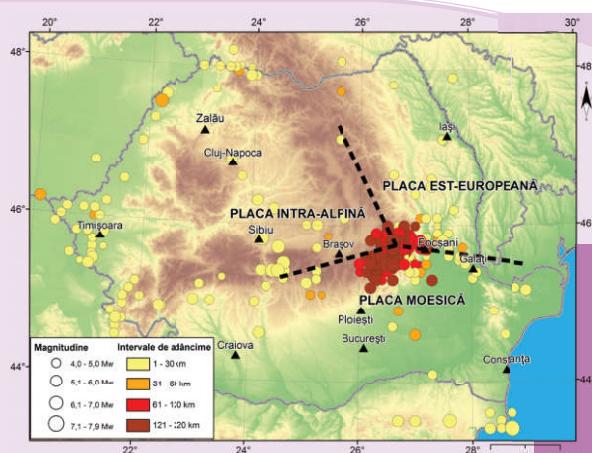


Învățământ gimnazial

Despre cutremure și efectele lor

Caietul elevului



✓ Învățăm

✓ experimentăm

✓ ne protejăm

Proiect 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, 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.

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 însoțite de informațiile necesare cu privire la strategia de desfășurare a acestora (obiective, materiale didactice, evaluare).

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

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României**Despre cutremure și efectele lor: învățământ gimnazial: caietul elevului /**

Bogdan Zaharia, Dragoș Tătaru, Felix Borleanu, ...;
revizori: Bogdan Grecu, Mihaela Popa,
Speranța Țibu. - București : CD PRESS, 2013
ISBN 978-606-528-155-4

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: INCĐ „URBAN-INCERC”, UNIVERSITATEA „BABEȘ BOLYAI”, BSM SA.

CUPRINS



I. DESPRE CUTREMUR

Fișa nr. I.1: Explicarea cutremurului folosind lucruri la îndemână.	4
Fișa nr. I.2: Caracteristicile cutremurului	5
Fișa nr. I.3: Zonele seismice din România.....	7

II. UNDE ȘI DE CE SE PRODUC CUTREMURELE

Fișa nr. II.1: Pământul, din interior spre exterior.	10
---	----

III. MĂSURAREA CUTREMURELOR

Fișa nr. III.1: Cum poate fi localizat epicentrul unui cutremur?	12
Fișa nr. III.2: Intensitățile seismice în diferite regiuni.	15
Fișa nr. III.3: Determinarea magnitudinii unui cutremur produs în România.....	18

IV. EFECTELE CUTREMURELOR ASUPRA MEDIULUI NATURAL

Fișa nr. IV.1: Tipuri de falii	21
Fișa nr. IV.2: Lichefierea	23
Fișa nr. IV.3: Alunecarea de teren.....	25
Fișa nr. IV.4: Tsunami	27

V. EFECTELE CUTREMURELOR ASUPRA MEDIULUI CONSTRUIT

Fișa nr. V.1: Comportarea clădirilor la cutremur.	29
Fișa nr. V.2: Reguli de urmat în timpul/după producerea unui cutremur	32

DESPRE CUTREMUR



Fișa nr. I.1

Explicarea cutremurului folosind lucruri la îndemână

Info plus



V-ați întrebat vreodată ce este **cutremurul**? Deși pare greu de imaginat, în laboratorul de fizică sau de chimie putem crea un experiment care să ne ajute să înțelegem fenomenul. Ne trebuie doar o baghetă de lemn și un vas de sticlă plin cu apă. Valurile de apă care se formează după ruperea baghetei seamănă cu undele seismice ale unui cutremur.

Știați că...?



- 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.

Experimentați!



Ascultați indicațiile profesorului și realizați experimentul ilustrat mai jos.



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



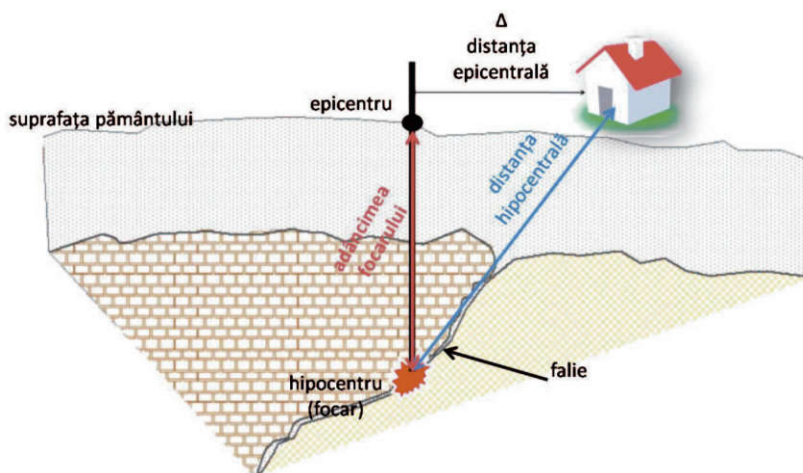
Fișa nr. I.2

Caracteristicile cutremurului

Info plus



Evoluția tehnologiei din ultimul secol a permis seismologilor din lumea întreagă să studieze cutremurele de pământ și să atribuie acestora o serie de caracteristici, așa cum reiese din figura 2.



Caracteristici ale cutremurului

Totodată, **clasificarea cutremurelor** se poate realiza după:

1. Adâncimea focarului:

- a. *Cutremure crustale.* Se produc la adâncimi mici (până la 60 km). Aceste cutremure reprezintă 90% din numărul total de cutremure produse pe glob și apar frecvent în centura circumpacifică, bazinul mediteraneean și 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.* Aceste cutremure se produc între 60 km 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.* Aceste cutremure se produc între 300 și 700 km adâncime (zone din Asia și coasta de vest a Americii de Sud) și reprezintă cutremure cu o rată de apariție destul de scăzută.

2. Distanța epicentrală:

- a. *Cutremure locale.* Distanța epicentrală este mai mică de 1.000 km.
- b. *Cutremure regionale.* Distanța epicentrală este cuprinsă între 1.000 și 3.000 km.
- c. *Cutremure depărtate sau teleseisme.* 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 care pot provoca pagube.
- c. *Cutremure puternice,* care sunt simțite de către oameni și care pot provoca 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.



Știați că...?

- 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!

Completați spațiile libere cu principalele caracteristici ale cutremurului, așa cum reiese din figura 2.

- a. este o zguduire bruscă a Pământului, cauzată de eliberarea de energie din roci.
- b. O parte din energia eliberată în urma producerii cutremurului se transmite prin Pământ sub formă de
- c. este locul unde are loc eliberarea energiei tectonice sub formă de căldură și de unde seismice.
- d. este punctul de pe suprafața Pământului situat deasupra hipocentrului.
- e. este distanța dintre epicentru și hipocentru.
- f. este o fractură în crusta Pământului care separă două blocuri de roci care se pot deplasa unul față de celălalt.
- g. este distanța de la epicentru la un alt punct (stație seismică) de pe suprafața Pământului.
- h. este distanța de la focar la un punct (stație seismică) de pe suprafața Pământului.



Fișa nr. I.3

Zonele seismice din România

Info plus



Pe harta seismică globală (fig. 3) observăm că, după adâncimea focarului, se disting trei tipuri de cutremure de pământ: **crustale** (culoare neagră), **subcrustale** sau **intermediare** (culoare verde) și **adânci** sau **profunde** (culoare roșie). 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, datorită energiei cutremurelor produse.



Știați că...?

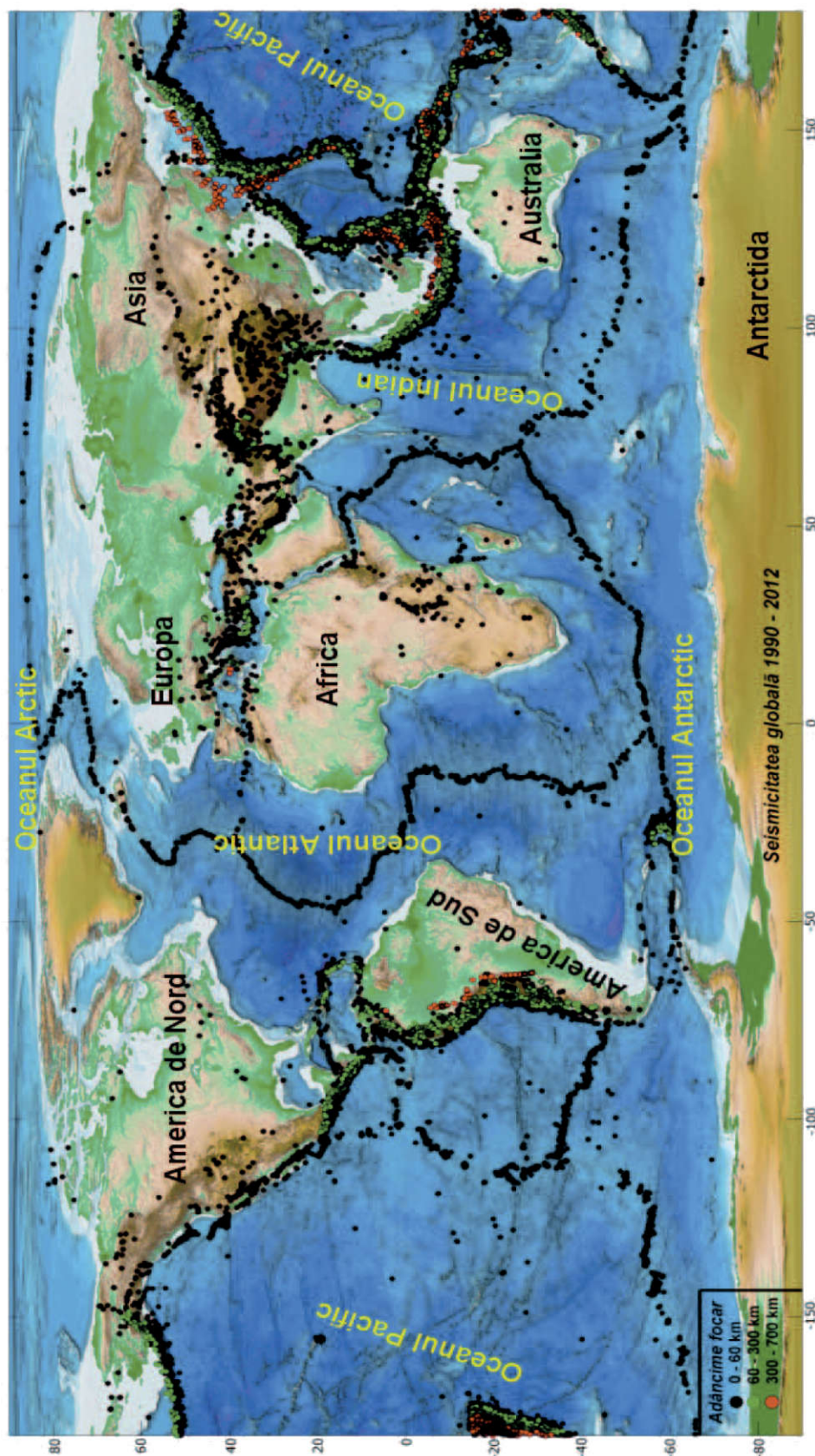
- Cel mai mare cutremur din România, care a putut fi înregistrat, a avut loc în 1940, pe 10 noiembrie.
- Cele mai multe cutremure din lume se produc în așa-numita *Centură de foc a Pacificului*.
- Cutremure există nu doar pe Pământ, ci și pe Lună.



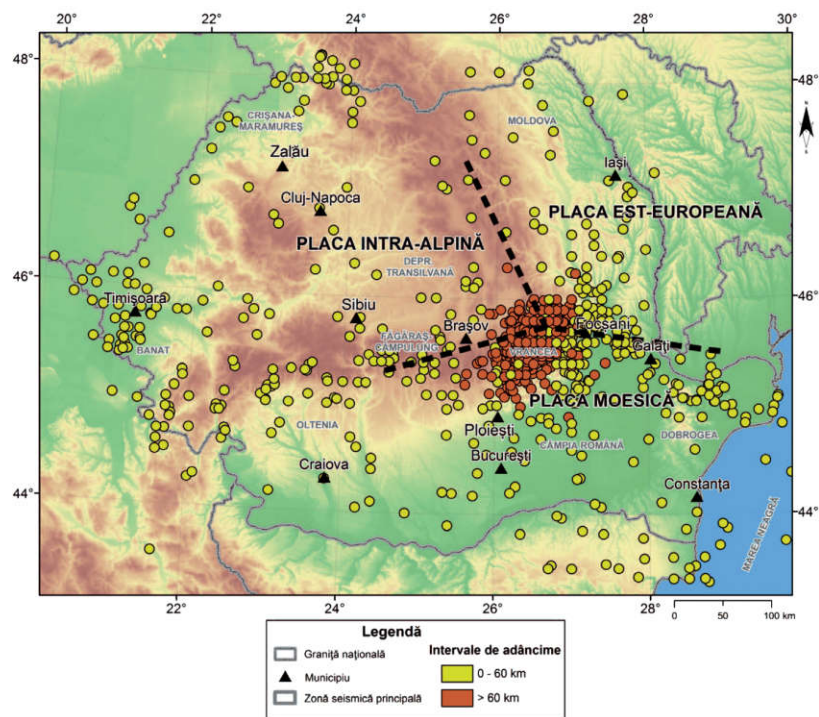
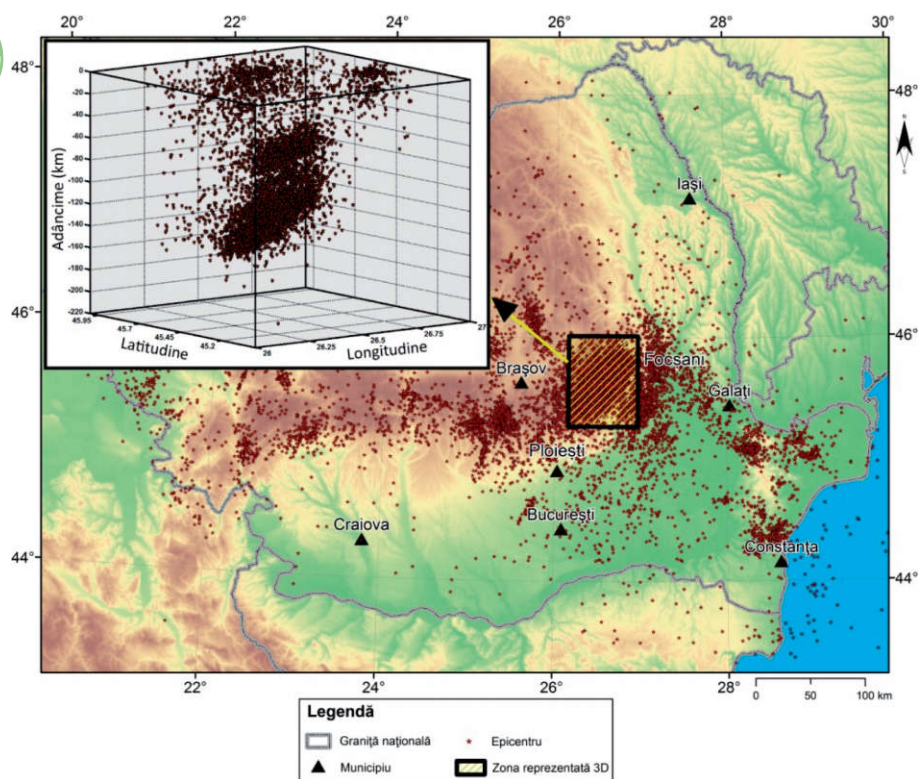
Verificați-vă cunoștințele!

1. Pe harta seismicității globale, identificați *Centura de foc a Pacificului* și tipurile de cutremure în funcție de adâncimea la care se produc (fig. 3).
2. Pe harta seismicității din România, identificați (fig. 4) principalele zone seismice ale țării noastre.
3. Orașul în care locuiți se află într-o regiune unde se produc cutremure?
4. Identificați tipurile de cutremure care se produc în zona Vrancea (zona de curbură a Munților Carpați) după adâncimea la care se produc (fig. 5).

Fig. 3



Harta seismicității globale (Sunt reprezentate numai cutremurele cu mărimea $M \geq 4$)

Fig.
4Harta seismicității din România (Sunt reprezentate numai cutremurele cu magnitudinea $M \geq 3$)Fig.
5

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

UNDE ȘI DE CE SE PRODUC CUTREMURELE



Fișa nr. II.1

Pământul, din interior spre exterior

Info plus



Pământul este format din mai multe **învelișuri** (dinspre interior spre exterior): **nucleul intern**, **nucleul extern**, **mantaua inferioară**, **mantaua superioară** și **crusta**. Crusta și mantaua superioară alcătuiesc **litosfera**. Învelișul dinspre exterior al Pământului este fragmentat în mai multe bucăți, numite **plăci tectonice**.

Știați că...?



- Se presupune că în centrul Pământului temperaturile ating 7.300 °C, mult mai mari chiar decât cele atinse la suprafața Soarelui (5.600 °C).
- Cea mai adâncă „gaură” săpată vreodată de oameni în Pământ atinge aproximativ 12.000 m. Este vorba despre gaura de sondă KSDB-3 din Peninsula Kola, Rusia.
- Nucleul Pământului are un volum mai mare decât cel al planetei Mercur.
- Cele mai vechi roci găsite pe Pământ au aproximativ 3.900 milioane de ani (fig. 6). Vârsta lor este depășită de cea a unor cristale identificate într-o rocă din Australia (4.200 milioane de ani).



Fragment de rocă colectat dintr-o zonă din nord-vestul Canadei, unde se găsesc unele dintre cele mai vechi roci de pe Pământ (aproximativ 3.5 MA) ce pot fi văzute la suprafață (http://en.wikipedia.org/wiki/File:Acasta_gneiss.jpg). Fragmentul este expus la Muzeul de Istorie a Naturii din Viena.

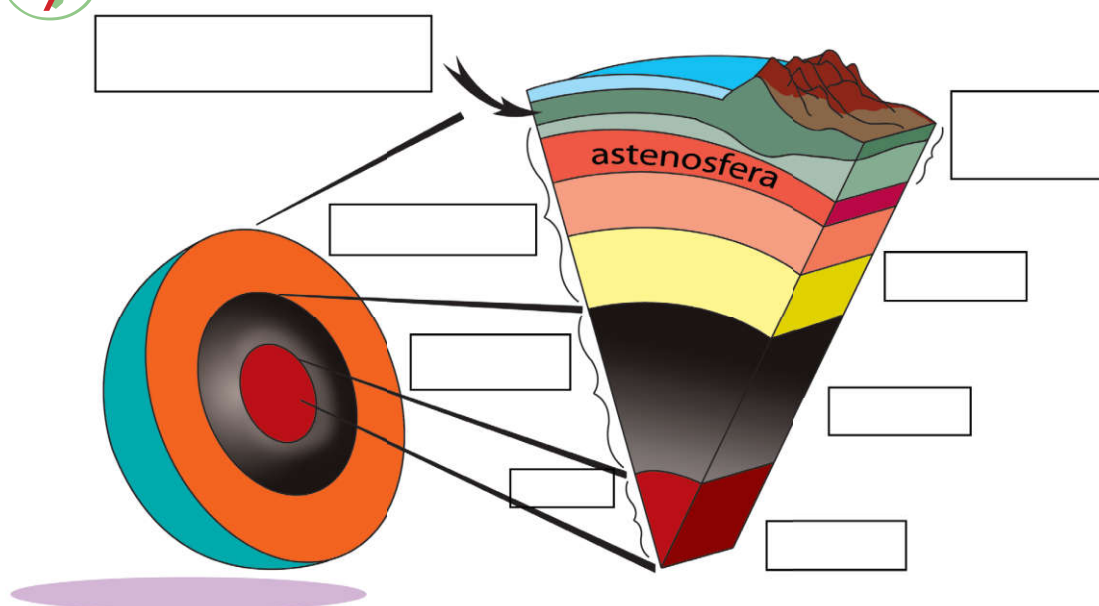
Verificați-vă cunoștințele!



Pe baza figurii 7, răspundeți următoarelor cerințe:

- notați fiecare strat utilizând denumirile învelișurilor enumerate mai jos;
- pentru fiecare limită de înveliș, menționați o adâncime aproximativă (în metri).

Fig.
7



MĂSURAREA CUTREMURELOR



Fișa nr. III.1

Cum poate fi localizat epicentrul unui cutremur?

Info plus



Cutremurele pot fi localizate plecând de la următoarea teorie: un cutremur generează unde seismice diferite (unde P, unde S etc.). Acestea se propagă cu viteze diferite și, prin urmare, ajung la o stație seismică în momente de timp diferite. Undele P se propagă mai rapid, astfel încât acestea ajung primele la stație. Undele S, care se propagă cu aproximativ jumătate din viteza undelor P, sosesc mai târziu, deci au timpul de propagare mai mare.

O stație situată în apropierea epicentrului înregistrează undele P și S într-o succesiune rapidă. Odată cu creșterea distanței epicentrale, diferența de timp dintre sosirea undelor P și sosirea undelor S crește.

În continuare, sunt prezentate câteva noțiuni teoretice cu privire la măsurarea cutremurelor.

- ▶ **Scara de magnitudine** reprezintă o metodă de măsurare a cantității de energie eliberate 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.

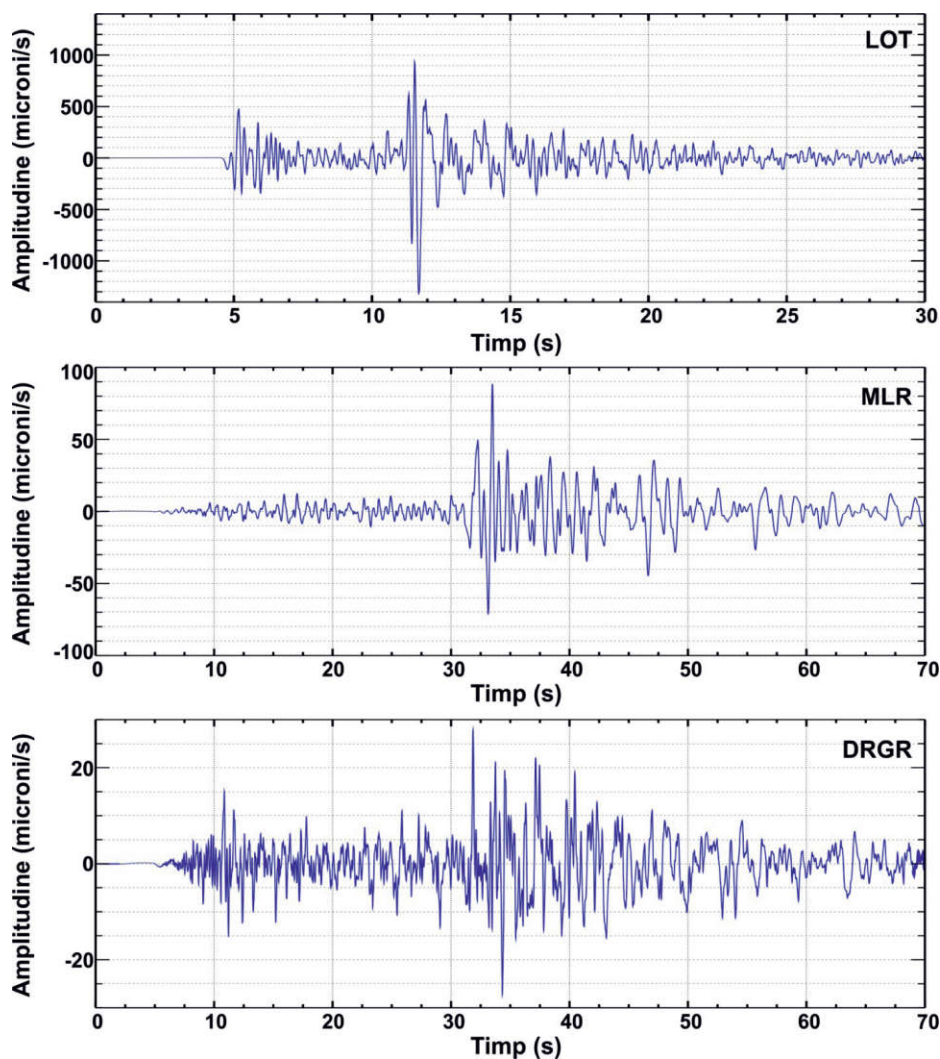


Știați că...?

- Cel mai puternic cutremur care a avut loc pe teritoriul României a fost cel produs la data de 26 octombrie 1802, în regiunea Vrancea, având magnitudinea de 7,9 și care a cauzat prăbușirea turelor bisericilor din București.

Verificați-vă cunoștințele!

1. Pe seismogramele din figura 8, identificați undele P și S și calculați diferența dintre timpii de sosire. Completați, apoi, aceste valori în coloana 4 din tabelul 1.

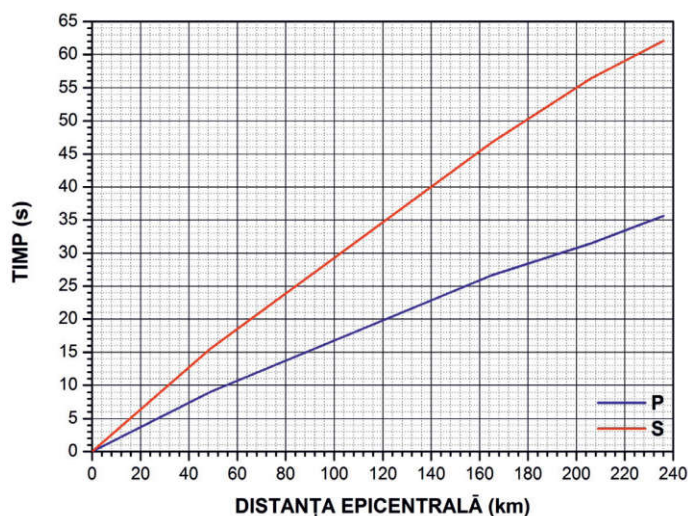

Fig. 8


Tabelul 1. Parametrii cutremurului

Stația	Latitudine (°N)	Longitudine (°E)	Ts–Tp (s)	Distanța (km)	Amplitudine (microni/s)
LOT	45,45	23,77			
MLR	45,49	25,94			
DRGR	46,79	22,71			

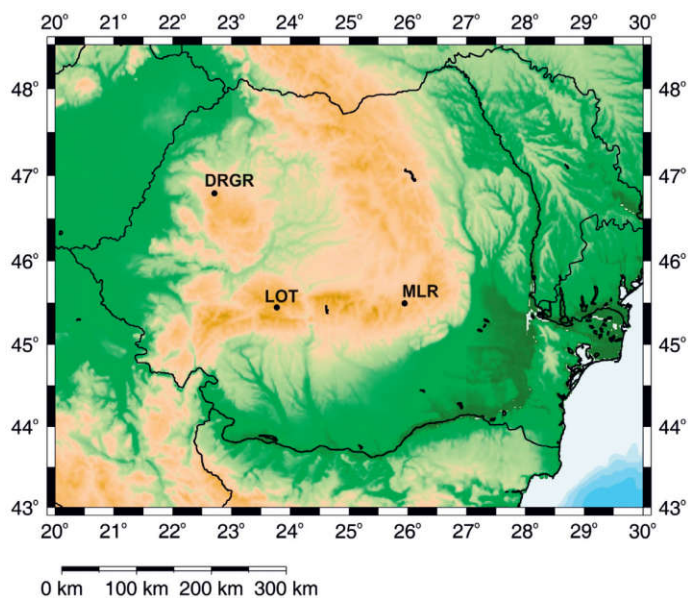
2. Utilizând graficul timpilor de parcurs (fig. 9), determinați la ce distanțe față de epicentru sunt situate stațiile ale căror seismograme sunt prezentate în figura 8, având în vedere că intervalul dintre curbele P și S, pe grafic, este egal cu diferența timpilor de sosire ai celor două unde. Scrieți răspunsurile în coloana 5 din tabelul 2.

Fig.
9



3. După determinarea distanțelor stație-epicentru, folosiți compasul pentru a trasa, în jurul fiecărei stații marcate pe harta din figura 10, cercuri cu razele (măsurate în km) egale cu aceste distanțe. Utilizați scara la care este desenată harta pentru a fixa raza cercului (distanța epicentrală) pentru fiecare stație

Fig.
10



Harta României, utilizată pentru localizarea epicentrului.

Stațiile folosite în procesul de localizare și poziția epicentrului pe harta României



Fișa nr. III.2

Intensitățile seismice în diferite regiuni

Info plus



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. **Scara Mercalli** a fost elaborată în anul 1902, de către geologul italian *Giuseppe Mercalli*, și a fost modificată în anul 1931, de către doi cercetători americani. În principiu, se atribuie o valoare numerică (cifre romane de la I la XII) intensității unui cutremur în fiecare locație.

Știați că...?



- Cel mai mare cutremur, ca număr de victime (830.000), a avut loc pe 23 ianuarie 1556, în Shaanxi, China.
- Pentru calculul intensităților seismice, specialiștii au creat formulare de tip „Did you feel it?/L-ai simțit?”, care se completează on-line de către orice persoană care vrea să dea informații despre cutremurul simțit. Aceste informații sunt folosite pentru a estima cât mai repede și cât mai precis efectele provocate de cutremure.

Verificați-vă cunoștințele!

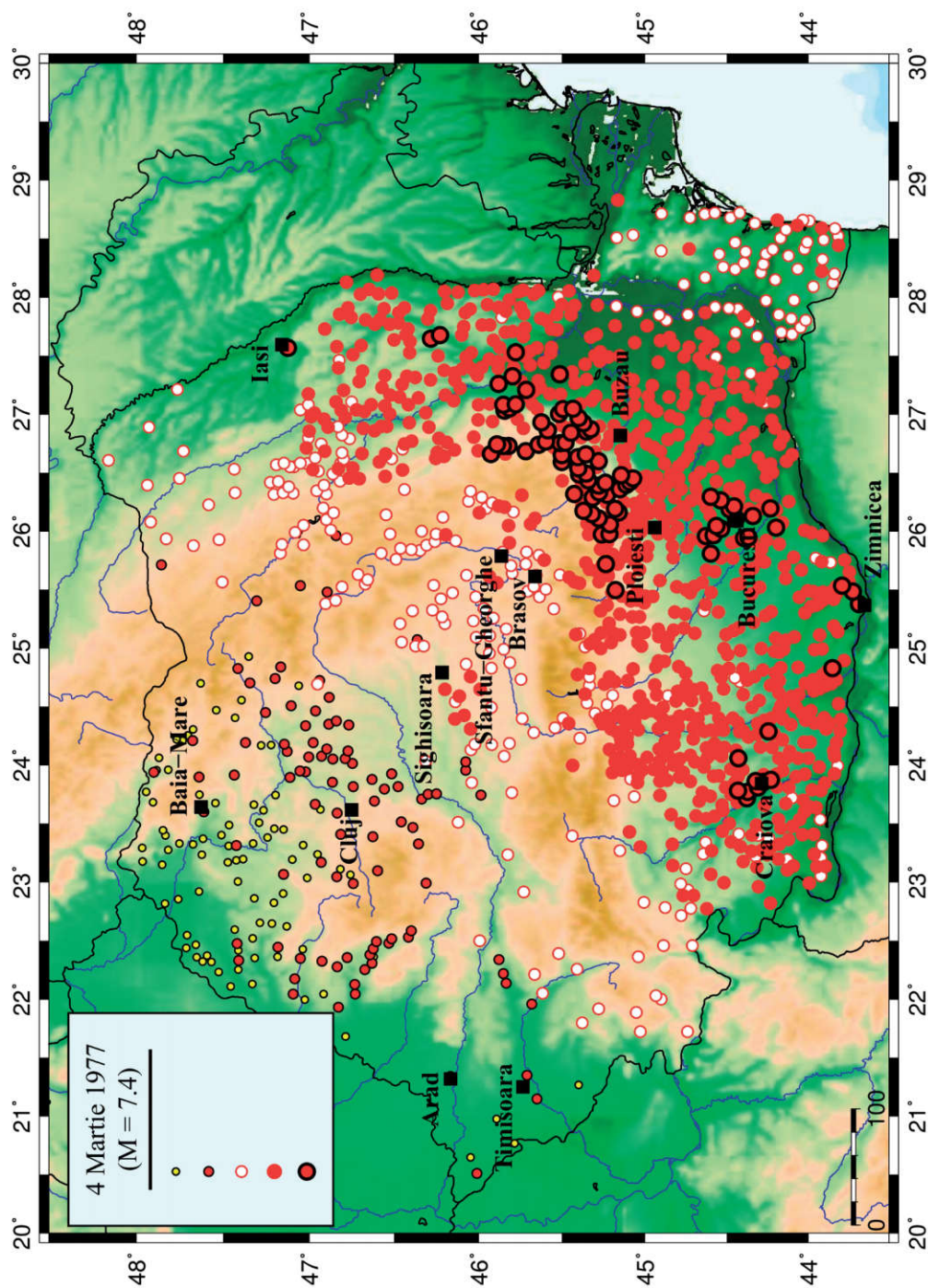


1. Pe harta României din figura 1, identificați orașele pentru care profesorul v-a oferit informații în cadrul activității, estimați intensitățile seismice conform efectelor produse și trasați contururile care delimitează zonele cu aceleași valori ale intensităților.
2. Identificați pe aceeași hartă, orașele în care au fost produse pagube.
3. Marcați pe hartă valoarea intensității asociate conform descrierii din tabelul 2, apoi desenați izoseistele (liniile care separă intensitățile cu aceeași valoare).



Tabelul 2 – Scara de intensități Mercalli modificată

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



Harta României utilizată pentru reprezentarea intensităților și a izoseiselor
(linii care separă intensitățile cu valori egale) aferente cutremurului produs la data de 1977
(Radu et al, Macroseismic field of the March 4, 1977 Vrancea earthquake, Tectonophysics, 1979)



Fișa nr. III.3

Determinarea magnitudinii unui cutremur produs în România

Info plus



Scara de magnitudine Richter se bazează pe măsurarea amplitudinilor undelor seismice generate la producerea cutremurului. Cu cât cutremurul este mai mare, cu atât mișcarea solului va fi mai mare, deci unda înregistrată pe seismogramă va avea o amplitudine mai mare. **Magnitudinea** unui cutremur este exprimată printr-un număr zecimal, având o singură cifră după virgulă (ex.: 6,7). Scara de magnitudine Richter este o scară logaritmică, astfel că o creștere a magnitudinii cu un grad reprezintă o creștere a amplitudinii mișcării terenului de 10 ori. Exemplificând, rezultă că un cutremur cu magnitudinea de 6,7 produce mișcări ale solului de 10 ori mai mari în amplitudine decât un cutremur cu magnitudinea de 5,7 și de 100 de ori mai mari decât un cutremur cu magnitudinea de 4,7.

Știați că...?



- Energia eliberată de un cutremur de o anumită magnitudine este de 32 de ori mai mare decât energia eliberată de un cutremur având magnitudinea cu o unitate mai mică.
- Există cutremure pe planeta Marte, dar, în prezent, acestea sunt de magnitudine mică.

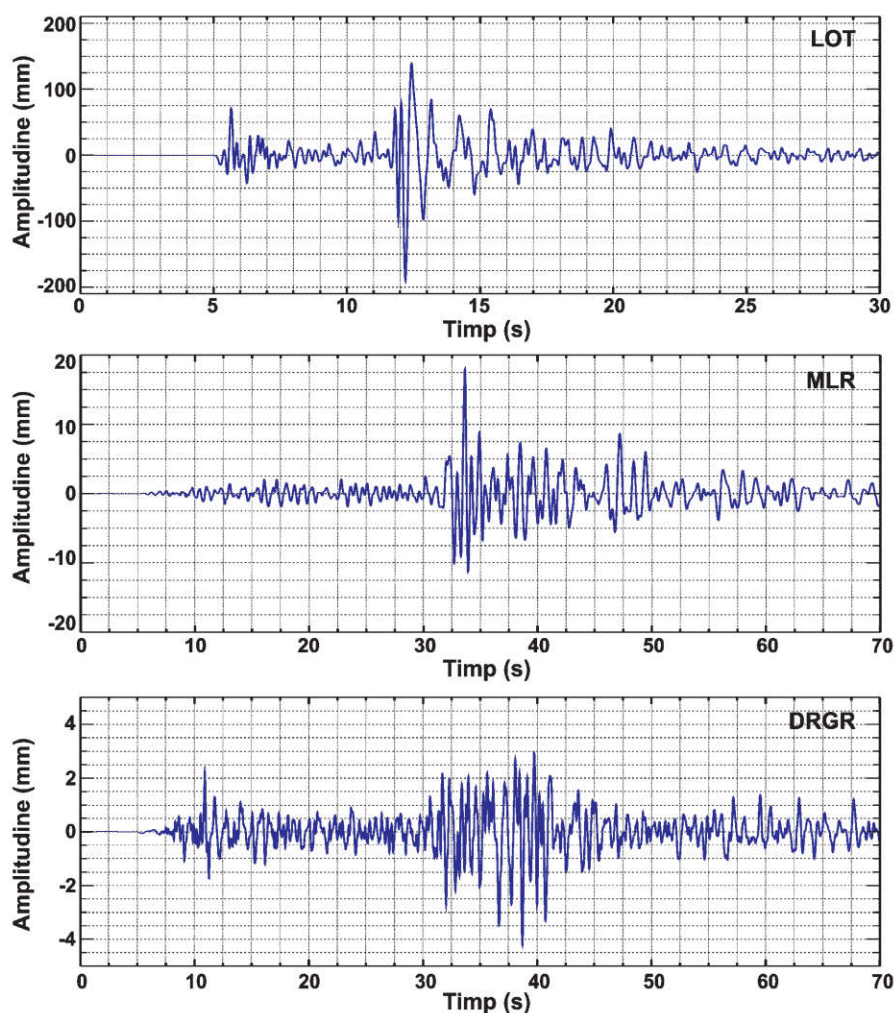
Verificați-vă cunoștințele!



Folosind seismogramele înregistrate la trei stații (Drăgan – DRGR, Lotru – LOT, Muntele Roșu – MLR) (fig. 11) și indicațiile profesorului, determinați magnitudinea cutremurului urmând pașii indicați în continuare.

1. Citiți amplitudinea maximă a undelor seismice pentru fiecare stație utilizând formulele de undă prezentate în figura 12 și treceți valorile citite în coloana de amplitudini a tabelului 3.
2. Identificați, pe seismograme, sosirile undelor primare (P) și secundare (S), determinați diferența timpilor de parcurs S-P și notați această diferență în tabelul 3.
3. Utilizând schema de calcul a magnitudinii Richter (fig. 13), determinați magnitudinea pentru fiecare stație și notați valorile în tabelul 3.
4. Determinați valoarea medie a magnitudinii și notați-o în ultimul rând al coloanei „Magnitudinea” din tabelul 3.

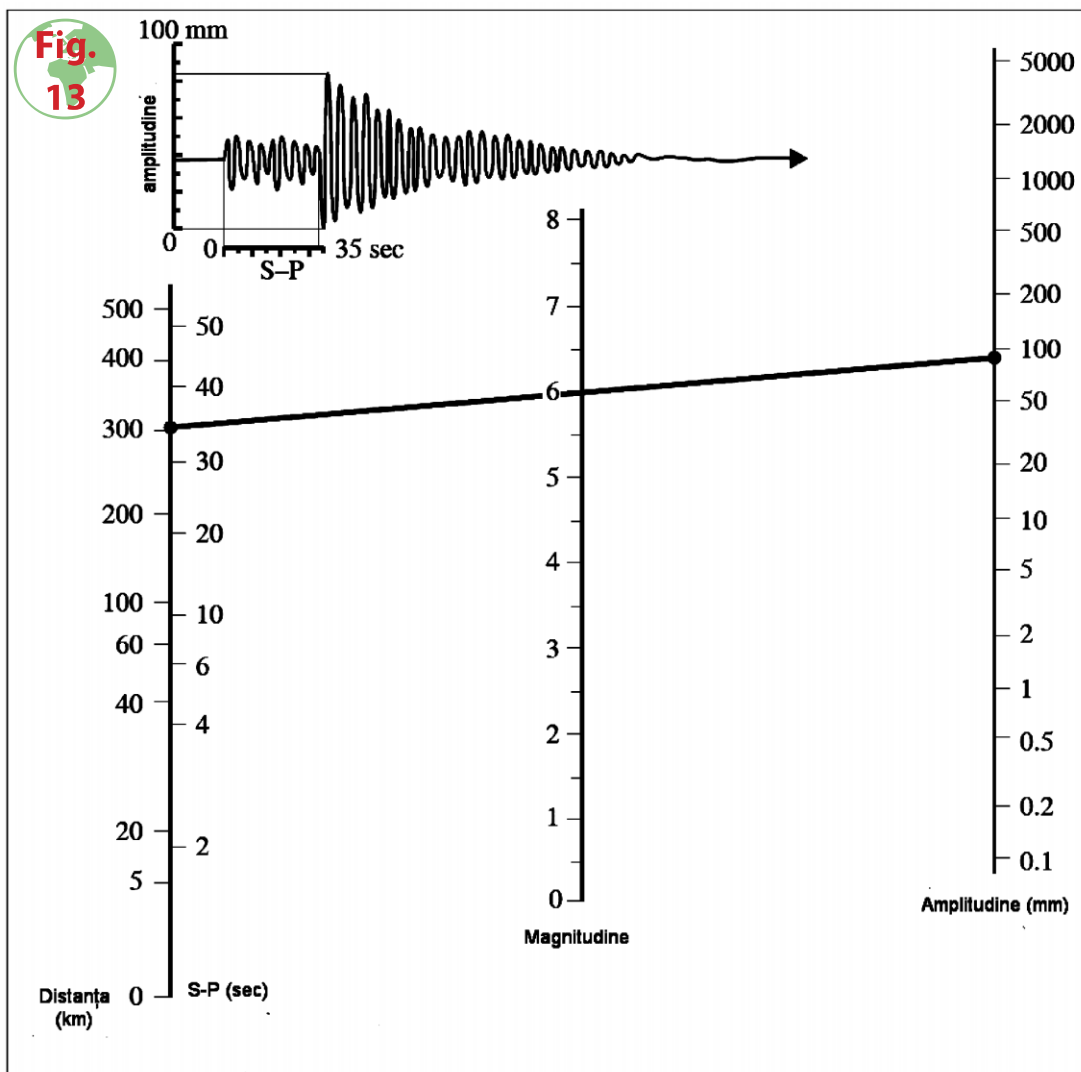
**Fig.
12**



Seismograme înregistrate la stațiile LOT, MLR și DRGR

Tabelul 3. Parametrii necesari pentru determinarea magnitudinii cutremurului

Stația	Amplitudinea (mm)	$T_s - T_p$ (sec)	Magnitudinea
LOT			
MLR			
DRGR			



Schema de determinare a magnitudinii Richter a unui cutremur folosind seismogramele înregistrate. Amplitudinea maximă de pe seismogramă e legată de diferența timpilor de parcurs S-P (sau distanța epicentrală) printr-o linie. Intersecția acestei linii cu axa magnitudinii indică magnitudinea cutremurului.

EFECTELE CUTREMURELOR ASUPRA MEDIULUI NATURAL



Fișa nr. IV.1 Tipuri de falii

Info plus



În interiorul Pământului se manifestă forțe care sunt răspunzătoare de mișcarea continuă a unor porțiuni ale Pământului. Datorită acestor forțe, în rocile din litosferă se acumulează energie, iar această acumulare poate cauza mari deformări și cutări ale straturilor de roci. Acolo unde rocile sunt solitate peste limita lor, ele se vor rupe și, de o parte sau de alta a zonei de rupere, masa de rocă se va mișca brusc.

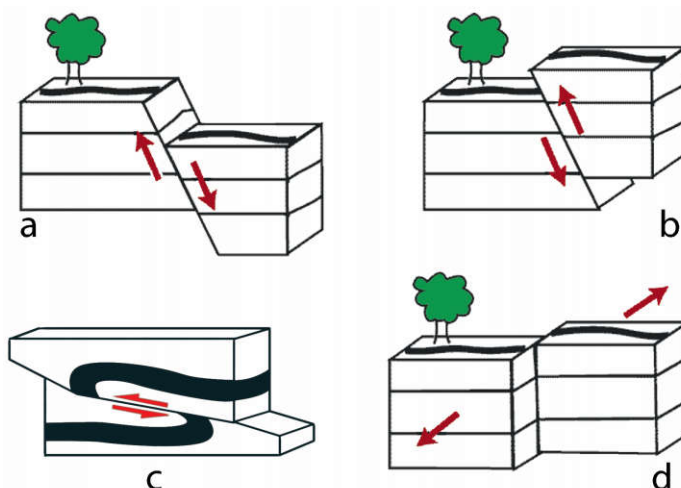
Cutele reprezintă curburi ale straturilor geologice, care pot fi cel mai adesea văzute atunci când traversăm zone muntoase, în deschideri de la marginea drumului. Aspectul pe care îl au aceste cute este cel al pliurilor unui covor.

Faliile (fig. 14) sunt rupturi adânci în scoarța terestră, 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 și poate produce modificări la suprafața Pământului.

În funcție de mișcare, se disting următoarele tipuri de falii:

- ▶ **falii normale** – când mișcarea are loc pe direcție verticală sau la un anumit unghi înclinat spre centrul Pământului, cu mișcarea flancului inferior peste cel superior; acest tip de falii apar din cauza unor forțe de extensie ale scoarței terestre;
- ▶ **falii inverse** – când mișcarea are loc pe direcție verticală sau la un anumit unghi înclinat spre centrul Pământului, cu mișcarea flancului inferior sub cel superior; aceste falii apar din cauza unor forțe de compresie ale scoarței terestre;
- ▶ **falii de încălecare** – când unghiul de înclinare este foarte mic, înclinarea fiind aproape de orizontală, iar forțele de compresie cauzează împingerea flancului superior peste cel inferior;
- ▶ **falii laterale** (de decroșare) – când mișcarea are loc pe direcție orizontală.

IV

Fig.
14

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



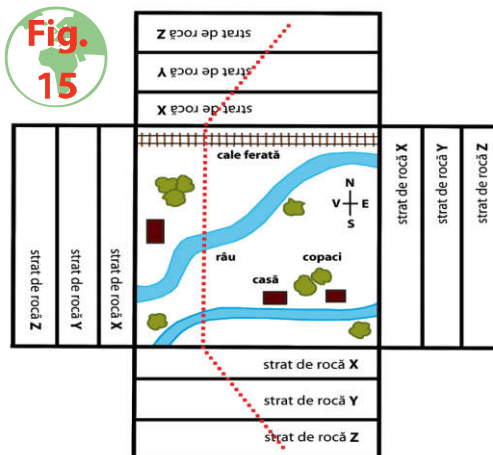
Știați că...?

- Cea mai faimoasă falie a Pământului este falia San Andreas (California), care are o lungime de peste 1.300 km și trece prin orașul San Francisco.
- În 2005, în doar zece zile, în regiunea Afar, din Etiopia (Africa), a apărut o falie care se întinde pe 60 de kilometri lungime și 8 metri lățime.



Verificați-vă cunoștințele!

1. Pe modelul din figura 15, colorați cu aceeași culoare stratele de același tip (X, Y, Z) și tăiați modelul după linia punctată. Împăturiți extensiile stratelor de roci pentru a forma o cutie. Simulați apoi, la indicația profesorului, mișcarea care are loc în cazul fiecărui tip de falie.
2. Tăiați o fâșie îngustă de aproximativ 7 cm lățime dintr-o foaie standard de hârtie, așezați-o peste o carte cu coperti cartonate și fixați-o la centru cu o agrafă de hârtie. Împingeți ușor hârtia din ambele părți spre mijloc și observați ce se întâmplă cu hârtia.

Fig.
15



Fișa nr. IV.2

Lichefierea

Info plus



Lichefierea reprezintă un proces declanșat de către cutremure sau de alte șocuri.

Vibrațiile seismice, atunci când trec prin strate de nisip îmbibate cu apă, aflate aproape de suprafața Pământului, fac ca nisipul să se comporte ca un fluid, adică să „curgă”.

Acest fenomen de lichefiere apare, într-o oarecare măsură, în urma oricărui cutremur de pământ. Este întâlnit, în special, în cazul sedimentelor tinere, nisip, pietriș, umpluturi de construcție, care își pierd din fermitate și efectiv curg în timpul unui cutremur. Acest lucru duce la deplasarea sau scufundarea clădirilor, provocând uneori distrugerii însemnate.



Știați că...?

- Devastatorul cutremur de 9 grade pe scara Richter care a lovit Japonia pe 11 martie 2011 a determinat o lichefiere a solului pe mari suprafețe și a avut urmări foarte grave. Amploarea fenomenului a surprins cercetătorii. Structuri întregi au rămas intacte datorită măsurilor antiseismice aplicate, însă s-au înclinat și s-au scufundat în stratul de sediment. Deplasarea solului a distrus conductele de apă, de canalizare și de gaze, practic, întreg sistemul de utilități de care o comunitate are nevoie pentru a putea funcționa.

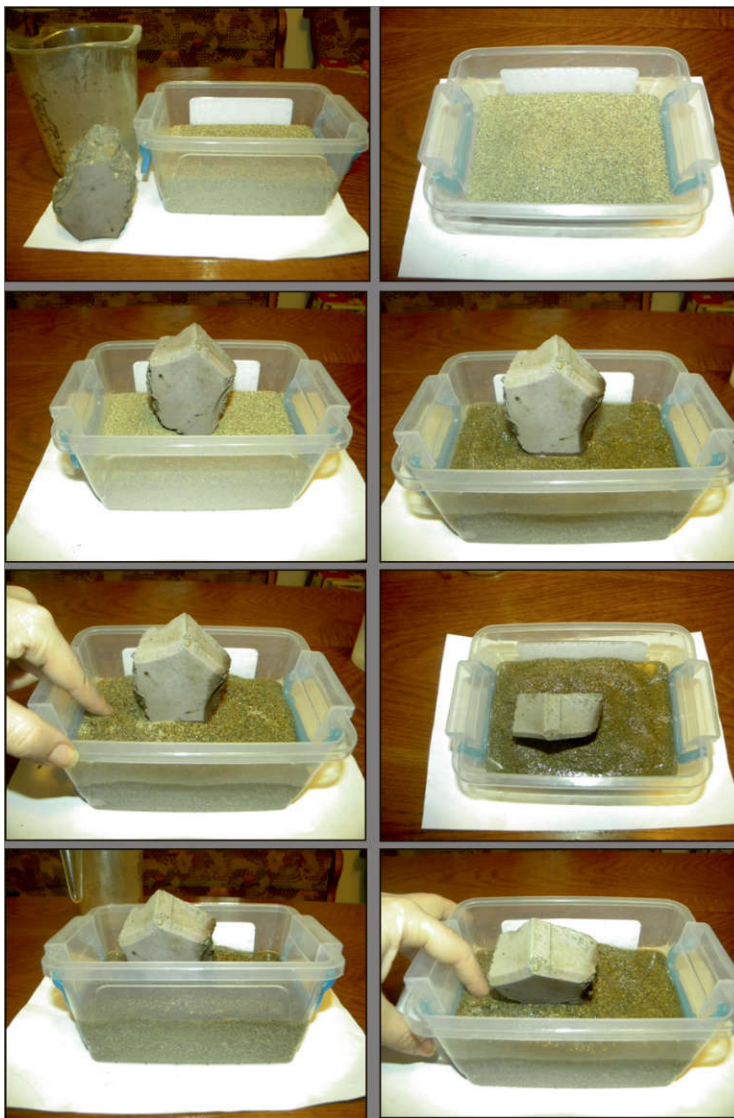


Experimentați!

- Ascultați indicațiile profesorului și realizați experimentul din figura 16.

IV

Fig.
16



Experiment – lichefierea solului

2. Răspundeți la următoarele întrebări:
- a. Cu ce putem asemui, din viața reală, zguduirile provocate de către voi cutiei?
 - b. Cum credeți că se vor comporta obiecte diferite (mai ușoare sau mai grele, cu dimensiuni și forme diferite) dacă le așezăm în locul cărămizii?
 - c. Care ar putea fi modurile prin care să micșorăm sau să eliminăm efectele lichefierii asupra clădirilor și a drumurilor.
 - d. Cum puteți să exemplificați acest lucru chiar în experimentul realizat?



Fișa nr. IV.3

Alunecarea de teren

Info plus



V-ați gândit vreodată de ce un caiet așezat pe o bancă a cărei suprafață este înclinată alunecă, de cele mai multe ori, înspre baza suprafeței? Sau de ce o mică mișcare a băncii determină alunecarea caietului?

Răspunsul este următorul: forța gravitațională duce la alunecarea caietului în jos, iar atunci când apare și mișcarea băncii, alunecarea se va produce chiar dacă, la început, caietul s-a aflat în echilibru pe suprafața băncii.

La fel se întâmplă și în natură. Pe pantele unor munți sau dealuri, stratele Pământului se află în echilibru, însă pot interveni anumiți factori care să producă destabilizare. Vibrația cauzată de cutremur reprezintă un astfel de factor declanșator, care conlucrează cu forța gravitațională. Prin urmare, strate care prezentau anumite particularități ce le confereau acestora potențial de alunecare au fost „ajutate” de către vibrația cutremurului să „pornească” la vale.



Știați că...?

- Cutremurul din 4 martie 1977, cu magnitudinea de 7,2 și epicentrul în Vrancea, a reactivat alunecări vechi și a declanșat noi alunecări.
- Alunecările de teren sunt frecvente în regiunile montane din China, în special vara, în timpul musonului, și multe dintre ele sunt declanșate de numeroasele cutremure produse aici. Cel mai recent dintre aceste cutremure a dus la îngroparea, urmare a unei alunecări de teren, a 18 elevi dintr-o școală primară din sud-vestul Chinei.

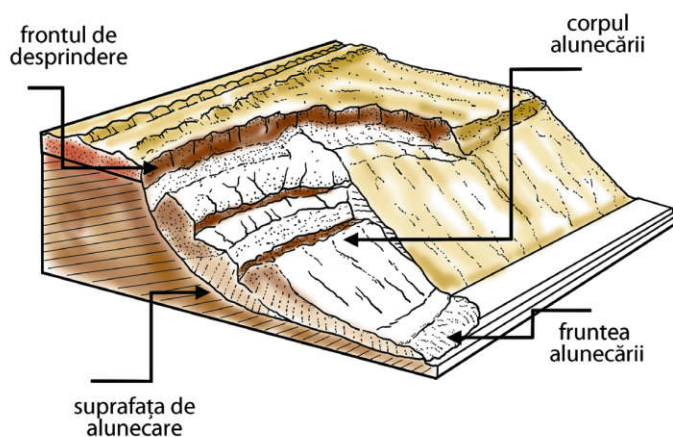


Verificați-vă cunoștințele!

Observați cu atenție figura 17 și completați spațiile libere cu noțiuni privitoare la alunecarea de teren.

- a. reprezintă mișcarea de alunecare pe pante a unui volum de pământ.
- b. este locul de unde se desprinde masa de pământ alunecată.
- c. reprezintă întreaga masă de pământ alunecată.
- d. este partea terminală a masei alunecate.
- e. este suprafața pe care are loc alunecarea.

Fig.
17





Fișa nr. IV.4

Tsunami

Info plus



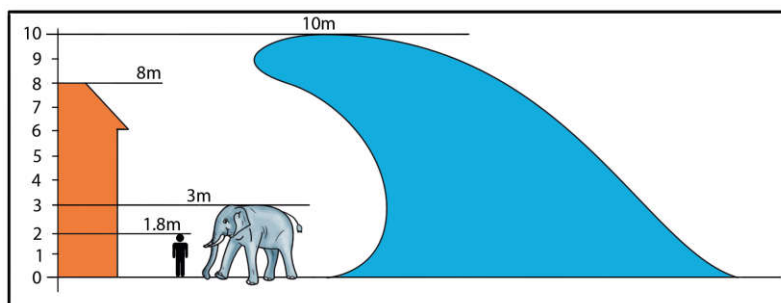
Tsunami (fig. 18) sunt valuri uriașe provocate de către cutremurele sub-oceanice. Ele sunt foarte periculoase pentru populația care locuiește la țărmul oceanelor.

În principal seismele, dar și alte manifestări sub-oceanice cum sunt erup-

țiile vulcanice sau alunecările de teren, pot să ducă la apariția de tsunami. Acest fapt este cauzat de împingerea bruscă 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/oră. 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, deci 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. Uneori, apa oceanului se retrage brusc pentru a reveni apoi în forță. Această retragere este un semn care precede formarea unui tsunami și poate fi folosit în vederea evacuării zonelor de coastă.

Momentul impactului cu uscatul se caracterizează prin împingerea înspre interiorul uscatului a construcțiilor și ambarcațiunilor preluate din apropierea țărmului, a oamenilor și a vegetației. La retragere, apa aspiră toate aceste resturi, ducându-le departe în larg.

Datorită supravegherii permanente a adâncurilor oceanelor, în special cu ajutorul seismografelor, de către 23 de națiuni situate în jurul Pacificului, zonă predispusă producerii cutremurelor suboceanice, în prezent tsunami provoacă mai puține victime decât în trecut. Rezultatul supravegherii permite avertizarea din timp a zonelor de coastă și evacuarea populației înainte de sosirea unui tsunami.



IV



Știați că...?

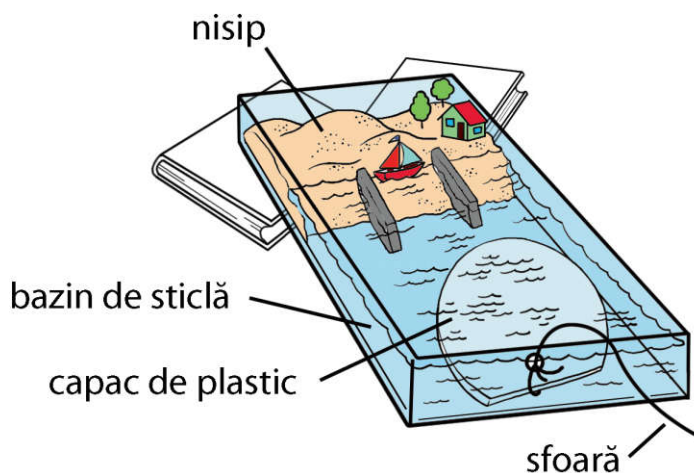
- Cel mai grav tsunami din istoria recentă este cel produs în 2004, în Oceanul Indian, când au murit peste 230.000 de oameni, iar înălțimea maximă a valurilor a fost de aproape 50 de metri.
- Cel mai mare tsunami înregistrat vreodată, cauzat de un cutremur cu magnitudinea 8 și care a provocat și o alunecare de teren masivă, s-a produs în Alaska, în Golful Lituya, la 9 iulie 1958. După ce valurile au intrat în golf, ele au crescut, din cauza reliefului strâmt, atingând de partea cealaltă a golfului o înălțime excepțională, estimată la 524 de metri, ceea ce l-a transformat într-un mega-tsunami.
- Fenomenul tsunami s-a manifestat și în Marea Neagră, ultima dată în anul 1901, când în urma unui cutremur cu magnitudinea de 7,2 grade pe scara Richter, produs la 15 km adâncimea sub fundul mării, s-a format un val seismic de 5 metri înălțime, cu efecte locale resimțite în zona litoralului românesc și bulgăresc.



Experimentați!

Ascultați indicațiile profesorului și realizați experimentul privind simularea producerii unui tsunami ilustrat în figura 19, pentru a înțelege care este mecanismul care declanșează un astfel de eveniment distrugător.

Fig.
19



EFECTELE CUTREMURELOR ASUPRA MEDIULUI CONSTRUIT



Fișa nr. V.1

Importarea clădirilor la cutremur

Info plus



În figura 20 sunt arătate două exemple de clădiri afectate de producerea unor cutremure severe. La ambele clădiri se observă același tip de avarie: prăbușirea unui etaj superior (astfel încât din exterior nu ar părea că lipsește) și prăbușirea întregii clădiri peste parter.

Fig.
20



Prăbușirea unui nivel superior intermediar al clădirii Primăriei din Kobe, Japonia, la cutremurul din 1995, din cauza întreruperii armăturilor unor elemente verticale de rezistență (partea stângă).
Același tip de cedare, la un bloc de locuințe (partea dreaptă).



Știați că...?

- Elevii din întreaga lume învață despre comportarea clădirilor la cutremur cu ajutorul pieselor de lego. Sute de școlari, din clasa a III-a până într-a XII-a, vin la Universitatea Irvine, din California, SUA, pentru a participa la concursul anual dedicat cutremurului

și efectelor produse asupra clădirilor. Elevii sunt împărțiți pe echipe, își construiesc modelele și le încearcă utilizând simulatoarele de cutremur ale universității. Această acțiune se regăsește și la alte mari universități din lume (din Noua Zeelandă, Japonia, Taiwan etc.).



Experimentați!

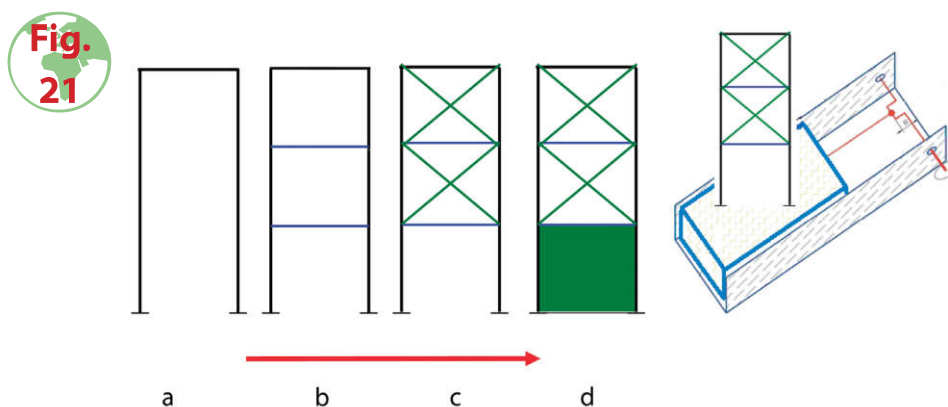
În cadrul acestei activități, se vor construi **modele simple de clădiri** de diferite înălțimi, grosimi, deschideri, din cuburi, piese lego, hârtie, elemente din plastic, lemn sau orice alt material.

Machetele create vor fi montate apoi pe un minisimulator și se vor observa efectele oscilațiilor: cum se deplasează macheta pe orizontală, ce se întâmplă cu structura ei, care sunt machetele cele mai stabile. Se vor identifica apoi modalități de limitare a efectelor nedorite.

Notă: Machetele construite trebuie să fie cât mai diverse. Dimensiunile date sau modelele prezentate sunt orientative. Cu cât machetele sunt mai diferite, cu atât mai interesant va fi experimentul, veți culege mai multe observații și veți avea mai multe de învățat!

► Macheta 1

Realizați un cadru din elemente ușoare, din plastic sau din lemn, cu înălțimea de aproximativ 20 cm, după modelul prezentat mai jos (fig. 21a). Introduceți apoi elemente de întărire: la început, elemente orizontale (grinzi, fig. 21b), apoi elemente în formă de X (fig. 21c), iar în final, un perete din polistiren (fig. 21d) la partea inferioară, urmând pașii prezentați în imagine.

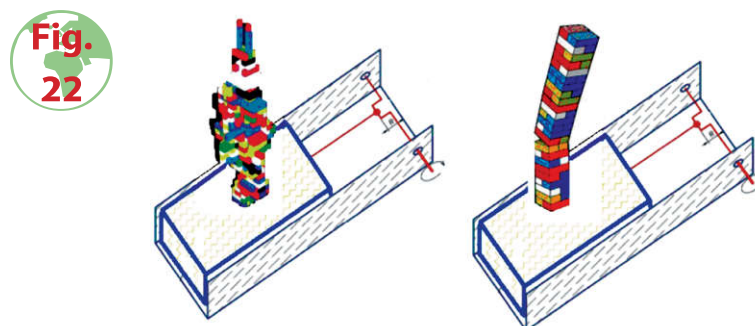


Etapele de realizare a modelului: a. cadru din bare, cel mai puțin rigid (lateral) b. cadru din bare, rigidizat cu elemente orizontale; c. cadru din bare, rigidizat cu elemente în X (contravântuiri) d. cadru din bare, rigidizat cu elemente în X și perete la partea inferioară

Dacă ați realizat cadrul din figura 21a și l-ați amplasat pe un minisimulator (sau pe masă sau pe o planșetă, caz în care transmiterea de oscilații se face prin acționarea pe orizontală cu mâna), se observă cât de mult se deplasează în jurul poziției de echilibru și cât este de instabil, iar dacă se aplică pe rând soluțiile propuse (b, c, d), comportarea va fi mult îmbunătățită.

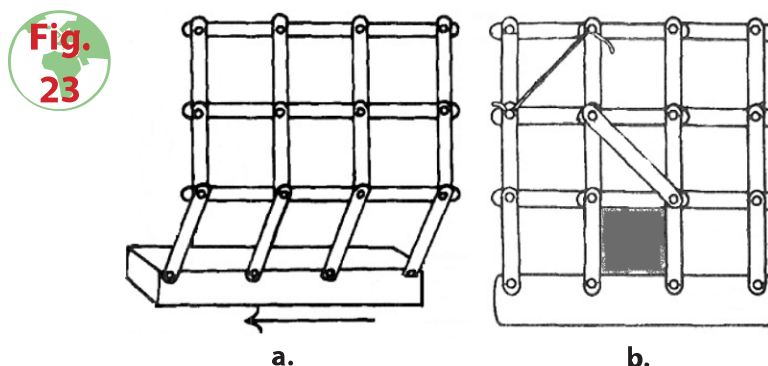
► Macheta 2

Din piese lego sau cuburi din plastic, se pot construi forme înalte de turnuri sau dezvoltate pe mai multe direcții (ca în figura 22). Montate pe minisimulator, se vor observa oscilațiile și efectele acestora. Dacă nu au o rezistență bună (din cauza antisimetriei sau a înălțimii), se vor face modificările necesare.



► Macheta 3

Un alt model a cărui stabilitate poate fi testată, cu specificarea clară că *nu este un sistem structural utilizat la noi în țară* (în România este considerat chiar incorect), dar este util pentru a înțelege mai bine rolul elementelor înclinate de rigidizare, este peretele prezentat în figura 23, cu dimensiuni de 40 cm x 40 cm, construit din bucăți de lemn prinse cu șuruburi, șaibe și piulițe, căruia i se imprimă o deplasare orizontală. Pentru o mai bună comportare, este necesar un număr minim de elemente de întărire (diagonale, elemente în X, elastice diagonale, pereți din polistiren – fig. 23a). Amplasați modelul pe un minisimulator, pe masă sau pe o planșetă. Ce observați că se întâmplă? Ce puteți spune despre stabilitatea modelului?



Model pentru punerea în evidență a rolului elementelor de rigidizare

Introduceți apoi, treptat, elemente de întărire (diagonale, elemente în X, pereți din polistiren – fig. 23b). Ce observați când testați stabilitatea?



Fișa nr. V.2

Cum ne comportăm în timpul/după producerea unui cutremur

Verificați-vă cunoștințele!



1. Cunoașteți modalitatea de protecție/adăpostire în caz de cutremur?
 Da, într-o anumită măsură ☐
 Nu ☐
2. Vă îndepărtați de ferestre și de obiectele grele în timpul cutremurului?
 Da ☐
 Nu ☐
3. Știți care sunt elementele rezistente sub care vă puteți adăposti?
 Da ☐
 Nu ☐
4. În timpul seismului, pentru a ajunge mai repede în afara incintei școlii, unde pericolul este mai mic, fugiți pe ușă, săriți pe fereastră, alergați pe scări sau utilizați liftul?
 Da ☐
 Nu ☐
5. Vă grăbiți pentru a ajunge într-un spațiu deschis, departe de clădiri, garduri, copaci înalți, echipamente de joacă și linii electrice aeriene?
 Da ☐
 Nu ☐
6. După cutremur, pentru a ajunge mai repede afară, vă grăbiți pe scări fără să respectați ordinea și fără să țineți ceva deasupra capului?
 Da ☐
 Nu ☐
7. Considerați că este necesar un rucsac pentru situații de urgență, care ar putea fi folosit după încetarea cutremurului?
 Da ☐
 Nu ☐