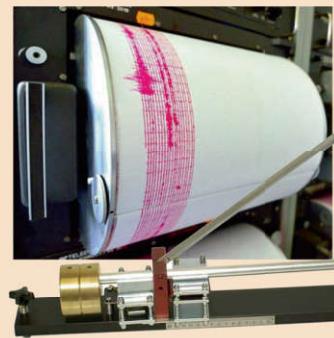
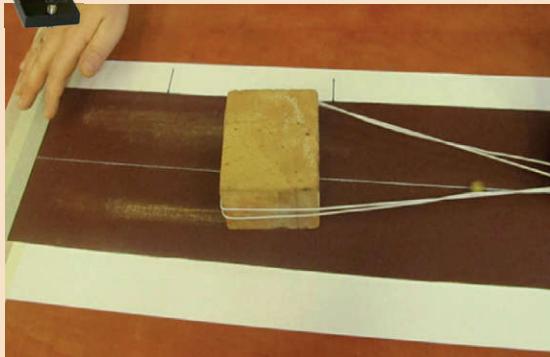


## Învățământ liceal

# Despre cutremure și efectele lor



## Caietul elevului



✓ Învățăm

✓ experimentăm

✓ ne protejăm

Project finanțat de:  
UEFISCDI – Unitatea Executivă pentru Finanțarea Învățământului Superior,  
a Cercetării, Dezvoltării și Inovării

**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 BRIȘAN

Capitolul 5: Emil-Sever GEORGESCU, Claudiu Sorin DRAGOMIR

**Revizori:**

Bogdan Grecu, Mihaela Popa, Speranța Țibu

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

Ilustrație, tehnoredactare și tipar: CD PRESS.

**Structura materialului**

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

Caietul profesorului este structurat pe capitole tematice. Fiecare capitol conține informații teoretice și exemple de activități practice.

Informațiile teoretice sunt destinate profesorilor. În funcție de numărul de ore alocat activităților despre cutremure pe parcursul unui an școlar, profesorii pot selecta informațiile pe care doresc să le transmită elevilor.

Activitățile practice propuse spre a fi derulate cu elevii sunt însotite de informațiile necesare cu privire la strategia de desfășurare a acestora (obiective, materiale didactice, evaluare).

Majoritatea activităților cuprinse în „Caietul profesorului” își au corespondentul într-o fișă din „Caietul elevului”, fișă pe care elevii pot nota/desena/rezolva sarcinile propuse.

**Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României**

**Despre cutremure și efectele lor : învățământ liceal: caietul elevului /**

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

revizori: Bogdan Grecu, Mihaela Popa, Speranța Țibu. - București:

CD PRESS, 2013

ISBN 978-606-528-157-8

I. Zaharia, Bogdan

II. Tătaru, Dragoș

III. Borleanu, Felix

IV. Grecu, Bogdan

V. Popa, Mihaela

VI. Țibu, Speranța Lavinia

502.58:550.348(075.35)

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.

# CUPRINS



## I. SĂ DEFINIM CUTREMURUL

Fișa nr. I.1: Să explicăm cutremurul folosind lucruri la îndemâna .....	5
Fișa nr. I.2: Zonele seismice din România .....	6

## II. UNDE ȘI DE CE SE PRODUC CUTREMURELE

Fișa nr. II.1: O călătorie spre centrul Pământului .....	11
Fișa nr. II.2: Magnetizarea rocilor și expansiunea fundului oceanic .....	13

## III. MĂSURAREA CUTREMURELOR

Fișa nr. III.1: Mișcarea solului produsă de diferite cutremure .....	15
Fișa nr. III.2: Măsurarea magnitudinii unui cutremur .....	17
Fișa nr. III.3: Localizarea epicentrului unui cutremur folosind trei seismograme .....	18

## IV. EFECTELE CUTREMURELOR ASUPRA MEDIULUI NATURAL. CAUZE ȘI MOD DE MANIFESTARE

Fișa nr. IV.1: Lichefiera .....	20
Fișa nr. IV.2: Alunecarea de teren .....	22
Fișa nr. IV.3: Tsunami .....	24

## V. EFECTELE CUTREMURULUI ASUPRA MEDIULUI CONSTRUIT (DELAȘCOALĂ LA LOCALITATE). MĂSURĂ DE COMPORTARE ȘI PROTECȚIE ÎN CAZ DE CUTREMUR

Fișa nr. V.1: Surse posibile ale cutremurelor din România și din zonele ce pot fi afectate de un posibil cutremur .....	25
Fișa nr. V.2: Rebus tematic .....	26
Fișa nr. V.3: Identificarea unor posibile avarii în cadrul unității de învățământ .....	27
Fișa nr. V.4: Realizarea unui model structural rezistent la acțiunea seismică .....	29
Fișa nr. V.5: Testarea cunoștințelor elevilor de liceu privind comportarea și protecția în timpul unui cutremur .....	31



# SĂ DEFINIM CUTREMURUL



## Fișă nr. I.1

### Să explicăm cutremurul folosind lucruri la îndemână

#### Info plus

V-ați întrebat vreodată ce este cutremurul? Deși pare greu de imaginat putem crea un experiment care ne poate ajuta să înțelegem fenomenul.

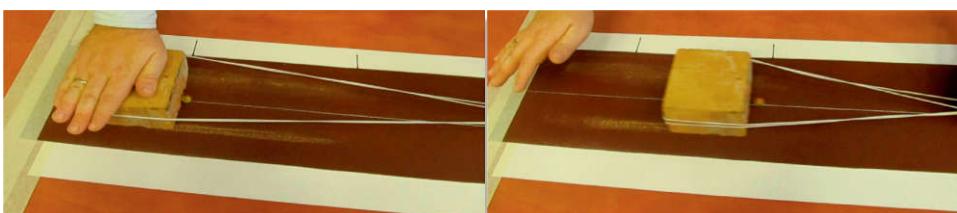
#### Ştiați că...?

- Cele mai multe cutremure sunt prea mici pentru a fi simțite.
- Cel mai mare cutremur înregistrat vreodată a avut loc în 1960, în Chile, având magnitudinea 9,5.
- După cutremurul din Chile din 1960, seismografele au înregistrat undele seismice care au făcut înconjurul Pământului.
- Cutremurile pot declanșa alunecări de teren și pot stârni activități vulcanice.
- Într-un top al țărilor grav afectate de cutremure se numără Japonia, Filipine, India, Nepal, Afganistan, Iran și multe din insulele din Oceanul Pacific.
- Țara cu cele mai frecvente cutremure este Japonia.
- Datele istorice au arătat că cel mai devastator cutremur a avut loc în anul 1557, în China.

#### Verificați-vă cunoștințele!

Folosind un ansamblu format dintr-o cărămidă care alunecă peste o bucată de șmirghel sub acțiunea unei corzi elastice, putem ilustra modul de producere al unui cutremur (fig. 1).

Fig.  
1



Crearea unui experiment care ilustrează modul de producere a unui cutremur



## Fișă nr. I.2

### Zonele seismice din România

#### Info plus

Pe harta seismicității globale se observă distribuția epicentrelor cutremurilor înregistrate în perioada 1990-2012 și localizate de centrele seismologice internaționale. Pe hartă observăm că, după adâncimea focalului, distingem trei tipuri de cutremure de pământ: *cutremure crustale* (colorate cu negru), *cutremure subcrustale sau intermediare* (colorate cu verde) și *cutremure adânci sau profunde* (colorate cu roșu).

Pe teritoriul României se produc două dintre cele trei tipuri de cutremure: *crustale* – în mai multe regiuni ale țării (Vrancea, Făgăraș-Câmpulung, Banat, Crișana, Maramureș și Dobrogea) și *subcrustale* – doar în regiunea Vrancea, cea mai importantă zonă seismică, din cauza energiei cutremurilor produse.

#### Ştiați că...?

- Cel mai mare cutremur din România care a putut fi înregistrat a avut loc în 1940, pe 10 noiembrie, și a avut o magnitudine de 7,7.
- Cele mai multe cutremure din lume se produc în aşa-numita „Centură de foc a Pacificului” (aproximativ 90% din cutremurile de pe glob și aproximativ 81% din cele mai mari cutremure de pe glob se produc aici).
- Cutremure există nu doar pe Pământ, ci și pe Lună.

#### Verificați-vă cunoștințele!

1. Identificați, pe harta seismicității globale (fig. 2), „Centura de foc a Pacificului” și tipurile de cutremure, în funcție de adâncimea la care se produc.
2. Identificați, pe harta seismicității din România (fig. 3), principalele zone seismice ale țării noastre. Orașul în care locuiți se află într-o regiune unde se produc cutremure?
3. Identificați tipurile de cutremure care se produc în zona Vrancea (zona de curbură a Munților Carpați) după adâncimea la care se produc (fig. 4).
4. Studiați argumentele și contraargumentele pentru scenariile date în tabelul 1, privind evoluția în timp a regiunii Vrancea, înscrise în tabelul 2.
5. Găsiți informații suplimentare în ziare / cărți sau pe internet despre această regiune și despre cutremurile care s-au produs aici.
6. Realizați un eseu cu privire la dinamica și comportamentul regiunii seismice Vrancea.

I

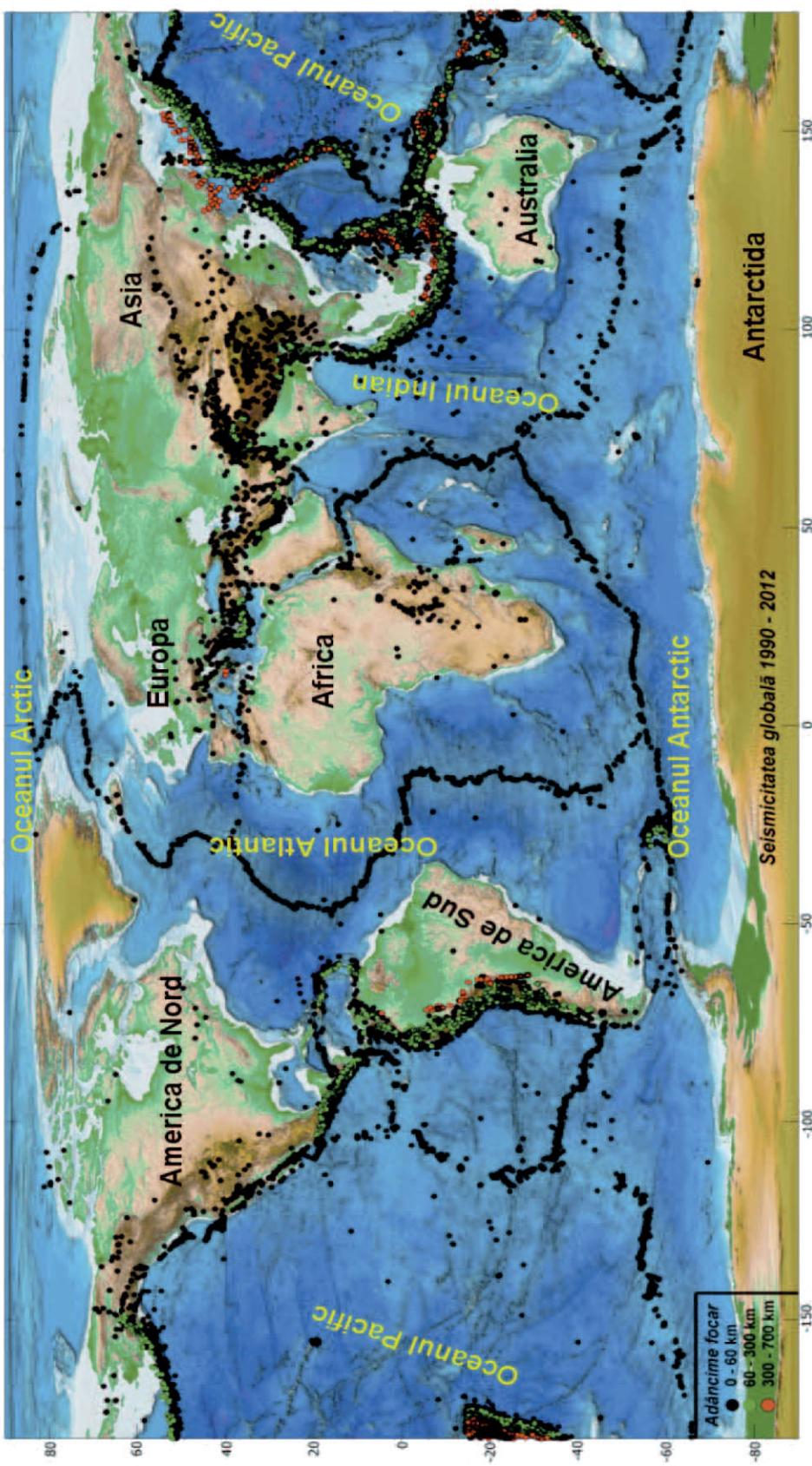
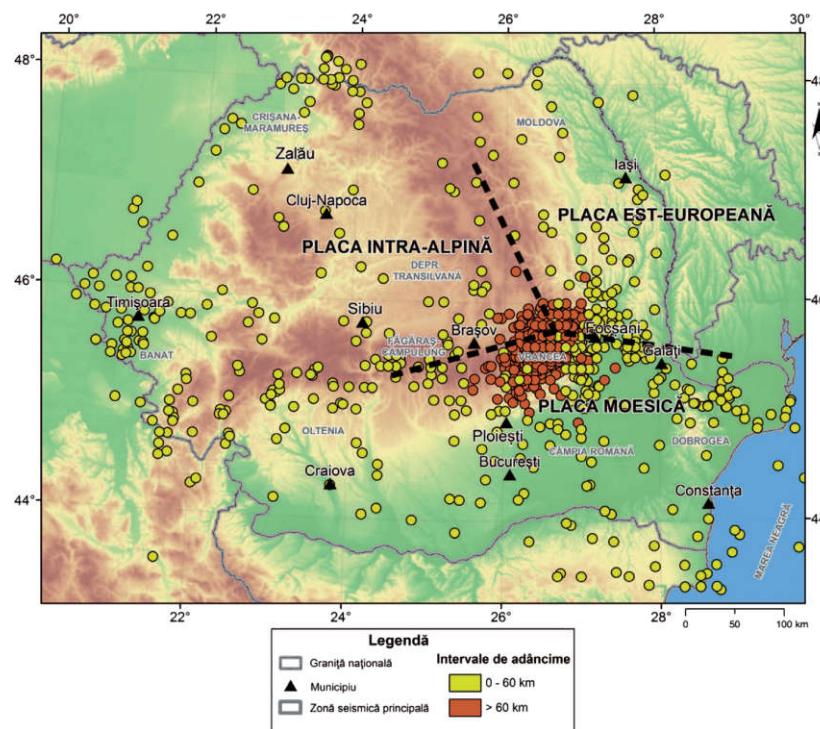


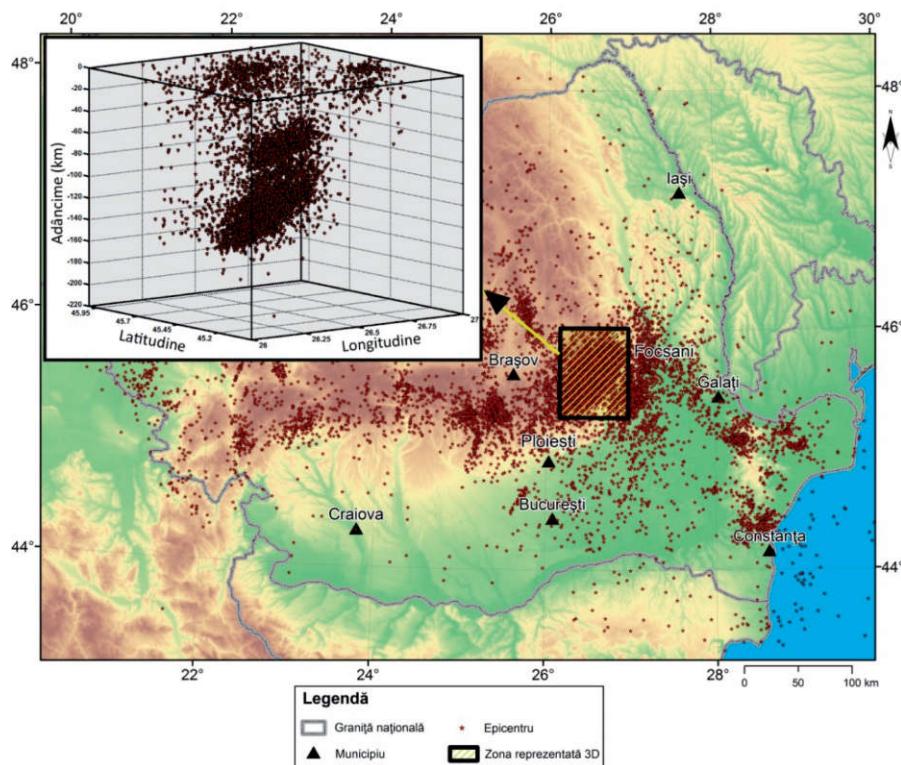
Fig.  
2

**Fig.  
3**



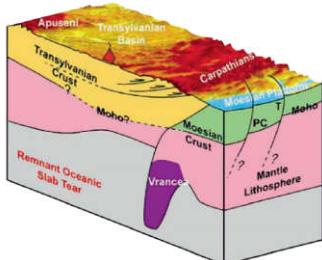
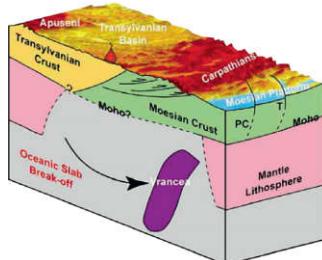
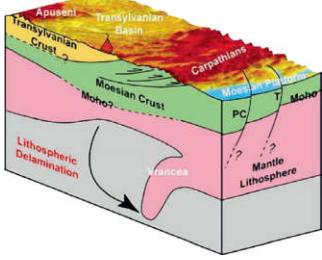
Harta seismicității din România și a zonelor de graniță  
(Sunt reprezentate numai cutremurile cu magnitudinea  $M \geq 3$ )

**Fig.  
4**



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

Tabelul 1

Scenarii privind evoluția în timp a regiunii Vrancea		
Subducția unei plăci oceanice	Subducția unei plăci oceanice, urmată de desprinderea parțială a plăcii subduse	Delaminarea litosferei continentale
		
Proces care apare când marginea unei plăci oceanice se scufundă sub marginea unei plăci continentale.	Proces care apare când marginea unei plăci oceanice se scufundă sub marginea unei plăci continentale, desprinzându-se parțial.	Proces care apare când crusta inferioară se îngroașă din cauza coliziunii a două plăci continentale, devine mai grea și coboară în astenosferă sub forma unei picături.

Sursă desene: J.H. KNAPP et al., 2005

Tabelul 2

Argumente pentru scenariile privind comportamentul regiunii Vrancea			
	Subducția unei plăci oceanice	Subducția unei plăci oceanice, urmată de desprinderea parțială a plăcii subduse	Delaminarea litosferei continentale
<b>Pro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- arcul muntos a fost creat în timpul fazei de ciocnire a plăcilor;</li> <li>- prezența unui lanț vulcanic în interiorul lanțului muntos (Munții Perșani);</li> <li>- seismicitate activă la adâncime subcrustală;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lipsa seismicității între 40 și 60 km adâncime;</li> <li>- migrarea activității vulcanice de-a lungul Arcului Carpatice, dinspre nord spre sud;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- regiunea Vrancea este o zonă tectonică complexă caracterizată de o coliziune de tip continent-continent;</li> <li>- arcul muntos a fost creat în timpul fazei de ciocnire;</li> <li>- coborârea rapidă a plăcii explică prezența activității seismice din interiorul acesteia;</li> </ul>
<b>Contra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- seismicitatea de adâncime subcrustală în zonele de subducție tipică este localizată de-a lungul suprafetei superioare a plăcii subduse;</li> <li>- cutremurile sunt distribuite aproape vertical în partea centrală a plăcii.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- prezența activității seismice în interiorul plăcii arată că aceasta nu poate fi suspendată într-o stare de echilibru, ci suferă o mișcare de coborâre permanentă;</li> <li>- regimul predominant de extensie pe verticală.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- simetria puternică a tectonicii între zona din spatele și din fața Arcului Carpatice.</li> </ul>



### Experimentați!

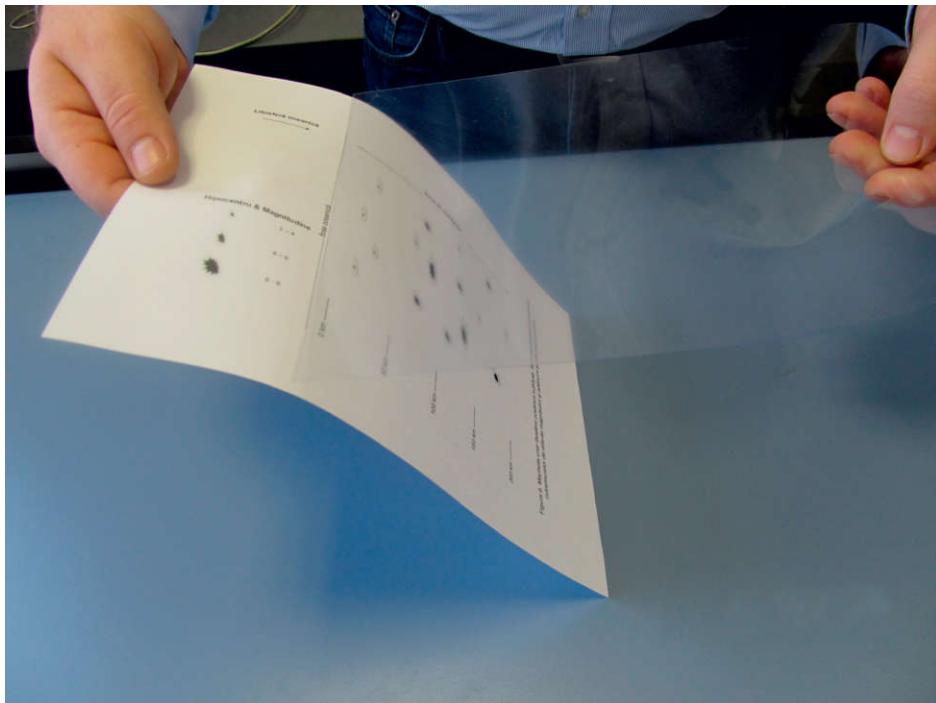
Următoarea activitate (fig. 5) ajută la înțelegerea fenomenului de subducție.

Coala de hârtie din figură reprezintă litosfera oceanică ce se scufundă sub cea continentală, reprezentată de coala transparentă.

Pe coala de hârtie este marcată linia fosei oceanice și sunt desenate hypocentrele unor cutremure de diferite adâncimi și magnitudini. Ce observăm?

- diferența dintre hypocentru și epicentru;
- cutremurile adânci sunt mai depărtate de linia fosei oceanice;
- există o legătură între unghiul sub care placa se subduce și epicentre;
- cutremurile apar doar de o parte a fosei oceanice;
- nu există o relație între magnitudinea cutremurilor și poziția lor în placa subdusă.

**Fig.  
5**



Activitate practică pentru explicarea fenomenului de subducție

# UNDE ȘI DE CE SE PRODUC CUTREMURELE



## Fișă nr. II.1 *O călătorie spre centrul Pământului*

### Info plus

Interiorul Pământului a reprezentat timp îndelungat o enigmă pentru oameni. În anul 1864, Jules Verne a oferit oamenilor posibilitatea de a întreprinde o călătorie imaginară în interiorul acestuia prin publicarea romanului „O călătorie spre centrul Pământului”. Este o poveste plină de aventuri, fapte științifice și extrapolări în care profesorul Hardwigg, împreună cu nepotul său și cu ghidul lor, pătrunde în interiorul Pământului printr-un vulcan din Islanda. O asemenea călătorie este practic imposibil de realizat din cauza condițiilor extreme din interiorul planetei pe care trăim. Această activitate vă va permite să faceți o călătorie virtuală spre centrul Pământului, cu 12 opriri.

### Ştiați că...?

- Mai mult de 80% din suprafața Pământului este de natură vulcanică.
- Forajele executate la adâncimi mari (de cca 8 km) au arătat că temperatura rocilor crește cu aproximativ  $2,7^{\circ}\text{C}$  la fiecare 97 m.

### Experimentați!

Vizualizând modelul la scară al interiorului Pământului și ascultând explicațiile profesorului, descoperiți fascinantele informații despre structura, proprietățile materialelor și condițiile din interiorul planetei.

**Opriri** programate în călătoria virtuală:

- **mai puțin adânci:**

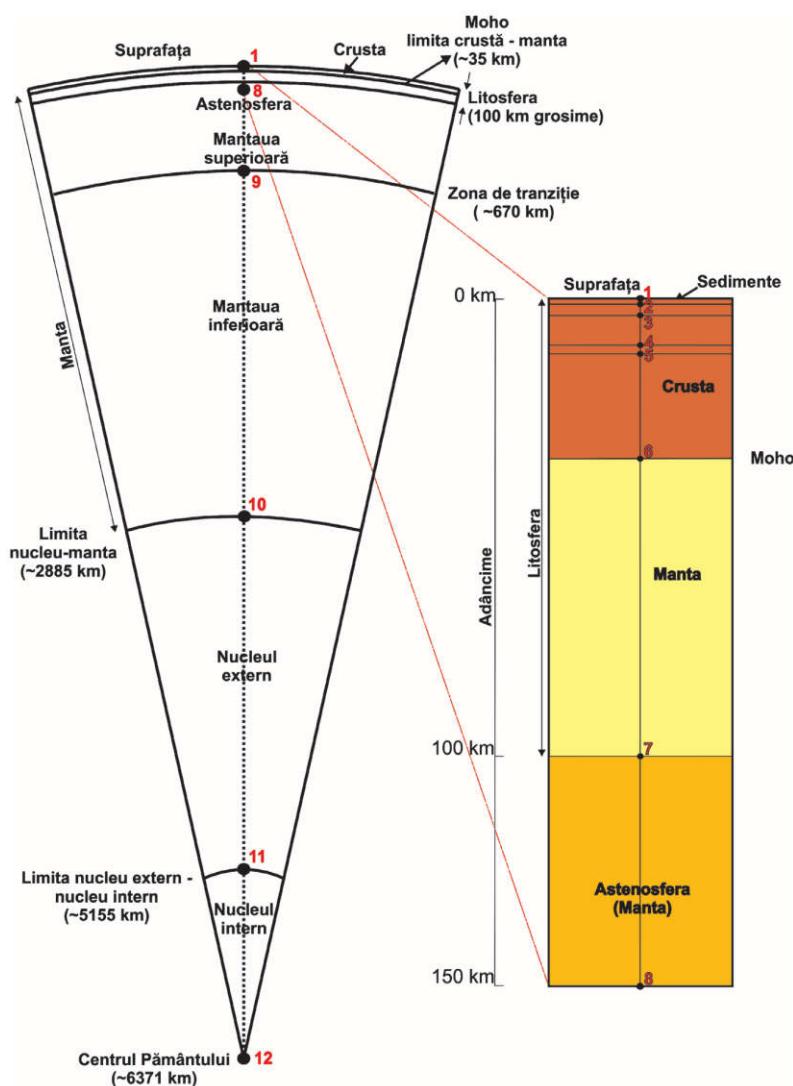
  1. **Suprafața Pământului (0 km)** – Atmosfera deasupra, Pământul dedesubt.
  2. **Limita superioară a fundamentului cristalin (cca 1 km)** – este formată din roci magmatice granitice și metamorfice.
  3. **Cea mai adâncă mină (3,6 km)** – temperatura este aici de  $50^{\circ}\text{C}$ .
  4. **Crusta superioară (cca 10 km)** – la această adâncime se produc cele mai multe cutremure.
  5. **Cel mai adânc foraj (cca 12 km)** – a fost forat pentru studii științifice și explorarea petrolului.
  6. **Limita crustă-manta Moho (cca 35 km)** – crusta este un înveliș subțire; mantaua reprezintă 82% din volumul Pământului.

7. **Baza litosferei (cca 100 km)** – aici, plăcile litosferice se mișcă cu o viteză de câțiva cm/an.
8. **Astenosfera (cca 150 km)** – aici, mantaua este parțial topită și există curenți de convecție.

■ **adânci**

9. **Zona de tranziție a mantalei superioare (cca 670 km)** – presiunea crescută transformă structura cristalină a mineralelor într-o mai compactă, crescând densitatea acestora. Adâncimea reprezintă doar un pic mai mult de 10% din călătorie.
10. **Limita manta-nucleu (2.885 km)** – mantaua solidă (roci bogate în: silicati de fier și magneziu – deasupra; fier și nichel lichid – în nucleul extern).
11. **Limita nucleu extern-nucleu intern (5.155 km)** – presiunea este aici aşa de mare, încât nucleul intern, alcătuit din fier, este solid. Densitatea este de aproape  $13 \text{ g/cm}^3$ .
12. **Centrul Pământului (6.371 km)** – temperatura este de  $5.500^\circ\text{C}$ , iar presiunea este de 3,6 milioane ori mai mare decât la suprafață.

**Fig.  
6**



Model al interiorului Pământului realizat la scară. Numerele roșii reprezintă locațiile opririlor în călătoria virtuală spre centrul Pământului. Coloana din dreapta reprezintă cele 8 oprii din primii 150 km (pentru o mai bună vizualizare, scara a fost mărită de 30 de ori).



## Fișă nr. II.2

### *Magnetizarea rocilor*

### *și expansiunea fundului oceanic*

#### Info plus

Când două plăci tectonice se depărtează una de celalătă, mișcare întâlnită mai ales în zonele mediane ale fundului oceanic, o deschidere în Pământ, numită rift, permite magmei să urce la suprafață. Pe măsură ce se răcește, magma se transformă în roci ce se magnetizează pe direcția câmpului magnetic al Pământului din acel moment. Cu ajutorul aparatelor de măsură a câmpului magnetic (numite magnetometre), putem măsura direcțiile de magnetizare a rocilor vulcanice ce alcătuiesc fundul oceanelor și ne aduc o dovedă clară a variațiilor câmpului magnetic al Pământului de-a lungul timpului geologic.

Mai mult de atât, magnetizarea remanentă a rocilor vine în sprijinul teoriei expansiunii fundului oceanic, care susține că fundul oceanului este într-o continuă expansiune dinspre zona de rift spre exterior.

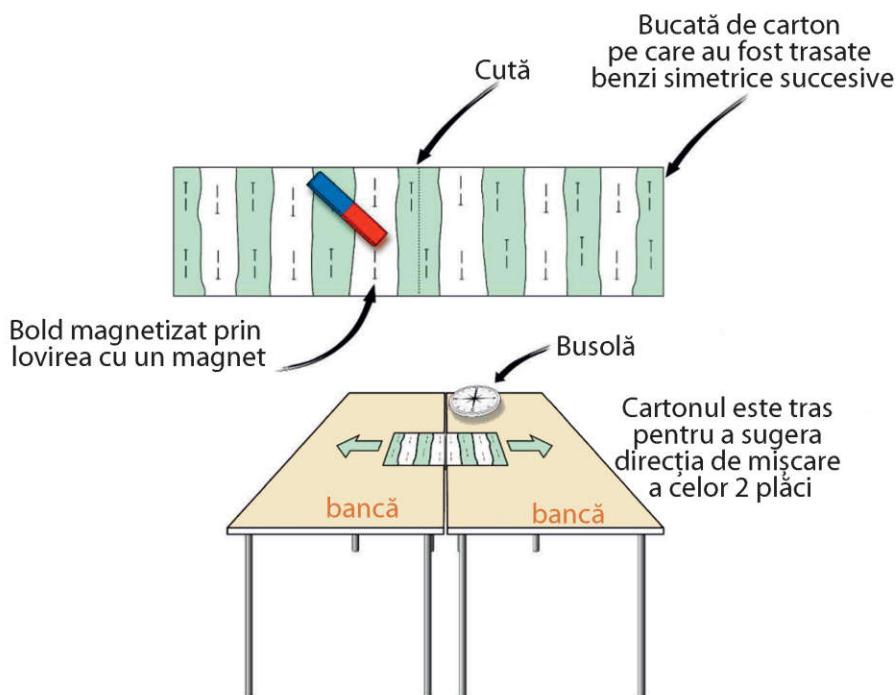
#### Știați că...?

- Câmpul magnetic al Pământului și-a schimbat polaritatea de sute de ori în ultimele sute de milioane de ani (polul nord a devenit polul sud și invers), în medie odată la 500.000 de ani. O inversiune completă poate dura și 10.000 de ani. Ultima perioadă în care câmpul magnetic a fost invers celui actual a fost în urmă cu 750.000-800.000 de ani. Măsurători magnetice recente efectuate în oceanul Atlantic de Sud par să indice că ne aflăm la începutul unei noi perioade de inversiune a câmpului magnetic (începând cu anul 2003).
- Nu se știe cauza schimbărilor polarității (direcției) câmpului magnetic, dar se presupune că un rol important îl are viteza de rotație diferită a nucleului extern lichid față de cea a nucleului solid intern.
- Schimbările de polaritate ale câmpului magnetic pot afecta animalele migratoare. Acestea utilizează câmpul magnetic pentru a se orienta. Experimentele au arătat că poziția în care atârnă liliacii depinde de componenta orizontală a câmpului magnetic.
- Viteza de expansiune a fundului oceanic este variabilă, una dintre cele mai rapide rate de expansiune caracterizând zona de nord a riftului Est-Pacific, iar cele mai mici caracterizează segmentul de nord al Riftului Mediu-Atlantic.

### Experimentați!

Urmărind indicațiile din figura 7 și îndrumările profesorului și realizați un model al fundului oceanic. Veți înțelege cum se magnetizează rocile și dovezile clare oferite de acest proces legate de formarea de crustă nouă în zona rifturilor.

**Fig.  
7**



Experiment care ilustrează concepțele asociate cu expansiunea fundului oceanic  
(The Earth Science Education Unit CD <http://www.earthscienceeducation.com>)

# MĂSURAREA CUTREMURELOR



## Fișă nr. III.1

### *Mișcarea solului produsă de diferite cutremure*

#### Info plus

Amplitudinile înregistrate de seismografe intră în calculul magnitudinii cutremurelor. Măsurând amplitudinea maximă a undelor de volum, putem afla mișcarea solului care s-a produs sub stația seismică unde a fost înregistrată seismograma.

#### Ştiați că...?

- Pentru calculul magnitudinii la sistemele de alarmare seismică (Early Warning Systems), se utilizează primele 5 s ale unei înregistrări.
- Unda primară (P) directă se atenuează puternic între 11.400 și 16.000 km, neputând fi practic detectată de stațiile seismice aflate în acest interval de distanțe.

#### Experimentați!

Comparând seismogramele înregistrate la stația Tîrgușor (TIRR) pentru patru cutremure produse la distanțe locale (aproximativ 220 km), veți observa cum variază amplitudinile maxime în funcție de magnitudine.

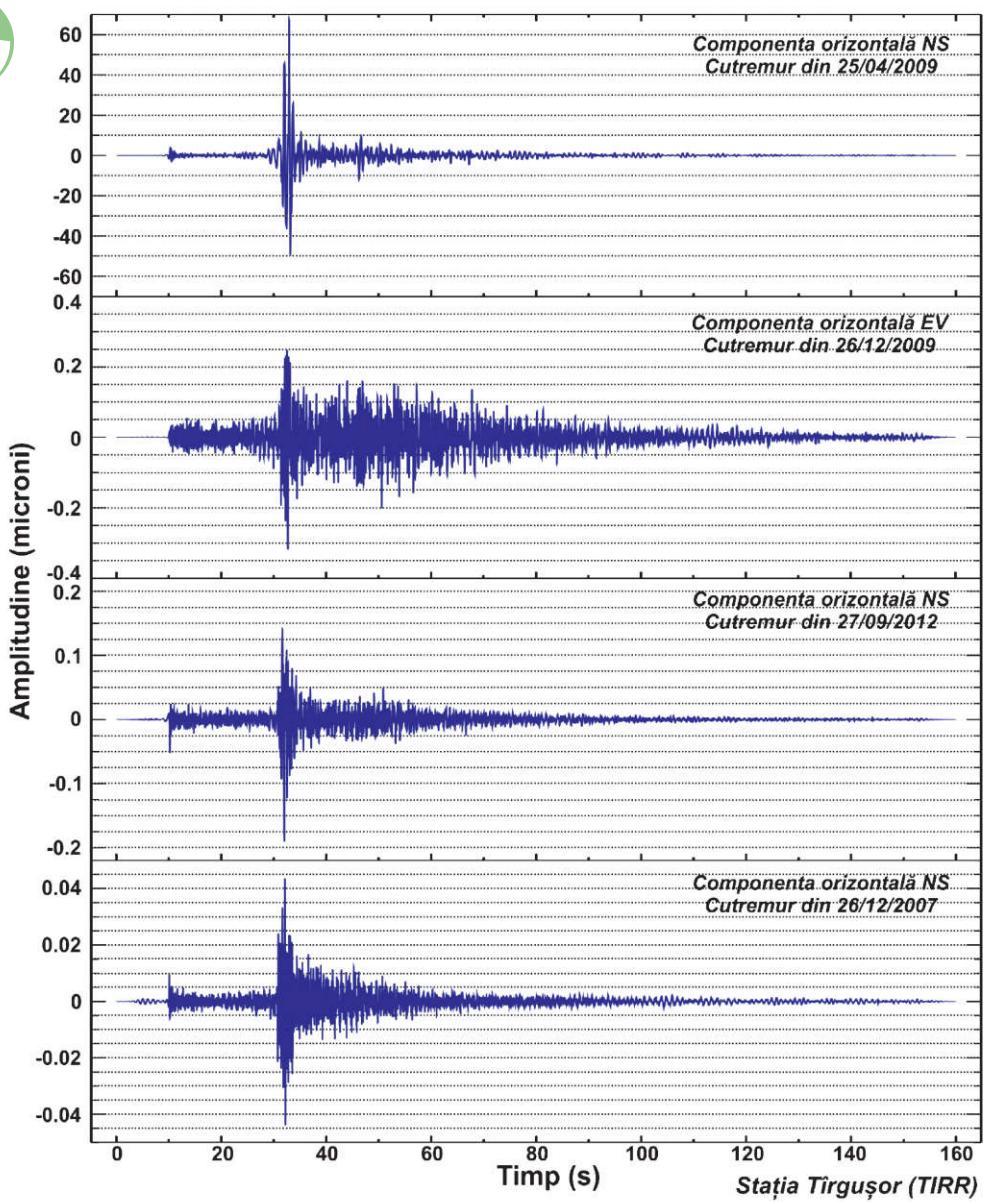
Măsurați amplitudinile pentru fiecare cutremur înregistrat pe seismograma din figura 8. Determinați amplitudinea maximă și notați-o în coloana a VIII-a din tabelul 3.

Reprezentați grafic valorile amplitudinilor (pe ordonată) și cele ale magnitudinilor (pe abscisă). Transformați ordonata în axă logaritmică și menționați relația dintre magnitudine și amplitudine.

Tabelul 3. Parametrii evenimentelor analizate în activitatea III.1

Nr. crt.	Data	Ora	Latitudine ( $^{\circ}$ N)	Longitudine ( $^{\circ}$ E)	Adâncime (km)	Magnitudine	Amplitudine ( $\mu$ m)
1	12/10/2006	17:08:15.4	39,94	55,07	30	5,4	
2	11/01/2012	17:08:02.0	36,33	52,82	24	5,0	
3	27/07/2012	21:39:06.0	36,79	51,35	2	4,3	
4	06/08/2012	07:04:17.0	35,92	53,34	7	4,2	

Fig.  
8



Seismogramele înregistrate la stația MLR pentru cutremurile din tabelul 3



## Fișă nr. III.2

### Măsurarea magnitudinii unui cutremur

#### Info plus

În funcție de dimensiunile rupturii faliei, cutremurile pot avea diferite mărimi. Astfel, forță care generează o rupere de mici dimensiuni a unei falii va genera un cutremur de magnitudine mai mică comparativ cu o forță care va genera o fractură care se întinde pe distanțe de ordinul kilometrelor.

#### Știați că...?

- La cutremurul care s-a produs în Japonia, la data de 11 martie 2011, ruperea s-a produs pe o distanță de 300 km lungime, pe direcția faliei, până la o adâncime de 150 km.

#### Experimentați!

Activitatea are ca scop calcularea magnitudinilor pentru diferite mărimi ale forței (fig. 9). Utilizând formulele primite de la profesor, determinați magnitudinea pentru diferite valori ale forței cu care este trăsă cărămidă. Notați datele folosite în tabelul 5. Precizați ce relație este între magnitudine și forța care trage cărămidă.

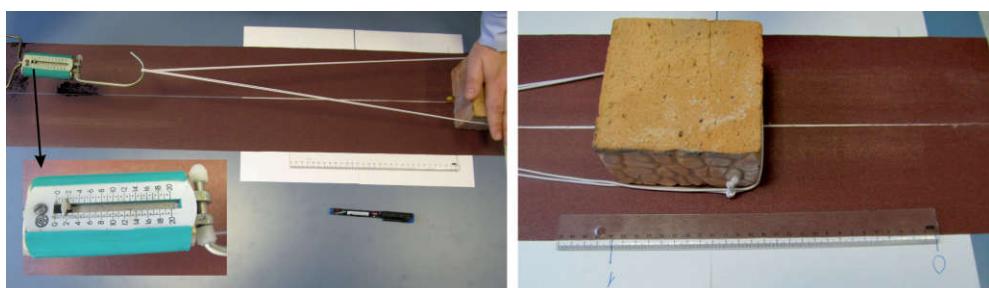
Tabelul 4. Datele utilizate pentru realizarea activității

Nr.	D (m)	m (kg)	F (N)	E (Nm)	M
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

D – deplasarea pe falie; m – masa arătată de cânăr atunci când coarda este întinsă;

F – forța care trage cărămidă (sau forța cutremurului); E – energia cutremurului; M – magnitudinea.

Fig.  
9



Determinarea magnitudinii



## Fișă nr. III.3

### **Localizarea epicentrului unui cutremur folosind trei seismograme**

#### Info plus

Pentru determinarea epicentrului unui cutremur este nevoie de 3 seismograme (fig. 10). În acest sens, este folosită metoda triangulației. Numele provine de la faptul că avem nevoie de înregistrări de la trei stații seismice care formează un triunghi imaginar. Desenând pe hartă un cerc în jurul fiecărei stații având raza egală cu distanța stație - epicentru (epicentrală), punctul de intersecție al cercurilor reprezintă epicentrul cutremurului.

#### Știați că...?

- pentru a localiza un cutremur este suficient să avem înregistrări de la 3 stații seismice, dar că acestea trebuie să se situeze în jurul epicentrului?
- O localizare a unui cutremur este cu atât mai precisă cu cât stațiile sunt mai bine distribuite în jurul epicentrului și erorile scad direct proporțional cu numărul de înregistrări folosite

#### Experimentați!

1. Pentru fiecare stație elevii vor identifica timpii de sosire ai undelor P și S și vor calcula diferența acestora ( $T_s - T_p$ ). Valoarea determinată se va nota în tabelul 5. Utilizând formula de mai jos, elevii vor obține distanța de la epicentru la stație (distanță epicentrală) pentru fiecare stație și o vor nota tot în tabelul 5.

$$\text{Distanța epicentrală (km)} = (T_s - T_p) \times 8$$

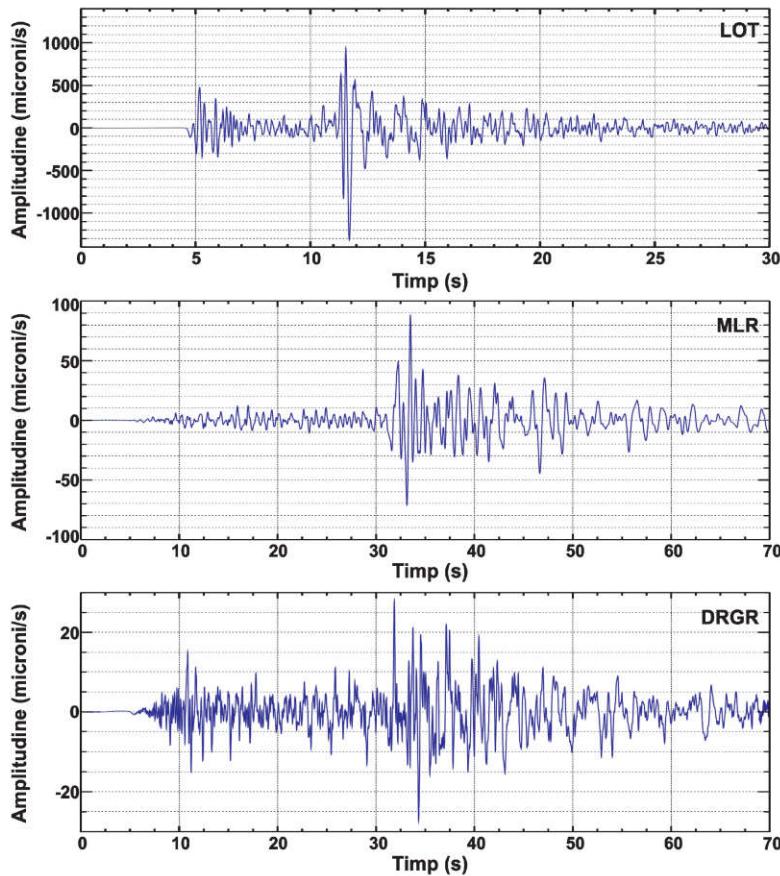
2. După determinarea distanțelor epicentrale, elevii vor trasa cu ajutorul unui compas în jurul fiecărei stații marcate pe harta din fig. 11 cercuri cu razele (măsurate în km) egale cu distanțele determinate (rândul 2, tabelul 5). Utilizați scara la care este desenată harta pentru a fixa raza cercului (distanță epicentrală).

Tabelul 5

	LOT	MLR	DRGR
Diferența timpilor de sosire între undele P și S			
Distanța stație – epicentru (epicentrală)			

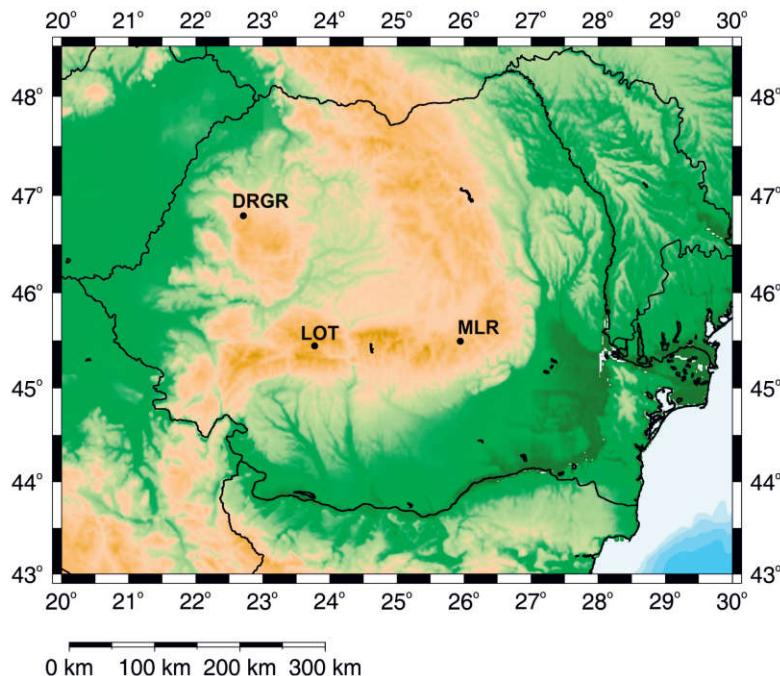
IV

**Fig.  
III.4a**



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

**Fig.  
11**



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

## EFECTELE CUTREMURELOR ASUPRA MEDIULUI NATURAL. CAUZE ȘI MOD DE MANIFESTARE



### Fișa nr. IV.1 *Lichefierea*

#### Info plus

Lichefierea se produce în sedimente neconsolidate (nisip, pietriș fin), în umpluturi de construcție saturate cu apă, sub incidența vibrațiilor generate de seism. Datorită faptului că pe aceste depozite aflate aproape de suprafața scoarței terestre (stratul superficial) sunt fundate construcțiile, pierderea fermității acestor depozite și, totodată, a portanței vor provoca mari distrugeri. Acestea vor fi rezultatul basculării (inclinării) clădirilor sau a afundării lor în substrat.

Procesul poate fi explicat astfel: un solid (sediment, sol etc.) capătă caracteristicile unui lichid ca rezultat al creșterii presiunii în interiorul porilor și al reducerii acțiunii forței pe unitatea de suprafață.

Lichefierea și fenomenele asociate acesteia pot să apară în timpul cutremurelor sau la un anumit timp (de ordinul minutelor) după mișcarea seismică. Acest lucru se datorează faptului că formarea presiunii care produce lichefierea în substrat este un proces anevoios, iar nisipul mișcător este un fluid greu și vâscos, care se mișcă destul de încet. Mai mult decât atât, starea de nisip mișcător poate persista, după seism, timp de mai multe ore sau chiar zile.

Fenomenul de lichefieri poate să apară la distanțe diferite de epicentru, atât în terenuri orizontale, cât și în terenuri în pantă. În acest din urmă caz, mai pot apărea asociate și mari alunecări de teren.

După realizarea experimentului propus, veți înțelege care este diferența dintre un sediment saturat cu apă și unul lichefiat și când se produce lichefiera. De asemenea, veți fi în măsură să evaluați potențialul distructiv al lichefierii asupra clădirilor și rețelelor de utilități.

Fig.  
12



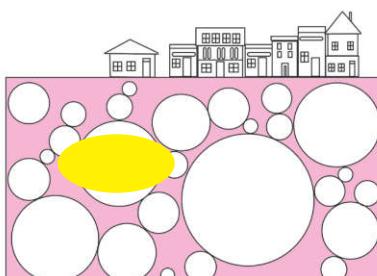
Daune provocate de lichefiera terenului în urma cutremurului din 1964, produs la Niigata, Japonia

### Ştiaţi că...?

- Prima încercare de definire a condițiilor în care se produce lichefiera s-a făcut în anul 1936, iar ulterior, efectele catastrofale ale cutremurilor din 1964, în Japonia, la Niigata, și în Alaska, la Anchorage, au determinat aprofundarea studiilor privind fenomenul de lichefieri, în special în cele două țări afectate, Japonia și S.U.A.
- Cutremurul de la Niigata din 1964 reprezintă primul eveniment din lume în care toate tipurile de infrastructuri moderne au fost distruse de lichefiera terenului.

### Verificați-vă cunoștințele!

1. Completați spațiile libere cu noțiunile corespunzătoare.  
Lichefiera este un proces care se produce în sedimente ..... sub incidență ..... generată de cutremur.  
Probabilitatea producerii lichefierii este direct proporțională cu ..... cutremurului.
2. Alegeti varianta pe care o considerați corectă.  
O clădire construită pe un teren sub care s-a produs un fenomen de lichefieri, de obicei:
  - a) se va prăbuși;
  - b) se va răsturna;
  - c) se va răsuci.
3. Scrieți, în ovalul galben, momentul corespunzător celor două situații din imagini (*înainte*, respectiv *după* manifestarea unui seism) și explicați diferența dintre cele două situații.




---



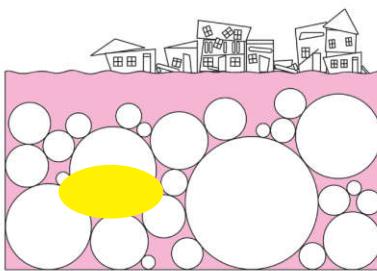
---



---



---




---



---



---



---



## Fișă nr. IV.2

### Alunecarea de teren

#### Info plus

Alunecarea de teren reprezintă deplasarea pe pantele de la suprafața Pământului a unui volum de roci sau de sol. Așadar, o putem defini ca un proces de instabilitate.

Declanșarea alunecării de teren sub incidența seismului este guvernată de:

- *mărimea forțelor* care acționează asupra masei de material aflate pe versant;
- *tipul materialului*;
- *unghiul pantei*.

Toți acești factori creează probabilitatea apariției alunecării.

#### Ştiați că...?

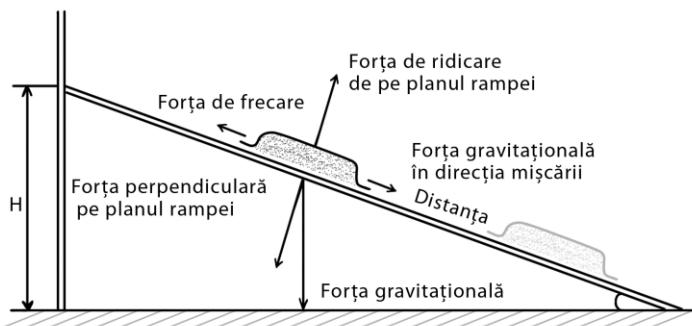
- Seismele duc la declanșarea alunecărilor de teren, mai ales în zonele cu topografie instabilă (teren aluvial, loess etc.). De cele mai multe ori, alunecările produc o creștere a efectelor distrugătoare, umane și materiale. Așa s-a întâmplat și în cazul celui mai catastrofal cutremur al secolului XX (Tangshan, 1976) și chiar al istoriei (Shaanxi, 1556), ambele produse în China.
- Cutremurul din 4 martie 1977, cu magnitudinea de 7,2 și epicentrul în Vrancea a reactivat alunecări vechi la intervale diferite de timp și a declanșat alunecări noi de teren. Au fost barate cursuri de apă (Ex.: Zăbala, Drănița etc.), formându-se lacuri temporare; au fost distruse zeci de case din cauza unor alunecări de teren (Ex. Slon, Vrancea, 29 case; Colți, Buzău). Alte zone cu alunecări au fost în bazinul superior al Râmnicului, în bazinul Putnei, pe malul stâng al Siretului etc.

#### Experimentați!

Factorii care creează probabilitatea apariției alunecării vor primi diferite valori în cadrul experimentului propus și, în funcție de aceste valori, va fi apreciat momentul de debut al alunecării de teren, demonstrându-se faptul că înclinarea versantului determină felul în care forța gravitațională acționează pe o suprafață de teren și felul în care aceasta este dependentă de forța de frecare (fig. 13).

Tabelul 6. Panta și măsurările de forțe

Unghi	Înălțime	Forță
10°		
20°		
30°		
40°		
50°		
60°		


  
Fig.  
13


Analiza forțelor în poziție de repaus

Tabelul 7. Efectul înălțimii asupra materialelor

Material	Unghi	Înălțime	Efectul unui cutremur simulant
Nisip uscat			
Nisip umed			
Sol uscat			
Sol umed			
Alt tip			
Alt tip			

### Verificați-vă cunoștințele!

Răspundeți la următoarele întrebări referitoare la alunecările de teren.

1. De ce credeți că valoarea arătată de cântar este mai mare pe măsură ce un capăt al rampei este tot mai ridicat?
2. La ce înălțime (sau la ce unghi) alunecă nisipul uscat?
3. De ce credeți că se produce alunecarea? Apreciați forțele care acționează asupra terenului.
4. Care este efectul unui cutremur simulant (al bătăii pe rampă) asupra nisipului uscat?
5. De ce credeți că un cutremur simulant are acest efect?
6. Înainte să testați nisipul umed, spuneți ce efect credeți că va avea asupra alunecării prezența apei în nisip.
7. Ce efect credeți că va avea prezența apei în depozitul de nisip asupra propriului unghi de alunecare? De ce?
8. Ce efect are simularea cutremurului (lovitura ușoară pe suprafața pantei) asupra nisipului umed?
9. Cum ați controlat următoarele variabile?
  - a) înălțimea sau unghiul;
  - b) cantitatea de material;
  - c) umiditatea;
  - d) condițiile de suprafață;
  - e) altele.
10. Cum v-ați asigurat că modificați numai câte o variabilă odată?
11. Încercați să explicați, cât de detaliat puteți, pe baza datelor obținute, în ce fel au afectat seismele alunecările.
12. Cum poate fi testată explicația dată?
13. Ce vi s-a părut interesant sau neașteptat în experiment? De ce?



## Fișă nr. IV.3

### Tsunami

#### Info plus

Tsunami sunt valuri uriașe provocate de către cutremurile suboceânice.

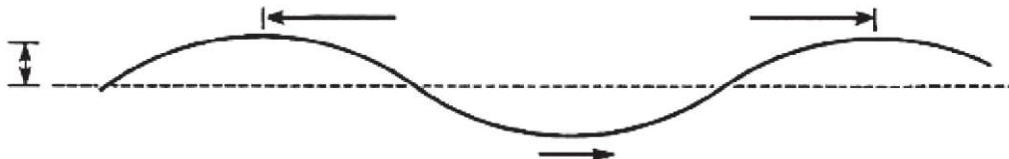
În principal, seismele dar și alte manifestări suboceânice, cum sunt erupțiile vulcanice sau alunecările de teren, pot să ducă la apariția de tsunami. Acest fapt se datorează împingerii bruște a coloanei de apă de deasupra locului de formare. Mișcarea se propagă în ocean sub forma unei unde cu o viteză de 700-800 km/h. Datorită adâncimilor mari din largul oceanelor, unda care traversează această zonă poate trece neobservată, pentru că valurile pe care le creează nu depășesc 1 m înălțime. Situația se schimbă atunci când adâncimea scade, atunci când unda se apropie de țărm. Valurile cresc din ce în ce mai mult în înălțime, putând ajunge până la zeci de metri, iar în momentul revărsării asupra țărmului mătură tot ceea ce le stă în cale.

#### Știați că...?

- Istoricul grec Thucidides (460-395 î. H.), în opera sa, *Istoria războiului Peloponesian*, a fost primul care a asociat valurile tsunami cu cutremurile subacvatice.

#### Verificați-vă cunoștințele!

- Plasați pe figură caracteristicile valului seismic și valorile medii ale acestora.



- Scenariul posibil al unui tsunami: imaginați-vă că se produce un seism cu magnitudine de 6,8 grade Richter, la 1.625 km de un oraș de pe țărm, pe o falie situată sub fundul oceanic, la adâncimea de 3,8 km. Este generat un tren de unde cu viteză de 650 km/h și lungimea de undă de 150 km. Centrul Național de Avertizare pentru Tsunami alertează populația orașului.

#### Răspundeți următoarelor cerințe:

- a) Cât va dura până când tsunamiul va lovi orașul de pe țărm?
- b) Primul val atinge uscatul la ora 2:00 p.m. Are Laura timp să-și salveze ceea ce are pe plajă înainte de ajungerea celui de-al doilea val? Calculați perioada valului. (Perioada reprezintă lungimea de undă împărțită la viteză).
- c) Descrieți ce ar putea să se întâmple atunci când valul ar lovi orașul de pe țărm.
- d) Ce s-ar putea pregăti pentru evitarea efectelor acestui tsunami?

# EFFECTELE CUTREMURULUI ASUPRA MEDIULUI CONSTRUIT (DE LA ȘCOALĂ LA LOCALITATE). MĂSURI DE COMPORTARE ȘI PROTECȚIE ÎN CAZ DE CUTREMUR



## Fișă nr. V.1

*Surse posibile ale cutremurilor din România și din zonele ce pot fi afectate de un posibil cutremur*

### Info plus

Dintre cutremurile care produc efectele cele mai importante asupra clădirilor fac parte cutremurile vrâncene de adâncime intermediară, aria afectată de acestea fiind de aproximativ 50%, în timp ce cutremurile de suprafață (zona Banat, în principal) afectează numai 15% din suprafața țării.

### Verificați-vă cunoștințele!

Pe harta de zonare, identificați valorile de vârf ale accelerării terenului pentru proiectare ( $a_g$ ) pentru localitatea în care vă aflați, precum și localitatea pentru care valoarea acestuia este maximă.

Pentru localitatea în care vă aflați, veți indica tipurile de clădiri posibil să fie afectate în condițiile producerii unui cutremur de pământ.



Harta de zonare a teritoriului României în termeni de valori de vârf ale accelerării terenului (Cod P100-1:2006)

V



## Fișă nr. V.2

### Rebus tematic

#### Info plus

Cutremurile pot produce efecte negative asupra construcțiilor și a ansamblurilor de construcții vulnerabile, uneori cu caracter de dezastru. De asemenea, vă amintim că în alcătuirea de ansamblu a unei clădiri intră atât elementele structurale, cât și elementele nestructurale.

**Structura** este partea din clădire capabilă să preia eforturile care iau naștere ca urmare a acțiunilor exterioare și interioare asupra clădirii.

**Avarierea** unei clădiri reprezintă schimbarea nefavorabilă în starea unei structuri (apariția unor fisuri, crăpături, căderi de material etc.), care îi poate afecta performanțele.

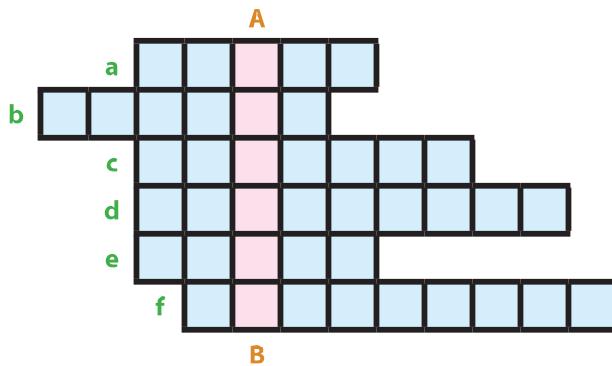
#### Ştiați că...?

- La stabilirea formei și a alcăturii de ansamblu a clădirilor liceelor se aleg contururi regulate în plan, compacte și simetrice, evitându-se disimetrii pronunțate, în vederea limitării efectelor deformațiilor sub acțiunea cutremurelor.

#### Verificați-vă cunoștințele!

Pe baza noțiunilor teoretice învățate anterior despre clădiri și despre efectele cutremurelor de pământ asupra acestora, rezolvați rebusul tematic propus.

- a) Elemente structurale ce asigură legătura pe verticală între diferite etaje.
- b) Element de construcții la care cele trei dimensiuni sunt aproximativ egale.
- c) Elemente structurale de suprafață plane, care asigură rigiditatea pe direcție orizontală.
- d) Parte a clădirii care preia eforturile ce iau naștere din diferite tipuri de acțiuni exterioare și interioare.
- e) Continuări ale pereților exteriori peste nivelul terasei.
- f) Strat de finisaj aplicat pe suprafața brută a clădirilor.





## Fișa nr. V.3

### **Identificarea unor posibile avarii în cadrul unității de învățământ**

#### Info plus

În activitatea de identificare a unor posibile avarii, un prim pas este să recunoașteți categoria structurală din care face parte clădirea în care vă desfășurați activitatea precum și elementele structurale și nestructurale. Spre exemplu, dacă se observă un stâlp sau o grindă, clădirea poate avea o structură cu schelet din beton armat sau mixtă; dacă pereții exteriori sunt groși de circa 37,50-50,00 cm, clădirea are o structură cu pereți strucțurali din zidărie etc.

#### Ştiați că...?

- Specialiștii din activitatea de investigare de urgență post-cutremur a avariilor la clădiri utilizează formule precum Metodologia ME-003:2007, România, Formularul AeDES, 2008, Italia etc.

#### Verificați-vă cunoștințele!

Pe baza noțiunilor prezentate, completați fișa următoare, ce conține date referitoare la:

1. identificarea clădirii;
2. geometria și funcționalitatea clădirii;
3. categoria clădirii;
4. avariile produse.

Odată identificate, veți nota fiecare detaliu de tip fisură-crăpătură care apare la aceste elemente.

<b>1) IDENTIFICAREA CLĂDIRII</b>																																																																	
Localitatea: _____ Numele proprietarului: _____ Numărul clădirii:  __ __  Adresa clădirii: _____ Numărul:  __ __ __ __  Cod poștal:  __ __ __ __  Proprietate : <input type="checkbox"/> privată <input type="checkbox"/> publică																																																																	
<b>2) GEOMETRIA ȘI FUNCȚIONALITATEA CLĂDIRII</b>																																																																	
Numărul total de niveluri  __ __  Numărul de subsoluri  __ __  Subsol <input type="checkbox"/> Da <input type="checkbox"/> Nu Înălțimea medie de nivel (m)  __ __ , __  Suprafața medie a planșeului (mp)  __ __ __ __  Poziție: <input type="checkbox"/> Izolată <input type="checkbox"/> Centrală <input type="checkbox"/> Periferică <input type="checkbox"/> În extremitate Anul construcției/intervenției  __ __ __																																																																	
<b>3) CATEGORIA CLĂDIRII</b>																																																																	
<b>Structură verticală portantă predominantă:</b> <input type="checkbox"/> Necunoscută <input type="checkbox"/> Cladire de lemn <input type="checkbox"/> Cladire din beton armat: <input type="checkbox"/> Necunoscută <input type="checkbox"/> Cadre <input type="checkbox"/> Pereți strucurali <input type="checkbox"/> Sistem mixt <input type="checkbox"/> Cladire metalică <input type="checkbox"/> Necunoscută <input type="checkbox"/> Cadre <input type="checkbox"/> Contravânturi <input type="checkbox"/> Pereți din beton armat <input type="checkbox"/> Cladire din zidărie sau mixtă (zidărie și BA, zidărie și lemn) <input type="checkbox"/> Panouri mari. <input type="checkbox"/> Altele	<b>Structură orizontală predominantă:</b> <input type="checkbox"/> Necunoscută <input type="checkbox"/> Bolți <input type="checkbox"/> Planșee flexibile (de lemn) <input type="checkbox"/> Planșee semirigide (grinzi metalice și plăci ceramice) <input type="checkbox"/> Planșee rigide (beton armat)																																																																
<b>Vulnerabilități pentru clădiri din BA/metalice (opțiuni multiple)</b> <input type="checkbox"/> Etaj slab <input type="checkbox"/> Stâlpi de înălțime mică	<b>Vulnerabilități pentru clădiri din zidărie/mixte (opțiuni multiple)</b> <input type="checkbox"/> Pereți discontinui <input type="checkbox"/> Deschideri mari / apropiate de extremități <input type="checkbox"/> Coșuri de fum în pereți Forme neregulate <input type="checkbox"/> în plan <input type="checkbox"/> în elevație																																																																
<b>4) AVARII</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Avarierea unor elemente structurale</th> <th colspan="3">Avarierea unor elemente nestructurale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>Structurile verticale</b></td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td><b>Planșee</b></td> <td><b>Avariile pereților de compartimentare</b></td> <td><b>Prăbușirea coșului de fum, a țigărilor</b></td> <td><b>Căderea parapetelor,..</b></td> </tr> <tr> <td><b>Scări</b></td> <td><b>Cădere a tencuilii</b></td> <td><b>Avariile în rețea de alimentare cu apă/canalizare</b></td> <td>.....</td> </tr> <tr> <td><b>Învelitoare</b></td> <td><b>Cădere a tavanului fals</b></td> <td><b>Avariile în rețea de electricitate/gaz natural</b></td> <td>.....</td> </tr> <tr> <td><b>Pereți de umplutură</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Avariere generală totală</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Riscuri exterioare</b></td> <td><b>Asupra clădirii</b></td> <td><b>Asupra intrării în clădire</b></td> <td><b>Asupra străzilor aferente</b></td> </tr> <tr> <td>Riscul căderii unor obiecte din clădirile adiacente</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Riscul unor alunecări de teren</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Avariile în rețelele de apă, canalizare, gaz</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><b>Terenul de fundare și fundația</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Morfologia terenului</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Vale</td> <td></td> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Panta abruptă</td> </tr> <tr> <td>Plat</td> <td></td> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Creastă sau bază</td> </tr> <tr> <td>Panta usoară</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Avarierea unor elemente structurale	Avarierea unor elemente nestructurale			<b>Structurile verticale</b>				<b>Planșee</b>	<b>Avariile pereților de compartimentare</b>	<b>Prăbușirea coșului de fum, a țigărilor</b>	<b>Căderea parapetelor,..</b>	<b>Scări</b>	<b>Cădere a tencuilii</b>	<b>Avariile în rețea de alimentare cu apă/canalizare</b>	.....	<b>Învelitoare</b>	<b>Cădere a tavanului fals</b>	<b>Avariile în rețea de electricitate/gaz natural</b>	.....	<b>Pereți de umplutură</b>				<b>Avariere generală totală</b>				<b>Riscuri exterioare</b>	<b>Asupra clădirii</b>	<b>Asupra intrării în clădire</b>	<b>Asupra străzilor aferente</b>	Riscul căderii unor obiecte din clădirile adiacente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Riscul unor alunecări de teren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Avariile în rețelele de apă, canalizare, gaz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Terenul de fundare și fundația</b>				Morfologia terenului	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vale			<input type="checkbox"/> Panta abruptă	Plat			<input type="checkbox"/> Creastă sau bază	Panta usoară			
Avarierea unor elemente structurale	Avarierea unor elemente nestructurale																																																																
<b>Structurile verticale</b>																																																																	
<b>Planșee</b>	<b>Avariile pereților de compartimentare</b>	<b>Prăbușirea coșului de fum, a țigărilor</b>	<b>Căderea parapetelor,..</b>																																																														
<b>Scări</b>	<b>Cădere a tencuilii</b>	<b>Avariile în rețea de alimentare cu apă/canalizare</b>	.....																																																														
<b>Învelitoare</b>	<b>Cădere a tavanului fals</b>	<b>Avariile în rețea de electricitate/gaz natural</b>	.....																																																														
<b>Pereți de umplutură</b>																																																																	
<b>Avariere generală totală</b>																																																																	
<b>Riscuri exterioare</b>	<b>Asupra clădirii</b>	<b>Asupra intrării în clădire</b>	<b>Asupra străzilor aferente</b>																																																														
Riscul căderii unor obiecte din clădirile adiacente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																														
Riscul unor alunecări de teren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																														
Avariile în rețelele de apă, canalizare, gaz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																														
<b>Terenul de fundare și fundația</b>																																																																	
Morfologia terenului	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																														
Vale			<input type="checkbox"/> Panta abruptă																																																														
Plat			<input type="checkbox"/> Creastă sau bază																																																														
Panta usoară																																																																	



## Fișă nr. V.4

### *Realizarea unui model structural rezistent la acțiunea seismică*

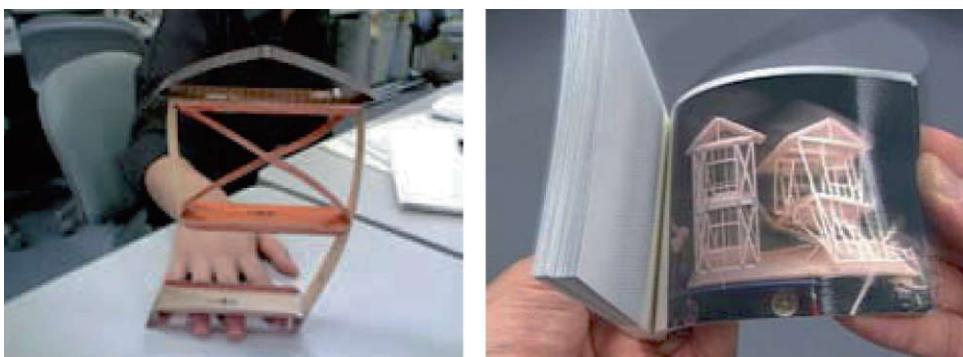
#### Info plus

Vă amintim că efectele cutremurului asupra clădirilor diferă în funcție de perioada în care acestea au fost construite, de tipologia structurală, precum și de calitatea materialelor utilizate.

#### Știați că...?

- Cea mai mare platformă seismică pentru încercare la scară naturală a clădirilor se află în Japonia.
- Profesorul Fukuwa de la Universitatea Nagoya, din Japonia, a creat machete și mini-simulatoare de tip bururu (fig. 15), considerate materiale educaționale remarcabile.

Fig.  
15



Materiale educaționale create de profesorul Fukuwa

#### Experimentați!

În cadrul acestei activități, se vor realiza două modele structurale (fig. 16) din fâșii de carton (poate fi utilizat și un material plastic), prinse la îmbinări cu adeziv sau cu capse. Rolul peretilor structurali va fi jucat de plăcile de polistiren de 2 cm grosime (sau de betisoarele de lemn dispuse în forma literei X), tăiate la dimensiunile ochiurilor de cadru. În cazul unuia dintre cele două modele structurale, golurile din cadrele primelor două niveluri vor fi lăsate libere și vor avea rolul de etaje slave.

Scopul este acela de a observa oscilațiile diferite ale celor două clădiri, cauzate de cutremurul induș la mini-simulator. În cazul de față, comportarea diferită a celor două clădiri este dată de tipologia structurală.

V

Cu ajutorul unor materiale uzuale (polistiren de grosime 2-3 cm, cutie de carton, benzi din carton de lățime 2,5 cm, bețișoare din lemn, elastice, foarfecă, capsator, bandă adezivă, adezivi, riglă, creion, piuneze), se vor realiza atât mini-simulatorul seismic, cât și cele două modele de clădiri, cu și fără etaje slave.

Fig.  
16



*Exemple de modele cu dimensiuni și regim de înălțime diferite*



## Fișă nr. V.5

### **Testarea cunoștințelor elevilor de liceu privind comportarea și protecția în timpul unui cutremur**

#### Ştiaţi că...?

- Principalele Instituții ce întreprind acțiuni de educație preventivă în România pe probleme legate de cutremure și alte dezastre naturale sunt: Inspectoratul pentru Situații de Urgență (ISU), Crucea Roșie și INCERC.

#### Verificați-vă cunoștințele!

Aceasta este o activitate de evaluare pe bază de chestionar. Pe baza cunoștințelor acumulate anterior cu privire la modul în care trebuie să ne protejăm și să ne comportăm în timpul unui cutremur, completați chestionarul cu întrebări de tip grilă.

#### Chestionar

1. Care dintre cuvintele de mai jos pot fi asociate unui cutremur de pământ din punctul de vedere al percepției?
  - a) Stări de stres.
  - b) Seninătate, mulțumire deplină.
  - c) Senzație de spaimă violentă, la nivel individual sau de colectivitate.
  - d) Depresie.
  - e) Teamă.
  
2. Cum reacționați în timpul producției unui cutremur de pământ?
  - a) Alergați spre căile de evacuare.
  - b) Stați liniștiți până în momentul în care mișcarea seismică încetează.
  - c) Stați în poziția ghemuit, sub o bancă, și încercați să vă protejați capul.
  - d) Stați lângă bancă și așteptați să înceteze mișcarea.
  
3. Cum vă comportați în afara clădirii, pe drum sau în mijloacele de transport în comun?
  - a) Vă deplasați cât mai departe de clădire, în locurile special destinate.
  - b) Intrați în clădire și vă adăpostiți sub o bancă.
  - c) În cazul în care sunteți în autoturism, opriți într-un loc deschis.
  - d) Afară, vă feriți de firele de curent electric și de orice cabluri care pot să cadă.
  - e) La metrou, vă deplasați în grabă către scările rulante.

V

4) Care dintre afirmațiile de mai jos sunt adevărate?

- a) Dacă v-ați protejat timp de două minute, ați trecut pericolul principal.
- b) Măsurile de protecție în clădiri trebuie realizate rapid, imediat ce mișcarea seismică a fost sesizată.
- c) Păstrați-vă calmul, nu intrați în panică, liniștiți și protejați ceilalți membri ai familiei și colegii, fără a vă speria de zgomotele din jur.
- d) Aplicați planul de intervenție al liceului cu măsurile cunoscute pentru situația în care se va produce un cutremur de pământ.
- e) Părăsiți în grabă clădirea deoarece există posibilitatea ca aceasta să fie avariată la cutremur.