

**Anca Mihaela Barbu**



**Anca Mihaela Barbu**

***DURATA DE VIATA A CLADIRILOR  
DE PATRIMONIU DIN ZIDARIE***



Editura Universitaria

Craiova, 2020

Referenți științifici:

1. Conf.univ.dr.ing. Mădălina Xenia Călbureanu Popescu
2. Conf.univ.dr.ing. Dragoș Laurențiu Popa

Copyright © 2020 Editura Universitaria

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

BARBU, ANCA MIHAELA

Durata de viață a clădirilor de patrimoniu din  
zidărie / Anca Mihaela Barbu. - Craiova:

Universitaria, 2020

Conține bibliografie

ISBN 978-606-14-1590-8

72

Toate drepturile sunt rezervate Editurii Universitaria

© 2020 by Editura Universitaria

Această carte este protejată prin copyright. Reproducerea integrală sau parțială, multiplicarea prin orice mijloace și sub orice formă, cum ar fi xeroxarea, scanarea, transpunerea în format electronic sau audio, punerea la dispoziția publică, inclusiv prin internet sau prin rețelele de calculatoare, stocarea permanentă sau temporară pe dispozitive sau sisteme cu posibilitatea recuperării informațiilor, cu scop comercial sau gratuit, precum și alte fapte similare săvârșite fără permisiunea scrisă a deținătorului copyrightului reprezintă o încălcare a legislației cu privire la protecția proprietății intelectuale și se pedepsesc penal și/sau civil în conformitate cu legile în vigoare.

## ABREVIERI

1D	One-dimensional
2D	Bi-dimensional
3D	Three-dimensional
4D	Four-dimensional
ANSI	American National Standards Institute
FEMA	Federal Emergency Management Agency (Agentia Federala pentru Situatiile de urgenta)
FE	Finite element (element finit)
URM	Unreinforced masonry building (element de zidarie nearmata)
ICOMOS	<i>International Council on Monuments and Sites</i> (Consiliul Internațional pentru Monumente și Situri Istorice)
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organizația Națiunilor Unite pentru Educație, Știință și Cultură)
SASW	Spectral Analysis of Surface Waves (Analiza spectrală a undelor de suprafață)
NDT	Nondestructive testing (metode nedistructive)
MDT	Minor Destructive Tests (metode minordestructive)
EVL	Elemente Verticale Lamelare
IMR	Interval Mediu de Recurență
ULS	Starea Limită Ultimă
SLS	Starea Limită de Serviciu
UPV	Valocity Pulse Ultrasonic
CAD	Computer-aided design- (Proiectare asistată de calculator)
CAE	<u>Computer-aided engineering</u>
FEA/MEF	<u>Finite element analysis</u> / Metoda elementului finit
CFD	Computational Fluid Dynamics
COR	Clasificarea Ocupațiilor din România
CAEN	Clasificarea Activităților din Economia Națională
ICECON	Institutul de Cercetări pentru Echipamente și Tehnologii în Construcții



## CUVÂNT ÎNAINTE,

Finalizarea unei teze de doctorat este un prilej de satisfacție și oferă posibilitatea bilanțului unei munci intense, desfășurată pe parcursul mai multor ani. În toți acești ani am avut șansa de a cunoaște și de a munci alături de mai mulți oameni deosebiți, către care mi se îndreaptă acum gândurile.

Respectul nemărginit și recunoștința pe care o port profesorilor mei pentru inițierea mea în meserie și încurajarea cu care m-au îndemnat spre aprofundarea problematicii noțiunilor privind comportarea zidărilor, pentru ajutorul acordat pe parcursul elaborării acestei lucrări, nu poate fi decât o parte infimă din sentimentele mele pe care le am în momentul de față, la terminarea lucrării.

Aduc un pios omagiu regretaților prof. dr. ing. Dan Ilincioiu și prof. dr. ing. Ivona Georgescu pentru însemnatele precizări și discuții de neuitat pe marginea temelor din domeniul studiat și pentru inițierea și încurajarea mea, în domeniul ingineriei civile.

Mulțumesc domnilor prof. em. dr. ing. Alexandru Cătărig, conf. dr. ing. Titu Hodișan, prof. em. Dr. ing. Iacob Borș, prof. em. Dr. ing. Eugen Panțel, conf. Dr. ing. Nicolae Chira, conf. dr. ing. Anca Popa pentru sfaturile primite pe parcursul examenelor, susținerii și prezentării referatelor privind diferitele direcții și îndrumări de cercetare.

Mulțumesc colectivului de cercetare din cadrul Institutului de cercetare ICECON SA București, dl. prof. em. dr. ing. Polidor Bratu, și dr. ing. Ramona Pințoi și dr. ing. Adrian Țablea, pentru spijinul acordat punându-mi la dispoziție logistica necesară realizării acestui studiu și pentru prețioasele îndrumări.

Mulumesc doamnelor prof. dr. ing. Oana Gângu și conf. dr. ing. Cristina Teișanu, pentru sfaturile și ajutorul oferit la realizarea unei părți experimentale realizată în cadrul laboratorului de Studiul Materialelor, Facultatea de Mecanică, Craiova.

Mulțumesc d-lui conf. dr. ing. Dragoș Laurențiu Popa pentru încurajările și sfaturile deosebit de utile, cât și pentru ajutorul oferit de-a lungul elaborării lucrării.

Mulțumesc din tot sufletul doamnei conf. dr. ing. Xenia Mădălina Călbureanu-Popescu pentru căldura, răbdarea și competența profesional-

academică cu care m-a îndrumat pe tot parcursul anilor la elaborarea tezei, cât și pentru insistența cu care m-a îndemnat spre conferințe de specialitate și spre publicarea unor lucrări și comunicări științifice legate de tematica tezei. Mulțumesc pentru discuțiile purtate privind problemele teoretice și practice din ingineria civilă, jalonarea direcțiilor de cercetare, indicațiile privind întocmirea tezei și pentru toate consultațiile pe care am avut plăcerea să le primesc din partea domniei sale.

Mulțumesc domnilor: prof. univ. dr. ing. Cosmin Gruia Chiorean, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca; conf. univ. dr. ing. Emil Florin Albotă, Universitatea Tehnică de Construcții București și prof. univ. dr. ing. Nicolae Dumitru pentru sugestiile, aprecierile frumoase și utilele recomandari.

Adresez calde mulțumiri conducătorului științific, d-lui prof. em. dr. ing. Ludovic Gheorghe Kopenetz, pentru îndrumarea deosebit de meticuloasă, consultanța științifică și observațiile critice extrem de prețioase oferite pe tot parcursul realizării acestei lucrări.

Mulțumesc foarte mult pentru deosebita grijă și șansa de colaborare pe care mi-a oferit-o dl. prof. em. dr. ing. Ludovic Gheorghe Kopenetz, care mi-a insuflat dorința de a folosi cunoștințele mele din domeniul ingineriei civile spre salvarea și prețuirea clădirilor vechi, masive, pline de istorie.

Nu în ultimul rând, mulțumesc soțului, fiului meu și întregii familii, care m-au susținut în toți acești ani de cercetare, pentru răbdarea și necondiționată înțelegere.

Mulțumesc mamei mele pentru ajutorul și pentru susținerea permanentă în tot ceea ce întreprind.

Lucrarea aduce contribuții științifice originale pentru cunoașterea unor metode noi de analiză și investigare în domeniul ingineriei civile.

Datele lucrării reprezintă noutăți în domeniul ingineriei civile pe plan național și de analiză a tendințelor de evoluție pe plan internațional.

Lucrarea se adresează studenților cu preocupări în domeniul ingineriei civile, cadrelor didactice și altor specialiști cu preocupări în această direcție.

*Anca Mihaela Mogoșanu (Barbu)*



# 1. NOȚIUNI INTRODUCTIVE

O clădire istorică are o importanță arhitecturală, documentară, socială, culturală, spirituală și uneori chiar și politică, însă impactul cel mai important pe care îl are este cel emoțional, fiind un simbol al unei culturi, o parte din istorie.

O problemă de mare actualitate, în întreaga lume, o reprezintă întreținerea, consolidarea cât și reabilitarea construcțiilor de cult și a celor de patrimoniu. Acest lucru se datorează nevoii de conservare, iar necesitatea evaluării siguranței seismice a clădirilor de patrimoniu, din zidărie masivă, este evidentă și stringentă. Clădirile istorice prin natura lor constructivă prezintă un nivel ridicat de vulnerabilitate.

Menținerea și renovarea monumentelor istorice reprezintă un mod de dezvoltare culturală durabilă, acestea fiind de cele mai multe ori o emblemă și dau un caracter de individualizare orașului sau zonei de proveniență.

## 1.1 Contextul tematic

Multe clădiri din România sunt clădiri din zidărie masivă de cărămidă, proiectate și executate după norme care nu mai sunt în conformitate cu cerințele prevederilor actuale. În plus, majoritatea clădirilor au suportat de-a lungul timpului numeroase cutremure dar și efectul mai multor factori care au produs degradări.

O mare parte dintre aceste clădiri au vechime mare și implicit, sunt afectate de uzura fizică și morală, majoritatea fiind construite înainte de anul 1960 (deci fără măsuri de protecție seismică) și ca atare protejarea lor constituie un obiectiv principal având în vedere vulnerabilitatea ridicată.

O prioritate pentru inginerul constructor trebuie să fie păstrarea în condiții de siguranță a acestor monumente arhitecturale. De cele mai multe ori, această misiune este una foarte complexă, fiind necesare multe investigații și numeroase analize până la găsirea soluției optime ce urmează să fie „aplicată” construcției în cauză. Clădirile cu o durată relativ lungă de exploatare (de peste 50 de ani) au materiale de rezistență mai mult sau mai puțin îmbătrânite, situație în care caracteristicile lor mecanice inițiale sunt afectate [1].

Monumentele istorice trebuie menținute în permanență într-o stare de funcționare cât mai perfectă, fie prin păstrare, dar și modernizarea funcțiunilor lor inițiale, fie prin acordarea de funcțiuni noi, viabile, compatibile cu natura, structura și/sau valoarea lor. Un monument exploatat, dar și întreținut permanent, menținut viu, se conservă mult mai bine decât altul, fie și consolidat și restaurat, dar neutilizat [1].

Aceste clădiri pot pune în pericol viața proprietarilor, vizitatorilor cât și a altor persoane aflate în vecinătatea lor. În aceste condiții consolidarea și întreținerea construcțiilor din zidărie prezintă un interes major pentru grupurile de specialiști din România și Europa, (fig. 1.1).



Fig.1.1. Poarta a III-a Cetatea Alba Carolina (înainte și după consolidarea din 2012) [2]

## **1.2 Studiul privind comportarea de lungă durată a pereților din zidărie masivă**

O clădire, începe să existe din faza de idee, este concepută când este proiectată, născută când este construită, trăiește cât timp rezistă, moare de bătrânețe sau din cauza unui accident neașteptat. Moartea accidentală a unei clădiri este mereu cauzată de cedarea scheletului, a structurii de rezistență. Uneori inginerii se aseamănă cu medicii, care consideră că sănătatea este normală, iar boala reprezintă o excepție învățând multe, după analiza bolii. Astfel inginerii, consideră că structurile care dănuiesc în timp sunt cazuri normale, iar cele care ajung la colaps, sunt excepții și trebuie analizate și găsite soluții după urma lor, pentru a se putea preveni apariția colapsului.

„În Romania există încă multe construcții vechi, cu diferite forme neregulate în plan care, au suferit avarii în urma acțiunilor cutremurelor la care au fost supuse. Punerea lor sub siguranță este o cerință importantă pentru proprietari și desigur urgentă pentru autorități” [3].

Cercetările recente au pus în evidență un comportament bun al materialelor compozite în consolidări, însă acest tip de consolidare se ridică la un cost ridicat, care poate reprezenta un neajuns în luarea deciziilor de intervenție.

Structura lucrării este definită de obiectivul general și de cele specifice domeniului. Teza de doctorat, se dezvoltă pe două direcții de cercetare, o analiză teoretică a evoluției noțiunilor de baza utilizate în domeniu și o analiză experimentală. A doua direcție de cercetare este compusă, la rândul ei, din două părți principale: cercetarea propriu-zisă prin partea experimentală (investigații și teste de laborator) și partea de analiză numerică.

## **1.3. Retrospectiva asupra stadiului mondial de analiză al zidărilor masive**

### ***1.3.1 Stadiul actual al cercetării, aferente temei analizate***

Cercetările teoretice și experimentale au scopul de a sintetiza stadiul actual al analizei comportamentului de lungă durată al clădirilor din zidărie masivă. . Se vor enunța și sintetiza cauzele ce au produs cedări structurale prin analiza caracteristicilor materialelor ce intră în alcătuirea pereților din zidărie masivă.

Studiul realizat va continua cu derminarea acționării metodelor de consolidare asupra zidărilor masive. Teza de doctorat își propune să aducă o contribuție la cunoștințele actuale prin concepții proprii, prin metode de calcul ce prevăd eliminarea producerii necazurilor din curgerea materialelor cât și prin teorii ale comportamentelor acestor materiale.

Sunt analizate diferite accidente și necazuri recente și din trecut prezente în literatura de specialitate. Monitorizarea construcțiilor istorice este foarte importantă și se poate realiza static sau dinamic. Sisteme simple de monitorizare pot fi amplasate pe zonele critice ale structurii pentru a putea fi monitorizate constant. Deasemenea controlul structurii la vibrații (produse de vânt, trafic, clopotele turlilor, etc.) este bine să fie monitorizat; aceste teste sunt foarte utile pentru detectarea eventualelor neconformități încă din stadiul de diagnostic.

„Slaba rezistență la întindere a zidărilor a dus la impunerea de limite în ceea ce privește înălțimea, deschiderile, dimensiunile golurilor și pe de altă parte, a determinat în timp soluții constructive particulare, folosind mijloace tehnice disponibile în diverse epoci istorice” [3]. În ceea ce privește delimitarea spațiului, au existat încă de la începuturile construcțiilor din zidărie, două variante: volumul arhitectural se naștea din acumularea de pietre sau cărămizi (spațiul interior fiind uneori obținut prin săpătură), și varianta în care spațiul interior este delimitat de zidăriile verticale care susțin o structură orizontală.

Greutatea, apareiajul și grosimea zidăriei au avut un rol determinant pentru performanțele de rezistență și stabilitate, de protecție și de durată. Evoluția tehnicii constructive și a produselor a acționat însă în sensul ușurării zidului, reducerii dimensiunilor și simplificării apareiajelor. Astfel, rezistența nu mai decurge din decalajul rosturilor, funcția termică nu mai constă în masivitate, iar grosimea redusă nu mai permite utilizarea blocurilor în diferite moduri de dispunere.

Cel mai bun mod de a asigura întreținerea și conservarea corespunzătoare a unei clădiri, monument istoric, este, introducerea ei în circuitul turistic, făcând astfel uz de ea. Multe ruine au fost consolidate și date în circuitul turistic, unele având chiar destinații noi, față de atracțiile pentru

turiști, arheologi sau interesul istoric, unele adăpostesc activități de agrement. Multe construcții istorice au rămas încă sub formă de ruine.

Sunt analizați factorii care produc cedarea structurilor din zidărie precum acțiunile ciclice date de acțiunea vântului, variațiile de temperatură, vibrațiile induse de trafic sau de clopotele care bat (în cazul turnurilor cu clopote), efecte sinergice.

Până în prezent numărul cercetărilor teoretice și experimentale în domeniul comportării de lungă durată a pereților din zidărie masivă, este mic, iar în România este extrem de redus. Au fost publicate unele articole naționale și internaționale referitoare la cauzele care conduc la degradarea și chiar colapsul structurilor din zidărie, accentul punându-se pe structurile cu zidărie simplă. Deasemenea, studii ca reabilitarea structurală a clădirilor din zidărie, aflate sau nu în zone seismice, au devenit o temă de actualitate. Studiul siguranței seismice a clădirilor de cult și a monumentelor istorice a luat amploare în ultimii 10 ani, dar și materialele și tehnicile moderne de reabilitare structurală seismică a clădirilor.

Studiile de specialitate sunt îngreunate de lipsa unor normative cu specificații legate de reabilitarea și consolidarea zidăriilor.

Necazuri, accidente recente și în trecut, din necunoașterea comportamentului zidăriei, colapsurile, demonstrează vulnerabilitatea clădirilor istorice. Se cere acordată o importanță sporită motivului pentru care prăbușirea acestor structuri nu s-a putut preveni cât și intervențiilor de urgență executate după colapsul parțial al structurilor.

Au fost urmărite studiile actuale pentru efectuarea intervențiilor de identificare la timp a neconformităților zidăriilor și care au ca scop propunerea de măsuri preventive (intervenții structurale, monitorizare, documentare și necesitatea unei investigații detaliate, cercetare) și care impun măsuri spre o consolidare definitivă.

Au fost analizate studii de caz din Belgia, Viena, cu precădere Italia (regiunea Pavia), punând accent asupra intervențiilor necesare pentru prevenirea situațiilor de urgență - colapsul structurii. Numărul colapsurilor din ultimii ani, din întreaga lume, a intensificat conștientizarea publică a clădirilor aflate în pericol. Pentru prevenirea și analiza acestor situații trebuie

dezvoltate instrumente noi și corespunzătoare de evaluare a siguranței structurilor din zidărie masivă.

Deasemenea, au fost urmărite studiile întreprinse pentru determinarea caracteristicilor de calcul a materialelor componente - experimental și analitic conform conceptelor și procedeele moderne de determinare a caracteristicilor de rezistență ale zidăriei structurale prezentate în literatura de specialitate.

Monumentele istorice cuprind un ansamblu de realizări valoroase ale omenirii, fiind, în marea majoritate a cazurilor, rodul intuiției, talentului și muncii unor oameni cu har, a meșterilor, a lucrătorilor de pe diferite meridiane ale pamântului, în diferite epoci ale istoriei, culturii și civilizației omenirii.

Fiind în mare majoritate, realizări la care arhitecții au fost autorii principali, contribuția structuriștilor din echipele multidisciplinare care le-au realizat poate fi consemnată ca fiind distinctă începând cu secolul XVIII, mai evident în secolul XIX și XX [4].

Importanța conservării acestor valori ale omenirii a fost conștientizată din secolul XVIII, dar mai ales în secolul XX, când prin carta de la Atena, din 1931, și carta de la Veneția, din 1964, au fost stabilite câteva reguli de păstrare și de restaurare a monumentelor istorice.

Echipele de realizare a restaurărilor trebuie să fie bine organizate și necesită un număr mare de specialiști, cum ar fi arhitecți, istorici de artă, ingineri structuriști, arheologi, pictori, sculptori, biologi, chimiști, fizicieni, pentru partea de expertiză și proiectare, respectiv echipe de constructori în general conduse de ingineri constructori sau arhitecți, cu echipele lor de muncitori ajutați de asistența specialiștilor din celelalte profesii.

O bună înțelegere și cooperare între toți acești ``participanți`` este necesară, pentru a se realiza scopul acțiunii de restaurare, constând în păstrarea în condiții corespunzătoare a monumentelor, a siturilor istorice, a patrimoniului arhitectural.

Este cunoscut că marea majoritate a monumentelor istorice sunt rodul perioadei în care aportul ingineresc de calcul al structurilor acestor monumente era inexistent, sau foarte redus.

Pentru zonele seismice, evaluările analitice prin calcul au fost începute după marele cutremur de la Kanto din Japonia din 1920, dar calcule

sistematice pot fi consemnate abia începând cu anul 1956, când a fost ținută prima conferință mondială de inginerie seismică.

Evaluările analitice prin calcul la vânt, zăpadă, cutremure, alunecări de teren sunt reglementate sub formă de coduri, începând cu secolul XX, acestea evoluând continuu prin cerințe tot mai precise și totodată tot mai severe, atât timp cât acțiunile de mediu și exploatare sunt tot mai severe.

Confrunțați cu aceste probleme, cooperarea șefului de proiect de restaurare, care în mod firesc revine de obicei unui arhitect, cu un inginer structurist, este de mare importanță. Această colaborare, uneori poate să fie dificilă, acest aspect este evident atâta timp cât pe de o parte prevederile de coduri pentru structuri cer în majoritatea cazurilor, mai ales în zonele seismice, o marire a capacităților de rezistență și deformație a structurilor monumentelor istorice, iar reglementările internaționale și naționale pentru monumente sunt puține.

Carta de la Veneția din 1964, Recomandările ICOMOS 2002, Metodologia pentru evaluarea riscului și propunerile de intervenție necesare la structurile construcțiilor monumentelor istorice în cadrul legilor în vigoare de restaurare ale acestora (MP025-04), sunt singurele reglementări pentru țara noastră, care pot ajuta această colaborare. Prevederile de ordin calitativ se referă la aspecte ca intervențiile structurale, ce pot fi realizate cu metode moderne atâta timp cât sunt compatibile cu caracteristicile structurale și de material ale construcției existente, sunt reversibile și nu modifică în proporții semnificative caracterul și masa structurii, respectiv a construcției.

Din aceste motive, de multe ori apare tendința, la nestructuriști, că este mai bine să nu se opereze nici un fel de consolidare, adică măriti ale capacităților de rezistență și deformație a structurilor monumentelor istorice, pe criteriul că, dacă a ținut câteva sute de ani, vor rezista și în continuare. Această judecată trebuie combătută, un prim pas a fost realizat prin analiza cazului colapsului Turnului orașului Pavia (Italia). Pe data de 18 martie 1989, Turnul orașului Pavia, vechi de 900 de ani, s-a prabușit, aparent brusc (fig. 1.2, fig. 1.3) [5]. În urma colapsului patru oameni au decedat, iar catedrala învecinată a suferit avarii grave.

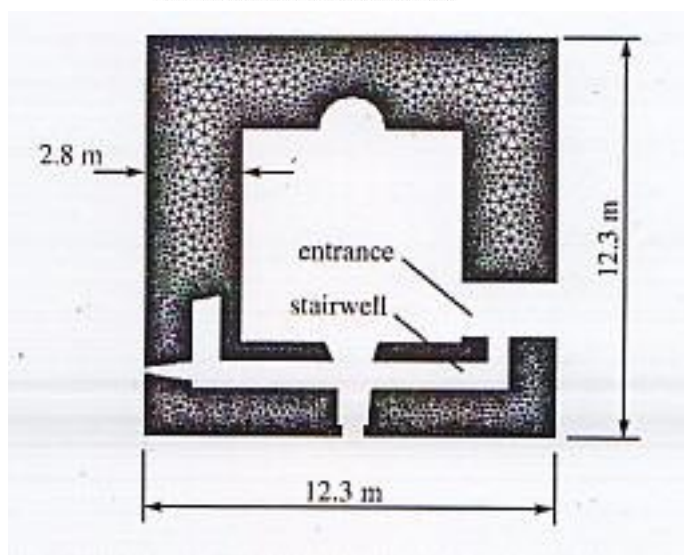
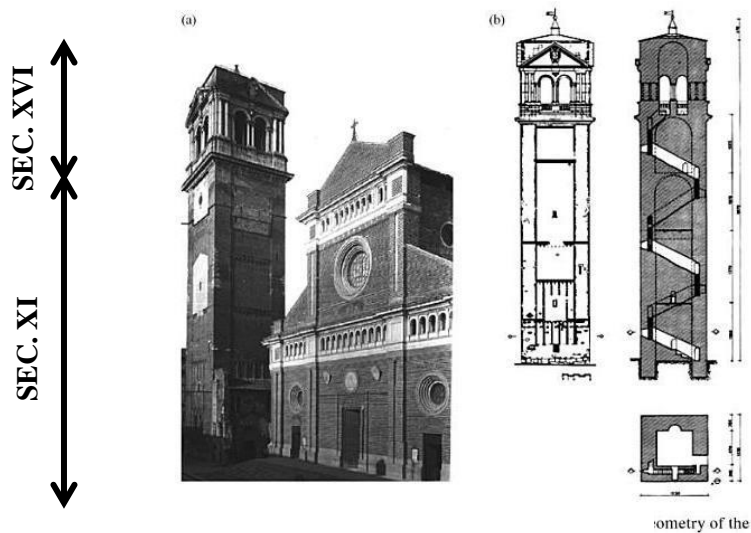


Fig.1.2 Turnul Civic din Pavia [5]

Fig.1.3 Secțiunea Turnului Civic din Pavia [5]

Din investigațiile și cercetările efectuate, timp de 16 ani, s-a constatat că Turnul din Pavia, realizat în două etape, prima în perioada sec. XI, a doua în perioada sec. XVI, înalt de aproximativ 60m, cu secțiunea transversala de 12.3 x 12.3m, grosimea peretilor de 1.4 - 4m, s-a prabușit datorită efectelor degradărilor în timp.



Turnul din Pavia nu este un caz izolat, alte exemple fiind: prăbușirea clopotniței catedralei Sf. Magdalena din Goch Germania în 1973, prăbușirea parțială a Catedralei Noto, Italia 1996, și deteriorarea severă a clopotniței Catedralei din Monza, Italia.

În ultimele două decade, ca urmare firească a progreselor înregistrate în toate domeniile științei și a conștientizării necesității de a apăra patrimoniul istoric și arhitectural, ca fenomen de masă, a apărut necesitatea reglementării acestui domeniu, încă vag.

Problema oportunității și necesității unei reglementări (cod) pentru restaurarea, intervențiile structurale de reparații și consolidare a monumentelor istorice și cele aparținând patrimoniului arhitectural, este încă de actualitate [4]. Pe de altă parte există părerea că reglementările, codurile în general, se adresează construcțiilor, respectiv structurilor noi, conținând din punct de vedere ingineresc în partea lor de evaluare, prin calcul, modelări fizice și matematice care nu pot fi aplicate structurilor istorice. Această punct de vedere este adevărat, în măsura în care încercăm să aplicăm o reglementare de tipul SR EN-urilor actuale, la structurile istorice și nu unele adecvate acestora.

Deasemenea, există păreri, ca aceea a lui Bernard M. Feilden, [6]: *“Cel mai mare pericol ce amenință clădirile istorice vine din partea inginerilor care ignoră valorile acestora cu caracter de excepție și aplică mecanic codurile, sau care nu vor să-și asume responsabilitatea de a formula judecăți proprii. Se poate spune cu oarecare îndreptățire că multe clădiri istorice au de ales între a fi distruse de coduri sau de următorul cutremur”*.

Ce se poate face însă din punct de vedere legal, cu alte cuvinte din punct de vedere juridic [4]:

- În formularea Eurocod 8 – 3 se spune: “Deși prevederile prezentului standard sunt aplicabile tuturor categoriilor de construcții, evaluarea și consolidarea seismică a monumentelor și clădirilor istorice de cele mai multe ori reclamă tipuri diferite de prevederi și ipoteze depinzând de natura monumentelor”.
- În recomandările ICOMOS-2001 – capitolul 4.3 Evaluarea siguranței este menționat că, după ce se arată că modelările fizice și matematice trebuie să fie specifice ca și alegerea parametrilor sau combinarea

a acțiunilor sau a caracteristicilor materialelor de cele luate în considerație pentru construcțiile și structurile noi: “Ca atare, trebuie să fie clar faptul că, din punct de vedere legal, arhitectul sau inginerul însărcinat cu evaluarea siguranței unei construcții istorice nu trebuie să fie obligat să-și bazeze dovezile pe rezultatele calculelor, întrucât analizele structurale pot fi inadecvate pentru anumite probleme specifice”.

- În P100-3/2008 se specifică următoarele: “Prevederile P100-3/2008 pot fi aplicate și pentru evaluarea seismică a monumentelor și clădirilor istorice, în cazul în care acestea nu contravin conceptelor, abordărilor și procedurilor specifice cuprinse în documentele normative în vigoare în acest domeniu”.

Așa cum afirmă Mircea Mironescu & all [4], formularea din Eurocod 8-3 este cea mai adevărată, astfel încât abordarea inginerilor structuriști să aibă o acoperire legală și juridică.

Este ceea ce Mircea Mironescu & all încercă să facă prin propunerea pentru această reglementare care urmează să conțină următoarele capitole [4]:

- Acțiunile permanente, variabile și accelerațiile – sunt acelea reglementate de SREN-uri, cu interpretarea adecvată de la caz la caz a coeficienților parțiali de siguranță, a intervalelor medii de recurență;
- Tipologia construcțiilor și structurilor istorice împreună cu patologia, descrierea degradărilor și avariilor structurale;
- Materialele întrebuițate și durabilitatea structurilor istorice;
- Evaluarea calitativă și cantitativă, diagnosticarea (diagnoza) afectării structurale;
- Intervenții structurale de reparații și consolidare, restaurare structurală împreună cu evaluările prin calcul pentru realizarea acestora.

Abordări detaliate de modelare în care blocurile ceramice și mortarul sunt reprezentate individual, sunt de interes major în înțelegerea fenomenului care are loc la nivelul component al zidăriei. Redistribuirea tensiunii și evoluția deteriorării sub încărcare susținută, trebuie studiată și analizată. Înainte de a analiza efectele pe termen lung, cunoașterea comportamentului pe termen scurt și mecanismului care duce la prăbușire, este de o importanță

fundamentală. Predicția numerică a răspunsului pe termen scurt al zidăriei pe baza proprietăților elementelor constituente rămâne nerezolvată .

Multe clădiri de patrimoniu din România sunt realizate din zidărie masivă de cărămidă și edificate în secolele trecute, dintre acestea amintim clădirile de tip Culă. Acestea au suportat de-a lungul timpului efectul mai multor factori care au produs degradări, dar au fost supuse și la un număr mare de mișcări seismice puternice. Consolidarea și întreținerea construcțiilor din zidărie prezintă un interes major pentru grupurile de specialiști din România.

Clădirile de tip Culă sunt un tip de construcție semifortificată, specifică secolelor XVIII și XIX, răspândite în întregul spațiu balcanic. Termenul provine din limba turcă „kule”, tradus în limba română, înseamnând „turn”. Altădată, aria de răspândire a culelor se întindea atât în zona deluroasă, cât și în zonele de câmpie adiacente, până către București. Culele se întâlnesc preponderent în regiunea deluroasă a Olteniei și Munteniei, au apărut ca reacție la climatul de nesiguranță creat de invaziile din sudul Dunării și al atacurilor cetelor de haiduci care prădau regiunile respective.

Luând în considerare studiile anterioare, cauzele ce duc la situațiile critice de colaps pot fi: mișcările seismice puternice; condițiile de fundare inclusiv alunecarea de teren a versanților, terenuri sensibile la înmuiere; intervenții neinspirate de-a lungul timpului; condițiile climatice ce duc la degradarea materialelor până la stadiul de friabilizare; întreținerea necorespunzătoare [1]. Toți acești factori sunt analizați în vederea determinării proporției în care aceștia participă la degradarea structurilor.

Fluajul zidăriei depinde în principal de factori ca nivelul de solicitare, temperatură și umiditate, de acțiunile ciclice cum ar fi: vânt, variații de temperatură, sau vibrații induse de trafic, sau clopote (în cazul clopotnițelor), acestea având efect sinergic, măbind avaria materialului. Din aceste motive, turnurile înalte și coloanele sub tensiune mare sunt elemente structurale unde pot apărea în timp avarii severe.

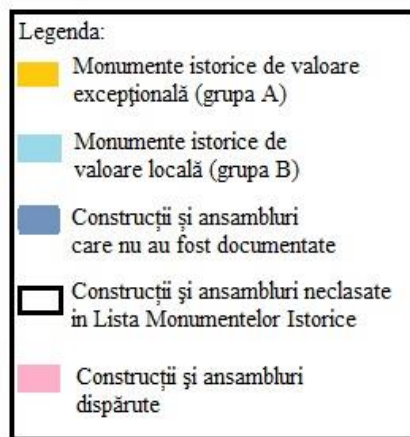
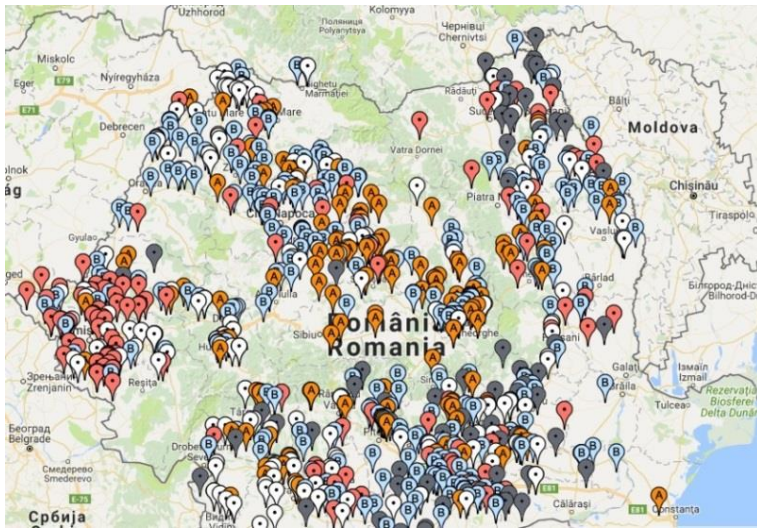


Fig. 1.4 Harta monumentelor istorice uitate din Romania [7]

Metodele moderne de intervenție pentru consolidarea structurilor din zidărie au fost analizate și studiate, fiind prezentate cele mai uzate și cele mai practice. Metodele de consolidare se pot cataloga în funcție de efectele obținute, ca urmare a aplicării acestora, privite ca un posibil răspuns la degradări:

- reparații – se definesc ca fiind măsurile luate asupra unei structuri din zidărie prin care se reface starea inițială a structurii, răspunsul la un viitor cutremur fiind la același nivel cu al structurii inițiale sau apropiat acestuia;