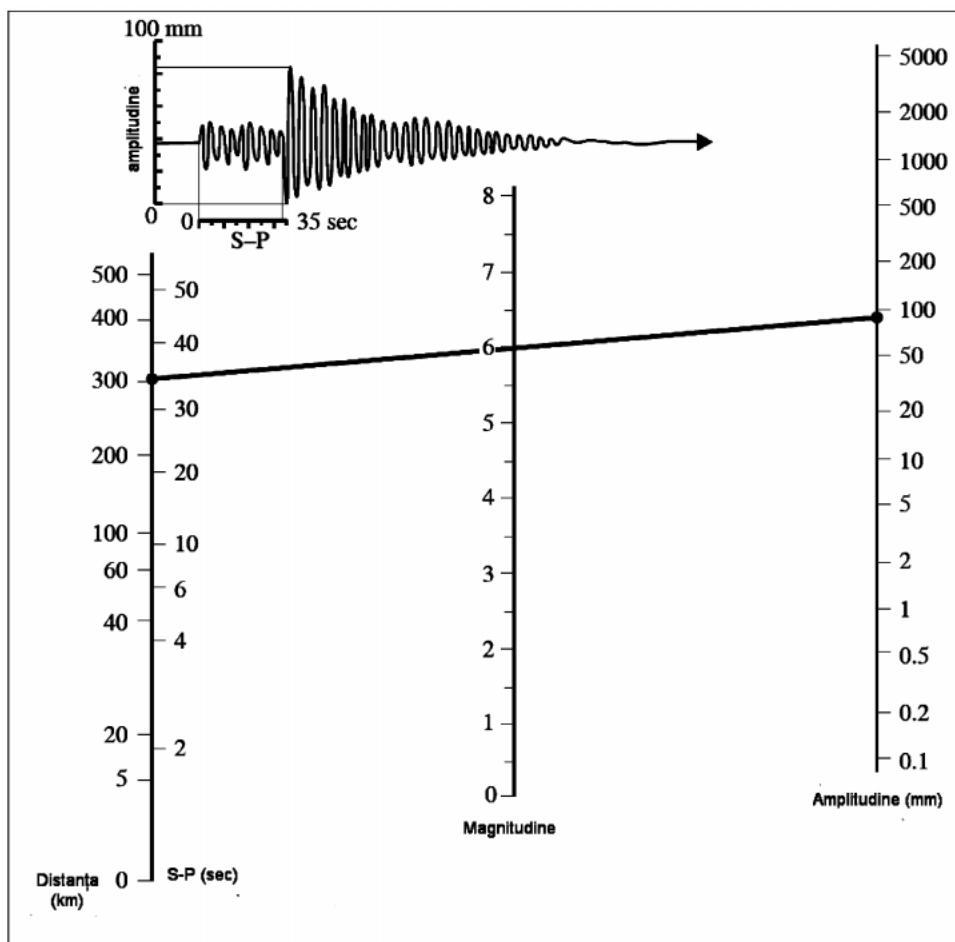
Seismogramale înregistrate la stațiile LOT, MLR, DRGR utilizate în calculul magnitudinii

3. Explicați elevilor cum se măsoară amplitudinea maximă (fig. III.8). Folosind gradația axei (în milimetri) din partea stângă a seismogramelor, citiți maximul amplitudinii undei respective. Acesta poate fi deasupra sau dedesubtul liniei de zero a seismogramelor. Valorile maxime sunt trecute în coloana „Amplitudinea” a tabelului III.3.
4. După ce elevii măsoară amplitudinile, începeți partea a II-a a activității întrebându-i care tip de undă are viteza de propagare mai mare și este înregistrată prima pe seismograme. Marcați, pe seismograme, sosirile undelor primare (P) și secundare (S) și determinați, împreună cu elevii, diferențele timpilor de parcurs S-P ( $T_S - T_P$ ). Întrebați elevii cum ar trebui să fie diferența timpilor de parcurs ( $T_S - T_P$ ) în cazul stațiilor aflate mai departe de epicentru ( $R$  – diferența timpilor de parcurs crește odată cu creșterea distanței epicentrale). Diferențele timpilor de parcurs sunt trecute în tabelul III.3.
5. Explicați elevilor modalitatea de calcul a magnitudinii cutremurului utilizând schema din figura III.3b. Pe această figură, marcați pe axa din stânga valoarea S-P (ce corespunde

unei anumite distanțe epicentrale), determinată la punctul anterior, pentru o stație și pe axa din dreapta, amplitudinea maximă corespunzătoare stației (determinată la punctul 3). Linia care unește cele două puncte intersectează axa din mijloc a magnitudinii la o anumită valoare. Această valoare reprezintă magnitudinea determinată pentru stația respectivă. De exemplu, în cazul prezentat în figura III.b, amplitudinea maximă este de aproximativ 84 mm, iar diferența S-P este de 35 s. Linia care unește cele două valori intersectează axa din mijloc la cifra 6, aceasta fiind magnitudinea cutremurului. Procedura se va repeta și pentru celelalte stații, iar magnitudinea cutremurului va fi media magnitudinilor obținute pentru cele trei stații.

Tabelul III.3. Magnitudinea Richter

Stația	Amplitudinea (mm)	T <sub>s</sub> -T <sub>p</sub> (sec)	Magnitudine
LOT	~190	~6,5	~4,9
MLR	~20	~23	~4,7
DRGR	~4,3	24,5	~4,3
			~4,6

Fig.  
III.3b

Schema de calcul pentru magnitudinea Richter

# FIŞĂ DE EVALUARE III

Elev: .....

Clasa: .....

Școală: .....



**Care este răspunsul corect la următoarele întrebări?**

1. Cantitatea de energie degajată în focar în urma producerii unui cutremur este reprezentată de:
  - a. Seismograf
  - b. Intensitatea cutremurului
  - c. Magnitudinea cutremurului
  
2. Măsura efectelor unui cutremur este dată de:
  - a. Amplitudine
  - b. Intensitatea cutremurului
  - c. Magnitudinea cutremurului
  
3. Scara Mercalli modificată are:
  - a. Opt valori
  - b. Zece valori
  - c. Douăsprezece valori
  
4. Care dintre următorii factori nu intervin în calculul magnitudinii:
  - a. Amplitudinea
  - b. Diferența timpilor de sosire ( $t_s - t_p$ )
  - c. Intensitatea
  
5. Câte valori poate avea magnitudinea unui cutremur, în funcție de regiunea unde acesta a fost simțit:
  - a. Cinci valori
  - b. O singură valoare, indiferent de loc
  - c. Trei valori

**Calificativ**

 A red-outlined oval shape, likely a placeholder for a grade or mark.
**Cadru didactic**

 A red-outlined rectangular shape, likely a placeholder for a didactic framework or notes.

## EFFECTELE CUTREMURELOR ASUPRA MEDIULUI NATURAL

Anumite forțe sunt răspunzătoare de mișcarea continuă a unor zone din interiorul Pământului. Dintre acestea, cutremurile, 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.

Cutremurile 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 cutremurilor, 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 rocă. 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 curburile 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.

**Faliiile** (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.

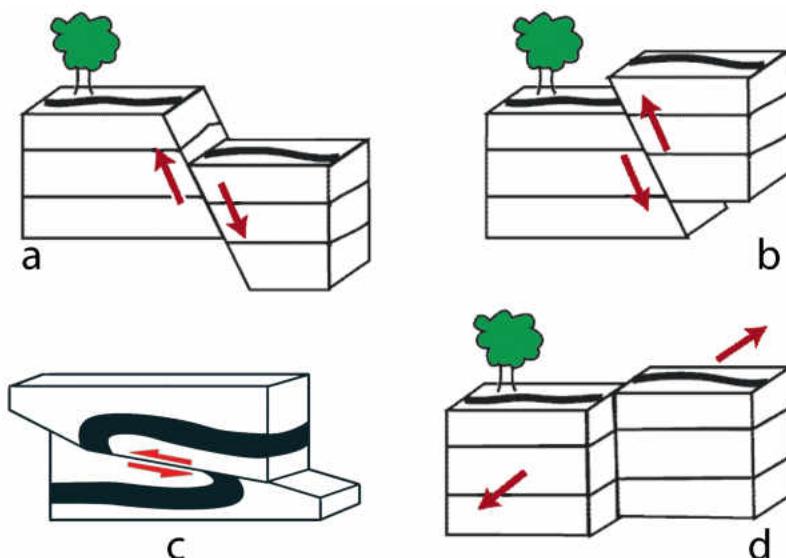
Fig.  
IV.1



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

*Falii normale* (fig. IV.2a) apar atunci când stratele de roci se îndepărtează, generând, în acest fel, o mișcare verticală sub influența gravitației. Rezultatul la scară 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 cutremur. 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.

**Fig.  
IV.2**



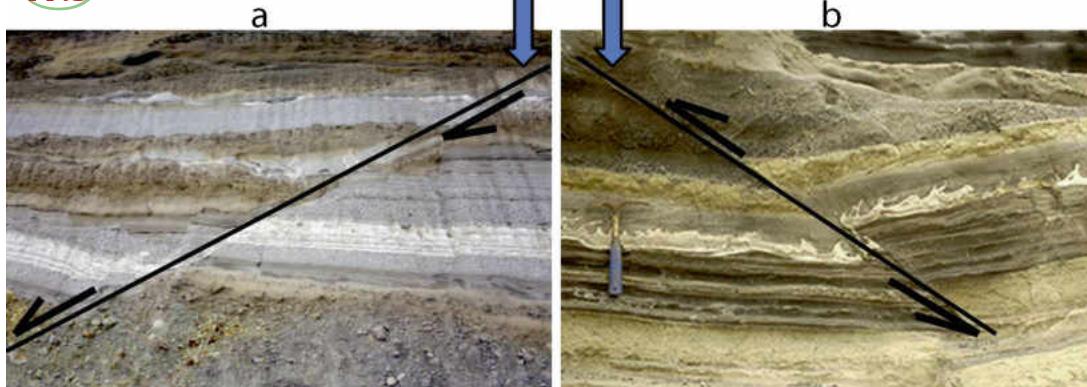
Tipuri de falii: a. normale; b. inverse; c. încălcare; d. laterale

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 încălcare* (fig. IV.2c).

*Falii 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 mediul. 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. Cutremurile provoacă mișcare și, ca urmare a acestei mișcări, cauzează și schimbări în mediu. Așadar, cutremurile reprezintă atât mișcare, cât și energie. Motivul apariției cutremurilor 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 știi modul în care aceste clădiri se vor comporta în cazul unei descărăcări de energie cauzată de un cutremur.

Dintre proprietățile care ne interesează am initiat:

- **Elasticitatea** – este proprietatea rocii de a se deforma, de a-și schimba temporar formă 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.

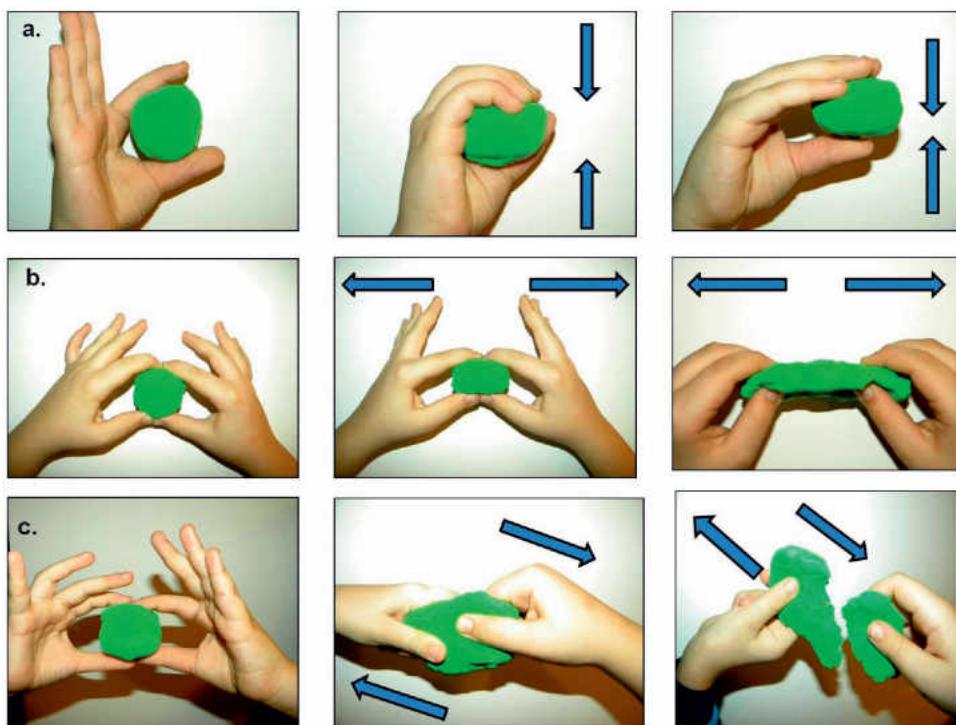
Așa cum am afirmat mai devreme, plastilina modelată de noi la temperatura camerei este plastică. De ce oare ne-am exprimat așa, și nu simplu: „Plastilina pe care noi o modelăm este plastică”? Dacă am avea acum la indemână o baghetă de plastilină care a stat la frigider, și am dori să o îndoim, am constata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

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 rocă din interiorul Pământului sunt de trei tipuri. Pentru exemplificare, încercați să vă gândiți ce s-ar întâmpla cu o bilă de plastilină dacă am strâng-o în mâna. Urmărind figura IV.4a., constatăm că bila de plastilină își va schimba formă micșorându-se. În această situație, forța pe care o aplicăm plasilinei 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 formă plasilinei 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**.

**Fig.  
IV.4**



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 cutremurile. 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.

## LICHEFIEREA SOLULUI

**Lichefiera** reprezintă un proces declanșat de cutremur sau de alte şocuri. 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).

Lichefiera 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, aşa cum s-a petrecut în cazul cutremurului din Niigata (Japonia), din 1964, sau cel din martie 2011, tot din Japonia.

**Fig.  
IV.5**



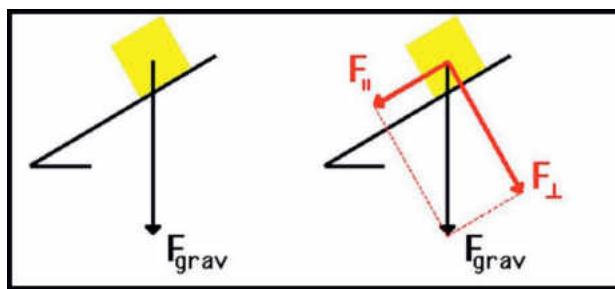
Daune provocate de lichefiera terenului în urma cutremurului din 1964, produs la Niigata, Japonia  
(sursa: <http://www.ce.washington.edu/~liquefaction/selectpiclique/nigata64/tiltedbuilding.jpg>)

## 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 munci sau dealuri.

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).

**Fig.  
IV.6**



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.

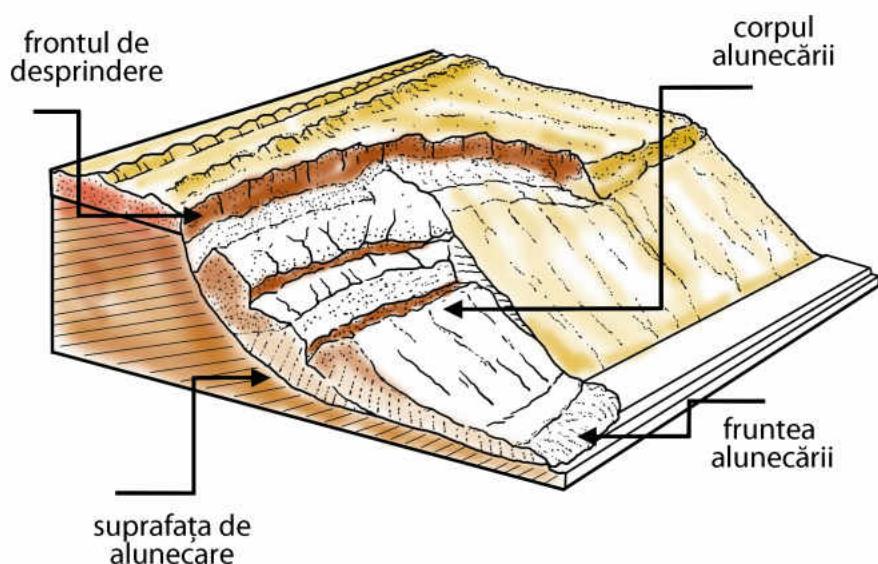
Locul de unde se desprinde masa de pământ alunecată poartă numele de *frontul (râpa) de desprindere*, partea alunecată formează *corful alunecării*, iar partea terminală constituie *fruntea alunecării* (fig. IV. 7).

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 cauzal 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.

**Fig.  
IV.7**



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 distrugeri 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.

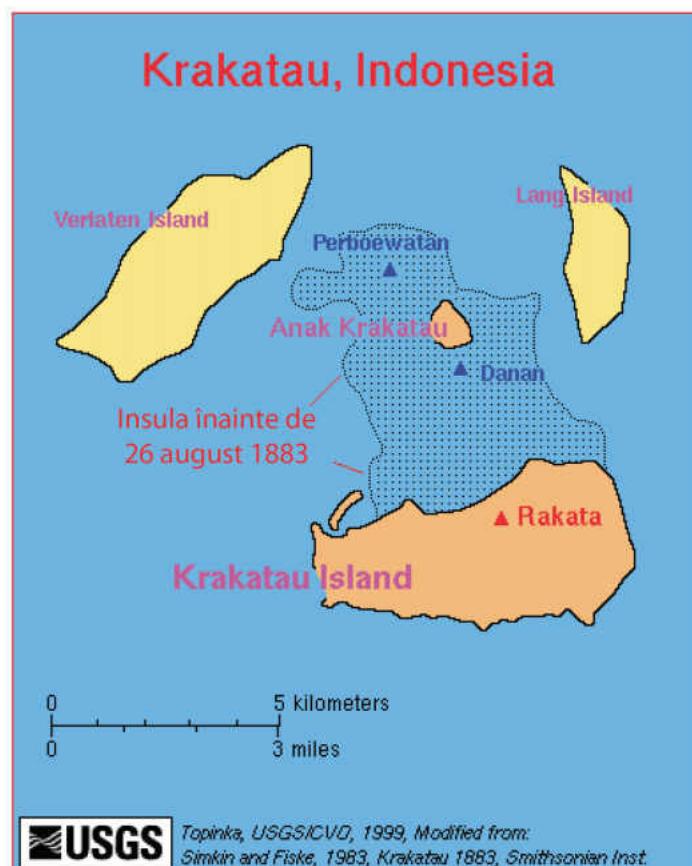
În Oceanul Pacific se produc frecvent tsunami-uri. În prezent, 23 de națiuni din jurul Pacificului cooperează pentru supravegherea în permanență a adâncurilor oceanice, în special cu ajutorul seismografelor. Producerea unui seism creează posibilitatea declanșării unui tsunami și, prin urmare, primul 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 ucigator 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



## PLAN DE LUCRU

### **Efectele cutremurelor asupra mediului natural**

#### **Concept**

1. Cutremurile provoacă schimbări ale poziției unor elemente ale scoarței terestre.
2. În rocile din litosferă, în timp se acumulează energie, iar această acumulare poate cauza mari deformări și falieri ale stratelor de roci.
3. Mișcarea relativă a rocilor de o parte și de alta a planului de falie definește tipurile de falii
4. Vibrările seismice influențează comportamentul unor terenuri, provocând procesul de lichefierie și instabilitatea acestor terenuri.
5. Seismele produse pe fundul oceanelor duc, uneori, la apariția de valuri seismice gigantice (tsunami).

#### **Vocabular:**

- Instabilitate
- Plan de falie
- Falie laterală
- Falie normală
- Falie de încălcare (de sariaj)
- Lichefiere
- Tsunami

#### **Obiective**

##### **Elevii:**

- vor înțelege faptul că anumite trăsături ale reliefului sunt rezultatul activității seismice;
- vor construi modele ale celor trei tipuri de falii și le vor identifica;
- vor demonstra formarea rocilor cutate;
- vor demonstra și vor descrie procesul lichefierii și efectele acestuia;
- vor demonstra fenomenul producerii unei alunecări de teren și vor descrie factorii care influențează rezultatul alunecărilor induse de cutremure;
- vor identifica tsunami-urile ca evenimente seismice și vor demonstra mecanismul formării și efectele acestora asupra zonelor de țărm.

#### **Mod de evaluare**

Lista de întrebări referitoare la experiment.



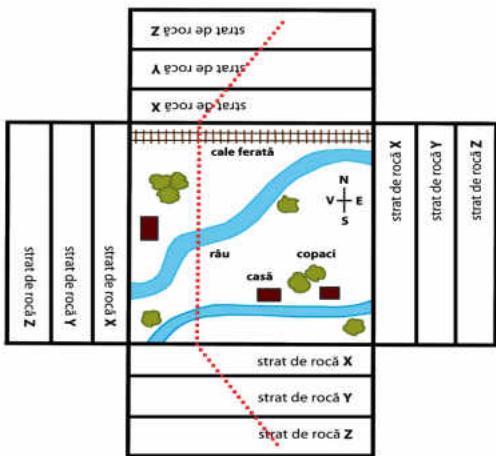
## Activitatea IV.1

## **Tipuri de falii**

## ► Materiale necesare:

- Hartă.
  - Foaie de lucru (fig. IV.1a – Model de falii).
  - Foarfecă.
  - Creioane colorate.
  - Bandă adezivă.
  - Benzi de hârtie de 16 cm lățime, decupate din foaie de hârtie standard.

Fig.  
IV.1a



## ► Procedură:

1. Distribuiți foaia de lucru cu diagramele de fălie. Spuneți elevilor că urmează să facă un model ilustrativ pentru cele trei tipuri de fălie.
  2. Explicați-le că liniiile trasate în lateralele diagramei reprezintă stratele de roci, începând de la suprafață, așa cum apar ele la marginea unei deschideri pe care ei o pot vedea în drumul lor cu mașina. Cereți elevilor să coloreze fiecare strat cu o culoare diferită. (Toate stratele cu aceeași literă trebuie să aibă aceeași culoare.)
  3. Elevii vor tăia, apoi, modelul de fălie și vor împături extensiile stratelor de roci pentru a forma o cutie, pe care, la partea de sus, sunt figurați copaci, șine de tren, râuri. Cutia astfel obținută va constitui un model tridimensional al stratelor superioare ale crustei Pământului.
  4. Tăiați, cu atenție, de-a lungul liniei întrerupte, care reprezintă o fălie. Veți avea, în final, două bucăți.
  5. Uniți cele două bucăți ale modelului, astfel încât punctul A să fie lângă punctul C. Mutăți cele două bucăți astfel încât punctul A să fie lângă punctul B. Aceasta reprezintă o *fălie normală*.
    - Cereți elevilor să descrie cum s-a modificat suprafața Pământului după apariția făliei normale. (*R: Suprafața nu mai este la același nivel, partea stângă a suprafeței Pământului de-a lungul liniei de fălie este mai ridicată decât cea dreaptă.*)

- Cereți elevilor să prevadă ce se va întâmpla cu râul, în condițiile în care stratele de rocă s-au mișcat. (R: S-ar putea forma repezișuri sau o cascadă.)
6. Uniți cele două piese ale modelului astfel încât punctul A să fie lângă punctul C. Mișcați aceste piese astfel încât punctul C să fie lângă punctul D. Aceasta reprezintă o *falie de încălecare*.
- Cereți elevilor să descrie cum s-a modificat suprafața Pământului după apariția făliei de încălecare. (R: Partea dreaptă este ridicată peste cea stângă.)
  - Cereți elevilor să prevadă cum se va modifica peisajul după mișcarea de-a lungul făliei de încălecare. (R: Suprafața Pământului va fi erodată de-a lungul părții ridicate, iar, în timp, relieful se va nivela.)
7. Amplasați cele două piese ale modelului în poziția originală (punctele A și C împreună). Prin vizualizarea modelului de sus, mișcați-l astfel încât punctul E să fie lângă punctul F. Aceasta reprezintă o *falie laterală*.
- Cereți elevilor să descrie cum s-a modificat suprafața Pământului. (R: Suprafața nu va mai fi aliniată.)
  - Ce se va întâmpla cu debitul râului în urma producerii acestei făliei laterale? (R: Râul își va modifica cursul pentru a urmări linia făliei.)
  - Cereți elevilor să descrie cum s-au modificat stratele de rocă dură X, Y și Z după apariția făliei laterale. (R: Stratele de rocă au alunecat orizontal unul față de celălalt.)
8. Explicați că, uneori, atunci când stratele de rocă sunt expuse la presiune, acestea nu se rup, ci se cutează. Oferiți aceste instrucțiuni pentru un model simplu de activitate de cutare.
- Elevii vor tăia o fâșie îngustă de aproximativ 7 cm lățime dintr-o foaie standard de hârtie. O vor așeza peste o carte cu coperți cartonate, de-a lungul marginii frontale, fixând-o la centru cu o agrafă de hârtie.
  - Vor împinge ușor hârtia din ambele părți spre mijloc și vor face observații asupra formelor create (dealuri și văi) pe măsură ce hârtia se cutează.
9. Arătați, pe o hartă, Munții Carpați din România și explicați faptul că părți din acești munți s-au format prin cutarea stratelor de rocă.

**Fig.  
IV.1b**



Împingeți încet hârtia de la capete înspre mijloc



## Activitatea IV.2

### Lichefiera

#### ► Materiale necesare:

- Ziare, pentru a acoperi suprafețele de lucru
- Aproximativ 300 ml (1-1/4 cești) de nisip cu granulație medie spre fină, într-un recipient (ex. cutie de margarină din plastic)
- Aproximativ 100 ml (1/3 până la 1/2 cești) de apă

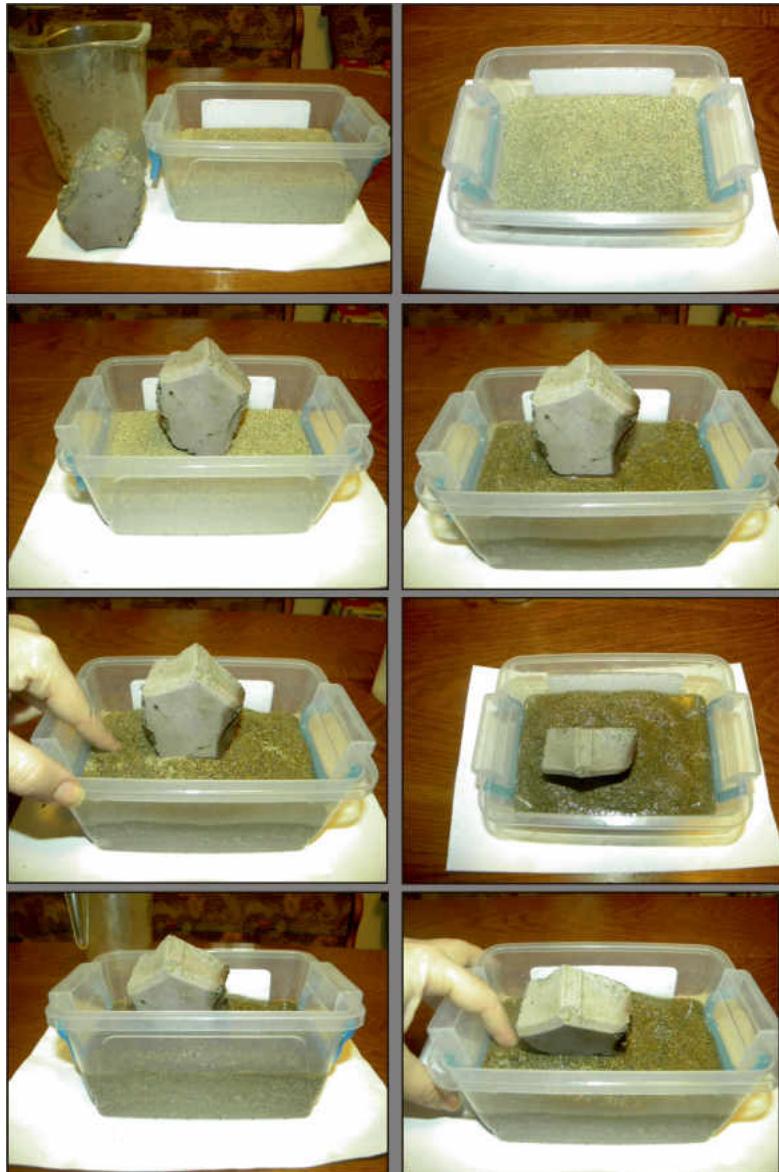
#### ► Procedură:

Începeți activitatea prin a spune elevilor că lichefiera este responsabilă pentru numeroase daune aduse proprietăților unor materiale. Definiți termenul **lichefiera**. Spuneți elevilor că este ca și cum și-ar simți piciorul într-un pământ lutos sau în nisipul de pe plajă. Oferiți-le următoarele instrucțiuni pentru simulare\*:

1. Puneți aproximativ trei pătrimi din nisip pe fundul recipientului. Împrăștiați-l pentru a forma o suprafață plană și uniformă. Amplasați recipientul pe masă sau pe birou. Acesta reprezintă substratul geologic dintr-o zonă de cutremur.
2. NU manevrați recipientul cu nisip până când nu primiți instrucțiuni în acest sens. (Acest lucru este foarte important. Recipientele nu trebuie deranjate de-a lungul etapelor 3 și 4!)
3. Adăugați UȘOR apă peste nisip până când apa apare la suprafață. Spuneți elevilor că este nevoie de timp ca nisipul să absoarbă apa. Explicați elevilor că apa pe care o adaugă reprezintă precipitații.
4. Împrăștiați cu atenție nisip uscat peste suprafață umedă, astfel încât nisipul să fie puțin uscat la atingere. Apăsați ușor cu degetul arătător, pentru a testa fermitatea, și adăugați mai mult nisip dacă este nevoie. (Nisipul trebuie să fie ferm la atingere.)
5. Puneți o mână pe partea de sus a recipientului și mișcați rapid recipientul pe masă, în față și în spate (recipientul nu trebuie să cadă de pe masă). Continuați alunecarea până când veți observa apă care băltește la suprafață. (Explicați că vibrarea simulează undele de cutremur care se mișcă prin pământ.)

\* **Notă:** O completare posibilă a experimentului se poate realiza utilizând o greutate precum o piatră, pentru a ilustra o clădire care se scufundă din cauza lichefierii. Lichefiera solului poate produce alunecarea clădirilor in-corpore și, cîteodată, prăbușirea completă a acestora.

6. Acum, apăsați degetul în nisip. Ce s-a întâmplat? (R: Ar trebui să se scufunde ușor, deoarece undele de energie pe care le-ați creat prin alunecarea recipientului au produs mișcarea ascendentă a apei și lichefierea nisipului.) Ce s-ar întâmpla cu clădirile de pe suprafața solului lichefiat? (R: S-ar prăbuși sau s-ar scufunda în sol.)



Experiment – lichefierea



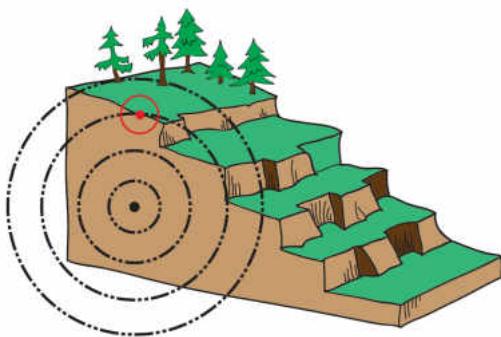
## Activitatea IV.3

### Alunecarea de teren

#### ► Materiale necesare\*:

- Ziare pentru a acoperi suprafețele de lucru.
- O tavă mare.
- Tipuri locale de sol de diverse texturi sau pământ de flori.
- Nisip de construcție.
- Pietriș fin.
- Folie de aluminiu.
- Apă.

Fig.  
IV.3



#### ► Procedură:

1. Spuneți elevilor că urmează să realizați un model al unui versant de deal. Urmați instrucțiunile de mai jos:
  - a. Acoperiți suprafața de lucru cu câteva straturi de ziare. Construiți în tavă un deal din nisip sau un sol umed, de orice formă dorîți.
  - b. Înfășurați o folie de aluminiu în jurul dealului, pentru a simula stratul alunecos de roci sau de sol care va aluneca în timpul unui cutremur.
  - c. Acoperiți complet folia cu un alt strat de nisip sau de sol.
  - d. Rugați elevii să prevadă efectul unui cutremur asupra modelului dvs. Care părți vor fi cel mai tare afectate de cutremur?
  - e. Țineți tava pe care este construit dealul cu ambele mâini și aplecați-o, în față și în spate, pe suprafața de lucru, pentru a simula un cutremur.

\* **Notă:** Activitatea poate fi realizată demonstrativ de către profesor, dar poate fi realizată și de către elevi, în grupuri mici.  
– Arătați fotografii cu alunecări cunoscute produse de cutremure (dacă este posibil, din arealul geografic în care se află școala d-vastră). Îndemnați elevii să studieze și să prezinte rapoarte pe baza acestor evenimente.

2. După producerea unei alunecări, realizați cu clasa o discuție care să conțină următoarele întrebări:
  - a. Cum a afectat forma dealului alunecarea? (*R: Cu cât panta este mai abruptă, cu atât mai ușor alunecă materialul.*)
  - b. Cum a fost afectată alunecarea de tipul de material de deasupra foliei? (*R: Sunt posibile mai multe răspunsuri.*)
  - c. Ce s-ar fi întâmplat dacă ar fi fost utilizată mai puțină apă în amestecul solului? Dar dacă ar fi fost folosită mai multă apă? (*R: Alunecarea este mai pronunțată când cantitatea de apă folosită este mai mare.*)
  - d. Cum poate afecta potențialul de alunecare al unui loc decizia de amplasare a unei locuințe? (*R: Un astfel de amplasament nu ar fi potrivit dacă nu s-ar folosi mijloace de consolidare.*)
  - e. Ce alte evenimente în afara de cutremur pot produce alunecări? (*R: Ploi abundente, îngheț-dezgheț brusc, eroziune.*)
3. Cereți elevilor să scrie un raport, pe grupe, în care să descrie modul în care a fost construit un deal, ce au observat în timpul alunecării și ce precauții trebuie luate atunci când se construiește pe o pantă sau în apropierea acesteia.



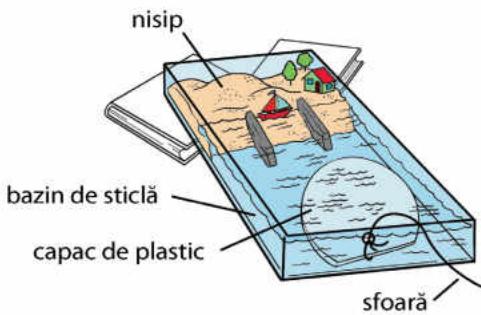
## Activitatea IV.4

### Tsunami

Fig.  
IV.4

► **Materiale necesare:**

- Imagini, filme cu tsunami.
- Proiectoar, calculator.
- Tavă de copt din sticlă sau metal sau o cutie de pantofi din plastic.
- Aproximativ 1 litru de apă.
- Capac de plastic de tipul celor utilizate pentru acoperirea cutiilor de margarină.
- Instrument de perforare sau compas de desen.
- Foarfecă.
- Sfoară.
- Nisip.
- Gumă de șters, scobitori, bețigașe de înghețată pe băt și alte obiecte mici, cu care să se reprezinte caracteristici ale țărmului.
- O carte sau un placaj de lemn pentru a servi drept pană pentru fixare.
- Ruletă.



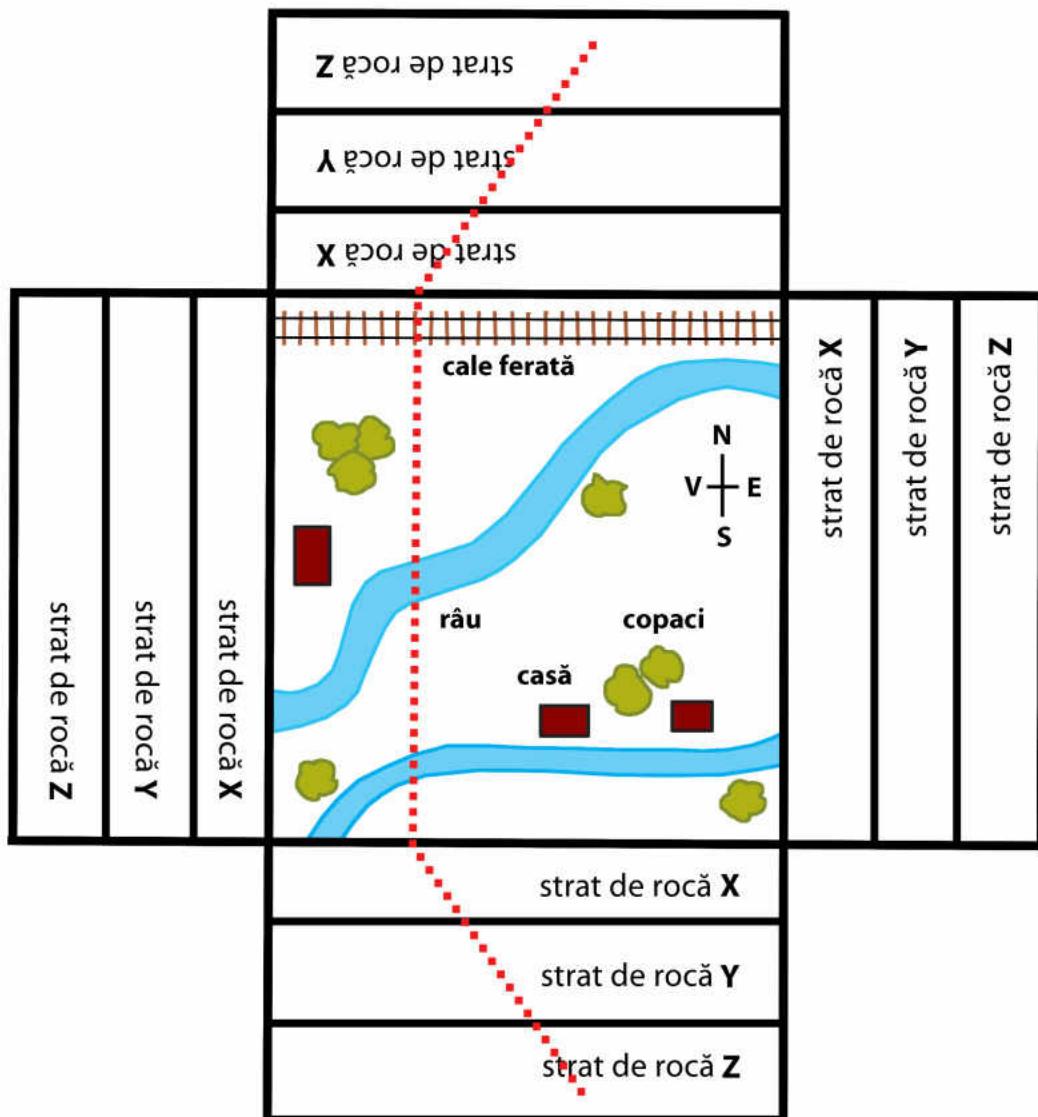
► **Procedură:**

1. Puneți elevilor următoarele întrebări:
  - a. Cutremurile apar în ocean? (R: Da.)
  - b. Cutremurile din ocean afectează oamenii? (R: Unii elevi se vor gândi la tsunami. Dacă nu, faceți o introducere a subiectului pe care urmează să îl prezentați.)
2. Proiectați imaginile. Începeți cu ceea ce elevii cunosc deja despre tsunami și apoi prezentați informația d-voastră. În final, spuneți clasei că veți realiza un model de tsunami.
3. Împărtați elevii în perechi sau în grupuri mici, distribuiți materiale și oferiți următoarele instrucțiuni:
  - a. Utilizați cartea pentru a înclina tavă la un unghi de 20 de grade.
  - b. Turnați apă pe tavă pentru a acoperi capătul nesprijinit, lăsând uscată o treime de tavă, la capătul de sus.

- c. Puneți un strat de nisip de 2-3 cm grosime pe capătul uscat al tăvii, pentru a simula o plajă. Cu mâinile, modelați dune. Cu ajutorul unui băt sau cu degetul, desenați drumuri paralele cu țărmul. Construiți chei și alte structuri, pentru a completa mediul de țărm.
  - d. Loviți capacul de plastic la un capăt, de lângă bordură, pentru a realiza o gaură, și străpușeți cu un fir de sfoară de 20 cm. Legați noduri pentru a fixa sfoara.
  - e. Puneți ușor (pentru a nu crea valuri) plasticul pe fundul capătului inferior al tăvii. Echilibrați-l dacă este nevoie. Sfoara ar trebui să fie lângă latura inferioară a tăvii.
  - f. Puneți un elev să țină cu degetele capătul sprijinit pe carte, iar pe altul să tragă de sfoară în sus, la celălalt capăt, cu o mișcare puternică. Veți simula, astfel, un tsunami!
4. Când toate grupurile au completat simularea, cereți elevilor să descrie ce s-a întâmplat și discutați observațiile lor.
5. Proiectați imaginile. Discutați datele de pe imagini. Întrebați elevii unde apar tsunami-uri care produc mari daune? (R: De-a lungul oricărui țărm.) Ce fel de daune produc tsunami-urile? (R: Daune materiale, pierderi ale recoltelor etc.) Unde se produc cutremurile care generează tsunami? (R: Pe fundul oceanelor. Acestea pot fi produse și atunci când apar mari alunecări de teren pe coastele insulelor oceanice.)

► **Optional:**

1. Citiți elevilor fragmente din „Martor la apocalipsă: Jurnalul catastrofei din Japonia”, de Magda Crișan și Vlad Ilina, în care sunt detaliate evenimentele tragicе care au afectat Japonia după data de 11 martie 2011, când s-a produs un cutremur deosebit de puternic în largul coastelor vestice ale arhipelagului nipon.
2. Utilizați ilustrațiile cărții pentru a iniția o discuție critică asupra întâmplărilor, stărilor și emoțiilor pe care le creează această carte.



Model de construit falii

## FIŞĂ DE EVALUARE IV.1

IV

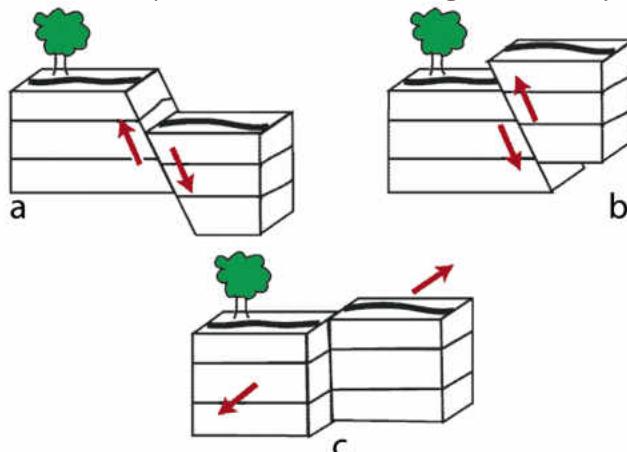
Elev: .....

Clasa: .....

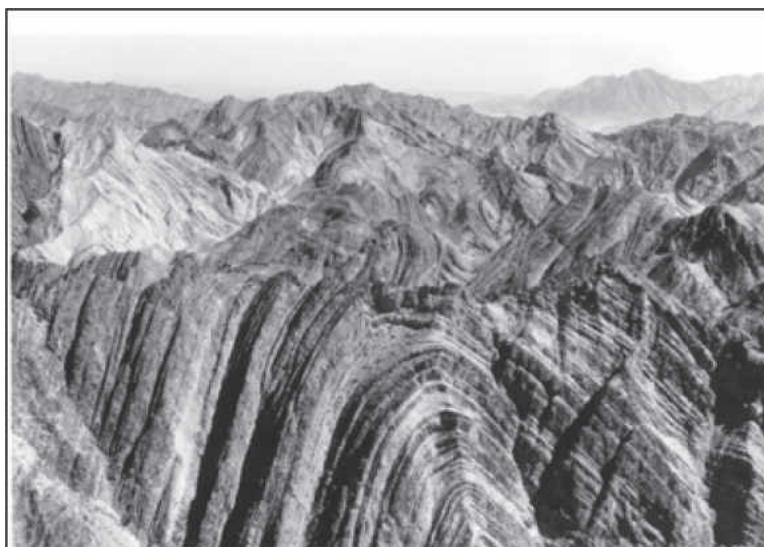
Școală: .....



1. Precizați tipul de falie schițată în fiecare dintre imaginile de mai jos.



2. Ce reprezintă imaginea de mai jos?



Calificativ

Cadru didactic

IV

## FIȘĂ DE EVALUARE IV.2

Elev: .....

Clasa: .....

Școală: .....

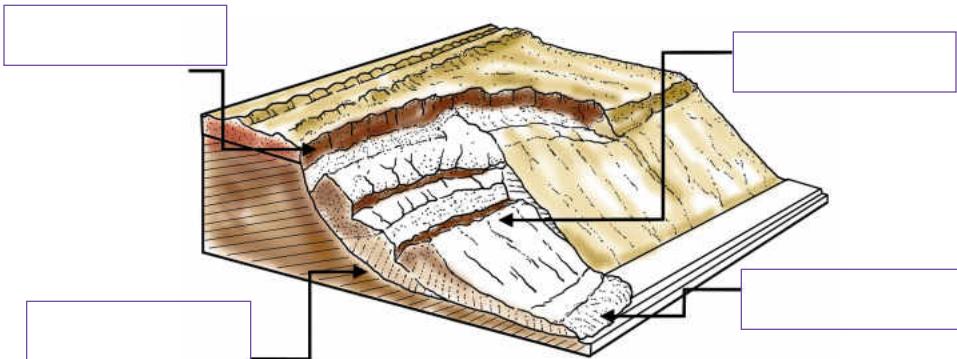


1. Ce procese de instabilitate apar la suprafața Pământului ca urmare a producerii unui seism?

- a. Lichefierea
- b. Curgerea apei
- c. Alunecarea de teren
- d. Ploaia

2. Scrieți, în casete, elementele unei alunecări de teren.



3. Care este condiția necesară apariției lichefierii terenului?

- a. Prezența apei
- b. Prezența unor depozite afânate
- c. Producerea unei vibrații (inclusiv cea provocată de seism)

4. De ce după mișcarea recipientului cu nisip și apă din experimentul efectuat degetul a intrat cu ușurință în masa de nisip?

5. Cum a afectat forma dealului alunecarea?

6. Unde se produc seismele care duc la formarea de tsunami?

7. Ce înălțime au valurile seismice în largul oceanului? Dar la țărm?

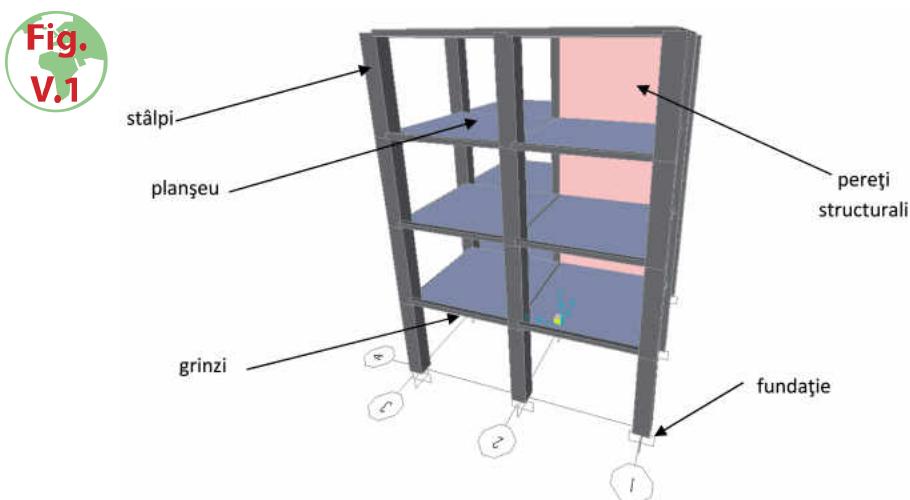
Calificativ

Cadru didactic

# EFFECTELE CUTREMURELOR ASUPRA MEDIULUI CONSTRUIT

## CONSTRUCȚIILE. ELEMENTE STRUCTURALE ȘI NESTRUCTURALE

Părțile principale ale clădirilor sunt: infrastructura – reprezentată de fundație, care asigură încastrarea (fixarea) în teren a clădirii și garantează stabilitatea acesteia, și suprastructura – care cuprinde toate componentele clădirii, orizontale și verticale, inclusiv acoperișul/terasa (fig. V.1).



Construcție. Structură de rezistență, P+3, posibilă în cazul unei clădiri de tip școală

În plan vertical, sunt pereții interioiri și exteriori, din zidărie și/sau beton armat, prevăzuți cu ferestre, și pe orizontală sunt planșeele (de subsol, de peste parter, planșeul terasă).

Circulația pe verticală (între niveluri) se realizează prin intermediul scărilor/lifturilor. Scările sunt destinate circulației între niveluri/etaje și sunt elemente sensibile la cutremur.

Acoperișul este elementul realizat la partea superioară a clădirilor, având rol de pod sau de terasă.

O parte dintre elementele clădirii alcătuiesc structura de rezistență și se numesc *elemente de rezistență* sau *elemente structurale*; celelalte elemente sunt elementele nestructurale, rolul lor fiind acela de delimitare a unor spații necesare desfășurării unor activități.

Prin îmbinări între elementele structurale și nestructurale, se obține o structură care trebuie să preia toate încărcările (forțele care acționează asupra ei), precum greutatea

propriile încărcările din vânt (acțiunea vântului), cele produse de sau cutremur etc., pe care le transmite, apoi, prin intermediul elementelor verticale și ale fundației, terenului de fundare (terenul pe care este construită).

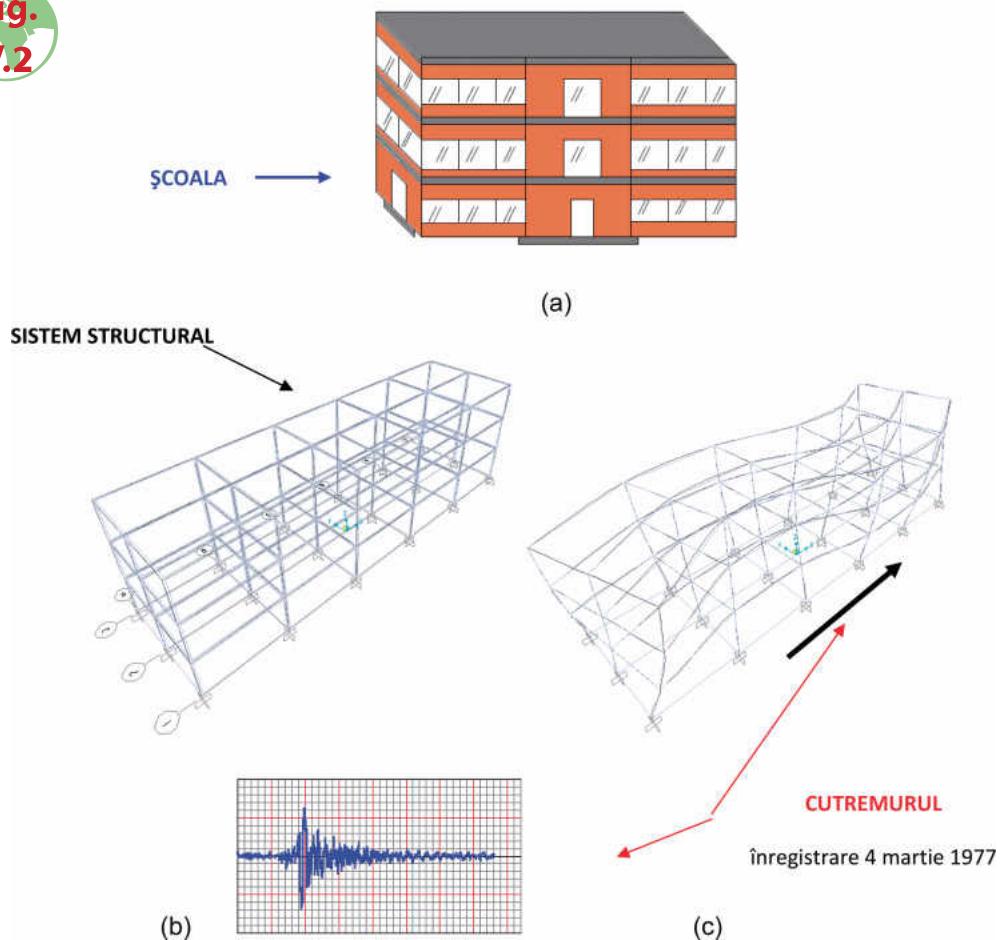
Numerotarea nivelurilor/etajelor se face de jos în sus, astfel: S + P + nr. niveluri/etaje (S – subsol, P – parter).

## SISTEMUL STRUCTURAL ȘI CUTREMURUL

De obicei, un sistem structural al unei clădiri (inclusiv de tip școală) poate fi modelat sub formă unui cadru spațial/plan (stâlpi + rgle), cu pereți strucurali verticali și planșee din beton armat.

În timpul cutremurului se produc oscilații pe toate direcțiile; clădirile bine proiectate la cutremur revin la forma inițială, fără avarii. Deformata (forma pe care o ia clădirea când oscilează) din figura V.2 este desenată exagerat, pentru a înțelege modul posibil de comportare structurală și ceea ce rezultă din aceasta.

**Fig.  
V.2**



*Sistemul structural și cutremurul.*

*Clădirea școlii (a), sistemul structural corespunzător (cadru din beton armat) (b) și deformata (c)*

Cutremurul este luat în considerare atunci când se dorește construirea unei clădiri, conform prevederilor unui normativ de proiectare antiseismică.

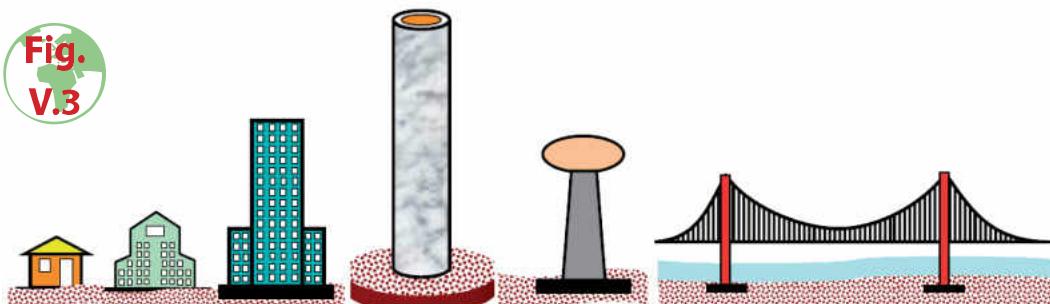
Odată cu trecerea timpului, se impune studierea comportării unor clădiri, în vederea determinării caracteristicilor lor. În cazul în care se constată că nu mai îndeplinesc anumite criterii de calitate și se pot prăbuși în cazul producerii unui viitor cutremur, sunt clasificate drept clădiri cu potențial ridicat de risc și sunt aplicate afișe de înștiințare a acestui pericol. În prezent, pe clădirile din centrul Bucureștiului sunt lipite astfel de înștiințări sub forma unei buline roșii, pe care este scris „Această clădire a fost expertizată tehnic și se încadrează în clasa 1 de risc seismic”.

### COMPORTAREA CLĂDIRILOR LA CUTREMURE

Comportarea clădirilor la cutremure diferă în funcție de înălțime, material și tipologie structurală.

Cum oscilează clădirile rigide față de cele flexibile?

În cazul producerii unui cutremur, o construcție rigidă are aceeași mișcare (aceeași oscilație) ca și terenul de fundare. În cazul construcțiilor flexibile, la început acestea se deplasează împreună cu terenul, dar apoi au și mișcare relativă față de acesta (față de poziția lor de echilibru). În figura V.3 sunt prezentate câteva tipuri de clădiri, desenate de la rigide la flexibile: casa (care este cea mai rigidă construcție), clădirea cu înălțime nu foarte mare, clădirea cu peste 15 niveluri, coșul de fum, rezervorul de apă, podul.

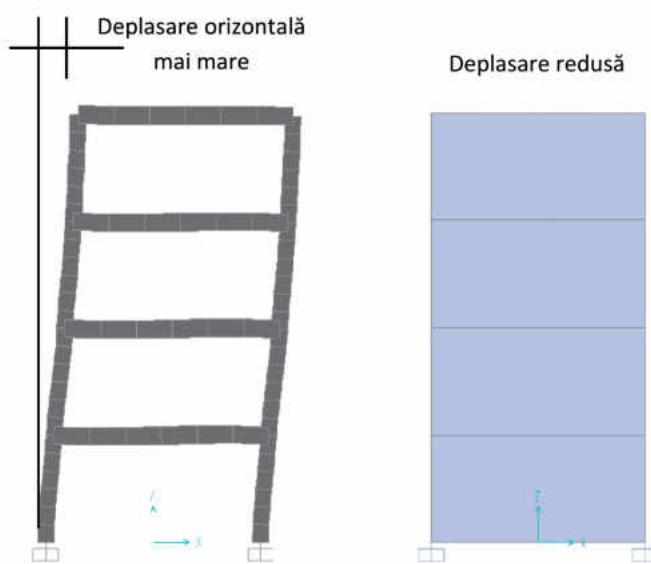


*Tipuri de clădiri rigide sau flexibile  
(idee preluată după C.V.R.Murty – How flexibility of buildings affects their earthquake response?)*

De asemenea, rigiditatea sau flexibilitatea unei clădiri mai poate proveni și din existența sau din lipsa unor elemente verticale care să reducă deplasările pe orizontală, la nivelul superior al clădirii. Astfel, o clădire în cadre este mai flexibilă decât o clădire cu peretei, așa cum se arată în figura V.4. Prin rigiditate, în acest caz, se înțelege acea proprietate a construcțiilor de a nu se deforma sub acțiunea forțelor care se exercită asupra lor.

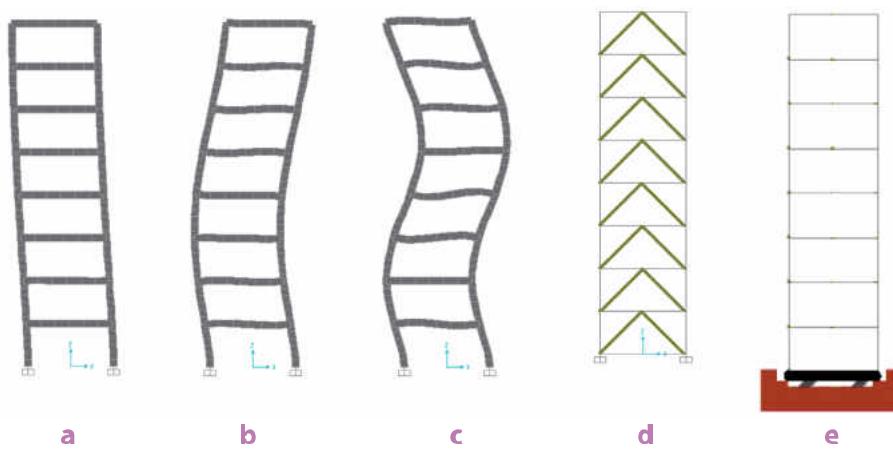
În continuare, sunt prezentate câteva dintre formele pe care le ia o structură în timpul oscilației, în cazul unui sistem structural P + 7 (fig. V.5a, b, c), cu scopul unei mai bune înțelegeri a necesității unor măsuri de limitare a deplasărilor orizontale (fig. V.5d). O altă metodă de limitare a acestora este izolarea seismică a bazei sistemului structural (prin instalarea unui dispozitiv special care preia mișcarea, clădirea fiind mai puțin solicitată – fig. V.5e).

V



*Sistem structural P+3, cu deplasări diferite la nivelul superior,  
în funcție de rigiditate (structura în cadre față de cea cu pereți structurali)*

Acstea deplasări nu trebuie să fie mari, pentru a nu apărea multe avarii la sistemul structural al clădirii (scheletul clădirii) și chiar prăbușirea parțială sau totală a clădirii respective.

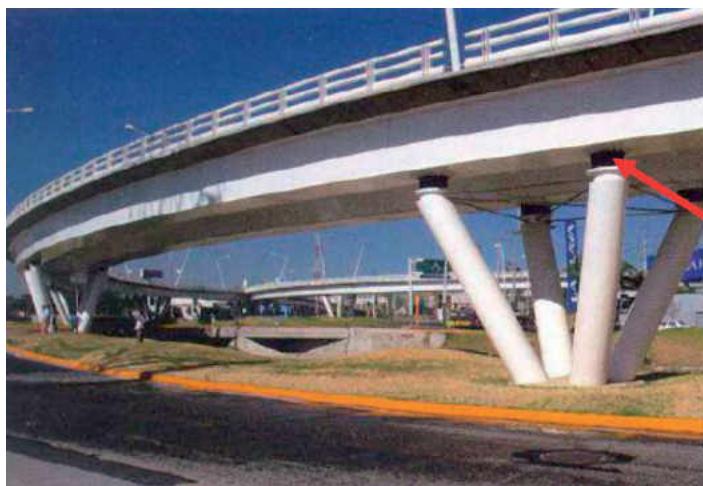


*Un sistem structural cu deformate (a, b, c) și deplasări limitate de existența unor elemente suplimentare de rigidizare/contravânturi (d) sau izolare seismică (e)*

În figura V.5 sunt prezentate câteva dintre formele pe care le poate lua o structură în timpul oscilației, în cazul unui cutremur. Nu sunt periculoase, în fapt, decât atunci când presupun deplasări laterale mari, astfel încât clădirea nu mai revine în poziția inițială, verticală (a).

Izolarea seismică a bazei clădirii limitează transferul de energie seismică către clădire și reprezintă o alternativă la metodele de proiectare și consolidare clasice din țara noastră și nu numai.

În imaginile de mai jos sunt prezentate două exemple de construcții cu izolatori seismici.



*Pod izolat seismic în Mexic, Patria Acueducto*



*Clădire din apropierea orașului Aquila*

Imaginiile din figura V.7 provin din mai multe surse și prezintă o parte din efectele unui cutremur major asupra unor clădiri de tip școală.

Accentuăm ideea că, din cauza deformării scheletului unei clădiri (sistemului structural/structurii de rezistență), apar distrugeri la nivelul stâlpilor și al peretilor care, la rândul lor, implică majoritatea efectelor prezentate ca **efecte directe**.

Se pot observa, ca *efecte directe* ale cutremurelor, căderea unor corpuri de iluminat, precum și a altor componente ale plafonelor suspendate (fig. V.7.a), căderea unor ziduri exterioare (fig. V.7b), răsturnarea unor dulapuri, biblioteci, rafturi din clase (fig. V.7c) etc., deformarea unor rame de uși și ferestre (fig. V.7d), spargerea geamurilor (aproape în toate cazurile), fisurarea și crăparea unor pereti (fig. V.7b, d, e, f, g) etc.

**Efectele secundare** induse de cutremur sunt alunecarea de teren (fig. V.7h) sau cele privind deformația terenului (fig. V.7i și incendiul declanșat într-o școală sau în vecinătatea școlii (fig. V.7j).

**Fig.  
V.7a**



Căderea unor corperi de iluminat, lămpi etc. în interiorul școlii, într-o clasă și în bibliotecă, după cutremurul Coalinga, California, 1983

**Fig.  
V.7b**



**Fig.  
V.7c**



Exteriorul unei școli cu structură vulnerabilă, după cutremurul Lice, Turcia, 1975

Fişete și rafturi prăbușite, după cutremurul Northridge, California, SUA, 1994

**Fig.  
V.7d**



**Fig.  
V.7e**



Interiorul unei clase într-o școală vulnerabilă, după cutremur (fără referință cutremur, sursa EERI, SUA)

Zidărie de deasupra unui corridor, gata de a se prăbuși, California, 1952

**Fig.  
V.7f**



**Fig.  
V.7g**



Detaliu al fisurării unui perete de cărămidă

Avariile unui perete structural din beton armat, Constitucion, Chile, 2010

**Fig.  
V.7h**



Alunecări de teren lângă o școală, induse de cutremurul Anchorage, Alaska, 1964

**Fig.  
V.7i**



Ca urmare a deformării terenului, clădirea școlii a fost ridicată 3 m, în timpul cutremurului Wenchuan, 2008, China

**Fig.  
V.7j**



Clădirea unei școli după incendiul izbucnit ca urmare a unui cutremur (2004, India)

## CUM NE COMPORTĂM LA CUTREMUR?

Când simțim începutul unui cutremur, de obicei, reacția este de teamă, panică, plâns, stări de greață, de vomă etc. După un anumit timp, se pot observa și depresii, stări de stres post-traumatic, dificultăți în a adormi etc.

De aceea, este bine ca în școală:

- ▷ Să se păstreze calmul, pe cât posibil!
- ▷ Elevii să fie ținuți ocupați (prin desfășurarea de activități practice)!
- ▷ Să se revină la starea de dinainte de cutremur, cu tact, implicare emoțională, sprijin specializat!

**În timpul unui cutremur, în clasă, în incinta școlii, în laboratoare și în bibliotecă:**

Se impun următoarele **măsuri de protecție** (fig. V.8):

- Adăpostiți-vă sub o bancă, o masă solidă sau altă piesă de mobilier școlar! Poziția sub bancă este de ghemuit sau în genunchi și cu capul aproape de genunchi, ținând cu mâna piciorul băncii/mesei! Pupitrele obișnuite de clasă au schelet din oțel care, împreună cu partea din produse lemnioase, poate asigura protecția față de căderea unor lămpi, materiale didactice, tencuieli, geamuri.

**Fig.  
V.8**



*Cum ne comportăm în timpul cutremurului (adăpostire sub o bancă, nu se aleargă pe scări)  
Se părăsește clădirea școlii numai după închiderea cutremurului, se ține ghiozdanul, rucsacul sau  
o carte groasă deasupra capului, într-un spațiu deschis, departe de clădiri.*

- Vă puteți proteja sub tocul gros al unei uși ori sub o grindă solidă, dacă vi s-a spus că sunt rezistente!
- Dacă este posibil, profesorii vor deschide ușa spre exterior, spre a preveni blocarea!
- Îndepărtați-vă de ferestre, dacă vă aflați acolo la începutul cutremurului, și de obiectele grele!
- Este interzis să fugiți pe ușă, să săriți pe fereastră, să alergați pe scări sau să utilizați liftul, atât în timpul seismului, cât și imediat după producerea acestuia!

#### În timpul unui cutremur, în curtea școlii

- Nu alergați, dar aveți grijă să ajungeți într-un spațiu deschis, departe de clădiri, garduri, copaci înalți, echipamente de joacă și linii electrice aeriene! Înghenuncheați/stați pe teren și acoperiți-vă capul și fața cu mâinile, până la oprirea cutremurului!

## După cutremur

- Profesorii vor deschide ușa, vor verifica mai întâi scara și drumul spre ieșire, spre a nu să expune la pericole, iar apoi veți ieși în ordine din clasă sau din clădirea școlii, numai după înșetarea cutremurului, împreună cu ceilalți colegi, ținând deasupra capului ghiozdanul, rucsacul sau o carte groasă, pentru a nu fi răniți de cioburi sau de bucăți de tencuiială!

Ca o măsură de pregătire antiseismică, se poate avea în vedere procurarea unui rucsac care va fi dotat cu lucruri necesare în situații de urgență și păstrat la școală (în dulapul clasei). Rucsacul se va folosi numai după înșetarea cutremurului, așa încât fiecare elev să aibă un necesar minim de resurse.

Conținutul rucsacului poate fi următorul: sticle de plastic cu apă; pachete de biscuiți; o trusă de prim ajutor; șervețele de hârtie, hârtie igienică; lanternă, un mic aparat de radio cu tranzistori și baterii de rezervă utilizabile în caz de urgență pentru trei zile, sau orice aparat la care pot fi ascultate știri; un pulover, o căciulă, mănuși, pătură; un fluier pentru solicitare de ajutor, dacă ați rămas undeva blocat etc.

O măsură de protecție antiseismică care trebuie luată înainte de cutremur într-o școală este identificarea elementelor periculoase din interiorul și din exteriorul unei clase. Odată identificate, acestea pot fi mutate, reamplasate, înlocuite, pentru a nu se producă pagube sau victime în timpul unui cutremur.

### Elementele periculoase din interiorul și exteriorul unei clase pot fi:

- dulapuri/fișete cu materiale didactice;
- alte tipuri de mobilier, zvelte, suprapuse, care nu sunt legate de un suport rigid și/sau între ele;
- birouri cu sertare;
- ecrane suspendate; planșe înrămate și cu sticlă;
- rafturi/bibliorafuri;
- imprimante; computere, aparate TV;
- dulapuri cu recipiente care conțin substanțe chimice;
- ferestre;
- vase amplasate la înălțime etc.

Toate aceste elemente cu risc de pericol pot fi anorate, ca în figura V.9.





## PLAN DE LUCRU

# Efectele cutremurilor asupra mediului construit (de la școală, la localitate). Siguranță și protecție la cutremure

### Vocabular:

- Clădiri. Planșeu
- Structură de rezistență
- Teren de fundare
- Oscilație
- Contravântuire
- Încărcări
- Modelare
- Structură în cadre
- Structură cu pereți structurali
- Accelerogramă
- Rezonanță
- Mediul construit
- Efecte ale cutremurului asupra construcțiilor
- Acțiuni de protecție a vieții la cutremur
- Acțiuni de pregătire
- Acțiuni de prevenire

### Concept

1. În cazul producării unui cutremur, toate clădirile pot fi afectate, inclusiv clădirea școlii.
2. Efectele cutremurului în școală sau pe drumul dinspre școală pot fi severe.
3. Adoptarea unor măsuri de protecție antiseismică va diminua pierderile materiale și umane.

### Obiective

#### Elevii:

- se vor familiariza cu termenii specifici subiectului;
- vor identifica elementele periculoase (cu potențial de risc) din interiorul și din exteriorul clasei (tot ce se poate mișca/deplasa, cădea, sparge etc.);
- vor fi ajutați să eliminate sau să reducă impactul pericolelor identificate (prin mutarea obiectelor la înălțimi mai mici/reamplasare/înlocuire, blocarea posibilității de mișcare/ancorare);
- vor observa comportările diferite ale unor clădiri-machetă realizate din diferite materiale, de diferite înălțimi și vor aduce îmbunătățiri acestora;
- vor realiza minisimulatoare seismice simple cu ajutorul unui profesor de fizică/specialist.

### Mod de evaluare:

Fișă de evaluare.

### Resurse educaționale

[http://www.youtube.com/watch?v=\\_8ORZJbVDIA](http://www.youtube.com/watch?v=_8ORZJbVDIA);

<http://www.youtube.com/watch?v=laedDIN5dfo&feature=related>;

<http://www.youtube.com/watch?v=FSnWlcNRzKc&feature=related>;



## Activitatea V.1

*Crearea de machete pentru clădiri,  
cu scopul de a observa comportarea  
dinamică a acestora în timpul unui  
cutremur*

► **Introducere:**

În timpul cutremurului, clădirile oscilează. Pentru a avea o mai bună rezistență, o clădire poate fi consolidată după ce au fost identificate punctele ei slabe.

Într-o clădire-machetă de tip școală, elevii vor recunoaște elementele de rezistență. Vor proiecta, crea și testa structuri rezistente la cutremur, de diferite forme și înălțimi, din diferite materiale. Rezultatele obținute pot fi prezentate sub forma unor diagrame, grafice, concluzii.

Se face precizarea, foarte importantă, că machetele trebuie să fie cât mai diverse. Dimensiunile date sau modelele prezentate în continuare sunt orientative. Cu cât machetele sunt mai diferite, se pot face mai multe observații și se pot trage mai multe învățăminte!

► **Materiale necesare:**

- Coli de hârtie/carton.
- Piese de construit machete de clădiri, din lego, lemn, plastic, metal.
- Resorturi, corzi elastice.
- Carton.
- Lipici.
- Plastilină.
- Foarfecă etc.

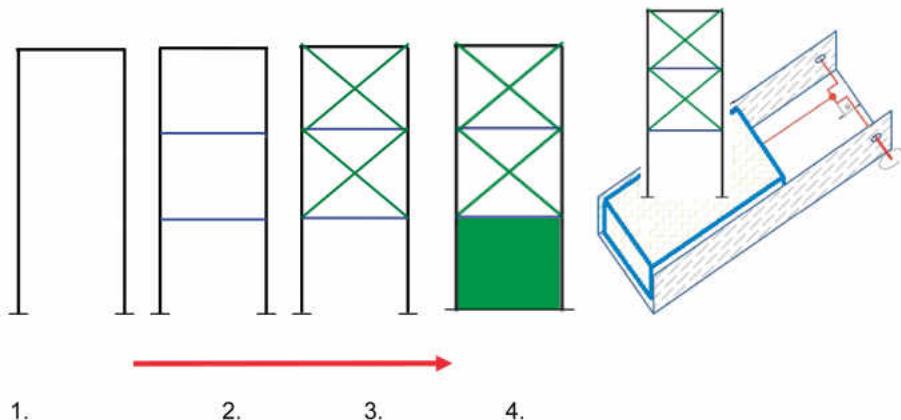
► **Procedură:**

1. Se construiesc din cuburi, piese lego, hârtie, elemente din plastic sau orice alt tip de material (posibil de găsit în magazinele de jucării), adaptate scopului educațional urmărit, modele simple de clădiri (scheletul acestora, sub formă de stâlpi și grinzi), de diferite înălțimi, grosimi, deschideri. Acestea se vor monta pe minisimulatoare. Dacă nu există în dotarea școlii, aceste aparate pot fi construite relativ ușor, după indicațiile prezentate mai jos.
2. Observați efectele oscilațiilor, adică deplasările pe orizontală și, uneori, cedarea sistemului structural. Se propun măsuri de limitare a acestor efecte, prin introducerea unor elemente de întărire.
3. În continuare, este prezentat modelul unui cadru realizat din elemente ușoare, din plastic sau lemn, de cca 20 cm (sau altă dimensiune aleasă în funcție de minisimulatorul

## V

utilizat), cu caracteristici diferite, obținute prin introducerea, la partea inferioară, la început, a unor elemente de întărire orizontale (grinzi), apoi a unor elemente în formă de X, iar în final, a unui perete plin din polistiren (la partea inferioară).

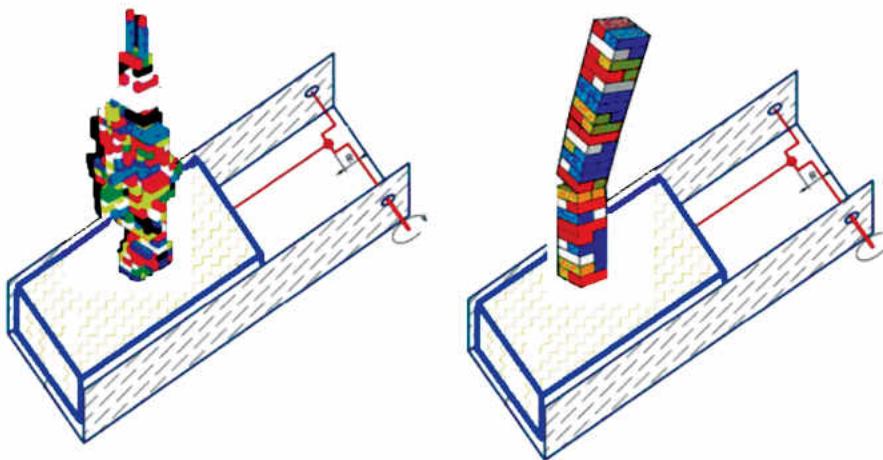
**Fig.  
V.1a**



Diferite machete de clădiri cu elemente caracteristice diferite: 1. cadru din bare (cel mai puțin rigid);  
2. cadru din bare, rigidizat cu elemente orizontale; 3. cadru din bare, rigidizat cu elemente în X (contravânturi);  
4. cadru din bare, rigidizat cu elemente în X și perete plin la partea inferioară

4. Dacă se realizează machetele din figura V.1a și se testează pe un minisimulator sau prin imprimarea unei mișcări pe orizontală, cu mâna, pe masă sau pe o planșetă, se va observa cât de mult se deplasează față de poziția de echilibru și cât este de instabil. Pe măsură ce se vor aplica, pe rând, soluțiile de rigidizare propuse, rezistența va fi mult îmbunătățită.
5. În mod asemănător, se pot construi forme înalte de turnuri din piese lego sau din cuburi din plastic sau se pot dezvolta pe mai multe direcții (ca în figura V.1b, stânga) și se pot monta pe minisimulator (fig. V.1b). Se vor observa oscilațiile și efectele acestora. Dacă nu au o rezistență bună (din cauza antisimetriei sau înălțimii), se vor face modificările necesare.

**Fig.  
V.1b**

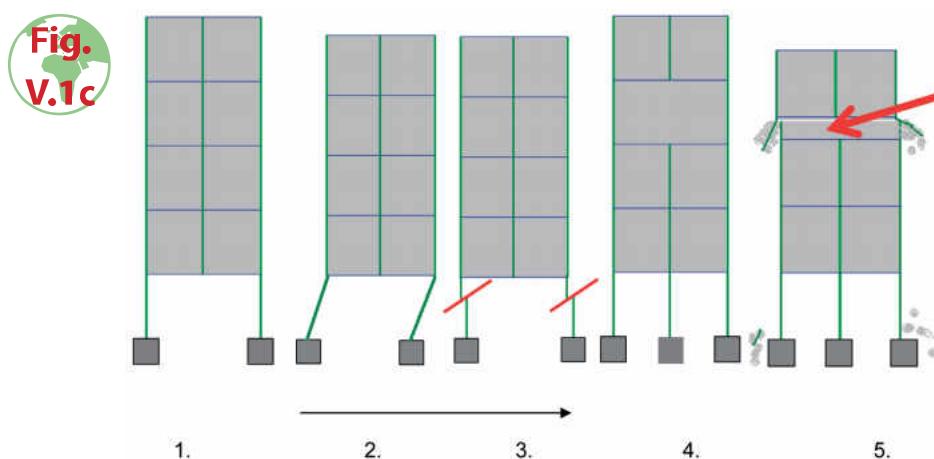


Observarea comportamentului construcțiilor realizate din piese lego, pe un minisimulator

Puteți găsi mai multe posibile modele, mai avansate, la adresa [http://www.iitk.ac.in/nicee/wCEE/article/13\\_214.pdf](http://www.iitk.ac.in/nicee/wCEE/article/13_214.pdf). Ele au fost create în cadrul unui concurs educațional, de elevi din Marea Britanie (stânga) și din Japonia (dreapta).

Unele dintre clădiri pot avea niveluri slabe, care sunt mai vulnerabile în cazul producerei unui cutremur major. Rezistența unui etaj/nivel poate să nu fie identică cu a celorlalte etaje/niveluri, din diverse motive. Cele mai importante cauze care produc scăderea rezistenței sunt:

- renunțarea/lipsa unor elemente de rezistență ce intră în alcătuirea unui nivel (de exemplu, lipsa stâlpului central de la parter (fig. V.1c, 1, 2 și 3);
- întreruperea continuității unor elemente verticale de rezistență (stâlpi, pereți strucțurali);
- tipuri de cedare ale unei clădiri din cauza lipsei stâlpului central la parter (parter slab) (1, 2 și 3);
- tipuri de cedare din cauza întreruperii continuității stâlpului central la unul dintre nivelurile superioare (4).



*Tipuri de cedare a unor clădiri cauzate de greșeli de construcție*

Clădirile pot fi afectate de producerea unor cutremure severe, astfel: prin prăbușirea unui etaj superior, care, din exterior, nu se vede că lipsește (fig. V.1e, stânga) sau prin prăbușirea întregii clădiri peste parter (fig. V.1d, dreapta).

**Fig.  
V.1d**



Dreapta: prăbușirea unui nivel superior intermediar al clădirii Primăriei din Kobe, la cutremurul Kobe, Japonia, din 1995, din cauza întreruperii armăturilor unor elemente verticale de rezistență.

Stânga: același tip de cedare ca acela prezentat mai sus, la un bloc de locuințe.

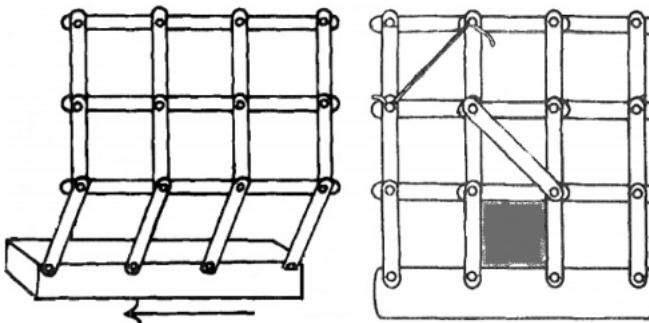
V

În figura V.1e, este prezentată schematic o altă machetă pe care o puteți realiza. Menționăm că nu este un sistem structural utilizat la noi în țara (este considerat chiar incorrect) dar este util pentru a înțelege mai bine rolul elementelor înclinate de întărire (rigidizare).

Construiți un perete cu dimensiunile 40 cm x 40 cm, din bucăți de lemn prinse cu șuruburi, șaipe și piulițe. Acesta va fi supus unei mișcări orizontale. Pentru o mai bună comportare, sunt necesare elemente de întărire: elemente în X, elastice diagonale, pereți polistiren (fig. V.1e, dreapta).

Un alt model la care se poate testa stabilitatea, *cu specificarea clară că nu este un sistem structural utilizat la noi în țara (este considerat chiar incorrect)*, dar este util pentru a înțelege mai bine rolul elementelor înclinate de rigidizare, este peretele prezentat mai jos.

**Fig.  
V.1e**



Macheta cu rol exemplificativ pune în evidență rolul elementelor de rigidizare (figura din stânga se înclină din cauza mișcării; figura din dreapta rămâne stabilă, datorită elementelor de rigidizare)



## Activitatea V.2

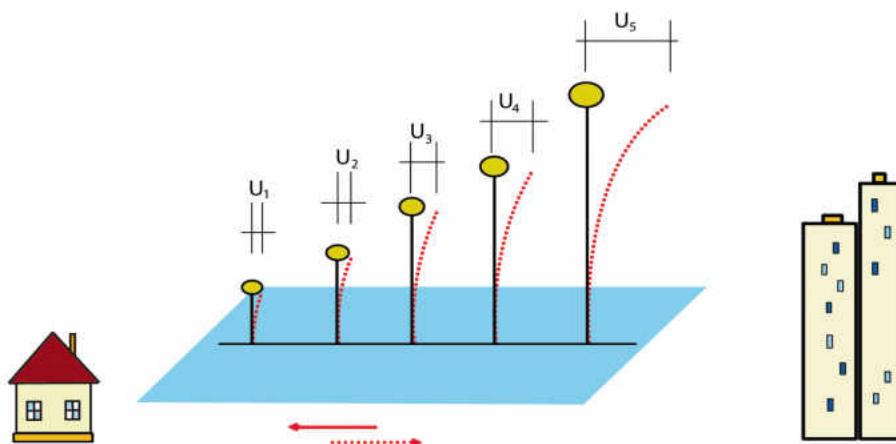
*O prezentare simplă a influenței înălțimii asupra oscilațiilor clădirilor*

► **Introducere:**

Clădirile cu înălțimi diferite se comportă diferit la cutremur. Acest comportament se datorează, în special, unor parametri ai cutremurelor, precum frecvența oscilațiilor.

În figura V.2a sunt prezentate două tipuri de clădiri și modul în care acestea oscilează în cazul unui cutremur.

**Fig.  
V.2**



*Machetă cu tije metalice verticale ce reprezintă clădiri de diferite înălțimi, utilă pentru a demonstra modul diferit în care oscilează acestea la un seism*

► **Materiale necesare:**

- Polistiren, burete, o bucată de lemn.
- Tije de carton/din plastic de diametre egale, dar cu înălțimi diferite.

► **Procedură:**

1. Tijele cu înălțimi cuprinse între 5 cm și 20 cm sunt amplasate pe o bucată de polistiren, sau de lemn. În vârful lor vor fi înfipate bucăți de polistiren pentru a se urmari mai ușor oscilațiile acestora produse la mișcarea bucătii de polistiren pe care sunt fixate;

2. Într-o bucată de polistiren sau burete, se decupează cinci fante de câțiva cm, la distanță suficient de mare pentru a nu se ciocni tijele din carton, plastic, metal. Tijele se introduc în fante în ordinea înălțimii, de la cea mai mică la cea mai mare. Se mișcă lent bucața de polistiren înainte și înapoi, apoi mișcarea se intensifică și se observă oscilațiile mai ample ale tijelor.
3. Pe masură ce mișcarea bucații de polistiren este mai amplă, și tijele oscilează mai mult. Mișcarea este cu atât mai mare cu cât înălțimea tijelor este mai mare. Astfel, se pune în evidență faptul că, la un etaj inferior al unei clădiri, oscilațiile vor fi de amplitudini mai mici.
4. Se vor pune în evidență, de asemenea, diferențele de comportare pentru clădiri cu înălțimi diferite: clădirile mai înalte oscilează mai mult (deplasarea este amplificată la vârf), față de cele mai joase. Acestea nu înseamnă că, în realitate, sunt mai puțin sigure decât cele cu o înălțime mai mică.  
Se va explica că, în funcție de frecvența mișcării imprimate bazei modelelor, unele modele vor fi mai solicitate decât altele.
5. Deplasările de la vârf ( $U_1 \dots U_5$ ), vor fi apreciate vizual, cu ajutorul unei rigle.



## Activitatea V.3

*Prezentarea minisimulatoarelor seismice didactice, posibil de creat cu mijloace simple, plecând de la cunoștințele dobândite la fizică*

► **Introducere:**

Simularea unui cutremur este utilă, în general, pentru a studia efectele acestuia asupra clădirilor. Simularea se poate obține și prin simpla mișcare a machetelor de clădiri, prin acțiune directă asupra lor sau a suporturilor pe care sunt amplasate (mese, planșe, etc.). Un pas înainte este realizarea unor echipamente care să ne permită să imprimăm asupra machetelor de clădiri diferite tipuri de mișcări. Acestea se numesc **minisimulatoare seismice**.

► **Materiale necesare:**

- Profil ușor din tablă pentru rigips, în formă de U, cu lățime de 100 mm și lungimea de 40 cm.
- Tijă din sârmă din fier sau din oțel, cu diametrul de 3 mm, având la capăt un ochi sau o articulație cu care se atașează de bielă, iar la celălalt capăt, vârful ce se înfinge în polistiren.
- Sârmă din fier sau din oțel, cu diametrul de 3 mm, îndoită la mijloc, cu o rotiță sau cu o manivelă la un capăt;
- Polistiren expandat, ca platformă pentru structură, tăiat, astfel încât să încapă ușor în profilul U.
- Două modele de structură în cadre cu 7 niveluri, făcute din carton, plastic sau sârmă subțire, înalte de cca 30 cm și late de 7 cm, unul în cadre simple, iar altul în cadre contravântuite (bare în X în ochiurile de cadru).

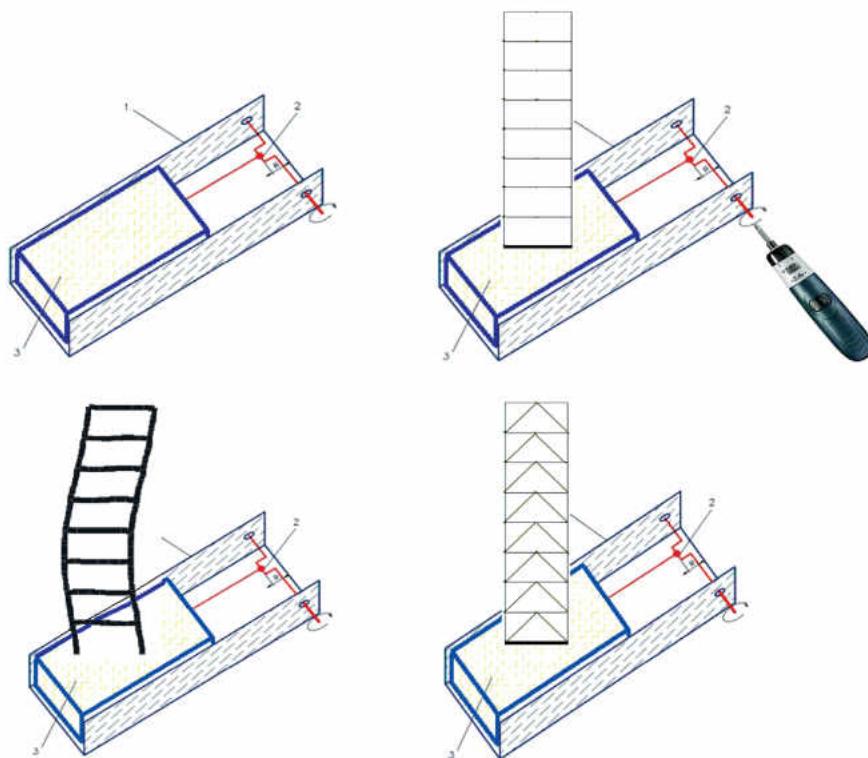
► **Procedură:**

1. Minisimulatorul este compus dintr-un suport din profil metalic, un angrenaj de tip bielă-manivelă și o platformă mobilă. Se asamblează conform schemei din figura V.3a. Pe platformă se aşază modele simple de clădiri, construite din elemente din lemn, plastic, metal etc.
2. Modelele de structuri la scară redusă (precum cele realizate în activitatea V.2) se fixează în polistirenul acestor simulatoare de cutremur. Se învârtește manivela imprimând astfel mișcare platformei, până se obțin oscilații ale structurii și, în funcție de alcătuirea și de rezistența lor, se trag anumite concluzii cu privire la clădirile la scară naturală pe care le reprezintă.

V

Scheletul clădirii se identifică, în acest caz, cu un cadru format din stâlpi și grinzi. Acesta va oscila mai puternic, va fi mai expus deformațiilor și avarierii decât în situația în care i se adaugă și contravânturi.

**Fig.  
V.3a**

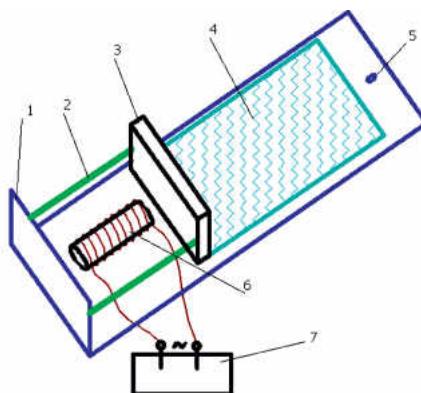


1 – suport din profil metalic; 2 – angrenaj de tip bielă-manivelă; 3 – platformă mobilă.

Angrenaj tip „bielă-manivelă” – un procedeu mecanic de a transforma mișcarea de rotație a șurubelnitei în mișcare de translație a platformei

Un alt model de simulator este prezentat în figura V.3b. Acesta necesită cunoștințe de electronică și, de aceea, el nu poate fi realizat de către elevi fără îndrumarea unui adult care deține aceste cunoștințe.

**Fig.  
V.3b**



Componentele unui minisimulator: 1. suport din material cu proprietăți dielectrice (plastic, fibră de sticlă etc.);

2. arc de compresie; 3. placă din material cu proprietăți feromagnetice, fixată rigid pe platformă mobilă;

4. platformă mobilă (poate fi executată din orice material, potrivit pentru fixarea machetei); 5. gaură pentru fixarea cu șuruburi a dispozitivului; 6. electromagnet; 7. generator de curent alternativ

Amplitudinea oscilației poate fi reglată din distanța dintre electromagnet (6) și placă metalică (3), sau din constanta de elasticitate a resorturilor (2). Frecvența oscilației este egală cu frecvența curentului alternativ furnizat de generator (7). Din acest motiv, este preferabil să se utilizeze un generator cu frecvență variabilă, care va permite modificarea acestui parametru în funcție de cerințele specifice fiecărui experiment.

**Notă:** Se precizează că pot fi realizate minisimulații cât mai diverse. Cele prezentate se doresc ca o alternativă la cele deja existente și sunt orientative.



## Activitatea V.4

**Cum să ne comportăm în timpul și după producerea unui cutremur**

► **Introducere:**

În timpul cutremurului, acțiunile de protecție a vieții trebuie să fie luate imediat. Nu va exista timp ca elevii să primească indicații. Prin urmare, fiecare trebuie să știe dinainte cum să reacționeze adekvat.

După încetarea cutremurului, de asemenea, acțiunile de evacuare și de acordare a primului ajutor trebuie întreprinse prompt, în cunoștință de cauză. Reacția elevilor și a profesorilor va garanta eficiența tuturor acțiunilor amintite.

► **Materiale necesare:**

- Acces Internet, DVD-uri, documentare etc. cu imagini de la cutremure, în care se pot vedea exercițiile de adăpostire într-o școală, de evacuare și de intervenție în timpul unui cutremur.
- Calculator.

► **Procedură:**

1. Elevilor li se spune la ce să se aștepte în caz de cutremur și care vor fi, în primul rând, efectele posibile asupra lor.
2. Vor fi efectuate exerciții în care elevii vor învăța cum să reacționeze.

În fiecare școală, trebuie elaborat un plan propriu de protecție în caz de seism, conform reglementărilor în vigoare, și ar trebui desemnat un responsabil cu atribuții de apărare civilă. Se va discuta cu elevii acest plan de protecție în caz de cutremur, pe care toată lumea din școală trebuie să-l cunoască foarte bine.

3. Se va discuta despre trusa medicală și despre procedurile de urgență.



## Activitatea V.5

### *Procedură în caz de cutremur, într-o școală*

► **Introducere:**

Cutremurile se produc fără nici un avertisment, prin urmare măsurile de protecție trebuie să fie luate la primul indiciu de vibrare a terenului, implicit a clădirii. Chiar și la cele mai severe cutremure, rar se întâmplă ca să se dărâme clădirea complet. Rănirile și chiar decesele sunt cel mai adesea cauzate de spargerea și căderea elementelor nestructurale, cum ar fi geamuri, tencuială tavane, corpuri de iluminat, coșuri de fum, țigle și panouri. Nu vom avea timp de gândire pentru ceea ce trebuie făcut, de aceea trebuie să avem reflexe, care ar putea fi obținute prin exerciții de simulare a comportării în caz de cutremur ("Ghemuire, Acoperire/Protejare și Susținere de ceva" - *Drop, Cover and Hold On*). Exercițiile trebuie să aibă în vedere și posibilitatea blocării ușilor, holurilor, scărilor, rănirii unui profesor, ieșiri de urgență blocate, etc.

► **Materiale necesare:**

- Acces Internet, DVD-uri, documentare etc. cu imagini de la cutremure, în care se pot vedea exercițiile de adăpostire într-o școală, de evacuare și de intervenție în timpul unui cutremur.
- Calculator.

► **Procedură:**

**1. Ce facem în clasă:**

- le vom spune elevilor că vom aplica metoda de protecție "Ghemuire, Acoperire/Protejare și Susținere de ceva" (în engleză, Drop, Cover, and Hold On).
- ne vom întoarce cu toții imediat față de la geamuri și trebuie să ne adăpostim sub sau lângă mese, pupitre.
- adoptăm poziția ghemuit, cu capul în jos, cu o mâna peste gât (sau gât/cap acoperit cu carte sau jachetă) și o mâna pe mobilier. Postura trebuie să fie astfel încât zonele cele mai vulnerabile (gât și piept) să fie protejate.

Profesorii trebuie să ia imediat măsuri pentru a se proteja și pentru a preveni vătămarea corporală în timpul unui cutremur. Profesorii au un rol extrem de important de jucat în sprijinirea studenților după cutremur, așa că trebuie să aibă grija să nu se rănească (dacă profesorul este rănit, un elev poate avea autoritatea de a-și ghida colegii).

# V

- număram cu voce tare pe durata cutremurului; după ce mișcarea încetează, număram din nou până la 100 cu voce tare.
- la câteva minute după încetarea mișcării, le vom spune elevilor să verifice cu atenție în jur pentru a nu fi răniți de cioburi sau alte obiecte periculoase... și se va păstra linia în tot acest timp.
- vom acorda primul ajutor și se evacuează elevii răniți.
- vom ghida elevii spre ieșirile de evacuare de urgență; se urmăresc rutile de ieșire predeterminate, dacă o cale de ieșire din clădire este blocată, îi vom conduce cu calm dar ferm pe elevi spre o altă ieșire.
- vom evita firele de deasupra și elevii sunt conduși direct afară spre locurile deschise.
- îi vom evacua mai întâi pe cei care pot să se deplaseze, de ceilalți se vor ocupa echipele speciale de intervenție.
- dacă va avea loc o replică a cutremurului, le vom spune elevilor că se va adopta poziția de ghemuit, cu capul aproape de genunchi, cu mâinile acoperind gâtul și capul (în engleză "Squat and Cover").

Nu mai este de aplicat procedura „Duck and Cover” deoarece pe podea există deja obiecte căzute, bucăți de tențială, moloz etc, de la șocul inițial, dar sunt aplicate aceleași instrucțiuni de mai sus și se continuă procedurile de evacuare.

- ducem elevii într-o zonă sigură, se numără elevii și se înregistrează într-un formular date despre elevi (de ex, există răniți, au fost lăsați în interior câțiva, alte situații...), și se anunță directorul cu privire asupra evacuării.
- grupăm elevii mai mari cu cei mici, se pot grupa chiar înainte de ieșirea din clădire, dacă este vorba numai de elevii unei clase.
- așteptăm venirea părinților.

## 2. Cum procedăm în alte locuri decât clasa, în biblioteci, laboratoare:

- ne îndepărțăm de ferestre, rafturi și alte obiecte grele care pot cădea.
- ne ghemoim sub o masă sau un pupitru, sau într-un colț sau toc de ușă.
- pe holuri, scări și alte locuri unde nu există ceva sub care să ne putem adăposti trebuie să ne deplasăm către un perete interior care nu prezintă fisuri sau crăpături, să îngenunchem, să ne protejăm gâtul și capul cu mâinile.
- în bibliotecă, ne îndepărțăm de rafturile cu cărți, dulapuri, acestea se pot prăbuși.
- stăm timp de aproximativ 100 s după încetarea cutremurului, pentru că se consideră că este foarte periculos să se iasă în afara clădirii imediat după încetarea mișcării din cauza stării emotive în care ne putem afla, tenției și lămpilor căzute, păriilor din clădire care pot cădea;
- în laboratoare, întrerupem curentul, dacă este posibil, înainte de adăpostire, și stăm departe de toate substanțele chimice periculoase care se pot vărsa.

## 3. Procedura de evacuare

După un cutremur, evacuarea din clădire are loc cât mai repede pe căile de dinainte stabilite pentru ieșirile de urgență, din cauza producerii unui nou cutremur (o replică) și prăbușirii clădirii, izbucnirii incendiilor și exploziilor.

**Elevii:**

- vor evaca clădirea într-un singur grup sub îndrumarea unui professor;
- își vor păstra calmul;
- vor fi încălțați, vor avea hainele, dacă este rece afară, dacă este posibil;
- nu vor utiliza liftul;

**Profesorii:**

- vor conduce elevii spre ieșire la cateva minute după încetarea cutremurului;
- vor conduce clasa în exteriorul clădirii școlii, într-o zonă sigură;
- aleg o ieșire alternativă în caz de incendiu sau ieșiri blocate;
- vor lua toate acele materiale pregătite pentru situația de cutremur, cum ar fi lista cu elevii, trusa de prim ajutor, etc.;
- vor face apelul nominal;
- vor acorda primul ajutor, dacă este necesar;
- nu vor reintra în clădire decât însotiti de director sau autorități;
- nu le vor permite elevilor să plece fără autorizarea părinților sau a unui membru de familie.

## FIȘĂ DE EVALUARE V.1

Elev: .....

Clasa: .....

Școală: .....



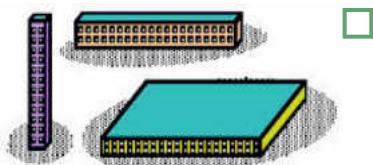
1. Care sunt fenomenele asociate de multe ori cu producerea unui cutremur?

- a. inundații
- b. alunecări de teren
- c. incendii
- d. schimbarea vremii
- e. emisii de radon
- f. reacții ale unor animale
- g. căderi de coșuri de fum
- h. prăbușirea unor avioane
- i. prăbușirea de construcții
- j. avarierea unor rețele de apă și curent electric, gaze, telefonie



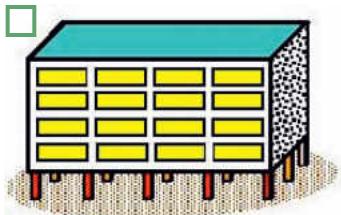
2. Enumerați câteva dintre efectele directe și indirecte ale unui cutremur?

3. Care dintre tipurile de clădiri, prezentate mai jos, credeți că vor oscila mai puternic și poate că vor avea mai mult de suferit în cazul producerii unui cutremur vrânccean major?  
Justificați!



Clădiri care au una dintre dimensiuni mult  
mai mare decât celelalte două

Clădiri cu elemente structurale discontinue  
(perete de beton armat întrerupt la parter)



Clădiri cu un nivel slab sau flexibil

Clădiri în pantă, cu stâlpi  
de înălțimi diferite de-a  
lungul pantei

Clădiri parter

## FIŞĂ DE EVALUARE V.2

Elev: .....

Clasa: .....

Școală: .....



1. Identificați cât mai multe efecte directe/indirecte ale cutremurului produs, din relatarea de mai jos.

*Orașul X a fost zguduit de un cutremur puternic, produs la adâncimea de 120 km, cu magnitudinea de 7 pe scara Richter, la ora 5 de dimineață.*

*Au fost dărâmate câteva case, 4 clădiri înalte construite înainte de 1940, un pod a fost afectat și a fost inchis circulației, unele șine de cale ferată au fost îndoite. În casele prăbușite au fost distruse cablurile de curent electric și conductele de gaz, ceea ce a îngreunat foarte mult acțiunile de intervenție.*

*Au murit peste 100 de oameni, unii striviti de elementele de construcții prăbușite, iar în două cazuri 5 persoane și-au pierdut viața în urma incendiului declanșat de cutremur.*

*Un supermarket a suferit avarii, depozitul anexă având o parte din acoperiș prăbușită, provocând pierderi materiale semnificative.*

*Într-o regiune apropiată, au avut loc alunecări de teren ale versanților, fiind afectate grădinile unor locuitori.*

2. Pe harta geografică a României, arătați 5 orașe expuse acțiunii cutremurelor vrâncene și precizați care dintre ele ar putea fi mai afectat, ținând cont de aglomerarea urbană și particularitățile mediului construit.



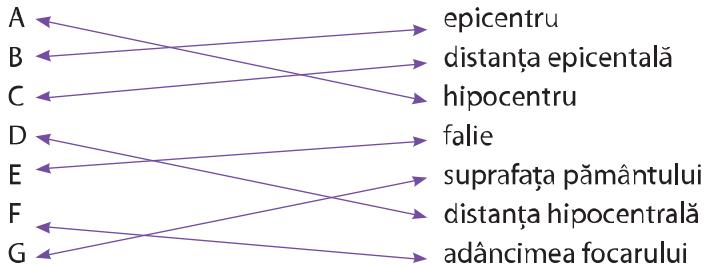
3. Care dintre cuvintele de mai jos pot fi asociate unui cutremur de pământ din punctul de vedere a ceea ce simțim în timpul unui cutremur?

- a. senzație de spaimă, teamă
- b. bucurie, fericire
- c. depresie
- d. stări de stres post-traumatic
- e. dificultăți în a adormi

## Răspunsuri

### Fișa de evaluare I

1. Caracteristicile cutremurului corespunzătoare literelor din figură:



2. a  
3. b  
4. a, c, e  
5. c  
6. b, d, e  
7. c  
8. a, b, c, d, e, f, g

### Fișa de evaluare II.1

1. A  
2. B  
3. A  
4. C

### Fișa de evaluare II.2

1. b  
2. a – C; b – B; c – A  
3. a – C; b – B; c – A, d – B  
4. b  
5. a  
6. a  
7. b

### Fișă de evaluare III

1. c
2. b
3. c
4. c
5. b

### Fișă de evaluare IV.1

1. a. Falie laterală  
b. Falie inversă  
c. Falie normală
2. Cite într-o zonă de munte care pun în evidență faptul că formarea acestor munți s-a datorat proceselor de cutare ale scoarței terestre.

### Fișă de evaluare IV.2

1. a, b, c și d
2. aici putem face trimitere la fig din teorie
3. a, b și c
4. Undele de energie pe care le-am creat prin alunecarea recipientului au produs mișcarea ascendentă a apei și lichifierea nisipului, deci pierderea fermității acestuia.
5. Cu cât panta este mai abruptă, cu atât mai ușor aluneca materialul.
6. Sub fundul oceanelor. Aceste valuri pot fi generate și atunci când se produc mari alunecări de teren pe țărmurile insulelor oceanice sau în urma unor erupții vulcanice submarine.
7. În larg, valurile nu depășesc 1 m, iar la țărm pot fi de zeci de metri.

### Fișă de evaluare V.1

1. toate, mai puțin d și h);
3. toate, mai puțin clădirea parter, pentru că sunt sisteme structurale vulnerabile)

### Fișă de evaluare V.2

3. a, c, d

## Glosar

<b>Alunecare de teren</b>	Deplasare a unor strate de roci pe o zonă înclinată de la suprafața Pământului. Factorii care cauzează alunecarea de teren pot fi: apa, defrișările, cutremurile, erupțiile vulcanice.
<b>Amplitudine</b>	Mărime caracteristică a undei, care se determină prin măsurarea distanței dintre partea de sus a undei și partea de jos a acesteia și împărțirea acestei distanțe la 2.
<b>Astenosferă</b>	Parte a mantalei Pământului aflată sub litosferă. Porțiunea de sus (superioară) a astenosferei este o regiune cu o consistență plastică, semisolidă, care se îndoiește și curge sub acțiunea presiunii.
<b>Câmpie</b>	Regiune geografică plată (plană).
<b>Construcție</b>	Clădire executată din zidărie, lemn, metal, beton etc., pe baza unui proiect, care servește la adăpostirea oamenilor, animalelor, obiectelor.
<b>Crustă</b>	Învelișul exterior și foarte subțire al litosferei Pământului.
<b>Crustă oceanică</b>	Porțiunea bazaltică a crustei Pământului, apărută în zona dorsalelor medii oceanice. Majoritatea materialelor crustale formează fundul oceanului. Crusta oceanică este mai subțire și are o densitate mai mare decât crusta continentală.
<b>Curenți de convecție</b>	Mișcare circulară într-un fluid, prin care materialul fierbinte se ridică la suprafață, iar cel rece se scufundă.
<b>Cutremur</b>	Zguduire bruscă a Pământului, cauzată de eliberarea rapidă a energiei acumulate în roci.
<b>Deriva continentelor</b>	Teorie depășită, propusă pentru prima dată de către Alfred Wegener, prin care se consideră că inițial a existat un singur continent uriaș, care apoi s-a împărțit în fragmente, care, treptat, s-au depărtat unele de altele, formând continentele de astăzi.
<b>Dorsală medie oceanică</b>	Lanț muntos submarin apărut în lungul unei limite de plăci divergente în urma activității vulcanice.
<b>Energie</b>	Puterea de a deplasa sau de a modifica lucruri.
<b>Epicentrul</b>	Punctul de pe suprafața Pământului situat deasupra hipocentrului.
<b>Falie</b>	Fractură în crista Pământului care separă două blocuri de roci ce se pot deplasa unul față de celălalt.
<b>Falie inversă</b>	Falie de separație între un bloc superior de roci și unul inferior, în care blocul superior se mișcă în sus față de cel inferior. O falie inversă cu unghi mic se numește falie de încălecare.
<b>Falie laterală</b>	A se vedea „Falie transcurrentă”.

<b>Falie de încălecare</b>	A se vedea „Falie inversă”.
<b>Falie normală</b>	Falie de separație dintre un bloc superior de roci și unul inferior, în care blocul superior se mișcă în jos față de cel inferior.
<b>Falie transcurrentă</b>	Falie în lungul căreia mișcarea se realizează în special pe direcție orizontală.
<b>Falie transformantă</b>	Falie laterală, generată în lungul dorsalelor medii oceanice.
<b>Fisură</b>	Crăpătură deschisă apărută în pământ.
<b>Focar</b>	A se vedea „Hipocentru”.
<b>Hazard</b>	Orice obiect sau situație care prezintă pericol de distrugere, de rănire sau de moarte.
<b>Hipocentru</b>	Locul unde are loc eliberarea energiei tectonice sub formă de căldură și de unde seismic.
<b>Intensitate cutremur</b>	Măsură a zguduirii terenului care se apreciază după pagubele produse structurilor (clădirilor) și după modificările simțite și observate de oameni. Intensitatea se notează cu cifre romane pe scara Mercalli modificată.
<b>Intervenție la dezastre</b>	Implicit acțiuni imediate de asistare/ajutorare a persoanelor aflate în dificultate, oferire de adăpost, apă, hrana, asistență medicală, dar și acțiuni de implicare în îndepărțarea efectelor fizice ale dezastrelor.
<b>Legendă</b>	Explicație narativă tradițională a fenomenelor naturale, care apare în lipsa explicațiilor științifice.
<b>Lichefiere</b>	Proces prin care solul sau nisipul își pierd brusc proprietățile de material solid (își pierd coeziunea) și se comportă ca un lichid.
<b>Litosferă (litho înseamnă "rocă/piatră")</b>	Învelișul extern și solid al Pământului, în care se produc cutremurile. Litosfera se compune din crustă și porțiunea superioară a mantalei.
<b>Magmă</b>	Material fluid și incandescent din interiorul Pământului care, odată ajuns la suprafață, se solidifică și formează rocile eruptive.
<b>Magnitudine cutremur</b>	Măsură a cantității de energie eliberate prin producerea unui cutremur. Se notează cu cifre arabe și se bazează pe câteva scări logaritmice larg utilizate.
<b>Manta</b>	Învelișul Pământului aflat între nucleu și crustă. Are o consistență semisolidă și permite existența curenților de convecție.
<b>Margine de plăci convergente</b>	Zona de coliziune (ciocnire) dintre două plăci tectonice care se deplasează una spre celălătă. Astfel de ciocniri (coliziuni) au generat lanțuri muntoase și vulcani.
<b>Margine de plăci divergente</b>	Zona de separare dintre două plăci care se depărtează una față de alta. Această mișcare divergentă este un răspuns la acțiunea forțelor din mantaua Pământului. La marginile divergente apar formațiuni precum dorsalele medii oceanice și rifturile.

<b>Mișcare convergentă</b>	Tip de mișcare ce apare la marginile de plăci convergente.
<b>Mișcare divergentă</b>	Tip de mișcare ce apare la marginile de plăci divergente.
<b>Mișcare transformantă</b>	Tip de mișcare ce apare atunci când două plăci trec lateral una pe lângă cealaltă.
<b>Munte</b>	Porțiune de pe suprafața Pământului care conține roci (încrețite, faliate, vulcanice) distorsionate (deformate) și este caracterizată de o înălțime mai mare decât cea a regiunilor învecinate.
<b>Nucleu</b>	Învelișul interior al Pământului. Acesta poate fi comparat cu un furnal ce încalzește Pământul din interior. Nucleul are o parte lichidă (nucleul extern) și o parte solidă metalică (nucleul intern).
<b>Placă tectonică</b>	Segment mare, relativ rigid, al litosferei; plăcile tectonice se deplasează unele în raport cu celelalte, deoarece ele „călătoresc” pe astenosfera plastică.
<b>Plafon</b>	Suprafață interioară a planșeului superior al unei încăperi.
<b>Plan de falie</b>	Suprafață de-a lungul căreia a apărut mișcarea pe falie.
<b>Planșeu</b>	Element de construcție în formă de platformă, care separă etajele unei clădiri sau alcătuiește partea carosabilă a unui pod.
<b>Preșoc</b>	Cutremur care se produce înaintea unui seism principal, fiind mai puțin sever.
<b>Proiectare antiseismică</b>	Întocmire a unui proiect pentru o construcție rezistentă la cutremure.
<b>Repliță</b>	Cutremur care urmează unui seism major și care are o magnitudine mai mică decât primul.
<b>Risc la cutremur (risc seismic)</b>	Pericol potențial de pierderi (vieți, bunuri) existent în cazul producerii unui cutremur.
<b>Scut</b>	Regiune întinsă din cadrul unei platforme în care apare la suprafață fundamentalul platformei, format din roci vechi magmatice și metamorfice. Din punct de vedere tectonic este o regiune stabilă.
<b>Seismograf</b>	Instrument de înregistrare a mișcării Pământului apărute ca răspuns la acțiunea undelor seismică.
<b>Seismogramă</b>	Reprezentarea pe suport de hârtie sau pe calculator a înregistrării făcute de un seismograf.
<b>Seismolog</b>	Om de știință care studiază cauzele, măsurările și efectele cutremurelor.
<b>Seismologie</b>	Știința care are ca obiectiv principal studiul teoretic și experimental al apariției și al cauzelor cutremurelor, al propagării și al înregistrării undelor seismic, precum și a proceselor fizice care se desfășoară la locul de declanșare a cutremurului.

<b>Scara Mercalli</b>	Scără care stabilește intensitatea unui cutremur pe baza efectelor observate. A fost introdusă în 1902 de către geologul italian Giuseppe Mercalli. Americanii Wood și Neumann au modificat această scară în anul 1931 și au denumit-o Mercalli Modificată.
<b>Scara Richter</b>	Scără logaritică de măsurare a magnitudinii unui cutremur. A fost creată în 1935, de către Charles Richter și Beno Gutenberg.
<b>Subducție</b>	Proces care apare când marginea unei plăci alcătuite din crustă oceanică și baza mantalei se scufundă sub marginea unei plăci opuse alcătuite din crustă continentală și baza mantalei.
<b>Tectonica plăcilor</b>	Model geologic prin care crusta și litosfera sunt împărțite într-un număr de segmente mobile, relativ rigide și aflate în continuă mișcare (plăci).
<b>Tencuială</b>	Amestec de var, nisip, apă, ciment sau ipsos care se aşterne pe ziduri și pe tavane pentru a le proteja și pentru a obține suprafete netede, cu aspect plăcut.
<b>Teoria destinderii elastic</b>	Teorie introdusă de către H. F. Reid în 1906 pentru a explica producerea unui cutremur. Reid a considerat că faliile rămân blocate în timp ce energia de deformare se acumulează lent în rocile din jurul acestora. Când rezistența rocii este învinsă și roca se rupe, falia alunecă brusc, eliberând energie sub formă de căldură și de unde seismice.
<b>Tsunami</b>	Val oceanic (marin) produs de mișcări ale fundului oceanic, precum și de cutremur sau de erupții vulcanice.
<b>Unde seismice</b>	Unde provenite de la un cutremur. Acestea sunt cauzate de eliberarea energiei din rocile Pământului, pe durata unui cutremur.
<b>Unde de suprafață</b>	Unde seismice care se propagă pe suprafața Pământului sau pe suprafața unui strat interior.
<b>Unde de volum</b>	Unde seismice care se propagă prin interiorul Pământului, inclusiv prin nucleu.
<b>Vulcan</b>	Munte de formă conică format prin erupția la suprafața solului a lavei și a unor produse magmatice.
<b>Zone aseismice</b>	Zone unde nu se produc cutremure.
<b>Zona seismică Vrancea</b>	Regiune seismică situată la curbura Carpaților Orientali.

