

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

EFECTELE CUTREMURULUI ASUPRA MEDIULUI CONSTRUIT (DE LA ȘCOALĂ LA LOCALITATE)

Clădirile sunt construcții înălțate la suprafața pământului care servesc la adăpostirea oamenilor, animalelor, obiectelor și instalațiilor etc. Dintre acțiunile care se exercită asupra clădirilor fac parte și cele referitoare la seisme. Efectele acestora asupra unei clădiri pot diferi în funcție de perioada în care au fost realizate, tipologia structurală și proprietățile fizico-mecanice ale materialelor. În România, la proiectarea clădirilor destinate învățământului, după anul 1950 s-a ținut cont de acțiunea seismică și au fost utilizate hărți de zonare seismică și date privind structura terenului.

Cutremurele pot produce asupra construcțiilor și a ansamblurilor de construcții vulnerabile efecte negative, prin: distrugerea/prăbușirea totală sau parțială a unor clădiri vulnerabile; distrugerea unor elemente structurale sau nestructurale, a unor componente ale unor clădiri sau avarierea lor; distrugerea/avarierea unor echipamente și instalații din clădiri, a unor rețele publice de utilitate vitală, spre exemplu, rețele de alimentare cu apă, gaze, energie electrică, energie termică, transport, comunicații; producerea de incendii și de explozii în clădiri.

La nivel de localitate, cutremurele pot produce efecte negative, uneori cu caracter de dezastru, prin: alunecări de teren; rupturi în scoarță însoțite de prăbușiri sau de procese de falieri; fenomene de lichefiere a nisipurilor; avarierea unor rețele publice de utilitate vitală și izolarea unor zone; blocarea unor intersecții de străzi principale, ca urmare a prăbușirii unor clădiri, și împiedicarea operațiunilor de salvare-ajutorare; producerea de incendii și explozii în cartiere și în localități.

Tipuri de clădiri și moduri diferite de comportare a clădirilor

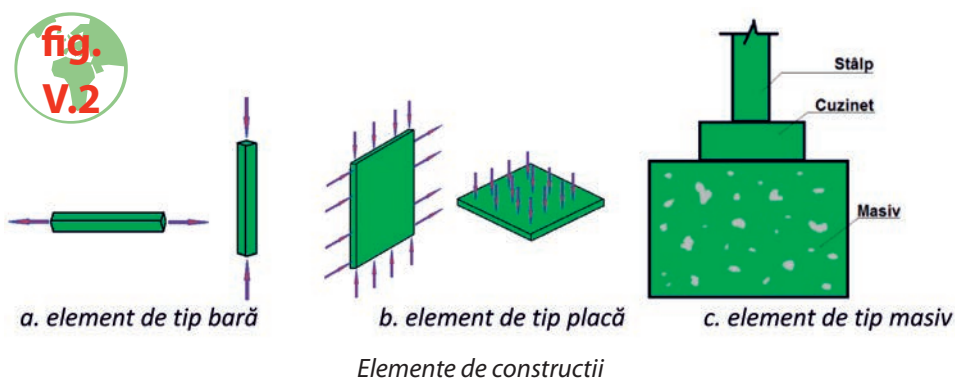
Clădirile sunt construcții realizate corespunzător, pentru a fi capabile să preia și să transmită eforturi (fig. V.1.) care iau naștere în elementele structurale ale clădirii și produc deformății ale acestora.

Eforturile sunt tensiuni interioare care iau naștere în elementele structurale ca urmare a unor forțe exterioare aplicate asupra clădirii.

Elementele de construcții care formează partea structurală a unei clădiri, (fig. V.2.), sunt: bara (de exemplu, stâlpii și grinzile clădirilor), placa (de exemplu planșeele și pereții clădirilor) și masivul (de exemplu, fundațiile clădirilor).

Din punct de vedere structural, dintre clădirile destinate învățământului liceal, distingem următoarele tipuri (fig. V.3.):

- clădiri cu schelet din beton armat;
- clădiri cu pereți structurali (din beton armat sau din zidărie de cărămidă);
- clădiri cu structură mixtă: schelet și pereți structurali;
- clădiri cu structură realizată din panouri mari prefabricate.



În conceptul actual de proiectare a unor construcții care să reziste la cutremur, clădirile destinate învățământului sunt considerate construcții de importanță deosebită, la care se impune limitarea avariilor, avându-se în vedere consecințele acestora. În consecință, la proiectare, aceste construcții sunt calculate să reziste la o forță seismică mai mare față de clădirile civile obișnuite.

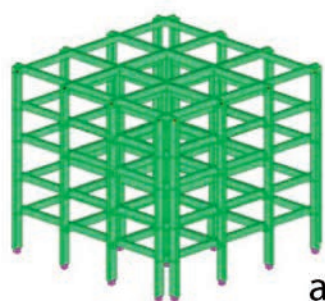
În realitate, construcțiile destinate în prezent activităților de educație și învățământ de toate gradele sunt de diferite vârste, tipuri constructive și arhitecturale.

Prin **avarierea unei clădiri** înțelegem schimbarea nefavorabilă a stării structurii acesteia, fenomene care îi pot afecta performanțele (prin apariția unor fisuri, crăpături, căderi de material etc.).

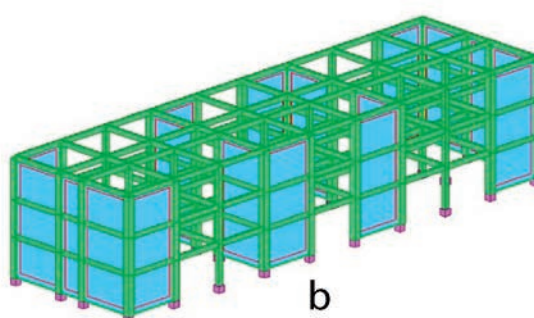
Construcțiile școlare ridicate până în 1920 au utilizat, ca materiale, zidăria de piatră și cărămida, incluzând, pentru planșee, elemente de lemn, metal sau beton. În perioada

1920-1940, betonul armat s-a utilizat, în special, la planșee și la clădiri etajate, dar, în domeniul școlilor, zidăria a continuat să fie practic materialul de bază. După anul 1959, construcțiile destinate învățământului general și mediu au fost treptat tipizate, introducându-se elemente de beton armat monolite și prefabricate.

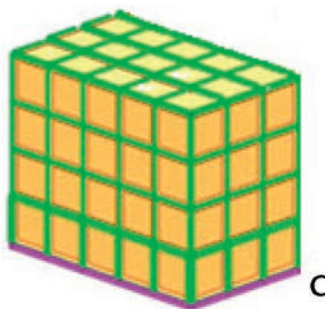
fig.
V.3



a



b



c

a. Schelet din beton armat b. Structură mixtă c. Pereți structurali
(<http://www.strazibucuresti.ro/harta-bucuresti-3d.html>)

Clădirile de liceu sunt, în general, lungi, datorită faptului că sălile de clasă și laboratoarele sunt înșiruite de-a lungul unui coridor de acces la nivelul etajului, iar regimul de înălțime ajunge până la 4 nivele. În pereții exteriori, sunt practicate goluri mari, care permit iluminarea naturală a claselor și coridoarelor.

În alcătuirea de ansamblu a clădirilor se află și alte elemente structurale, precum *planșee*, *scări* și *acoperișuri*. Dintre elementele constructive nestrukturale cu pericol de avariere la cutremur pot fi enumerate: *cornișa*, *aticele*, *calcanele*, *tencuiala* și *placajele* (fig. V.4).

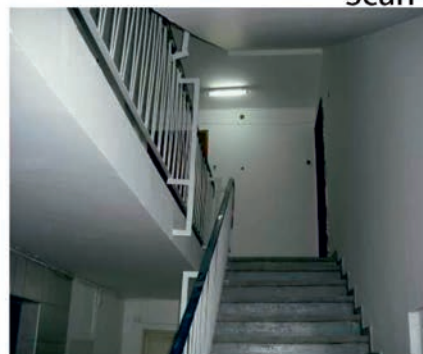
Siguranța elevilor aflați în vecinătatea clădirii în timpul sau imediat după producerea unui cutremur de pământ poate fi pusă în pericol de comportarea elementelor nestrukturale, așa cum este exemplificat în figura V.4 (pentru tencuială și placaje).



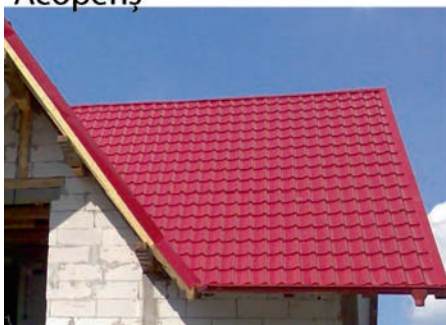
Planșee



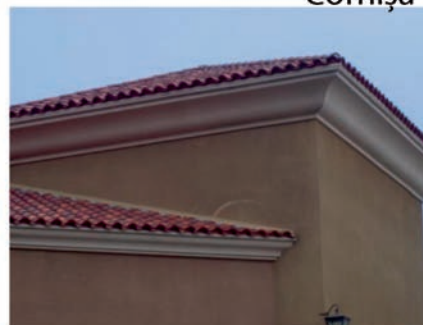
Scări



Acoperiș



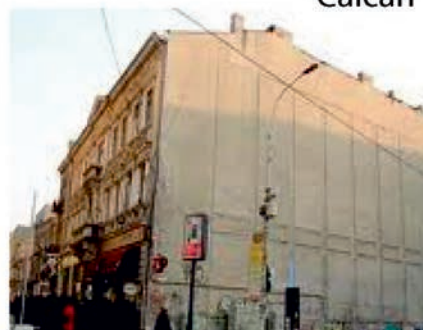
Cornișă



Atic



Calcan



Tencuială



Placaje



Exemple de elemente structurale și nestructurale

V

Efectele cutremurului la nivelul unei școli

Prin specificul lor funcțional, construcțiile destinate procesului de învățământ, sunt ocupate, în cea mai mare parte din timp, la capacitatea lor maximă. Prin urmare, comportarea acestor clădiri la cutremur prezintă o importanță deosebită pentru măsurile preventive viitoare.

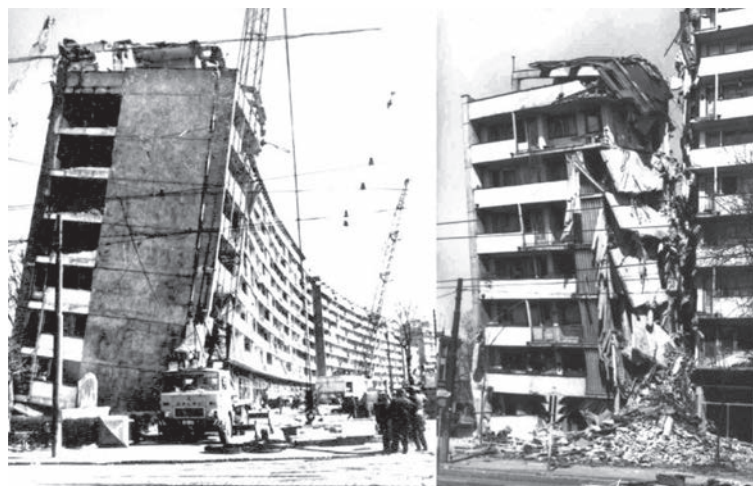
Efectele cutremurului asupra unei clădiri pot diferi în funcție de perioada în care au fost realizate, de tipologia structurală și de proprietățile fizico-mecanice ale materialelor care intră în alcătuirea acestora.

În figurile V.5, și V.6 sunt prezentate câteva dintre efectele negative ale cutremurului din 4 martie 1977 asupra unor clădiri civile din București. Aceste fenomene pot afecta, la un viitor cutremur puternic, și clădiri educaționale vechi, construite în perioade în care construcțiile erau calculate numai la forțe gravitaționale, nu și la forțe laterale.

fig.
V.5

*Prăbușirea blocului OD 16,
Păcii, București
(4 martie 1977)
(Arhiva foto ICCPDC-INCERC)*

*Clădirea Wilson, pre-1940, București
(4 martie 1977)*

fig.
V.6

*Blocul Lizeanu, București – efectul de etaj slab (4 martie 1977)
(Arhiva foto ICCPDC-INCERC)*

Ca o caracteristică generală, la cutremurul din 4 martie 1977, clădirile au prezentat fisurarea și ruperea stâlpilor de beton armat și a șpațelilor de zidărie (pereți din zidărie de cărămidă dispuși sub ferestre), fisurarea și dislocarea unor pereți transversali. S-au produs dislocări de ziduri, în special în zonele cu neregularități în plan, rupturi în pereți și deplasări ale acestora pe orizontală, iar la casele scărilor, zidăria s-a crăpat și s-a desprins la colțuri, urmând linia rampelor (planurile înclinate pe care sunt dispuse treptele scărilor). Din cauza căderii unor coșuri, s-au produs și prăbușiri locale de planșee; la planșeele de lemn s-a remarcat desprinderea de pe reazemele perimetrale (pereții exteriori din zidărie au rol de reazeme perimetrale pentru planșeele din lemn) și desprinderea unor porțiuni mari de tencuială.

Efectele cele mai puternice s-au înregistrat în București și în județele Prahova, Iași, Galați, Craiova, Brăila, Vaslui, Vrancea, Brașov, Bacău.

Trebuie atrasă atenția că, din fericire, cutremurele din 1940, 1977 și 1986, survenind noaptea, au implicat doar avariarea unor construcții de învățământ, fără să surprindă elevi sau cadre didactice în interiorul lor.

În 1990, la 30 mai, primul cutremur vrâncean resimțit în timpul zilei, s-a produs în timp ce multe școli se aflau în plină activitate. Nu au fost însă înregistrate avarii importante.

Cutremurul local de la Banloc-Timiș, din 12 iulie 1991, a produs prăbușirea acoperișului școlii vechi, precum și a unor coșuri și parapete în școala veche, amenajată în fostul Palat Regal, clădire cu P+1 etaje. Din fericire, elevii erau în vacanță.

Cazuri particulare de avarii semnalate la cutremure sunt: perete structural pe o singură direcție (fig. V.5); efect de etaj slab (fig. V.7); conformare geometrică defavorabilă în plan și în elevație; planșeu flexibil, respectiv planșeu semirigid (de exemplu, clădirile vechi cu planșee din lemn, respectiv planșee realizate din blocuri ceramice cu goluri); etaj slab (figura V.8); stâlp scurt; modificare bruscă a rigidității în elevația clădirii (figura V.8).



Distrugerea unei clădiri cu etaj slab, L'Aquila Italia, 2009

fig.
V.8



Prăbușirea clădirii Torre O'Higgins, Chile, 2010 (sursa: <http://www.flickr.com/photos/janotrix/4877345252/>)

Efectele cutremurului la nivelul unei localități

La nivel de localitate, cutremurele pot avea efecte negative, uneori cu caracter de dezastru, ca urmare a producerii unor fenomene specifice, precum: alunecări de teren, rupturi în scoarță, lichefierea nisipurilor:

fig.
V.9

■ **Alunecări de teren.**

Alunecările de teren cauzate de cutremure apar, în general, în zone cu potențial de alunecări de teren, ca urmare a amplificărilor oscilațiilor undelor seismice. În general, sunt afectate terenurile slabe, cu depuneri de sedimente. Pot apărea avarii în urma alunecărilor de teren și în cazul unor structuri corect construite (fig. V.9), care pot produce chiar prăbușirea totală a clădirii.



El Salvador, 2001 – alunecare de teren din cutremur
(http://en.wikipedia.org/wiki/2001_El_Salvador_earthquakes)

- *Rupturi în scoarță însoțite de prăbușiri sau de procese de faliere.*

fig.
V.10

Faliile sunt rupturi ale scoarței terestre care apar la cutremurele de suprafață. În cazul clădirilor care se află în vecinătatea faliilor se pot produce avarii grave ca urmare a deformațiilor mari care apar la nivelul terenului (fig. V.10).



Falie în imediata apropiere a unei școli, Turcia, 1964

- *Fenomenul de lichefiere a nisipurilor.*

fig.
V.11

Lichefierea este un fenomen care apare în pământurile necoezive sau slab coezive, cu preponderență în cazul nisipurilor. Efectele lichefierii se resimt prin scăderea rezistenței la forfecare a pământurilor ce constituie teren de fundare pentru construcții, conducând la cedarea generală a acestuia, având ca efect înclinarea sau alunecarea clădirilor (fig. V.11).



Răsturnarea unor blocuri din cauza fenomenului de lichefiere a nisipurilor, Niigata, 1999
(<http://www.ce.washington.edu>).

De asemenea, pot cauza dezastre următoarele fenomene:

- avariarea unor rețele publice de utilitate vitală (de alimentare cu apă, gaze, energie electrică, energie termică, transport, comunicații) și izolarea unor zone;
- blocarea unor intersecții de străzi principale, ca urmare a prăbușirii unor clădiri, și împiedicarea operațiunilor de salvare-ajutorare;
- incendii și explozii produse în cartiere (fig. V.12).

fig.
V.12

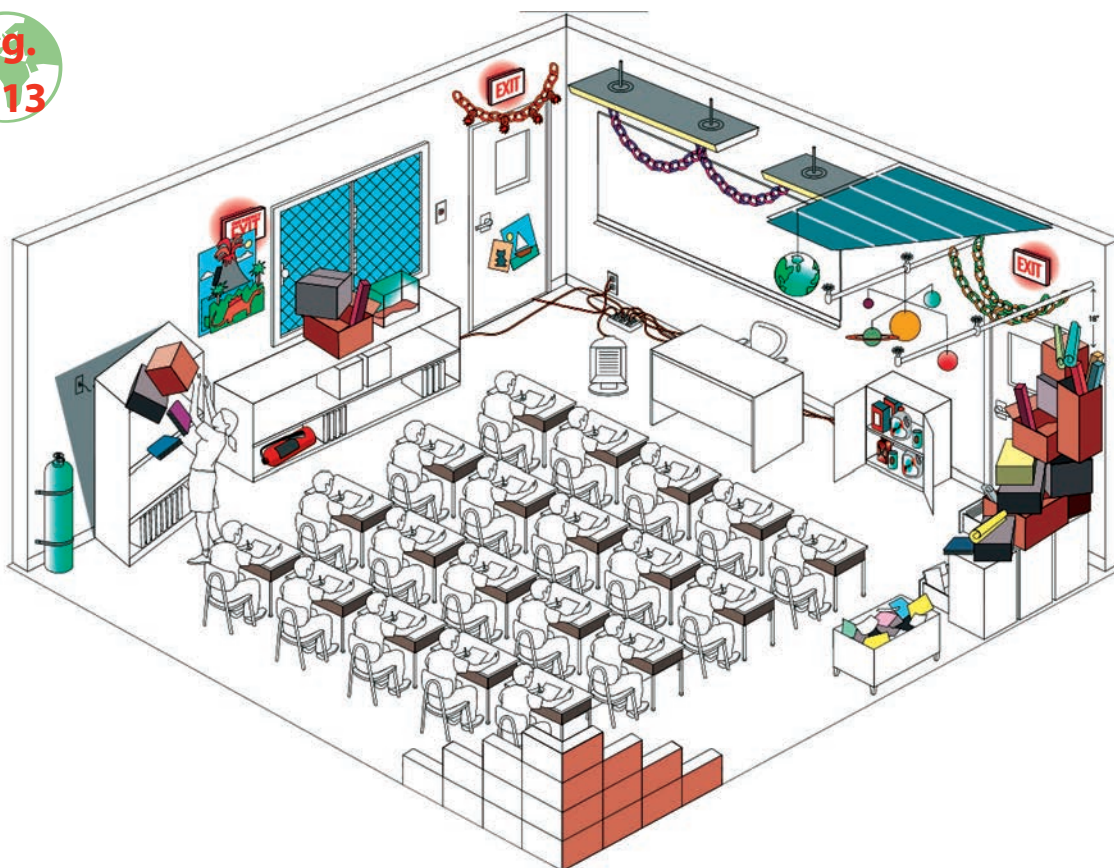
Exemplu de avarii în mediul construit la nivelul unei localități

MĂSURI DE COMPORTARE ȘI PROTECȚIE ÎN CAZ DE CUTREMUR

Pregătirea anticipată pentru prevenirea unor avarieri, răniri și accidentări, în clasele, respectiv în laboratoarele unui liceu

Pe lângă pericolele care pot apărea ca urmare a unor deteriorări a elementelor structurale și nestructurale, pot constitui, de asemenea, pericole unele echipamente, instalații, mobilier și materiale didactice specifice activităților școlare. Acestea pot împiedica sau întârzia evacuarea, prin răsturnarea peste căile de acces și blocarea trecerii spre ieșire sau prin lovirea sau rănirea persoanelor (fig. V.13).

fig.
V.13



*Amplasare greșită a unor echipamente, instalații, mobilier și materiale didactice specifice activităților școlare
(sursa: http://online.tarleton.edu/ACEF/EarthquakePreparedness/EarthquakePreparedness_print.html)*

În acest sens, este necesar să se ia unele măsuri de pregătire a spațiilor de lucru (săli de clasă și laboratoare), a instalațiilor, a echipamentelor și a mobilierului, precum:

- identificarea mobilierului auxiliar și obiectelor grele care pot să cadă peste acestea, degajarea spațiilor de diverse piese instabile la cutremur, mai ales în vecinătatea locurilor de studiu sau circulate;
- identificarea comutatoarelor pentru energie electrică, apă și gaz;
- fixarea echipamentelor IT precum și a unor echipamente pe roți, astfel încât să nu blocheze ieșirile prin deplasările provocate de evenimentul seismic (fig. V.14);

- fixarea dulapurilor înalte și, în special, la nivelurile superioare ale clădirilor unde amplitudinea oscilațiilor crește (fig. V.15);
- amplasarea obiectelor fragile într-un loc mai jos și sigur, iar a vaselor cu chimicale și combustibili în dulapuri în care să nu se poată răsturna, în încăperi în care nu se lucrează frecvent și nu există pericol de contaminare și incendiu;
- asigurarea ușilor dulapurilor cu închizători eficiente la oscilații, astfel încât deplasarea obiectelor depozitate să nu producă accidente;
- cunoașterea locului de amplasare a extincătoarelor și a modului de utilizare a acestora;
- pregătirea unui rucsac de urgență, cu minim de lucruri necesare în cazul producerii unui cutremur cu urmări deosebit de grave; conținutul orientativ al unui rucsac este ilustrat în figura V.16.



Măsurile de pregătire pentru un cutremur de pământ în interiorul unui liceu



Efectul lipsei fixării mobilerului



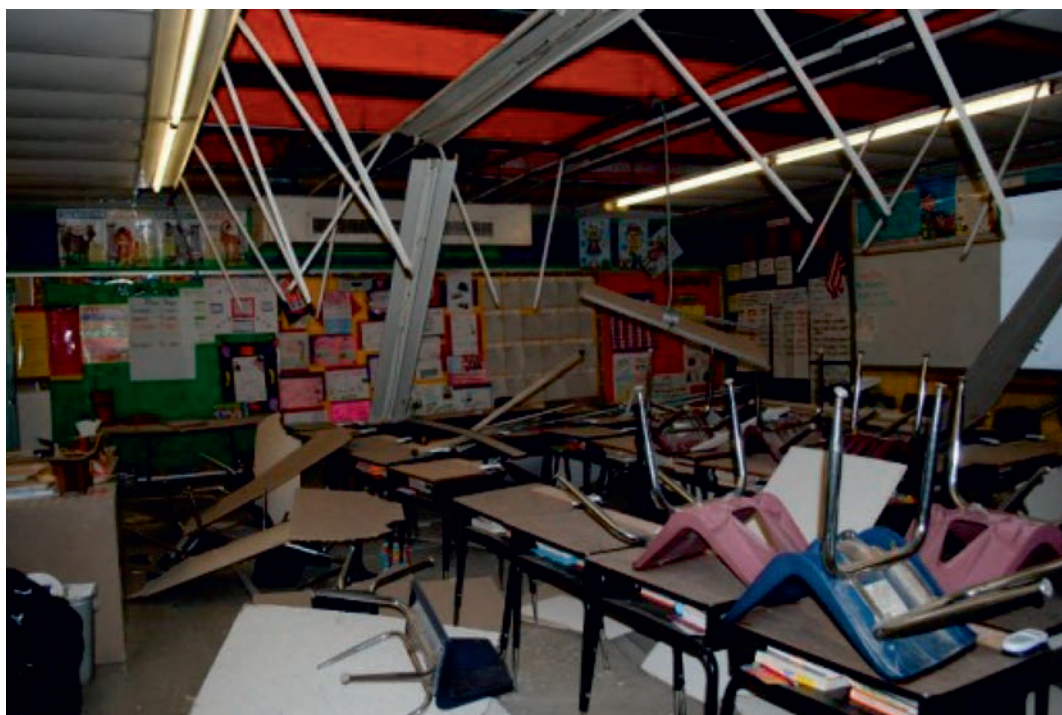
Rucsacul elevului de liceu pregătit pentru un cutremur de pământ

V

► **Reacția la cutremur a elevilor și a grupurilor de persoane**

Clădirea se comportă ca un mediu care filtrează sau amplifică oscilațiile unui cutremur în funcție de tipologia structurală amintită. Spre exemplu, în cazul cutremurelor vrâncene intermediare, în clădirile cu pereți structurali, oscilațiile sunt mult mai reduse în raport cu cele care se manifestă în clădirile înalte, cu schelet structural.

fig.
V.17



*Efectele cutremurului asupra elementelor nestructurale dintr-o sală de clasă
(sursa: http://online.tarleton.edu/ACEF/EarthquakePreparedness/EarthquakePreparedness_print.html)*

Oscilațiile seismice au anumite componente dominante care sunt apropiate de frecvențele proprii caracteristice ale unor organe ale corpului uman și devin, astfel, esențiale pentru reacția umană.

Prin urmare, este foarte important să ne stăpânim senzația de teamă, panică sau agitație și să procedăm la următoarele măsuri:

- să încercăm să-i liniștim pe cei din jur și să protejăm colegii, dacă ne aflăm la liceu, respectiv membrii familiei, acasă;
- nu părăsim încăperea înainte de a ne asigura că evenimentul seismic a încetat;
- să păstrăm distanța față de elemente nestructurale care pot accidenta (pereți de compartimentare, ferestre, lămpi, tencuieli ornamentale etc.) (fig. V.17);
- ne vom proteja sub o bancă de clasă, sub o masă solidă sau sub un birou solid (fig. V.18);
- în cazul în care lipsesc aceste bănci, ne vom așeza în zona unui perete de rezistență; se va adopta poziția ghemuit, cu fața în jos, la podea, capul protejându-se cu palmele lipite la ceafă;
- se vor respecta recomandările cadrelor didactice care sunt, în prealabil, instruite în acest sens;

- în cazul în care ne aflăm în laboratoare, primul lucru ar fi să încercăm să oprim toate sursele de gaz;
- este recomandat să se încerce menținerea ușii în poziția deschis, pentru evacuarea elevilor după încetarea evenimentului seismic;
- nu se vor utiliza automobile în vederea evacuării, astfel evitându-se aglomerări nedorite ale străzilor care îngreunează ulterior accesul unităților de prim ajutor;
- în cazul în care vă aflați în afara clădirii, stați departe de aceasta, deoarece există riscul prăbușirii unor elemente din clădire (fig. V.19).



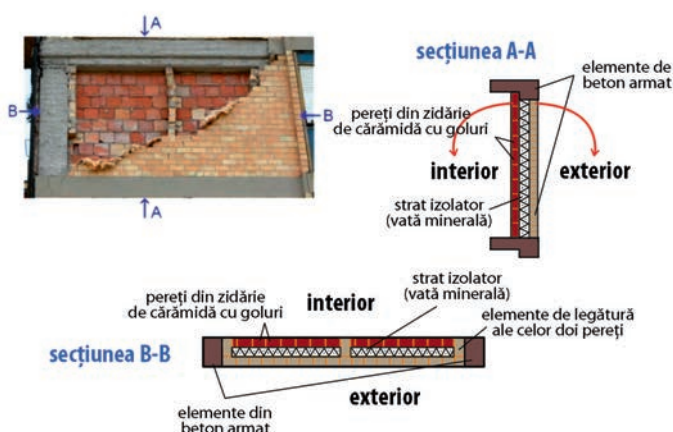
Protecția elevilor sub o bancă de clasă, în timpul cutremurului.
(sursa: <http://www.dezeen.com/2012/04/11/earthquake-proof-table-by-arthur-brutterand-ido-bruno>)



► **Măsurile post-cutremur pentru revenirea la normal, în corelație cu planul de intervenție al liceului**

După încetarea acțiunii seismice, este necesar să se întreprindă o serie de măsuri pentru revenirea în cel mai scurt timp la o stare de normalitate:

- Acordați ajutor persoanelor rănite și calmați persoanele intrate în panică sau speriate!
- La evacuare, dați prioritate persoanelor rănite, copiilor și persoanelor în vârstă!
- Evitați fuga pe ușă sau pe scări, nu intrați în lift! Nu ieșiți pe fereastră!
- Nu utilizați telefonul fix sau mobil decât pentru apeluri către unități de salvare, pompieri, poliție!
- Informați-vă corect, de la radio!



Elementele nestructurale care se pot desprinde de pe clădiri

V

- Identificați eventuale avarii pe care, ulterior, le veți comunica administratorului liceului!
- Părăsiți în liniște clădirea, fără a lua lucruri care nu vă sunt de folos! Plecați numai îmbrăcați, încălțați și cu rucsacul de urgență! (fig. V.16)
- Procedați la deblocarea traseelor fără a crea panică în jur!
- Fiți pregătiți pentru a suporta eventuale post-șocuri. Nu dați crezare zvonurilor alarmiste!
- Rămâneți în curtea liceului, într-un loc sigur sau într-o clădire sigură, până când direcțiunea liceului va decide dacă elevii pot pleca acasă!
- Acordați atenție elementelor ce pot să se desprindă de pe clădire și vă pot răni! (fig. V.20)

fig.
V.20



Pericole posibile în vecinătatea clădirii datorită desprinderii unor elemente