



S.C. CARA SRL  
Str. Filaret Barbu nr. 2  
300193 Timișoara  
RO38VBBU2511TI0315812701  
VOLKSBANK, SUC. TIMIȘOARA  
www.cara-geotecnica.ro  
Lab.Aut.gr. II Profil GTF+AchA+MBM - Aut. Nr. 2723/18.04.2013/ISC L01

O.R.C. J35/986/1992  
C.I.F. RO – 1820068  
Tel: 0356-448979  
Mob. 0722-573188  
Fax 0356-410067

e-mail: office@cara-geo.ro



## STUDIU DE DINAMICĂ TERESTRĂ ȘI EVALUAREA IMPACTULUI ASUPRA ZONELOR ÎNVECINATE ÎN CAZ DE SEISM

**AMPLASAMENT:** ZONĂ MIXTĂ COMERT, SERVICII,  
BIROURI OPENVILLE  
TIMIȘOARA, Str. DEMETRIADE

**BENEFICIAR:** S.C. IULIUS TRUST S.R.L.



### 1. Principii de bază ale cutremurelor

Un cutremur de pământ se manifestă printr-o mișcare de vibrație și uneori printr-o mișcare violentă simțită la suprafața pământului, fiind rezultatul eliberării bruște a energiei în scoarța pământului.

Învelișul exterior al Pământului conține două straturi: litosfera și astenosfera

Litosfera este împărțită în placi tectonice, care plutesc deasupra astenosferei. deplasarea continuă și lentă a plăcilor tectonice produce modificări ale scoarței terestre în urma acumulărilor energetice în roci și a erupțiilor vulcanice, generatoare de rupturi și prăbușiri de amploare în interiorul litosferei. Aceste fenomene se manifestă periodic în scoarța terestră prin mișcări bruște și violente care sunt înregistrate la suprafața liberă a terenului sub forma cutremurelor de pământ.

Cutremurele de pământ cu caracter distructiv, sunt de origine și natură variată, printre ele prezentând o importanță deosebită *cutremurele de origine tectonică*, atât din punct de vedere seismologic, cât și al efectelor asupra construcțiilor.

Cutremurele de origine tectonică sunt cele mai frecvente, iar energia pe care o eliberează se extinde pe zone întinse de la suprafața terestră. Șocul seismic se produce ca urmare a unei fracturări a rocilor care vin în contact într-un plan mai slab în care s-au acumulat în decursul timpului deformații elastice extrem de mari. Eliberarea bruscă a energiei de deformație, transformată instantaneu în energie cinetică, generează unde seismice care se propagă radial în toate direcțiile, iar prin procese de reflexie și refracție ajung la suprafața Pământului.

Conform teoriei plăcilor tectonice, dezvoltată de geologul german Alfred Wegener, care în anii '60 a ajutat în mod deosebit la înțelegerea cutremurelor, suprafața pământului conține *plăci tectonice*, de asemenea cunoscute ca și *plăci litosfere*, cu fiecare placă alcătuită din crustă și partea mai rigidă, stratul superior. Figura 1 ne arată locațiile plăcilor tectonice majore și săgețile ne indică direcția relativă a deplasării plăcilor.

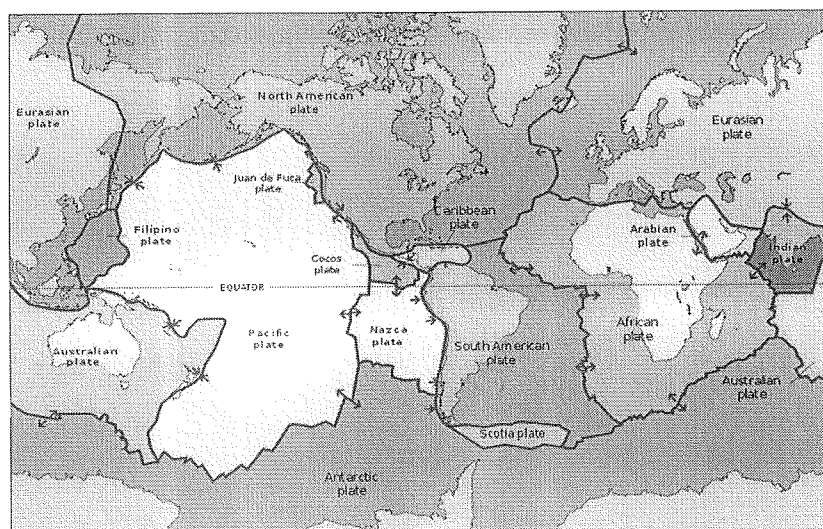


Figura 1 – Locațiile plăcilor tectonice majore

Energia eliberată în focarul cutremurului se propagă prin unde seismice. Există două tipuri de unde seismice produse de vibrația cutremurului: *unde de adâncime*, care traversează interiorul Pământului, și *unde de suprafață*, care se propagă la suprafața Pământului.

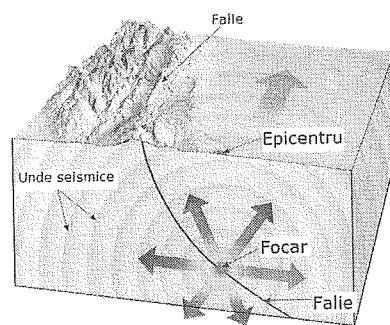


Figura 2 - Definiția focarului și a epicentrului unui cutremur de pământ

Undele seismice generate de un cutremur de pământ iau naștere undeva sub suprafața terenului, prin care se eliberează energia de deformație acumulată în masivul de rocă. Cu toate că în cazul cutremurelor naturale sursa seismică este distribuită într-un volum de rocă, adeseori este convenabilă considerarea simplificată a sursei seismice ca și un punct în care iau naștere undele seismice.

Cutremurele violente generate de fractura rocilor din litosferă se datorează mișcărilor produse de alunecările în lungul unui plan de rupere, însoțite de eliberarea bruscă a unei energii. Aceste planuri de rupere se numesc *falii*, iar în momentul rupturii instantanee, capacitatea rocii respective a atins valoarea limită peste care nu mai este capabilă să mai acumuleze deformații elastice sau energie elastică de deformație. În general cutremurele se produc în lungul aceleiași falii, ceea ce caracterizează fenomenul de persistență a genezei mișcărilor seismice.

Falia este definită ca fractura sau zona fracturată în roca unde are loc deplasarea reprezentată în Figura 3.

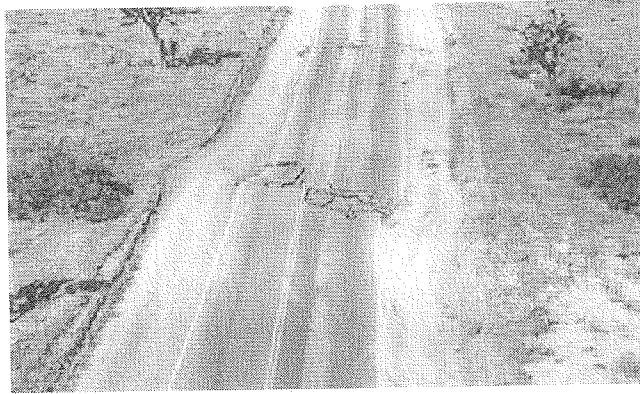


Fig. 3 - Efectul unei falii de fricțiune la suprafața terenului (<http://usgs.gov>)

## 2. Magnitudinea și intensitatea cutremurelor

Prin utilizarea seismometrelor este posibilă definirea *magnitudinii*, ca parametru unic pentru un eveniment seismic, care măsoară cantitatea de energie eliberată de un cutremur.

În 1935, Profesorul Charles Richter, de la Institutul Californian de Tehnologie din S.U.A., a elaborat scara de măsurare a magnitudinii pe cutremurele din sudul Californiei, cunoscută și sub numele de scara de magnitudini Richter, notată cu  $M_L$  (Tabelul 1).

Tabelul 1

Scara de magnitudini Richter	
Magnitudine 1	În mod normal nu este simțit.
Magnitudine 2	În mod normal nu este simțit.
Magnitudine 3	Este simțit adeseori, dar nu provoacă daune materiale.
Magnitudine 4	Este simțit adeseori, dar nu provoacă daune materiale. Se aude zgomot.
Magnitudine 5	Cutremur moderat. Este simțit bine. Mici daune la clădirile din apropierea epicentrului. Se aude zgomot.
Magnitudine 6	Cutremur puternic. Clădirile care nu sunt rezistente se distrug pe o rază de câțiva kilometri de la epicentru.
Magnitudine 7	Cutremur major. Cauzează multe daune importante pe câteva sute de kilometri de la epicentru.
Magnitudine 8	Cutremur gigant. Există multe daune materiale, numeroase decese și mulți răniți pe sute de kilometri.
Magnitudine 9	Super-cutremur. Foarte rar. Distruge tot sau aproape tot atât în zona epicentrului cât și într-o arie de mii de km <sup>2</sup> în jurul acestuia.
Magnitudine 10	Inimaginabil. Până acum nu s-a înregistrat această magnitudine. Maximul înregistrat a fost 9.5.

Richter a proiectat această scară astfel încât valoarea 0 să corespundă celei mai mici valori înregistrate a unui cutremur. Nu există o limită superioară a scării Richter, cu toate că cutremure cu valoarea de  $M_L = 8$  sunt foarte rare.

Charles Richter a definit *magnitudinea locală*  $M_L$  a unui cutremur ca și logaritmul cu baza zece a amplitudinii maxime în microni ( $10^{-3}$  mm)  $A$  înregistrată cu un seismograf Wood-Anderson amplasat la o distanță de 100 km de epicentru:

$$M_L = \log_{10} A - \log_{10} A_0 \quad (2.1.)$$

unde  $\log A$  este o valoare standard funcție de distanță, pentru instrumente aflate la alte distanțe decât 100 km, dar nu mai departe de 600 km de epicentru.

Corelațiile între magnitudinea  $M_L$ , accelerația terenului, durata mișcării terenului și scara modificată Mercalli sunt prezentate în Tabelul 2.

Tabelul 2

Magnitudine locala $M_L$	Maximul accelerației terenului $a_{\max}$ în vecinătatea fisurii faliei	Durata tipică a mișcării terenului în vecinătatea fisurii faliei	Nivelul intensității după scara Mercalli modificată în vecinătatea fisurii
$\leq 2$	—	—	I-II
3	—	—	III
4	—	—	IV-V
5	0,09g	2 s	VI-VII
6	0,22g	12 s	VII-VIII
7	0,37g	24 s	IX-X
$\geq 8$	$\geq 0,50g$	$\geq 34$ s	XI-XII

Relația (2.1) implică o creștere de zece ori a amplitudinii deplasărilor înregistrate de seismograf la creșterea magnitudinii cu o unitate. Pentru aceeași creștere a magnitudinii cu o unitate, cantitatea de energie seismică eliberată de un cutremur crește de aproximativ 30 de ori.

Scările de intensitate seismică cele mai utilizate astăzi sunt Mercalli modificată (MM), Ross-Forel (R-F), Medvedev - Sponheuer - Karnik (MSK-64), scara macroseismică Europeană (EMS-98) și scara agenției meteorologice japoneze (JMA). În România se utilizează scara MSK (descrisă în Tabel 3), iar zonarea intensității seismice a României conform SR 11100/1 din 1993 este prezentată în Figura 4.

Tabelul 3

Grad	Scara de intensitate seismică Medvedev – Sponheuer – Karnik MSK 64	
1	Imperceptibil	Intensitatea oscilațiilor rămâne sub limita sensibilității oamenilor. Cutremurul este detectat și înregistrat numai de seismografe
2	Greu perceptibil (foarte slab)	Simțit de persoanele în stare de repaus. Nu afectează obiectele. Fără daune asupra clădirilor.
3	Slab	Este simțit de puțini oameni, care se află în interiorul locuinței sau afară. Observatorii atenți remarcă

		oscilația ușoară a obiectelor atârinate, mult mai pronunțată la etajele superioare. Fără daune la clădiri.
4	Moderat	Este simțit de mulți oameni care se află în interiorul sau în afara locuinței. Din cei care dorm, putini pot fi treziți. Ferestrele, ușile și vesela zăngăne. Pardoselile și pereții scârțâie, mobila începe să uruie. Obiectele atârinate, lichidul din vase oscilează ușor. Fără daune la clădiri.
5	Suficient de Puternic	Zguduire generala a clădirilor. Este simțit de toți oamenii. Mulți dintre cei care dorm se trezesc. Putini oameni părăsesc locuințele. Animalele sunt neliniștite. Obiectele atârinate oscilează considerabil. Tablourile se deplasează din loc. Anumite obiecte fixate, pot fi deplasate. Ușile și ferestrele deschise se închid și se deschid cu zgomot. Din vasele umplute, deschise, lichidul se varsă. Avarii ușoare la



		construcții.
6	Puternic	Este simțit de toți oamenii. Mulți dintre ei, aflați în interiorul clădirilor se sperie și aleargă afara. Puține persoane își pierd echilibrul. Se pot sparge vase și obiecte din sticlă. Cad tablourile de pe pereți. Fisuri și crăpături în pereți, desprinderea unor bucăți de tencuiala, căderea unor țigle de pe acoperiș, crăpături la construcțiile din cărămida.
7	Foarte Puternic	Majoritatea oamenilor sunt speriați și părăsesc locuințele. Crăpături mari și adânci în pereți; căderea coșurilor de fum și distrugerea unor acoperișuri; surpări ale părților carosabile pe pante abrupte; distrugeri ale porțiunilor de îmbinare a conductelor. Se produc alunecări de teren.
8	Distrugător	Mobila se poate răsturna. Unele clădiri (părți de clădire) se prăbușesc. Se observa alunecări de teren în zonele depresionare și

		pe pantele abrupte. Apar crăpături mari în teren, au loc căderi de roci.
9	Devastator	Panica generală. Oamenii sunt aruncați la pământ. Se produc avarii importante ale structurilor construite corect, conductele subterane sunt parțial distruse, se produce deformarea șinelor de cale ferată și avarierea părților carosabile ale drumurilor. Au loc căderi de roci și multe alunecări de teren
10	Nimicitor	Construcțiile se prăbușesc parțial sau în totalitate. Degradări importante în baraje. Șinele de cale ferată se deformează. Masive alunecări de teren.
11	Catastrofal	Majoritatea clădirilor și structurilor sunt distruse. Fracturi și deplasări ale terenului.
12	Foarte Catastrofal	Toate construcțiile de suprafață și subterane sunt distruse total. Suprafața pământului este complet schimbată, devieri ale cursurilor de apă.

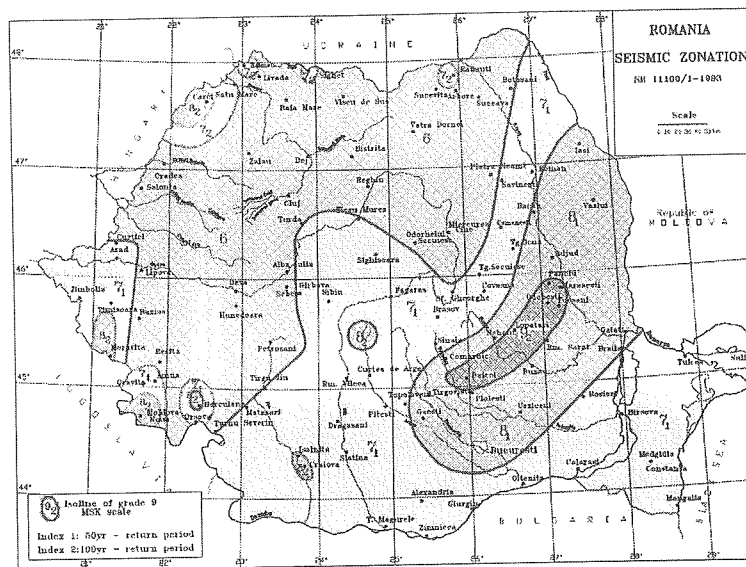


Figura 4 - Zonarea intensității seismice a României conform SR 11100/1 din 1993

### 3. Cutremurele din România

Teritoriul României prezintă o activitate moderată, iar frecvența și energia cutremurelor variază în limite foarte largi. În țară, în decurs de un an se înregistrează 300 – 400 de mișcări seismice, iar o mare parte își au originea pe teritoriul altor țări. Dar, efectele cele mai distrugătoare manifestate pe teritoriul țării au provenit din sursa Vrancea unde au loc procese de falieri cu focare normale sau focare intermediare la 90 – 170 km.

Zona seismică cea mai activă și puternică este zona vranceană, care a degajat până în prezent peste 90% din energia seismică de pe teritoriul țării și care afectează puternic mari zone din țara noastră.

Dar și cutremurele din Banat, Făgăraș sau Maramureș, care sunt superficiale și crustale, pot produce pagube considerabile pe arii foarte restrânse, în jurul epicentrului.

În Figura 5 este prezentată o hartă a teritoriului României pe care sunt reprezentate locațiile cutremurelor semnificative care au avut loc în ultimii 35 de ani, după cutremurul din 4 Martie 1977.

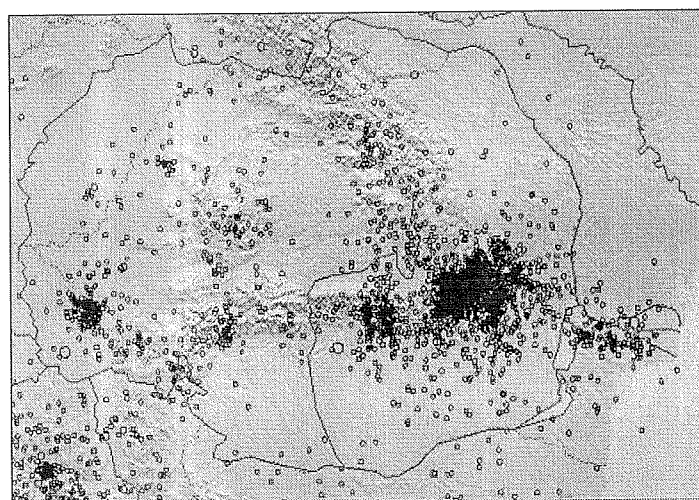


Figura 5 - Seismicitatea României (Geoscience Interactive Databases - Cornell University/INSTOC)

Analizând numărul evenimentelor seismice produse pe teritoriul României se conturează două zone semnificative:

- zona seismică Vrancea (cutremure intermediare)
- zona seismică Banat (cutremure normale)

Harta de zonare seismică a teritoriului României în termeni de valori de vârf ale accelerației terenului pentru proiectare  $a_g$  pentru cutremure având intervalul mediu de recurentă IMR = 100 ani este prezentată în Figura 6.

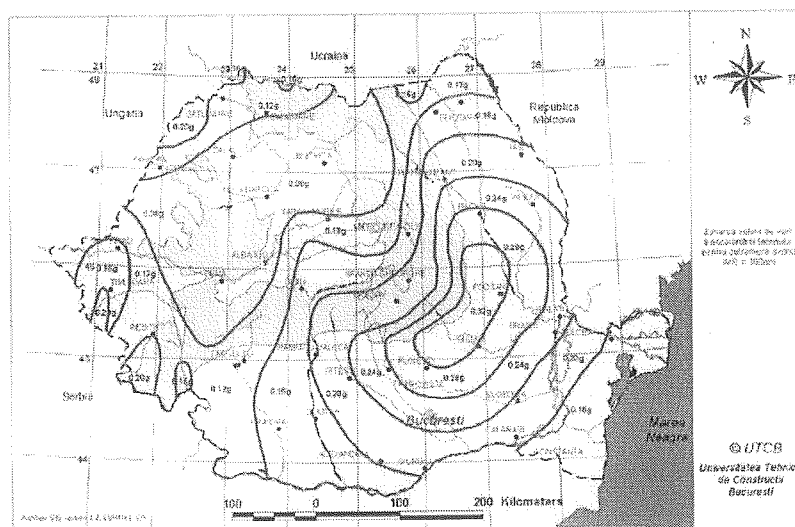


Figura 6 - Zonarea teritoriului României în termeni de valori de vârf ale accelerației terenului pentru proiectare  $a_g$  pentru cutremure având intervalul mediu de recurență  $IMR = 100$  ani, (P100 – 2006)

#### 4. Cutremurele din zona Banat

Hazardul seismic în zona Banat se datorează în principal cutremurelor locale. Intensitatea mișcării seismice în zona Timișoarei datorate cutremurelor vrâncene sunt în general mai mici decât cele datorate cutremurelor locale.

Adâncimile cutremurele de pământ produse în aceste surse sunt superficiale, cu valori între 2 km și 20 km. Cele mai mari adâncimi s-au înregistrat în SN ( $h=20$  km) și în SS ( $h=19$  km).

În Figura 7 sunt prezentate locațiile epicentrelor cutremurelor de pământ, produse în regiunea seismică Banat și zonele învecinate.

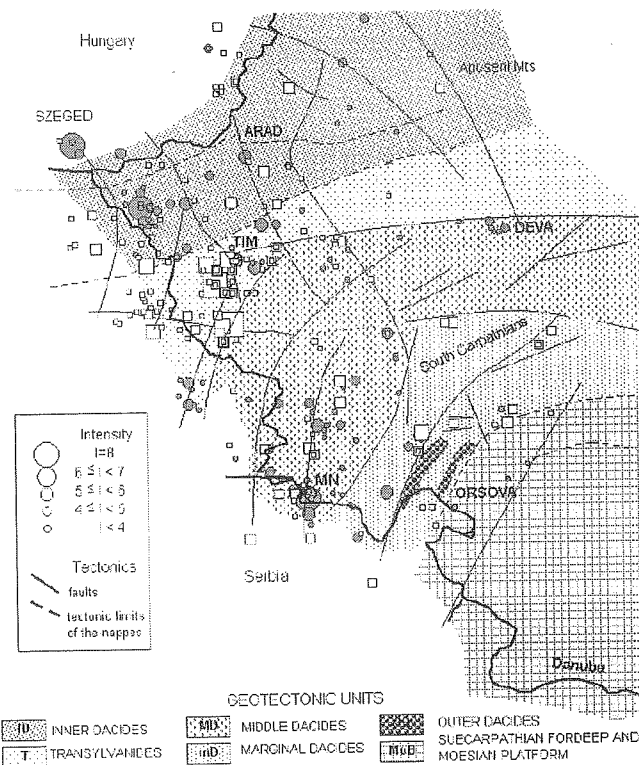


Figura 7 - Distribuția epicentrelor cutremurelor de pământ cu  $I_0 \geq VI$  MSK, produse în regiunea seismică Banat și zonele învecinate

Magnitudinile cutremurelor din Banat pentru diferite intervale medii de recurență este prezentat în Tabelul 4.

( $M_{\max} = 6.1$ )

Tabelul 4

Sursa seismică	50 ani	100 ani	475 ani
<i>Banat (ambele surse)</i>	5.4	5.6	6
<i>Timișoara</i>	5.3	5.6	6
<i>Moldova Nouă</i>	4.8	5.2	5.8

Rezultă că valorile maxime posibile ale intensităților seismelor din zona Timișoara este de  $M_{\max}=6.1$ .

Efectul asupra clădirilor existente al acestor cutremure cu magnitudinea menționată anterior este minoră, practic sunt afectate numai elemente nestructurale ale unor clădiri vechi din zidărie la care a apărut fenomenul de degradare al materialelor din care s-au executat, în special mortarul din var.

În Figura 8 este prezentată o hartă cu dispunerea micro-faliilor existente în zona Banatului, precum și poziția epicentrelor cutremurelor care s-au produs în zonă în ultimii 50 de ani.

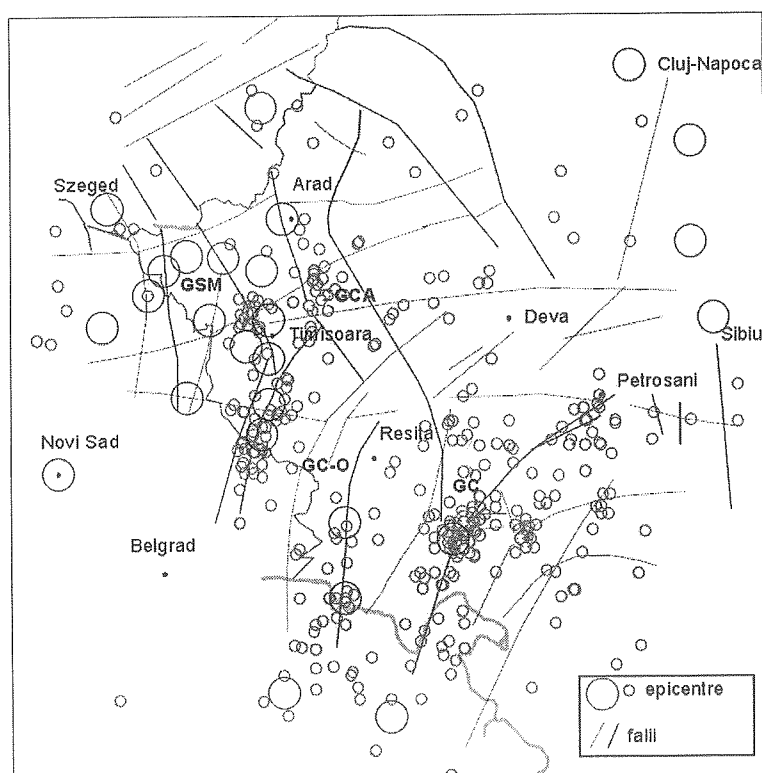


Figura 8 - Schița seismo-tectonică a zonei de vest a României.

Se constată că în zona Municipiului Timișoara există o concentrare a seismelor pe faliile din partea de vest a municipiului, orientate pe direcția nord – sud, respectiv cele mai semnificative cutremure au avut epicentrul în zona localităților Parța, Voiteg și Banloc.

Efectele cutremurelor bănățene trebuie corelate cu sistemul constructiv adoptat și materialele folosite în realizarea lucrărilor ingineresti. Astfel, avariile înregistrate după cutremure se remarcă cu pregnanță la fondul locativ vechi, la unele dintre ele locatarii au adus modificări sau anexe fără legături între ele.

Aceste efecte s-au limitat la căderi de țigle de pe acoperiș precum și a unor cărămizi din coșurile de fum ale clădirilor vechi la care mortarul din care s-au executat aceste coșuri, (mortare de var) s-au degradat în timp. De asemenea au apărut fisuri în structuri din zidărie veche și la clădiri care au fost construite acum 50 ani ... 100 ani fără a fi fost luate nici una din măsurile constructive impuse în zilele noastre de către normele tehnice actuale referitoare la protecția antiseismică a clădirilor.



## 5. EVALUAREA IMPACTULUI ASUPRA ZONELOR ÎNVECINATE ÎN CAZ DE SEISM

Referitor la clădirile înalte 80 m ... 130 m care fac obiectul prezentei documentații tehnice se menționează că acestea se proiectează conform normelor în vigoare referitoare la proiectarea structurilor din beton armat în zone seismice „Cod de proiectare seismică P100 / 2013 – Prevederi de proiectare pentru clădiri”.

Infrastructura acestor clădiri este delimitată de pereți murați din beton armat, iar transmiterea încărcărilor la teren se face numai prin intermediul piloților din beton armat care se vor realiza până la adâncimea de -35,00 m față de cota terenului natural.

În aceste condiții se exclude posibilitatea producerii unor accidente majore precum colapsul structurii de rezistență al unei astfel de clădiri.

Desigur în cazul producerii unui seism major pot apărea unele inconveniente privind exploatarea clădirii precum și unele deteriorări minore care vor fi menționate în continuare. Se subliniază faptul că producerea unor seisme cu magnitudinea mai mare de  $M_L = 6,1$  este foarte puțin probabilă, așa încât efectul estimat asupra unei clădiri noi proiectate și executate conform normelor antiseismice în vigoare se va limita la producerea unor oscilații cu amplitudine redusă pentru o perioadă scurtă de timp (de ordinul a zeci de secunde).

În ceea ce privește zonele învecinate, acestea constau din spații verzi și din parcări precum și clădiri D+P și D+P+1E, locații în care se găsesc nu număr mic de persoane în mod normal, respectiv în caz de cutremur.

Prin protecția antiseismică a construcțiilor se urmărește limitarea degradărilor, a avariilor, precum și evitarea prăbusirii elementelor structurale (de rezistență), ale celor nestructurate (pereti despărțitori, alte elemente secundare), ale echipamentelor și instalațiilor, pentru:

- evitarea pierderilor de vieți omenești sau a ranirii oamenilor;
- evitarea întreruperii activităților și a serviciilor esențiale pentru menținerea continuității vieții sociale și economice în timpul cutremurului și imediat după cutremur;
- evitarea distrugerii sau a degradării unor bunuri culturale și artistice de mare valoare;
- evitarea degajării unor substanțe periculoase (toxice, explozibile);
- limitarea pagubelor materiale.

Efectele unui seism de tipul celor caracteristice zonei Banatului, vor fi din categoria celor minore, menționate în Tabelul 3 pentru seismele cu o intensitate seismică de 5 pe scara MSK. Conform normelor de comportare recomandate de Inspectoratul pentru Situații de Urgență, toate persoanele care locuiesc sau lucrează într-o astfel de clădire înaltă trebuie instruită (prin afișarea în locurile de circulație comune) a unui regulament. Acest regulament conține în principal următoarele instrucțiuni:

- **În timpul cutremurului:**
- **PĂSTRAȚI-VĂ CALMUL.** Panica poate produce victime. Încercați să liniștiți copiii, persoanele în vârstă.
- **RĂMÂNEȚI ÎN INTERIOR** - de obicei, după primele mișcări seismice, pot urma replici ale cutremurului, inițial suficient de puternice pentru a

provoca noi pagube. În astfel de cazuri, oamenii se rănesc cel mai adesea atunci când intră sau ies din clădire.

- Așezați-vă sub o piesă de mobilier solidă sau sub o grindă de rezistență. Dacă nu există o masă sau un birou în apropierea dumneavoastră, acoperiți-vă fața și capul cu brațele încrucișate și așezați-vă într-un colț interior al încăperii.
- NU fugiți pe scări. Scările sunt foarte sensibile în caz de cutremur, iar coborârea sub efectul oscilațiilor seismice este foarte periculoasă.
- NU săriți pe fereastră.
- NU folosiți liftul. Dacă rămâneți blocat în lift încercați să ieșiți cât mai repede, apăsând butonul de oprire și apoi butonul celui mai apropiat etaj.
- Îndepărtați-vă de oglinzi, ferestre, uși și pereți exteriori, sobe, mobilier înalt.
- NU vă așezați sub lustre sau alte obiecte grele suspendate.
  
- **După cutremur:**
  
- **PĂSTRAȚI-VĂ CALMUL. PANICA NU VĂ POATE FACE DECÂT RĂU.**
- Verificați dacă sunteți rănit. La nevoie, încercați să vă acordați primul ajutor.
- Acordați ajutor persoanelor rănite până la sosirea echipelor de intervenție.
- Nu încercați să mișcați persoanele grav rănite decât dacă viața le este pusă în pericol sau dacă starea lor de sănătate se înrăutățește rapid.

- Dacă este absolut necesar să mișcați o persoană în stare de inconștientă, mai întâi imobilizați-i gâtul, spatele și membrele fracturate.
- Fiți pregătit pentru eventualele replici ale cutremurului. Aceste cutremure secundare pot fi suficient de puternice pentru a produce noi pagube.
- Fiți atent la eventualele pericole produse de construcțiile afectate. Replicile cutremurului pot dărâma clădirile, drumurile, podurile, pasajele afectate.
- NU folosiți liftul chiar dacă acesta funcționează.
- Fiți foarte atent pe unde mergeți și cum conduceți.
- Verificați dacă sunt scurgeri de gaze sau apă. Verificați dacă a fost întreruptă alimentarea cu energie electrică.
- Opriți alimentarea cu apă, gaz și energie electrică.
- Dacă simțiți miros de gaz, deschideți geamurile și ușile pentru aerisire.
- Dacă simțiți miros de gaz, NU încercați să întrerupeți alimentarea cu energie electrică și nici să decuplați siguranțele. O singură scânteie poate provoca un incendiu.
- NU reporniți dumneavoastră alimentarea cu gaz, lăsați compania furnizoare să se ocupe de asta.
- Dacă puteți, stingeți incendiile din casa sau din cartierul dumneavoastră imediat ce s-au produs.
- Atunci când parasiti clădirea protejați-vă capul cu o cască; în lipsa acesteia puteți folosi un obiect dur ce vă poate proteja de eventualele obiecte ce ar mai putea să cadă

- Dacă sunteți afară și vă puteți deplasa în siguranță, încercați să mergeți într-un spațiu deschis.
- Îndepărtați-vă de clădirile afectate, cablurile electrice, panourile publicitare, liniile de tramvai pentru a nu fi rănit.
- În cazul în care plecați de acasă, lăsați un bilet spunându-le membrilor familiei sau prietenilor unde vă aflați.
- Chiar dacă liniile telefonice funcționează, utilizați-le numai în caz de
- Lăsați căile de acces libere pentru intervenția echipelor de salvare.
- ESTE ABSOLUT NECESAR SĂ LĂSAȚI LINIILE TELEFONICE ȘI ARTERELE DE CIRCULAȚIE LIBERE PENTRU INTERVENȚIA ECHIPELOR DE SALVARE.
- Aveți încredere doar în informațiile provenite din surse oficiale: postul național de radio, televiziunea publică, autoritățile locale.
- NU vă bazați pe zvonuri și NU răspândiți informații neverificate.
- Dacă aveți nevoie de ajutor, încercați să comunicați cu echipele de intervenție și să le oferiți informații despre situația dumneavoastră.
- În cazul unui cutremur major, echipele de intervenție nu vor putea oferi ajutor imediat tuturor cetățenilor.

ADMINISTRATOR

Dr. ing. Ioan Petru BOLDUREAN



ÎNTOCMIT

Expert tehnic exigenta Af

Dr. ing. Ion BOGDAN

