

# SEISMELE DIN ZONA BANAT – TIMIȘOARA

**Prof.dr.ing. Marin MARIN**  
Universitatea „Politehnica” –  
Timișoara



**As.drd.ing. Luiza ROMAN,**  
Universitatea „Politehnica” –  
Timișoara



**As. dr.ing. Octavian ROMAN,**  
Universitatea „Politehnica” – Timișoara



**REZUMAT.** Lucrarea prezintă seismicitatea zonei Banat-Timișoara, recurența cutremurelor bătășene și condițiile locale ale Timișoarei. Pe baza forajelor geotehnice, pe amplasamentul Timișoarei au fost evidențiate condiții de teren diferite.

**Cuvinte cheie:** Zona seismică Banat-Timișoara, recurența seismelor din Banat, foraje geotehnice.

**ABSTRACT.** This paper presents the seismicity zone Banat-Timișoara, Banat earthquakes recurrence and the local conditions of Timișoara. Based on geotechnical drilling, there were found on the site of Timișoara different ground conditions.

**Keywords:** Seismic zone Banat-Timișoara, Banat earthquakes recurrence, geotechnical drilling.

## 1. INTRODUCERE

Un cutremur produce întotdeauna teamă, urmată de o neliniște profundă în ceea ce privește posibilitatea repetării lui, acestea se produc într-un timp foarte scurt și au consecințe devastatoare. Predicția cutremurelor rămâne, cu toate eforturile seismologilor, doar un deziderat. Reușitele în domeniu (dacă nu au fost rezultatul purei întâmplări) au fost depășite cu mult de predicțiile nereușite.

Tendența la nivel mondial este aceea de creștere a nivelului de siguranță al construcțiilor noi, speciale ca regim de înălțime, conformație arhitecturală, dimensiuni urbane, importanță pentru proprietar sau pentru societate, această creștere efectuându-se în principal prin luarea în considerare a unui nivel superior, al actualului nivel de hazard al acțiunii seismice de proiectare.

Înțelegerea acestui fenomen complex este necesară, deoarece efectele cutremurelor de pământ majore asupra vieților omenești și a construcțiilor de diferite tipuri sunt devastatoare. În această direcție se orientează activitatea științifică și practică a ingineriei seismice, susținută de dezvoltarea continuă a normelor de proiectare antisismică, care au rolul de a reduce aceste efecte.

Este bine cunoscut că variabilitatea în producerea cutremurelor afectează obținerea de valori exacte ale acțiunilor seismice. Dar se pot obține informații generale corecte din examinarea factorilor care influențează mișcarea terenului.

Mișcarea seismică constituie una din principalele cauze ale degradării structurilor în caz de cutremur, și de aceea este importantă înțelegerea cât mai corectă a fenomenelor care o generează, a parametrilor care o caracterizează și a efectelor mișcării seismice asupra construcțiilor. Studiul mișcării seismice este un domeniu dinamic, datele achiziționate în urma cutremurelor din ultimul deceniu contribuind la o cunoaștere mai profundă și mai detaliată a acesteia.

Importanța pământurilor de fundare a clădirilor sau a construcțiilor subterane este mult mai mare în cazul acțiunilor seismice, deoarece prin acestea se transmit încărcările dinamice cu ponderea cea mai mare, care dimensionează de obicei construcția.

În ceea ce privește natura pământurilor din amplasamentul construcțiilor, se menționează că ea intervine în mărimea caracteristicilor mișcării atât prin fenomenul de amortizare, care tinde să disipeze energia undelor seismice, cât și prin fenomenul de amplificare care

tinde să mărească valoarea accelerației seismului care se înregistrează la suprafața terenului, în raport cu cea din roca de bază de sub amplasamentul construcției.

Datele privind mișcarea pământului sunt fundamentale pentru a prevedea comportarea structurilor pe durata cutremurelor. Precizarea acestor mișcări este o problemă deosebit de dificilă datorită complexității condițiilor geologice și geotehnice. Fără date exacte, calculele efectuate de inginerii proiectanți de structuri se vor baza numai pe ipoteze.

Comportarea terenurilor sub încărcări dinamice prezintă aspecte foarte diferite față de comportarea la încărcare statică. Unele terenuri sub încărcări ciclice își sporesc rezistența prin compactare (de exemplu nisipurile afânate), altele își pot pierde rezistența (nisipurile saturate sau argilele sensibile). Compactarea dinamică a terenurilor depinde de mărimea deformațiilor cauzate de durata și frecvența procesului.

Undele seismice generate de energia eliberată în focar se transmit prin mediul de propagare în urma unor fenomene extrem de complexe de reflexie și refracție, datorate neomogenității și discontinuității straturilor pe care le traversează. În vecinătatea suprafeței libere a terenului, la contactul cu roca de bază, direcția de propagare a undei refractată este aproape verticală. Vitezele de propagare ale undelor elastice descresc din focar către suprafața liberă, iar intensitatea mișcării se atenuază cu distanța epicentrală. În general componenta verticală a mișcării seismice este mai mică ca valoare decât cea orizontală, deși proprietățile terenului se modifică mai pronunțat în direcția verticală.

## 2. SEISMICITATEA REGIUNII BANAT

Analiza seismicității oricărei regiuni, țări, zone sau localități se bazează pe cataloagele de cutremure, care în mod necesar trebuie să acopere o perioadă de timp cât mai lungă și să fie complete și omogene din punct de vedere al magnitudinii/intensității. Pentru studiul seismicității zonei de vest a României și a împrejurimilor s-au folosit mai multe cataloage de cutremure:

- Catalogul cutremurelor românești (Oncescu et al., 1999), completat cu informații din cataloage întocmite de alți autori (Constantinescu și Marza, 1980; Radu et al., 1986a, 1986b; Oros, 1996, 1998; Nițoiu și Oros, 1999; Oros și Nițoiu, 2000b);
- Catalogul cutremurelor din Ungaria, (Zsiros et al., 1988; Toth et al., 1996, 1997, 1998, 1999, 2000).
- Catalogul internațional de cutremure (Centrul Internațional de Seismologie, ISC, 1964-1997);
- Catalogul UNCD - Unesco (1974).

Regiunea Banat este considerată a doua zonă din România, după Vrancea, ca importanță din punct de vedere a hazardului și riscului seismic, având în vedere (Oros și Nițoiu, 2000):

- numărul mare de cutremure de pământ produse începând cu anul 1766 (peste 3500);
- intensități macroseismice maxime observate de VIII MSK asociate unui număr relativ mare de focare;
- particularitățile seismotectonice regionale (fracturi crustale cu potențial seismic ridicat);

Pentru perioada 984 până prezent, în zona de vest a României sunt documentate 65 de cutremure de pământ cu intensitatea  $I_{maxObs} \geq VI^0$  MSK (în România se folosește scara de intensități MSK, similară cu scara Mercalli). S-a folosit pragul de intensitate de  $VI^0$  MSK deoarece la această valoare apar avarii la construcții. Se observă că sursele de hazard seismic din zona de vest a României se pot grupa în trei sectoare principale:

1) Sectorul de Nord (SN), cu  $I_{max.obs} = VII^0$  MSK și sursele de hazard seismic: Ineu, Arad, Vinga-Variaș, Mașloc, Periam, Sânnicolau Mare.

2) Sectorul Central (SC), cu  $I_{max.obs} = VIII^0$  MSK și sursele de hazard seismic: Jimbolia, Săcălaz, Timișoara, Sânmihaiu Român, Peciu Nou, Recaș, Buziaș-Hitiaș, Valea Mureșului (zona Deva), Bodo-Bethausen, Banloc, Voiteg, Șag-Parța.

3) Sectorul de Sud (SS), cu  $I_{max.obs} = VIII^0$  MSK și sursele de hazard seismic: Băile Herculane-Mehadia, Orșova, Dognecea, Oravița - Anina, Sasca Montană, Moldova Nouă, Petroșani.

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 zonele învecinate există surse suplimentare de hazard seismic pentru zona de vest a României:

- Transilvania,  $I_{max.obs} = VIII^0$  MSK (zona Târnaveilor și Sibiu – Câmpulung)
- Oltenia,  $I_{max.obs} = VI^0$  MSK (Târgu Jiu - Baia de Aramă, Orșova)
- Serbia,  $I_{max.obs} = VIII-IX^0$  MSK (zonele Alibunar, Srbsky Ittebej, Kikinda, Becej)
- Ungaria,  $I_{max.obs} = VIII^0$  MSK (zonele Szeged și Bekes)

În figura 1 este prezentată distribuția spațială a epicentrelor cutremurelor de pământ produse în regiunea Banat, pentru cutremurele cu intensitatea MSK în epicentru  $I_0 \geq VI$  (Oros și Nițoiu, 2000). Conform acelorași autori, pot fi evidențiate următoarele aspecte specifice ale zonei seismice Banat:

- zona este caracterizată de o intensă activitate seismică, cu un număr semnificativ de cutremure de pământ cu  $I_0 \geq VI$  MSK în perioada 1766-2000 (35 de

cutremure cu  $I_0 \geq VI$ , 23 de cutremure cu  $I_0 \geq VII$ , 7 cutremure cu  $I_0 \geq VIII$ ).

- adâncimea focarelor sunt cuprinse între 5 și 20 km, cele mai mici (sub 10 km) predominând în zona centrală, iar cele mai mari observându-se în nord și sud. Datorită adâncimii mici ale focarelor, cutremurele produse în zona Banat sunt cutremure locale, care afectează arii restrânse, influența reciprocă a zonelor active seismic fiind în general ne semnificative.

- concentrarea activității seismice după anul 1900 în zona centrală și reducerea acesteia în sud și nord. Acest aspect a fost sesizabil o perioadă lungă de timp (până în 1991, când s-a produs seismul puternic de la Băile Herculane).

- apariția unor focare importante noi în zone considerate cu nivel scăzut de risc seismic (ex. cutremurul din 18 iulie 1991, de la Mehădia - Băile Herculane, cu  $I_0 \geq VIII$  MSK s-a produs într-o zonă seismică cu intensitatea maximă observată, în perioada 1766-2000 de VI MSK).

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.

Seismicitatea recentă (1996 - prezent, Oros și Nițoiu, 2000), este corelată cu seismicitatea istorică ( $I \geq VII^0$  MSK). Este evident că toate zonele seismogene din zona de vest a României sunt active în prezent. În primul rând, activitatea seismică recentă este concentrată în ariile de dezvoltare a replicilor cutremurelor puternice din anul 1991: Banloc – Voiteg (12 Iulie 1991,  $M=5,7$ ,  $I_0=VIII^0$  MSK și respectiv 02 Decembrie 1991,  $M=5,6$ ,  $I_0=VIII^0$  MSK) și Băile Herculane - Mehădia (18 Iulie 1991,  $M=5,6$ ,  $I_0=VIII^0$  MSK).

În al doilea rând, activitatea seismică este concentrată în perimetrele Mașloc, Becicherecu Mic, Buziaș, Recaș - Moșnița, Șag-Parța, Moldova Nouă, Petroșani și Baia de Aramă - Târgu Jiu. Trăsăturile cadrului tectonic reflectă potențialul seismic al acestor zone seismogene și posibilitatea producerii unui cutremur puternic în viitor. Pe harta din figura 4.3. sunt reprezentate și stațiile seismice care monitorizează această importantă regiune seismică a României.

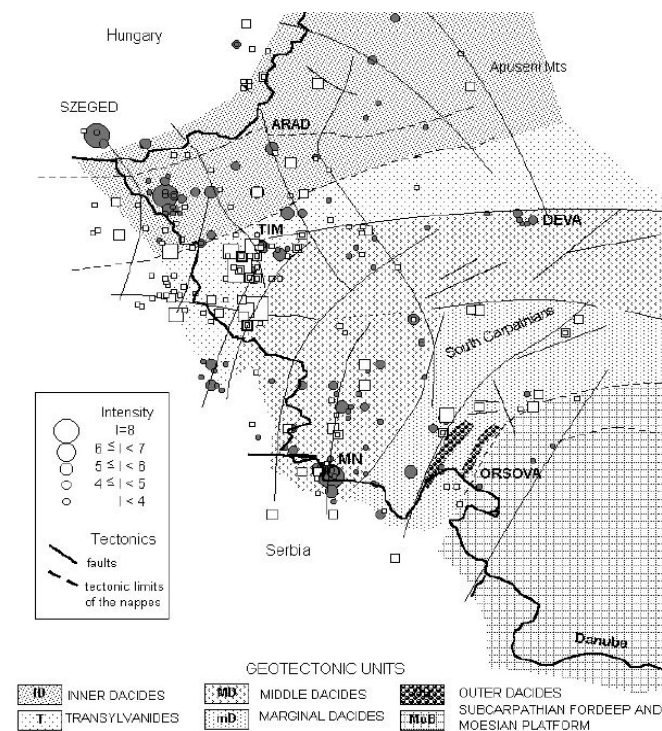


Fig. 1. Distribuția epicentrelor cutremurelor de pământ cu  $I_0 \geq VI$  MSK, produse în regiunea seismică Banat și zonele învecinate.

Tabelul 1

Intensități maxime observate în amplasamentul Timișoara - str. Calea Buziașului, nr. 3-5 pe baza hărților macroseismice (Crainic și colab., 1998, Marin, 2000)

Nr. crt.	Cutremure Data	$h$ [km]	$M_S$	$I_0$ [MSK]	$D_E$ [km]	$I_B$ [MSK]
<b>A. CUTREMURE INTERMEDIARE VRÂNCENE</b>						
1	26.10.1802	150(130)	7,5	9 (9 <sup>+</sup> )	415	5 (5-6)
2	10.11.1940	133	7,4	9	423	4-4 <sup>+</sup> (4)
3	04.03.1977	109	7,2	8-9	396	5
4	30.08.1986	133	7,0	8	407	3
5	30.05.1990	89(91)	6,7	8	438	3
6	31.05.1990	79	6,1	7	437	2
<b>B. CUTREMURE LOCALE</b>						
1	10.10.1879	10	5,3	8	121	3
2	12.07.1991	11	5,7	8	45	6
3	02.12.1991	9	5,6	8	36	5-6
4	24.03.1996	23	4,8	7,1	23	6,6

Noiță:  $h$  = adâncimea focală;  $M_S$  = magnitudinea;  $I_0$  = intensitatea epicentrală;  $D_E$  = distanța epicentrală;  $I_B$  = intensitatea în amplasamentul barajului;

Este evidentă necesitatea instalării unei stații seismice în partea de Vest, pe teritoriul Iugoslaviei. Datele de seismicitate indică valoarea  $M = 6,0 - 6,5$  (echivalentă cu  $I_0 \geq IX^0$  MSK) a magnitudinii maxime posibile în bazinul Panonic. Ca o caracteristică, focarele superficiale ale cutremurelor din Banat ( $h=2-20$  km) și rapida atenuare a energiei seismice limitează zona efectelor maxime ale unui cutremur puternic, la suprafețe mici (Oros și Nițoiu, 2000).

### 3. RECURENȚA SEISMELOR BĂNĂȚENE

Studiile efectuate la INCERC București asupra hazardului seismic pentru zonele seismice din țara noastră [4] au stabilit perioadele de revenire pentru zonele seismice semnificative din țara noastră, zona bănățeană comparativ cu cea vrânceană. Această analiză este sintetizată în tabelul 2.

Cutremurele bănățene au fost determinate în două variante de legi de recurență; de asemenea, pe lângă perioada de revenire globală s-au trecut în tabel și perioadele pentru diferitele subzone bănățene, în ipoteza că zonelor celor mai active (Banloc-Timișoara și Moldova Nouă-Oravița) le revine 40-50% din activitatea totală, celorlalte zone revenindu-le 10-20%. Diferențierea pe subzone este foarte importantă pentru Banat ținând seama că acestea se influențează foarte puțin, câtă vreme în cazul seismelor vrâncene practic toate localitățile zonei sunt afectate.

Dacă, pentru un cutremur cu magnitudinea  $M = 6$  (intensitate VII - VIII) perioada de revenire într-o zonă bănățeană este de 224 până la 1120 ani.

### 4. CONDIȚIILE LOCALE PE AMPLSAMENTUL TIMIȘOAREI

Pe baza forajelor de adâncime pentru prospecțiuni hidrogeologice și a forajelor geotehnice, pe amplasamentul Timișoarei au fost evidențiate condiții de teren diferite, ilustrate de cele două profile de teren (figura 2.) și datele din tabelul 3.

Spectrele de răspuns pentru accelerații rezultate din înregistrările bănățene au ordonatele spectrale maxime în spectrele de accelerații pentru perioade sub 0,5 s ( $\approx 0,25$  s) pentru profilul predominant nisipos din sudul Timișoarei (sud de Canalul Bega, înregistrările prelucrate de la stațiile Fabrica de Tramvaie și IAEM).

Mișcările seismice și efectele asupra construcțiilor sunt fenomene extrem de complicate, încă insuficient clarificate ca mecanism de sursă, recurență, propagare de unde, efecte locale de amplasament, comportarea neliniară a construcțiilor etc. Este obligatoriu de aceea să se obțină informații din înregistrările cutremurelor reale

Instrumentarea seismică a zonei bănățene dispune de un număr limitat de accelerograme înregistrate în orașul Timișoara (2 stații, la fabrica de tramvaie și IAEM) și Banloc (stația centru).

Chiar dacă înregistrările, respectiv spectrele răspuns determinate din aceste înregistrări indică mișcări seismice de relativ mică intensitate, activitatea seismică intensă din ultimii ani în această zonă indică necesitatea monitorizării adecvate a întregului teritoriu bănățean.

Tabelul 2.

Perioada de revenire pentru cutremurele bănățene și vrâncene

Magnitudine	Zona bănățeană					Zona vrânceană
	Perioada (ani)	Banloc - Timișoara		Jimbolia - Arad		
		50%	40%	20%	10%	
4.0	1,6	3,2	4	8	16	4
4.5	4	8	10	20	40	
5.0	10	20	25	50	100	
5.5	25	50	62	125	250	
5.75	44	88	110	220	440	
6.0	112	224	280	560	1120	8
6.25	1320	2640	3300	6600	13200	

Tabelul 3

Structura granulometrică pentru diverse foraje, A – argilă; N – nisip

Adâncime foraj [m]	ISIM		CET		UTT		UMT	
	A %	N %	A %	N %	A %	N %	A %	N %
50	32	68	33	67	80	20	86	14
100	47	57	48	52	77	23	81	19

În cadrul programului NUCLEU în Timișoara au fost realizate două foraje tubate cu lungimea de 35 m în două zone caracteristice din punct de vedere geotehnic pentru municipiul Timișoara în vederea echipării lor senzori seismici pentru monitorizarea din punct de vedere seismic a orașului și a zonei sale metropolitane. Cele două foraje au fost amplasate astfel:

– foraj F1 în zona de sud a orașului în incinta INCERC Timișoara. În această zonă din punct de vedere geotehnic predomină nisipurile cu diverse grade de îndesare.

– foraj F2 în zona de nord a orașului în incinta Institutului Agronomic Timișoara. În această zonă predomină terenurile argiloase.

Pentru studiul celor două zone au fost efectuate studii geotehnice și măsurători geofizice

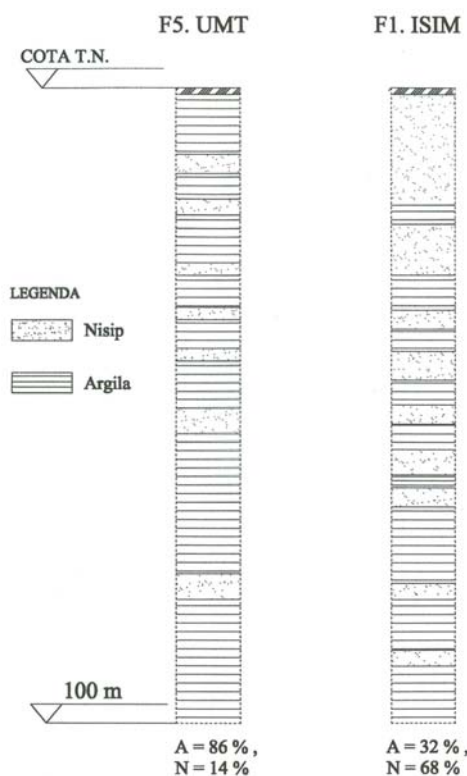


Fig. 2. Profile geotehnice caracteristice pentru Timișoara.

## 5. CONCLUZII

Dintre hazardurile naturale, hazardul seismic are efecte dintre cele mai dezastruoase asupra mediului construit și societății umane. Începând cu a doua jumătate a anului 1991 s-a produs în Banat o serie de cutremure

neobișnuit de puternice pentru zona respectivă. Cutremurele cele mai importante s-au produs în zilele de 12 iulie 1991 ( $M=5,7$ , epicentrul în zona Banloc), 18 iulie 1991 ( $M = 5,6$ , epicentrul în zona Topleț - Herculane) și 2 decembrie 1991 ( $M = 5,7$ , epicentrul în zona Voiteg). Deși aceste cutremure, datorită magnitudinii lor destul de limitate, nu au avut efecte distrugătoare pe scară largă, ele s-au situat la nivelul unora dintre cutremurele cele mai puternice observate în regiune în ultimele două - trei secole.

Evenimentele seismice bănățene din ultimul timp au readus în actualitate seismicitatea destul de ridicată a zonei respective și necesitatea adoptării unor norme fundamentate pentru protecția antiseismică în condițiile specifice regiunii.

Inițiată în anul 1969, când a fost achiziționat primul aparat de înregistrare automată a cutremurelor puternice, rețeaua seismografică INCERC include, în prezent, 71 accelerografe analogice SMA - 1 (61 amplasate la nivelul solului, 10 montate la partea superioară a construcțiilor (etajele 4 - 11, etajele ultime ale construcțiilor respective). Stațiile dotate cu accelerografe SMA-1, componente ale rețelei accelerografice INCERC sunt amplasate în 47 localități, acoperind practic zonele cu seismicitate ridicată ale țării. Accelerografele analogice SMA-1 din rețeaua INCERC furnizează înregistrări pe peliculă fotografică. În timpul ultimelor cutremure bănățene s-au obținut înregistrări fotografice utilizabile, înregistrări care au fost digitizate și prelucrate, în stațiile seismice INCERC amplasate la Banloc (Primăria) și Timișoara (2 stații TIM1 în Bd. Dâmbovița și TIM2 în Calea Buziașului).

Evenimentele seismice bănățene din ultimul timp au readus în actualitate seismicitatea destul de ridicată a zonei respective și necesitatea adoptării unor norme fundamentate pentru protecția antiseismică în condițiile specifice regiunii.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Dubină, D., Lungu, D., *Construcții amplasate în zone cu mișcări seismice puternice*, Ed. Orizonturi Universitare 2003.
- [2] Marin, M., *Regiunea seismică Banat – Timișoara și aspecte privind calculul construcțiilor*, Buletinul AGIR, octombrie - decembrie 2000.
- [3] Marin, M., Roman, O., Rasool, H.H., *Studiu geodinamic pentru evaluarea impactului clădirilor înalte asupra zonelor învecinate, în caz de seism*, A XI-a conferință națională de geotehnică și fundații, Timișoara, 2008.