

INCDC URBAN-INCERC efectuează studii și cercetări fundamentale și aplicative de interes public național, pentru dezvoltarea științei construcțiilor în special în domeniul ingineriei seismice.

Institutul participă în mod direct la desfășurarea proiectului prin dezvoltarea materialului educațional, seminarii de prezentare a proiectului cu participarea profesorilor interesați din școlile implicate (subiecte legate de risc și vulnerabilitate seismică), sesiuni de pregătire a educatorilor și profesorilor, dezvoltarea de module didactice, crearea și operarea unei platforme demonstrative în cadrul institutului, actualizarea portalului de "E-learning".

## BRAȘOVUL ȘI SEISMELE

**Emil-Sever GEORGESCU<sup>1</sup>, Daniela DOBRE<sup>1,2</sup>, Claudiu-Sorin DRAGOMIR<sup>1,3</sup>, Ioan Sorin BORCIA<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institutul National de Cercetare Dezvoltare în Construcții, Urbanism și Dezvoltare Teritorială Durabilă URBAN – INCERC, Sucursala INCERC București, România

<sup>2</sup>Universitatea Tehnică de Construcții București, Facultatea de Construcții Civile Industriale și Agricole

<sup>3</sup>Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară București, Facultatea de Îmbunătățiri Funciare și Ingineria Mediului

### 1. CUANTIFICAREA SEISMICITĂȚII BRAȘOVULUI ÎN PREZENT

Cutremurele din Vrancea au efecte importante în zona Brașovului, în contradicție cu ideea "efectului de scut" al Munților Carpați. Mărturie stau consemnările privitoare la clădirile, turnurile și bisericile avariate de-a lungul timpului, modul continuu de învățare și adaptare la mediu pentru construirea mai sigură a acestora, ca și prevederile cuprinse în hărțile și normativele de proiectare. Astfel, începând cu Instrucțiunile MLPC din 1942, județul Brașov a fost considerat mai expus la cutremure, din 1952 a trecut la gradul 7 MSK, menținut și după 1977, precum și în harta seismologică din Fig.1, din 1993. În prezent, în Codul de proiectare seismică P100-1/2013 (harta de zonare din Fig.2), într-o mare parte din județul Brașov, accelerația de proiectare  $a_g$  este egală cu 0,20g (pentru IMR 225 ani).

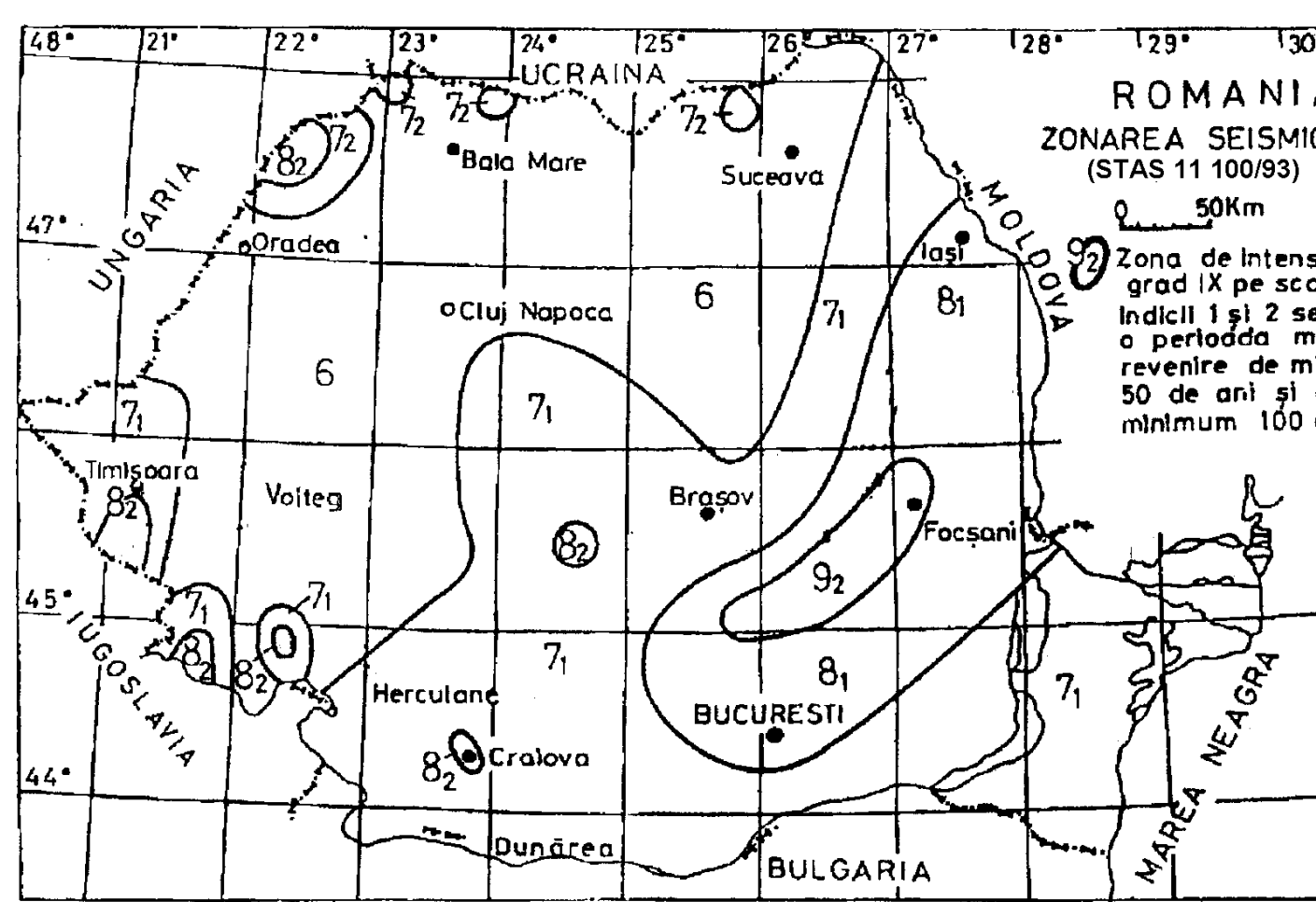


Fig. 1. Harta de zonare SR 11 100/1993 – Intensități pe Scara MSK.

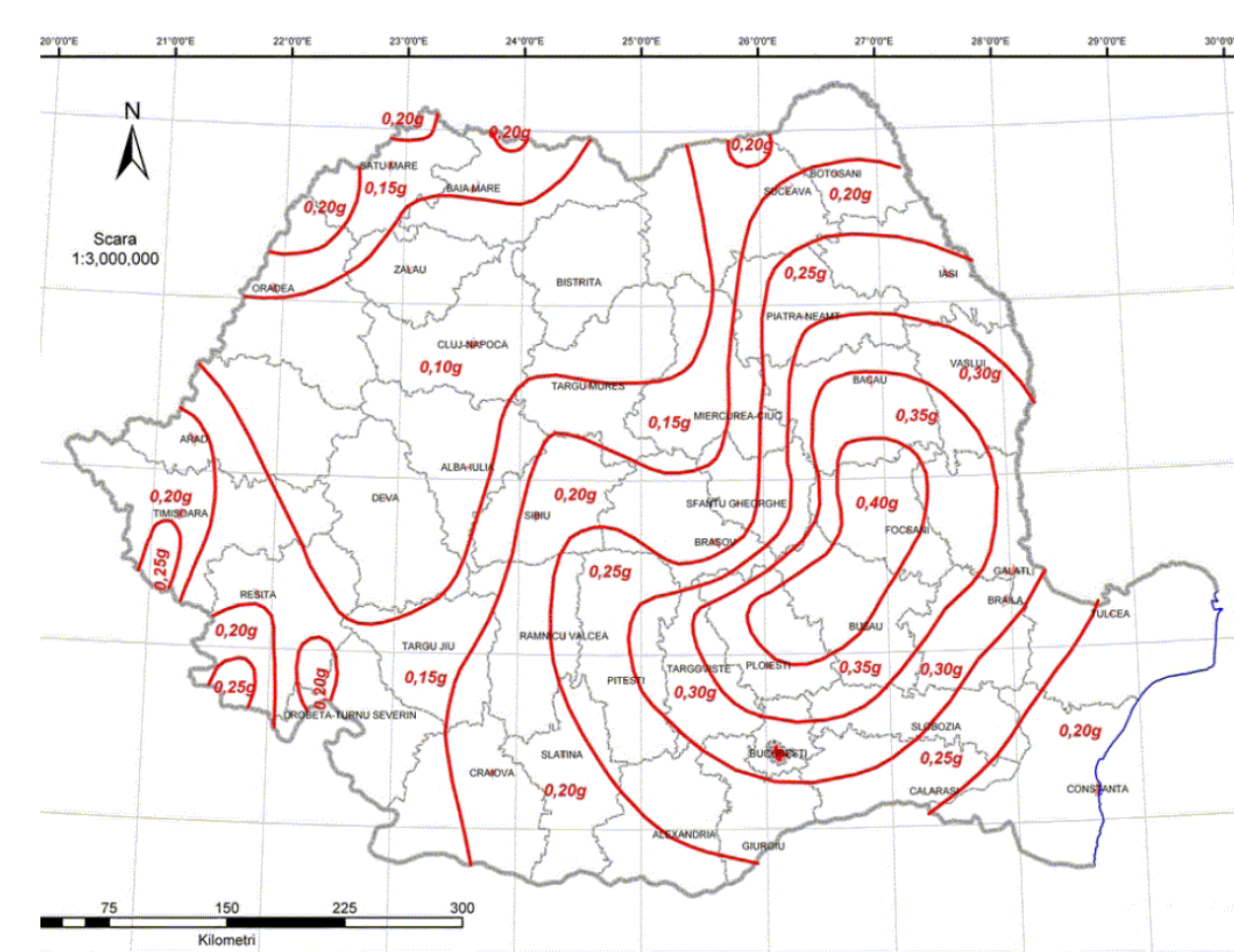


Fig. 2. Zonarea valorilor de vârf ale accelerației terenului pentru proiectare  $a_g$  cu IMR = 225 ani și 20% probabilitate de depășire în 50 de ani, conform P100-1/2013

### 2. ACȚIUNI SEISMICE CU EFECTE PUTERNICE ÎN BRAȘOV, MENȚIONATE DE CRONICI

29 august 1471 ( $M_w = 7,5$ ), 24 decembrie 1605 ( $M_w = 7,1$ ), 8 noiembrie 1620 ( $M_w = 7,5$ ), 19 august 1681 ( $M_w = 7,1$ ), 12 iunie 1701 ( $M_w = 7,1$ ), 11 iunie 1738 ( $M_w = 7,7$ ), 6 aprilie 1790 ( $M_w = 7,1$ ), 26 octombrie 1802 ( $M_w = 7,9$ ), 23 ianuarie 1838 ( $M_w = 7,5$ ), 10 Noiembrie 1940 ( $M_w = 7,7$ ), 4 martie 1977 ( $M_w = 7,4$ ) etc.

#### Efectele cutremurelor vrâncene în Brașov:

"A fost un mare cutremur de s-au năruit aproape toate casele și au căzut coșurile lor și chiar o mare parte a zidurilor orașului" (1471). "Cutremur atât de puternic, cum nu s-a mai pomenit, clădirile au fost scuturate ca și copacii, năruindu-se bolta Bisericii Negre deasupra altarului, pe lângă alte clădiri, ziduri și multe coșuri ale caselor. Clopotele au sunat singure" (1605). Cutremurul foarte puternic s-a resimțit foarte violent, a pricinuit mari pagube Bisericii Negre și altor edificii, a năruit multe case și a dărâmat Turnul Strungarilor ce s-a prăbușit până la temelii. În cartierul Șchei, de pe biserica românească Sf. Nicolae au fost doborâte 3 cruci. De pe Tâmpa s-au rostogolit bolovani mari, unii cât un butoi (1620). "Inspăimântătorul" cutremur a pricinuit pagube în oraș, un acoperiș s-a prăbușit peste zidul de incintă al orașului, în Biserica Neagră s-a fisurat bolta deasupra corului, producându-se multe crăpături, iar pietrele căzute au distrus primele rânduri ale stranelor pentru femei; s-a prăbușit și micul acoperiș deasupra intrării secundare a lăcașului (1681). Seismul s-a caracterizat prin 3 șocuri intense, consecutive, s-au dărâmat clădiri, bolte ale bisericilor și o porțiune de 15 stânjani din zidul orașului spre Tâmpa, lângă Bastionul Pânzarilor; fisurarea clădirilor de piatră (1701). "Un cutremur de pământ atât de groznic ce nu s-a mai pomenit". Multe clădiri s-au ruinat, în Scaunul Rupea multe turnuri s-au năruit; Poarta Românească dinspre Șchei a fost stricată, ca și zidul cetății din apropiere și turnul tâmplarilor s-a prăbușit cu totul. La Prejmer s-a dărâmat o porțiune din zidul deasupra intrării în biserica-cetate (1738). A fost un cutremur deosebit de puternic și din această cauză multe clădiri au fost avariate. "...La Bod, unde turnul bisericii s-a prăbușit, toate clopotele au crăpat. Bolta bisericii a fost tare crăpată, mai ales deasupra altarului" (1790). Cutremurul a durat ceva mai mult de 2 minute, multe case au fost complet distruse, au fost avariate construcțiile aferente Porții Străzii Porții, făcând zadarnice încercările de consolidare ulterioare. Au sfârșit în moloz marile biserici gotice din Bod și Hălchiu, iar cea din Sânpetru a trebuit mai apoi să fie demolată (1802). Au fost afectate grav foarte multe case, unele au devenit nelocuibile. Soldații au fost nevoiți să părăsească o cazarmă cu 2 etaje. La turnul de la capătul străzii Uliței Căldărarilor exista pericolul de prăbușire, de aceea poarta orașului, care se afla dedesubt, a trebuit să se închidă. La Prejmer, s-a prăbușit un turn (1838). Cel mai puternic cutremur, cu daune considerabile, hornuri și case avariate. Au căzut turnul-clopotniță al bisericii ortodoxe din Piața Sfatului, multe timpâne de zidărie ale unor clădiri din centru, un coș de fum al fabricii de postav (1940). 1090 construcții afectate, multe din zidărie de cărămidă fără centuri și sâmburi de beton, 6 clădiri industriale (3 grav avariate), 950 locuințe (74 grav avariate, 876 ușor avariate), 134 clădiri social – culturale (14 grav avariate, 8 avariate, 112 ușor avariate), Universitatea Brașov- construcții grav avariate- corpul T- vechime peste 80 de ani în 1977 (1977).

### 3. CLĂDIRI „SEISMOSCOPI” CU „ÎNREGISTRĂRI” ÎN ZIDURILE LOR MEDIEVALE

Turnurile, bastioanele și zidurile de apărare, bisericile, clădirile tradiționale de locuit, germanice și românești păstrează multe mărturii ale efectelor cutremurelor.

**Biserica Neagră.** Construcția bisericii a durat din 1383 până în anul 1477, proiectată cu două turnuri la fațada vestică, dar efectele cutremurului din 1471 au condus la decizia să nu se mai construiască decât un turn la sud și cu o înălțime mai mică (înălțimea turnului actual la cruce este de 65 m și partea liberă este relativ redusă; înălțimea zidurilor 21 m, înălțimea acoperișului 42 m; material utilizat gresie), Fig.1. Ulterior, a suferit avarii și la cutremurele din 1605, 1620, 1681, 1738, 1790 etc..

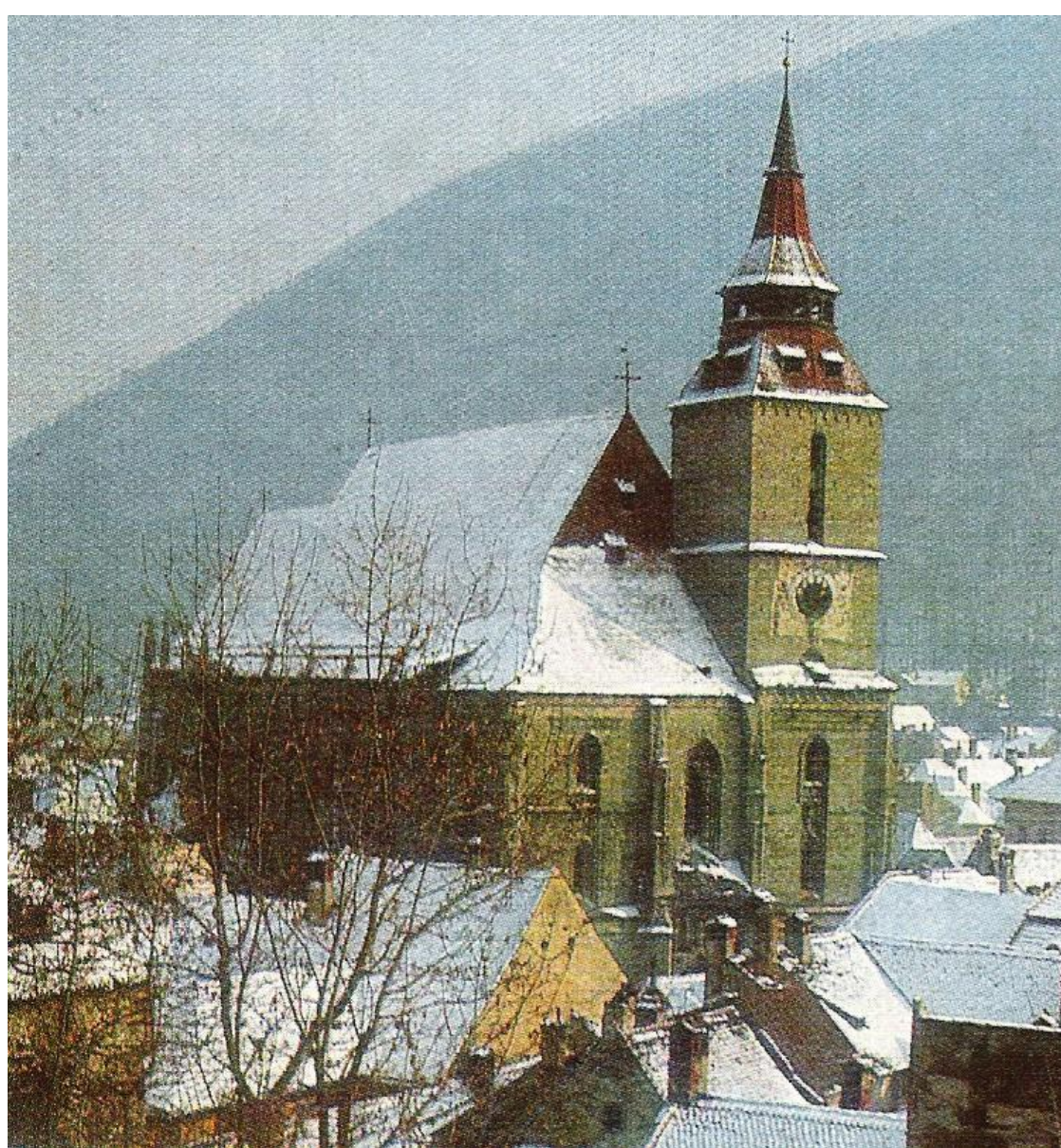


Fig. 1. Biserica Neagră



Fig. 2. Turnul Casei Sfatului

**Turnul Casei Sfatului** (sec XIV). Între 1525-1528 a fost construit turnul pentru observație, înalt de 58 m. Cutremurul din 17 iunie 1662 (cutremur local de intensitate VII?, sau cutremur vrâncean?) afectează puternic Casa Sfatului și turnul se prăbușește în proporție de două treimi. Forma actuală datează din 1910, Fig. 2.

**Biserica Sfântul Bartolomeu.** Construită în secolul al XIII-lea (cca. 1260) și cu modificări substanțiale în secolul al XV-lea. Partea originală, rămasă neatinsă, cuprinde corul și încăperile adiacente acestuia, inclusiv cele două capele pătrate cu care se închid, spre răsărit, brațele transeptului. În fațada vestică există două turnuri, din care doar unul este în întregime executat. Turnul de astăzi este construit în 1842, în locul turnului vechi, prăbușit la cutremurul din 1802., Fig. 3.



Fig. 3. Biserica Sfântul Bartolomeu



Fig. 4. Cetatea și biserica Codlea



Fig. 5. Biserica Bod

**Cetatea și biserica Codlea.** "Biserica fără turn" este monument arhitectonic înconjurat de ziduri de fortificație duble și bastioane ale cetății medievale (sec. al XIII-lea). Turnul-clopotnița, la sud-est de biserică, primește în 1794 un vârf de acoperiș în forma unei cepe, în stil baroc. A fost avariat în timpul cutremurului din 1802, iar între 1803-1804 a fost legat cu fier. La picioarele turnului s-a aplicat și o bază de tuf, ajungând până la 5 m, Fig. 4.

**Biserica fortificată Bod.** Construită în jurul anului 1300 și restaurată în anul 1710, biserica s-a prăbușit în 26 octombrie 1802 în urma unui cutremur puternic. S-au pastrat numai unele resturi ale bisericii vechi cum sunt portalul vechi și bolta gotică a turnului. Turnul clopotniță s-a prăbușit în urma cutremurului din 1790 și s-a reconstruit în anul 1799 în forma lui actuală, din tumul vechi rămânând doar fundamentul și primul etaj, Fig. 5. Cetatea bisericii a fost distrusă și ea în mare parte la cutremurul din 1802 și a fost reconstruită complet 4 mai târziu. Și cutremurele din 1977 și 1990 au zguduit grav biserica, fiind necesar să fie renovată de fiecare dată ulterior.

**Poarta Ecaterinei** din Șcheii Brașovului a fost ridicată pe locul unei vechi porți din secolul XIV/XV-lea. Turnul porții (1559) este o construcție patulateră, pe trei niveluri, cu patru turnulețe în partea superioară, Fig. 6, și a fost avariat în urma cutremurului din 1738.



Fig. 6. Poarta Ecaterinei



Fig. 7. Poarta Vămii

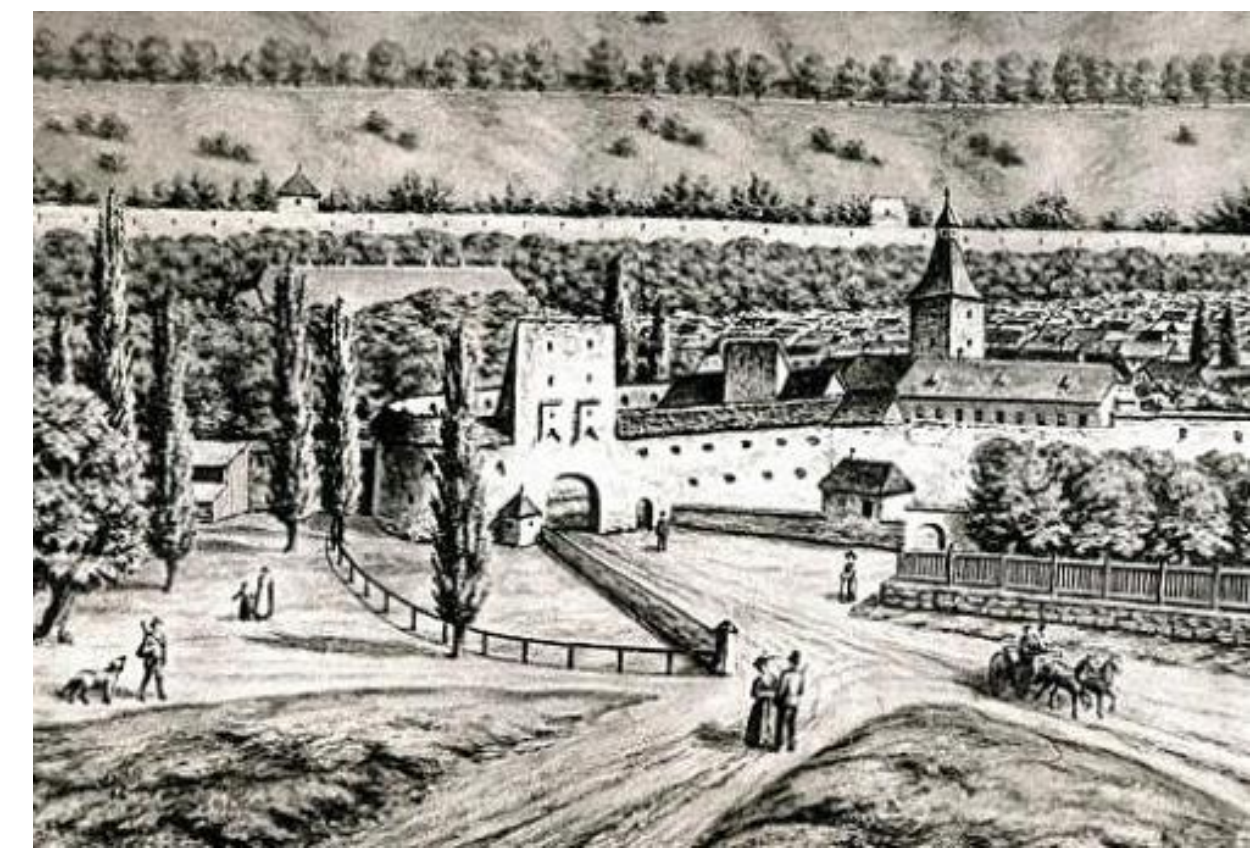


Fig. 8. Poarta de pe str. Porții

**Poarta Vămii** (sf. sec. XIV), un complex lung de aproape 100 m, a cărui parte exterioară, ieșită în afara liniei zidurilor orașului, era un bastion în formă de potcoavă, Fig. 7. A fost avariată de cutremurul din 1738, fiind demolată în 1836. Poarta de pe Strada Porții (sec. XIV) avea un bastion în formă de potcoavă și fortificații, Fig. 8. Cutremurul din 1802 a avariat construcțiile, iar încercările de reparație nu au mai putut consolida clădirile, fiind, în 1857, demolate.

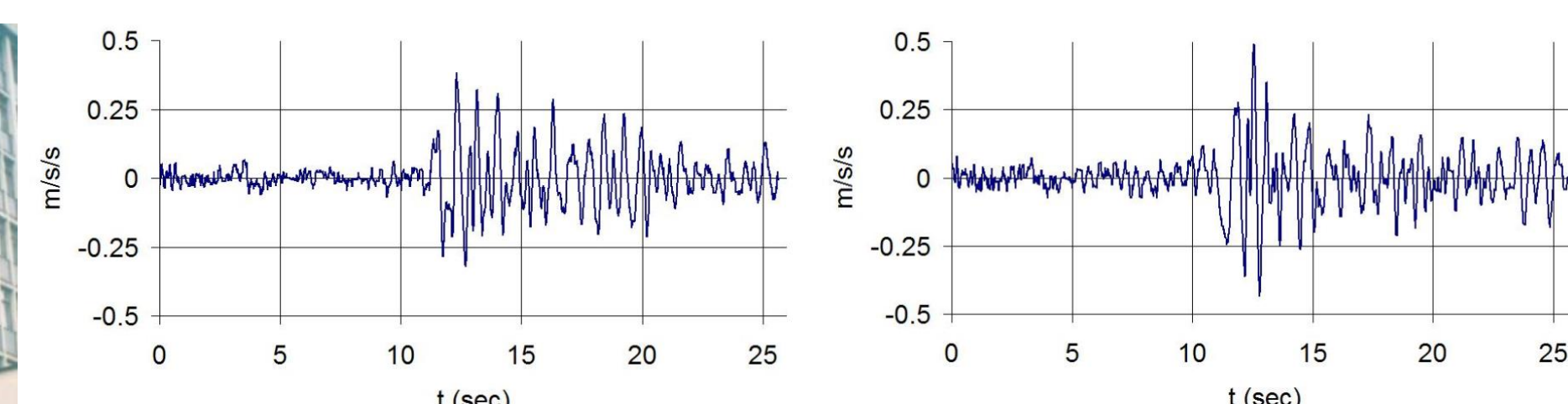
**Biserica fortificată Ungra** (ultimul sfert al sec. al XII-lea). Planul inițial prevedea o bazilică romanică, cu trei nave, cor în formă dreptunghiulară, absidă rotundă și un turn-clopotniță orientat spre vest, prevăzut cu un portal decorat în stil romanic. În urma cutremurelor din anii 1802 și 1829 ( $M_w = 7,3$ ), turnul a fost grav avariat, ceea ce a dus la demolarea lui în anul 1843. Din acesta s-a păstrat portalul cu nervuri circulare din bazalt., Fig. 9.



Fig. 9. Biserica Ungra



Fig. 10. Clădire P+8 instrumentată seismic



**4. ÎNREGISTRĂRILE CUTREMURULUI DIN 1990**, într-o clădire P+8, str. Iuliu Maniu nr. 43, Fig. 10, arată valori semnificative ale accelerațiilor terenului și ale spectrelor de răspuns în accelerații.

### 5. CONCLUZII

Cutremurele de Vrancea afectează zona Brașovului, după cum o dovedesc cronicile și zidurile medievale. În interiorul arcului carpatic, influența focarului de Vrancea este doar parțial ecranată de munții Carpați, astfel încât cronicile au consemnat avarierea și prăbușirea unor biserici sau turnuri. Din punct de vedere ingineresc, constatăm că există o corelație între înălțimea și zveltetea structurilor de tip turn (turlele de biserică și turnurile de clopotniță) și seismicitate, aceste construcții sunt mai joase și rigide spre zona seismică Vrancea, deoarece modul de construire a fost adaptat la seismicitate în cadrul unui proces istoric de învățare.