URBANISM, ARHITECTURĂ ŞI CONSTRUCŢII ÎN ZONELE SEISMICE DIN ROMÂNIA
- DE LA BLOCUL CARLTON LA FAŢADELE CORTINĂ -

Emil-Sever GEORGESCU
Dr. ing., Director Ştiinţific Construcţii
INCD URBAN-INCERC

Abstract. The previous Vrancea earthquakes (particularly those in 1940 and 1977) can provide convincing examples as concerns the seismic strength of the buildings and settlements. The plan-space design solutions do influence the structural solutions, but only properly designed buildings behave well in case of seismic events. Since 1940 the blame for the collapse of the Carlton Building in Bucharest has been put on the improper architectural design, which negatively influenced the structural design. After the 1977 Vrancea earthquake it was noticed that many buildings, raised between 1950 and 1976, where low seismic forces and no advanced ductility requirements were taken into account, behaved properly, but in certain cases (for instance, buildings with flexible ground floor meant for commercial purposes) buildings suffered severe damages, later amplified by the 1986 and 1990 earthquakes. The history of the architecture-urban planning and civil engineering relationship indicates that tall buildings made of reinforced concrete before 1940 introduced characteristics of seismic vulnerability and risk at urban level, as in those days professionals worked individually and seismic design requirements were not mandatory. After 1990 a different urban planning conception developed, as new architectural design solutions were adopted and even new structure types, with a greater architectural design freedom, most of them "copied" from low seismic areas. But without proper tests tall curtain-walled building are highly vulnerable to both Vrancea earthquakes and hurricanes or terrorism attacks and the restoration costs of the non-structural elements can be huge. Separating the requirements of the object architecture design from those of urban planning and seismic engineering is a critical and unwanted situation for the urban seismic protection. The article pleads for a close collaboration between civil engineers, architects and urban planners, for a SAFETY ARCHITECTURE and a MULTI-CRITERION URBAN PLANNING, correlated with a MULTI-HAZARD STRUCTURAL ENGINEERING, with a particular stress on SEISMIC ENGINEERING, and in this respect INCD URBAN-INCERC can ensure a proper technical, scientific and institutional framework.

Keywords: earthquake, urbanism, vulnerability, architecture, engineering

1. Specificul riscului seismic în România

România este situată într-o zonă seismică, în care se pot produce dezastre în cazul unor mişcări de teren puternice, a căror sursă este în mod constant şi persistent aceeaşi, respectiv zona Vrancea, la curbura munţilor Carpaţi. Se consideră că în zona Vrancea este prezent un proces de paleo-subducţie, cu fracturi ale plăcilor tectonice în contact la diferite adâncimi. Cutremurele intermediare cu magnitudini M de peste 7, din sursa cu adâncimea de focar între 60... 70 şi 170... 200 km, pot să conducă la intensităţi seismice de VII-VIII grade pe scara MSK pe o arie de peste o treime din teritoriul ţării, fiind un factor major de risc (Bălan *et al.*, 1982; Georgescu, 2007).

Pe teritoriul României se manifestă şi alte categorii de cutremure (superficiale, crustale - denumite normale, cu adâncimea de focar între 5 şi 30 km, intermediare. Alte surse locale sau externe teritoriului românesc (de ex. focarele din sudul Dobrogei) pot produce intensităţi de VII-VIII grade MSK. Zona afectată de cutremurele de Vrancea este cea mai întinsă, iar cele afectate de cutremurele superficiale sunt dispuse în Banat, Crişana, Maramureş, Făgaraş, Târnave. Astfel, aproape tot teritoriul ţării este puternic seismic iar

zonele seismice includ peste 60% din populație şi o mare parte din centrele urbane importante (Bălan *et al.*; Sandi, 1985a, b).

Dezastrele produse de cutremure, cu referire specială la cele care au afectat grav zone locuite şi mari aglomerații urbane, pot fi analizate şi din punct de vedere al cunoştințelor pe care le-au furnizat pentru a dezvolta metode eficiente de protecție antiseismică în România, cu referire la perioada de până în 1940, respectiv de până în 1977 (anii marelor cutremure de Vrancea), respectiv la seismele din 1986 şi 1990, până în prezent.

2. Vulnerabilitatea localităților ca sisteme urbane

În România, ingineria seismică bazată pe reglementări de proiectare antiseismică a fost legal instituită după cutremurul din 10 noiembrie 1940, pentru clădiri publice. Până în 1963 s-au utilizat norme provizorii care calculau construcțiile la o forță de 5%. Normativul "condiționat" de proiectare antiseismică P. 13-63, modificat în 1970, a introdus metode dinamice de calcul dar cunoştințele din epocă erau limitate, lipsind date seismologice concludente locale. Au urmat normativele modificate în 1978, 1981, 1991-1992, 2006 şi 2008.

În aceste condiții, vulnerabilitatea seismică a diferitelor categorii de structuri existente într-o localitate trebuie analizată în corelație cu:

- o măsură a vulnerabilității individuale pe categorii (efect al lipsei de cunoştințe la momentul realizării construcțiilor, imperfecțiunii normativelor de proiectare antiseismică, proiectării şi defectelor de execuție);
- o măsură a vulnerabilității globale a localității, dependentă de gradul de complexitate a dezvoltării, factorii de scară, relația de dependență dintre locuitori, clădiri, unitățile social-economice şi sistemele de asigurare a vieții – rețele utilități.

Componentele vulnerabilității seismice urbane implică:

- vulnerabilitatea fizică a componentelor sistemului urban;
- vulnerabilitatea persoanelor implicate în operarea şi conducerea funcțiunilor localității (rețele, sisteme vitale), a locuitorilor etc.;
- vulnerabilitatea socială şi funcțională a localității ca sistem;
- vulnerabilitatea economică, rezultând din interacțiunea tuturor acestor componente.

Protecția unui sistem nu se limitează la construcțiile proiectate de la data adoptării unor normative şi trebuie evaluată realist pentru dotările de diferite vârste folosite. În acelaşi timp, proiectarea sau evaluarea „construcție cu construcție" nu acoperă comportarea seismică referitoare la aspectele de sistem, ceea ce face necesare alte abordări (Sandi, 1985a, b; Georgescu, 1999; Georgescu *et al.*, 1999).

Cu privire la profesiile care contribuie la siguranța aşezărilor umane şi a clădirilor, putem enumera:

- Seismologii – prin datele de bază privind zonele seismice
- Arhitecții – proiectând funcțiunea şi forma clădirii
- Arhitecții urbanişti – proiectând ansamblurile de clădiri cu diferite destinații
- Arhitecții de amenajări interioare – asigurând confortul
- Arhitecții de amenajări în mediul urban exterior – creatori de ambient şi peisaj
- Inginerii – calculând structura care răspunde cerințelor
- Producătorii de materiale şi componente de construcții şi amenajări, furnizorii de mobilier / echipamente
- Administratorii şi proprietarii – prin solicitarea investițiilor şi întreținerea calităților inițiale
- Autoritățile – prin control şi suport tehnic-legislativ

Progresul în cunoaştere din ultimele decenii se referă în principal la:

- creşterea numărului de înregistrări seismografice în apropierea sursei, care au condus la recunoaşterea seismicității unor zone şi determinarea realistă, pe baze instrumentale şi probabilistice, a valorilor parametrilor de calcul de natură seismologică;
- elaborarea de hărți de zonare cu parametri inginereşti şi coduri de proiectare bazate pe concepte probabilistice;
- cercetări de laborator la scară mare pentru detalierea elementelor de structuri spre a rezista impactului seismic;
- conceperea de noi soluții structurale şi tehnice care să asigure performanțe superioare la seisme, de ex. izolarea antiseismică a bazei, sisteme de control şi amortizare;
- evidențierea legăturii dintre cerințele arhitecturale şi cele inginereşti;
- înțelegerea noțiunii de rezistență la cutremur a oraşelor în raport cu cerințele şi practicile de urbanism;
- trecerea la politici publice explicite de protecție şi pregătire pentru cutremur, prin intervenții de reducere a vulnerabilității clădirilor existente şi riscului seismic;

Pentru a înţelege de ce sunt necesare noi abordări, cutremurele precedente ne pot oferi exemple convingătoare.

3. Arhitectura şi urbanismul anilor 1930 în Bucureşti

Prin contrast faţă de arhitectura bogat decorată de tip „Micul Paris", în Bucureştiul anilor 1930 – 1940 s-a trecut la noul oraş cu clădiri geometrice având scheletul din beton armat, tip „blockhaus", cu turnuri de colţ, balcoane liniare, ferestre în bandou, specifice programelor de tip Le Corbusier - Gropius şi arhitecturii Bauhaus. Planul de urbanism - „Planul Director de Sistematizare al Municipiului Bucureşti", din 1935, întocmit de Duiliu Marcu, G. M. Cantacuzino, R. Bolomey, I. Davidescu, ing. T. Rădulescu, a impus trecerea la clădiri înalte în zona centrală iar dezvoltarea urbană a centrului Capitalei de până în 1940 s-a aliniat la o anumită disciplină. Fronturile de clădiri înalte din centru, ne situau în avangarda europeană, dar noile rezolvări de plan şi volum, cu structuri zvelte, au implicat şi dezavantaje.
În zona marilor bulevarde centrale din Bucureşti s-au construit câteva sute de blocuri cu 5...12 niveluri, în multe cazuri cu corpuri asimetrice, cu etajele retrase în trepte faţă de stradă, aşa cum erau impuse de Planul Director. Calculul se făcea pe atunci numai la forţe gravitaţionale iar retragerile în trepte de la frontul stradal, au creat excentricităţi în sistemul de transmitere a forţelor şi au a condus la o tipologie similară a blocurilor din centrul oraşului dar şi la o vulnerabilitate seismică urbană deosebită. Ingineria seismică nu era suficient dezvoltată, calculul la cutremur nu era obligatoriu, iar cerinţele de piaţă şi funcţional-arhitecturale predominau, astfel încât aceste carenţe nu au fost sesizate mult timp.
Astfel anumite cerinţe urbanistice şi arhitecturale avansate în acea epocă, deşi au creat în Bucureşti un avans urbanistic, poate de două decenii, faţă de alte oraşe europene, prin repetarea unor soluţii structurale în beton armat preluate din Europa neseismică şi netestate de seisme reale a condus la vulnerabilităţi structurale specifice, remarcate doar de câţiva mari ingineri şi arhitecţi după 1940 şi înţelese mai bine de abia după ce s-a obţinut prima înregistrare accelerografică de la INCERC din 1977.

4. Cutremurul din 10 noiembrie 1940

Cutremurul din noaptea de 9 spre 10 noiembrie 1940 s-a produs la orele 3: 39: 07, a avut magnitudinea M=7, 4, şi intensitatea epicentrală I_0 = 10 MCS – în epocă, fiind reevaluat la I_0 = 9 MSK în anii 1980. Cutremurul s-a caracterizat printr-o zonă de intensităţi I = IX MSK (relativ restrânsă), o zonă importantă de grad I = VIII MSK la care trebuie adaugată o amplificare de I = VIII în zona Bucureşti, o zonă importantă de intensitate I = VII şi similar I = VI MSK. Zonele de intensitate I = VI-IX MSK acoperă 50-60% din teritoriu; o pondere de cca. 10% a fost apreciată cu efecte I = V MSK, restul fiind sub I = V . Au fost afectate cel mai puternic judeţele şi oraşele din zona epicentrală: Panciu, Focşani, Mărăşeşti din Moldova şi au avut cca. 70 % case distruse iar restul grav avariate, cu numeroase victime, avarii extinse la Galaţi, Bârlad, Iaşi, Brăila, Buzău, Văleni, Câmpina, Ploieşti, Plopeni, din Muntenia (grav afectat şi în 1977!). S-au înregistrat cca. 500... 1000 victime (după unii autori 400 pierderi de vieţi şi 300 răniţi) şi pagube totale de cca. 10 mil. US$ (Georgescu, 2005, 2007).

Bucureştiul a intrat în istorie prin căderea spectaculoasă a Blocului Carlton.

5. De ce s-a prăbuşit blocul Carlton?

Din datele publicate, cunoaştem că Blocul Carlton era amplasat la intersecţia străzilor I. C. Brătianu şi Regală (ulterior redenumite Nicolae Bălcescu, respectiv Aristide Briand / 13 Decembrie / Ion Câmpineanu) – Georgescu, 2005, 2007. Arh. G. M. Cantacuzino, Arh. C. Arion şi ing. D. Mavrodin, prin Antrepriza fraţilor Schindl, au realizat lucrarea în 1935-1936.

Structura era alcătuită dintr-un turn central înalt (18m x 16m în plan, 2S+P+12etaje, înălţime totală de la fundaţii la acoperiş 52, 5 m, din care 45, 75 m peste nivelul terenului) sau 47 m conform altor surse, două aripi de înălţimi inegale, neseparate cu rosturi, având la faţadă P+5 spre Bd. Brătianu şi P+3 (4?) etaje spre Str. Regală (faţă de faţade existau retrageri în gabarit - părţi mai înalte cu câteva etaje spre curte), şi o sală de cinematograf rezemată de structură în spatele clădirii.

Cutremurul din octombrie 1940 produsese avarii la grinzi şi zidării, devenite publice abia după dezastru, iar la 10 noiembrie 1940 structurile corpurilor şi sala de spectacole s-au prăbuşit pe diagonală în bulevard.

Expertizele din epocă arată că că structura din beton armat (necalculată la cutremur) prezenta o serie de particularităţi, mult influenţate de practicile arhitecturale şi inginereşti ale vremii şi cerinţele utilizatorilor, care explică şi mecanismul de avariere-cedare-prăbuşire:
- dozaj de ciment acceptabil şi mărci de beton variabile, unele neacceptabile, dar în spiritul epocii;
- asimetrie arhitecturală generală în plan şi pe verticală, stâlpi lamelari cu forme şi rapoarte h/b neraţionale, continuaţi pe verticală cu stâlpi în formă de L sau circulari, amplasaţi neuniform în

plan, discontinuități şi dezaxări de stâlpi pe verticală; stâlpi exteriori şi de colț dimensionați numai la forțe gravitaționale;



Fig. 1. Blocul Carlton, înainte de 1940,
fațada din frontul de la bulevard şi parțial cea dinspre Str. Regală

- lipsa de continuitate pe verticală a numeroşi stâlpi, cu rezemări indirecte de ordinul 2, 3 şi 4 (stâlpi pe grinzi care rezemau pe alte grinzi şi nu transmiteau direct încărcările, sistem des utilizat în epocă); de asemenea existau rosturi de lucru în beton;
- grinzi cu secțiuni mari rezemate pe stâlpi slabi, sau grinzi transversale înguste, cu armături insuficient ancorate în stâlpi, procente de armare sub cele minim practicate.

Prof. dr. ing. Mihail Hangan – ICB/UTCB (1962 şi 1963) a descris destul de detaliat mecanismul posibil de avariere şi cădere al turnului, astfel:

- punctul de pornire a putut fi de la stâlpii de colț (slabi) şi lamelari ai parterului dinspre Bd. Brătianu; cedarea ar fi început cu o îngenunchiere către bulevard, apoi ar fi cedat alți stâlpi superiori şi s-ar fi rupt partea superioară la et. 7;
- blocul s-ar fi rotit în spațiu, mai întâi cu 32 grade în sens trigonometric, rotire localizată la etajele inferioare, apoi cu o înclinare până la un unghi de 34-38 grade pe verticală, căzând spre nord-est, cu partea superioară aproape pe verticală;

Prof. Beleş (1941) indică drept cauză a inițierii cedării, pe lângă deficiențele de material şi conformare indicate anterior, acțiunea forțelor tăietoare cauzate de seism, conducând la retezarea unor stâlpi subțiri de peste subsol, urmată de penetrarea lor prin placa peste subsol. Rezemarea pe grinzi ar fi produs ruperi la etajele superioare. Era probabilă şi o torsiune în jurul unui ax vertical al clădirii.

Ing. Theodor Achim (1941, 1943) a corelat direcția NE-SV a cutremurului cu linia de cea mai slabă rezistență a construcției, de la stâlpul de colț dinspre stradă (slab, dimensionat numai la forțe statice gravitaționale, liber la parter şi etajul 1) spre cinematograf, unde era şi golul de scară şi al ascensoarelor. La solicitarea defavorabilă a stâlpilor din spate ar fi contribuit major şi ancorarea de aceştia a balconului cinematografului prin 6 console mari, care dădeau reacțiuni verticale de jos în sus iar în plan direcția oblică a acestor console a coincis cu direcția seismului. Ing. Achim era convins că prăbuşirea a fost inițiată de acoperişul cinematografului şi explică avarierea structurii ca urmare a unei torsiuni, puternic determinată de

căderea arcelor balconului şi impactul lor asupra consolelor (Achim, 1941, 1943).

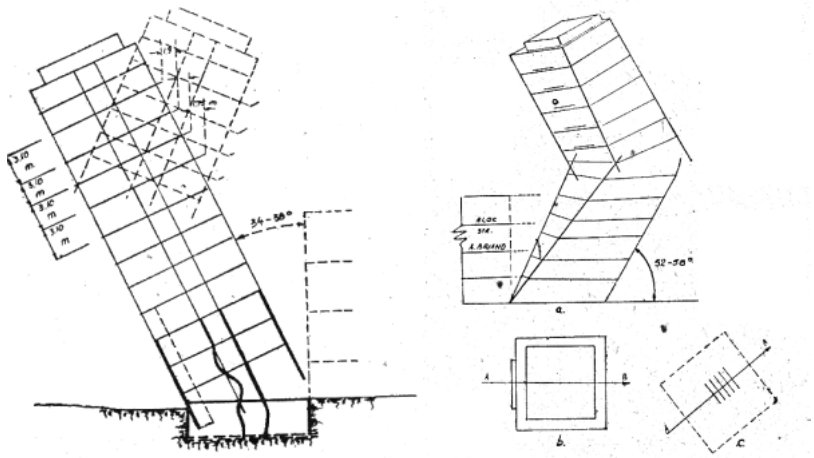


Fig. 2. Mecanismul posibil de cedare, mişcare / răsucire în spaţiu şi prăbuşire al Blocului Carlton (Hangan, 1962, 1963)

6. Procesul Carlton şi expertizele care au schimbat relaţia arhitect-inginer-antreprenor

În Bucureştiul epocii, considerând relaţia dintre arhitectura şi ingineria acelor ani, colapsul blocului Carlton merită prezentat în virtutea câtorva argumente:

- a fost o lucrare reprezentativă a epocii, proiectată de G. M. Cantacuzino, un arhitect celebru al noii generaţii; blocul era cea mai înaltă clădire de beton armat din Bucureşti şi din ţară (după Palatul Telefoanelor – cu structura din profile metalice);
- prăbuşirea sa a constituit surpriza şi marele dezastru urban al cutremurului din 10 noiembrie 1940, blocul fiind şi primul colaps al unei structuri moderne înalte din beton armat la cutremur în Europa, în special la unul de Vrancea; după prăbuşirea sa şi avarierea altor clădiri înalte s-a manifestat temporar o psihoză legată de frica de a locui în blocuri.

Pe ansamblu, din punct de vedere juridic, societatea nu era suficient pregătită, se aplica dreptul civil şi comercial, expertizele tehnice fiind cerute de fapt spre a putea disocia răspunderile legate de despăgubiri.

Autorităţile au dispus arestarea pentru o lună a constructorilor (inginerul proiectant a murit sub ruine) şi a arhitectului G. M. Cantacuzino, cu inculparea de „omor multiplu şi rănire prin imprudenţă”, asociate şi cu cereri de despăgubire de la victime şi moştenitori. Procesul nu a intrat în dezbaterea de fond decât după trei ani (în februarie 1944), perioadă în care s-au efectuat expertize şi contraexpertize, cu argumente contradictorii, dintre care cea a echipei profesorilor Beleş şi Hangan a fost decisivă.

În cadrul procesului s-a efectuat o expertiză tehnică, inclusiv o expertiză şi o contraexpertiză arhitectonică, pe aspecte de configurare în plan-volum. Opiniile a fost diferite, de la critică totală („soluţii complicate şi nefireşti, … greşeli inginereşti… lipsa colaborării dintre arhitecţi şi ingineri”), până la apărarea capacităţii inginerilor epocii, ca nivel atins şi ca breaslă.

La proces se vorbeşte chiar de adversităţi între grupul de ingineri şi arhitect, argumentele fiind uneori contradictorii, deoarece pe atunci arhitecţii aveau un rol şi un prestigiu foarte important iar în proces aveau interese divergente.

Pe de altă parte, trebuie să precizăm că şi inginerii constructori aparţineau unor generaţii şi şcoli diferite, iar rezistenţa la cutremur putea să pară un atribut care se realiza de la sine, fără cheltuieli suplimentare şi nu impune chiar atâtea calcule, iar cei ce ascultau numai de presiunea pieţei erau destul de mulţi. Chiar şi în cealaltă tabără, dintre care Prof. Beleş şi Prof. Hangan au fost atunci mai vizibili, existau unele păreri comune şi altele relativ divergente.

Pe parcursul procesului, fondul tehnic al litigiului era apărat şi atacat de multe ori cu aceleaşi argumente, dar din toate se poate contura nivelul de cunoştinţe şi spiritul epocii în materie. Principala acuzaţie era legată de rolul arhitectului faţă de al inginerilor şi fraţilor proprietari ai antreprizei Schindl în acceptarea modificărilor de structură cerute de beneficiarii de apartamente la contractare sau pe parcursul execuţiei (care se făcuse practic aproape simultan cu proiectarea).

Argumentele Prof. Hangan considerau ca o cauză generică „plimbarea” unor stâlpi esenţiali în cadrul planului structurii, la cererea viitorilor proprietari, cu acordul arhitectului - ca şef de proiect - executată de inginer, astfel încât continuitatea transmiterii eforturilor fusese grav periclitată, în special a stâlpului de colţ dinspre bulevard.

Un argument al apărării era că un seism de mărimea celui din 10 noiembrie 1940 ar fi fost un caz clasic de forță majoră care ar fi exclus răpunderea penală. În contraargument a fost dat exemplul firmei Prager care executase clădiri ce nu avuseseră de suferit atât. Trebuie să observăm că în lipsa unei obligativități de a respecta anumite standarde, ca şi a modului general de interpretare a unor cerințe în epocă, era greu de stabilit o răspundere disociată între arhitect şi inginer.

La 4 decembrie 1944 s-a dat sentința care considera că existau cauze grave, date de o proiectare defectuos concepută şi anterioare cutremurului din 10 noiembrie, dovedite şi de investigațiile avariilor din octombrie, şi care ar fi fost vina echipei constructorilor. Considerând totuşi impactul decisiv al cutremurului din 10 noiembrie, pedepsele au fost moderate, între 3 luni şi 2 ani închisoare. Un inginer însărcinat cu aprovizionarea şi arh. G. M. Cantacuzino au fost achitați (Georgescu, 2007).

Despăgubirile imputate constructorului şi arhitectului au fost deosebit de mari dar situația țării a dus ulterior la neaplicarea lor. Arhitectul era plecat pe front, după 1947 se schimbă regimul, între 1948 şi 1953 G. M Cantacuzino face închisoare silnică iar după o activitate la D. M. I Iaşi, moare la nici 61 de ani.

6.1. Ce au învățat inginerii constructori după 1940

Nu toate învățămintele acestui dezastru au avut efect imediat şi această constatare se referă atât la seismologie cât şi la ingineria de construcții şi chiar la arhitectură.

Cu toate acestea, cutremurul din 1940 poate fi considerat un vector de inițiere a ingineriei seismice moderne în România, cu impact atât în seismologie cât şi în ingineria structurilor de beton armat, ca şi în arhitectură şi urbanism. În 1940, ştiințele pământului furnizau practic toate cunoştințele privind cauzele, localizarea, manifestarea şi mărimea cutremurelor. Oamenii de ştiință respectivi aparțineau unor ramuri, şcoli şi generații diferite, ceea ce explică diferențele de evaluări şi opinii, contradicțiile şi erorile. Următorii în lanțul de profesii care preluau astfel de cunoştințe erau inginerii constructori şi arhitecții.

Deşi primul specialist care a inițiat o analiză critică a fost Prof. ing. Aurel A. Beleş, nici comunitatea profesională a inginerilor nu a fost pregătită să preia imediat toate învățămintele. Cu privire la nivelul cunoaşterii aspectelor legate de seismicitate, în „Cutremurul şi construcțiile" (1941), acesta descria cu asprime lipsa de pregătire în domeniu în acea vreme şi a citat nominal unele cazuri de blocuri grav avariate în 1940 şi neglijate (Beleş, 1941).

Proprietarii de clădiri sau apartamente de atunci nu erau conştienți de gravitatea avariilor, astfel încât unii au refuzat recomandările de evacuare sau de consolidare, alții au închis cu ipsos fisurile spre a nu scădea valoarea de piață a apartamentelor iar unii «specialişti» ai epocii au aplicat doar măsuri superficiale, sesizate ca atare chiar în epocă.

Astfel, deoarece a insistat pe aspectele de sistem şi nu pe cazul individual Carlton, la nivelul anului 1940 şi până la dispariția sa în 1976, Prof. Beleş a fost inginerul cu viziune pe termen lung în ingineria seismică. În 1940, concentrarea în zona centrală a Bucureştiului a avarierilor, aparent reparabile, la numeroase clădiri înalte, a fost insuficient analizată şi aproape uitată până la cutremurul din 1977 când „lista lui Beleş" s-a dovedit, tragic, veridică. Primele trei clădiri din listă s-au prăbuşit iar celelalte au avut din nou avarii, unele foarte grave, fără a se fi ajuns nici azi la o consolidare a celor rămase.

În acea epocă, şcoala românească de beton armat era deja în creştere şi capacitate, de aceea, trebuie să înțelegem atât solidaritatea de breaslă cât şi încrederea elitei corpului nostru ingineresc în tehnicile de calcul şi constructive corect aplicate şi poate că starea acestui fond construit între 1930 şi 1940 nu părea de loc îngrijorătoare nici în anii 1960-1970, iar mulți considerau că în 1940 nu căzuse "decât" un bloc. Astfel, după 23 de ani, Prof. Mihail Hangan a publicat o lucrare dedicată blocului Carlton, în care, deşi a prezentat critic situația avariilor la clădiri, rezultă opinia sa că prăbuşirea sa ar fi fost un accident nefericit, nereprezentativ pentru stadiul atins de betonul armat în 1940, „datorită acestui accident, gradul cutremurului din 1940 a fost încadrat ceva mai sus decât ar părea normal..."!!! (Este vorba de gradul IX la Bucureşti, evaluat astfel de toate sursele epocii, pe scările de atunci MCS sau Mercalli) – Hangan, 1963.

Celebrul seismolog Sieberg a ținut două conferințe în țara noastră în 1940 şi a atras serios atenția asupra "lipsei de seriozitate cu care se fac reparațiile clădirilor după cutremur, pregătind în acest fel pentru viitorul cutremur, un dezastru de amploare mai mare decât cel trecut. " Ing. Theodor Achim, a publicat în 1941 şi 1943 două cărți privind prăbuşirea Blocului Carlton, care intră şi în analiza modului în care se proiectau pe atunci astfel de clădiri, sugerând unele recomandări şi învățăminte, utile şi pentru arhitecți (Beleş, 1941; Georgescu, 2007). Dintre învățămintele generale, reținem:

- necesitatea unor norme naționale în toate aspectele, deoarece combinarea circularelor germane şi franceze privind betonul armat (bune în acele țări) sau dovedit insuficient de acoperitoare la noi, în zonă seismică;
- evitarea formelor de clădiri dezavantajoase, neregulate, a retragerilor la etajele superioare, a

golurilor pentru funcţiuni speciale, uniformizarea regimului de înălţime, decuplarea corpurilor cu înălţimi diferite, controlul evitarea lucrului la betoane iarna;

- autorizarea construirii numai pe baza unor documentaţii complete, care să includă şi calculele de rezistenţă, controlate de alţi ingineri şi arhitecţi, în special pentru clădiri înalte;
- reglementarea plăţii inginerilor similar arhitecţilor, în funcţie de valoarea investiţiei.

Cu toate limitele de percepţie a cauzelor gravelor avarii la clădirile înalte din beton armat, dezastrul din 1940 a condus la primele norme legal aplicabile de proiectare a construcţiilor la cutremur, pentru clădiri publice. Prin „Instrucţiunile pentru prevenirea deteriorării construcţiilor din cauza cutremurelor şi pentru refacerea celor degradate", aprobate de MLPC la 30 decembrie 1941 şi publicate la 19 ianuarie 1942, a fost introdusă prima zonare seismică simplificată a teritoriului, cu zona extracarpatică în echivalent grad VIII. Reamintim că după cutremurul din 1940, Bucureştiul a fost considerat de unii seismologi români a fi în zonă de grad 9 MCS iar de cei britanici în gradul 9 pe scara Rossi-Forel de zece grade.

Instrucţiunile erau diferenţiate pe domenii şi grade de obligativitate, în funcţie de zone, regim de proprietate şi urban-rural. În cazurile cele mai restrictive se prevedea verificarea la forţe orizontale de 5% din încărcarea totală. Se indicau reguli de amplasare, de bună practică, prevederi constructive şi dimensiuni minime pentru anumite elemente de construcţie, reguli de calcul şi exemple de calcul etc.

În „Instrucţiunile pentru prevenirea deteriorării construcţiilor din cauza cutremurelor" (MCLP, 1945), se reluau şi precizau prevederile din 1942 deşi unele cerinţe au fost eliminate, de ex. îndesirea etrierilor la capetele stâlpilor. După 1942 s-a introdus obligaţia inginerilor proiectanţi de a semna proiectele pentru autorizaţie.

Ing. Emil Prager, în « Betonul armat în România » (1979) considera că a existat o bună colaborare între ingineri şi arhitecţi în perioada de introducere a betonului armat (Prager, 1979). După 1920 a început o campanie de supraetajări a clădirilor vechi în Bucureşti, şi consideră (cu excepţia « accidentului » imobilului Carlton şi a defectelor apărute la alte clădiri) că « supraetajările s-au comportat deosebit de bine, datorită capacităţii de rezistenţă a ansamblului scheletelor executate din beton armat monolit, turnate în tipare, atunci când constructorii s-au afirmat conştiincios şi corect în proiectare şi execuţie ».

Au existat ingineri de excepţie (Hangan, Beleş, Prager), care aplicau norme avansate (de ex. normele germane din 1932), chiar dacă nu erau obligatorii. În acelaşi timp, şi Prager atrage atenţia asupra clădirilor cu turnuri de colţ, la care soluţiile arhitecturale conduceau la probleme grele de structură şi fundaţii.

Dar alţi specialişti de prestigiu de azi dinconstrucţii, care erau studenţi în anii 1940, menţionează că imediat după aceea în facultate nu s-a acordat atenţie cunoştinţelor privind rezistenţa structurilor la cutremure. Dr. ing. Petru Vernescu (2002), în contextul unei analize ample, aprecia astfel situaţia: „cutremurul din 1940, cred eu că nu a avut impactul ştiinţific la care ne-am fi aşteptat. Spun aceasta deoarece:

- nu a schimbat concepţia de proiectare, care s-a mai menţinut, nu a schimbat sistemul de norme;
- nu a avut o influenţă în învăţământ. Eu am fost student între anii 1941 şi 1946 şi nu am auzit în facultate de solicitare seismică.

… Cutremurul a prins societatea românească total nepregătită, psihic dar şi ştiinţific"

6.2. Ce au învăţat arhitecţii şi urbaniştii după 1940 - opiniile arh. Victor Asquini

Încă din 1940, o mare parte din cauzele comportării dezastruoase a Blocului Carlton a fost atribuită de către ingineri conformării arhitecturale necorespunzătoare, cu grave influenţe asupra conformării structurale. Dar o altă idee care a dominat în 1940 ca şi în 1977, a fost că avariile şi prăbuşirile nu pot fi decât urmarea unor greşeli locale de proiectare sau execuţie a structurii, a furtului de materiale sau lucrului „de mântuială", astfel încât s-au deschis anchete penale iar firma Schindl a fost etichetată de opinia publică drept singură sursă a tragediei de la Carlton. În acest domeniu a rămas deschisă o rană în relaţia dintre arhitecţi şi ingineri.

De fapt, nici structurile mai înalte din cărămidă dintre 1900 şi 1920…1930, nici cele cu schelet din beton armat, realizate între 1930 şi 1940 nu au fost proiectate, în marea lor majoritate, potrivit unor reguli şi practici care să considere şi acţiunea seismică. Cu toate acestea, clădirile din zidărie, chiar cele relativ înalte, respectau regulile tradiţionale de dimensionare a structurii portante, rigide, ceea ce a limitat efectul negativ al seismelor de Vrancea. Înţelegerea răspunsului dinamic diferit al structurilor zvelte a venit de abia în 1977.

Considerăm însă semnificativ să citâm opiniile arh. Victor Asquini, deoarece acesta făcea parte dintre arhitecţii mai apropiaţi de rezolvarea cerinţelor inginereşti. Asquini era autorul unor cochete clădiri

de medie înălțime dar mai ales al cunoscutelor indicatoare tehnice, premergătoarele „manualului inginerului", dintre care cel din 1938 fusese premiat de Societatea Arhitecților Români. În articolul „Cutremurul factor de progres" (Arhitectura, anul VII, nr. 2, 1941, aprilie-iunie), arh. Asquini pledează pentru preluarea de către constructori, arhitecți, urbaniști, comanditari şi autorități a cât mai multe învățăminte din acel dezastru (Asquini, 1941).

Articolul debutează relativ provocator cu un moto din Malthus „Cutremurele, inundațiile, incendiile şi războaiele sunt rele necesare pentru progresul omenirii". Numeroase aspecte ale pieței construcțiilor de atunci sunt incriminate, cum ar fi goana după materiale ieftine, reflectată în alegerea constructorilor după costul licitat, cu un rău cult al banului, lipsa de scrupule şi moralitate, neglijarea aspectelor aleatoare în detrimentul siguranței şi lipsa de supraveghere a arhitecților pe parcursul lucrărilor.

Arh. Asquini prezintă recomandări care au intrat apoi şi în "Indicatorul tehnic", edițiile de după 1940 (ediția din 1942 fiind realizată în colaborare cu ing. Emil Prager) şi par astăzi „de bun simț" privind:

- evitarea pereților separatori de cărămidă pe muchie şi a zidurilor „americane" cu spații între straturi;
- efectuarea unor calcule acoperitoare pentru situații specifice, executarea clădirilor mai înalte de 4 etaje cu schelet de beton armat sau fier, calculate pentru eforturile orizontale prescrise, cu dozaje de ciment adecvate la betoane şi mortare, stâlpi continui, bine axați, etrieri deşi, fără segregări; armarea buiandrugilor de beton la eforturile care pot apare; preferința pentru scheletul structural metalic;
- prevederea de centuri la fiecare etaj, la clădirile din zidărie, asigurarea conlucrării zidăriei cu cadrele de beton armat; ancorarea zidăriilor de mari deschideri la clădiri înalte şi săli, renunțarea la acoperişuri grele;
- prevederea de soluții rezistente de scări, calcane, acoperişuri şi coşuri de fum solidarizate de structură; renunțarea la ornamente şi rezolvarea prinderilor de structură;
- încastrarea reală a părții de subsol a structurii în teren şi renunțarea la planşee din lemn, care nu asigură efectul de diafragmă (şaibă);
- oprirea lucrărilor la temperaturi negative;
- pledoaria pentru un nou plan de sistematizare, recomandând clădiri mai puțin înalte, justificată şi de cerințele de străzi largi cu mai mult acces la lumină naturală, de rețele urbane mai complicate, fără blocaje de circulație.

Mai ales pentru că Asquini era arhitect, astăzi apreciem în mod deosebit nivelul său de percepere al hazardului seismic în acea epocă, cu referința mai apropiată de aprecierile de azi, la perioade de revenire de 40 – 50 de ani pentru „cutremure catastrofale", şi referința la cutremurul din 1802 ca fiind ultimul similar celui din 1940.

Astăzi putem să apreciem ca deosebit de important faptul că arh. Asquini corelează durata medie de viață a clădirilor obişnuite (apreciată la cca. 100 – 120 ani) cu perioadele de revenire ale cutremurelor, insistând pe necesitatea de a considera la proiectare, alegerea materialelor şi execuție repetarea unor evenimente pe durata utilizării clădirilor. Spre deosebire de mulți arhitecți de azi, Asquini era de părere că structurile avariate în 1940 să fie demolate şi să se treacă la un regim mai redus de înălțime, în mod special „fără turnuri cu 12 etaje la încrucişări de străzi"!!!, înălțimi de etaj de până la 2, 50 m, cu specific românesc în aspectul urban, străzi largi cu mai mult acces la lumină naturală, de rețele urbane mai complicate, fără blocaje de circulație.

O declarație fulminantă ni-l arată pe arh. Asquini un oponent vehement al soluțiilor locative de tip Le Corbusier: „Să combatem cu dârjenie sistemul caselor-bloc înalte, unde dezvoltarea rațională a vieței de familie este neprielnică, unde individul, în colectiv nu trăieşte decât adăpostit într-o maşină de locuit, într-un simplu siloz de material omenesc. "!!!

7. Cutremurul din 4 martie 1977

Cutremurul din 4 martie 1977 (M_{GR} = 7, 2; Mw = 7, 4...7, 5) a fost caracterizat printr-un pre-şoc şi 3 şocuri principale, ultimul fiind produs la adâncimea de 109 km. Epicentrele acestor şocuri au migrat spre sud-vest, astfel încât ultimul a fost localizat la numai 105 km distanță de Bucureşti. Harta macroseismică s-a caracterizat printr-o zonă de intensități I = VIII de o extindere moderată la curbura Carpaților (Vrancea) la care trebuie adaugate amplificările cu I = VIII de la Bucureşti, Zimnicea şi Iaşi, într-un cuantum total de 5-10 % din teritoriu. Aproape 45 % din țară a fost afectată de intensități I = VII MSK. Dincolo de Subcarpați se remarcă o amplificare locală de grad I = VII în zona centrală a Transilvaniei, în mijlocul unei zone de intensitate I = VI care împreună cu Dobrogea (având de asemenea I = VI în 1977), reprezintă 25 - 30 % din teritoriu. Restul Transilvaniei şi Banatului au fost afectate de intensități I = V MSK (cca. 20 %) şi I = IV MSK (cca. 10 %) – Bălan *et al.*, 1982; Georgescu, 1999, 2007).

Datele de atunci indică 1. 578 morți şi 11. 321 răniți (90% dintre morți şi 67% dintre răniți în Bucureşti), 32. 900 locuințe prăbuşite sau avariate

grav, 35. 000 familii fără adăpost, zeci de mii de imobile avariate, numeroase alte avarii şi distrugeri în industrie şi economie. Prăbuşirile de clădiri din Bucureşti s-au concentrat în zona centrală, istorică, în care se construiseră atât clădirile joase, clasice cât şi structurile înalte din beton armat pre-1940.
Din totalul de 2, 048 miliarde dolari SUA pierderi, cca. 1, 420 miliarde au fost în domeniul construcţiilor (clădiri, alimentări cu apă etc.), dintre care locuinţele au reprezentat 1, 030 miliarde, fiind sectorul cel mai afectat, ca urmare a distrugerii sau avarierii grave a 156. 000 apartamente în zone urbane şi 21. 500 în zone rurale; alte 366. 000 de apartamente urbane şi 117. 000 case rurale aveau nevoie de reparaţii. În Bucureşti s-au cumulat 70% din pierderi, respectiv 1, 4 miliarde dolari SUA.
Cutremurul a pus în evidenţă, ca exemple de referinţă mai întâi vulnerabilitatea şi modul "standard" de prăbuşire de tip sandwich, totală sau parţială, a unui număr de 28 de clădiri cu schelet de beton armat şi zidărie, din generaţia pre-1940 (blocurile Dunărea, Scala, Casata, Nestor, Continental etc.), faţă de numai câteva cazuri dintre cele proiectate după 1950.

Avarii structurale s-au produs la câteva sute de clădiri care au supravieţuit şi s-au manifestat prin zdrobiri de stâlpi la compresiune şi forţă tăietoare, flambarea armăturilor verticale şi ruperea armăturilor transversale insuficiente. În unele cazuri, clădiri care au trecut prin cutremur au atins avarii generalizate, la nivel de condamnare şi au fost ulterior demolate.

Avariile nestructurale s-au produs prin distrugerea zidurilor de umplutură şi/sau despărţitoare, crăparea şi expulzarea zidăriei bowindourilor, calcanelor, coşurilor, ornamentelor într-un număr foarte mare de cazuri.

Construcţiile executate între 1950 şi 1976 conform normativelor de proiectare în vigoare atunci, cu considerarea unor forţe seismice reduse şi fără cerinţe avansate de ductilitate s-au comportat variabil, relativ satisfăcător în 1977.
În special, clădirile cu pereţi structurali din beton armat, la care s-a asigurat o simetrie a plasării pereţilor şi o rigiditate adecvată, cu continuitate pe ambele direcţii, s-au comportat bine în raport cu alte sisteme. Structurile armate deficitar, potrivit cerinţelor dinainte de 1977, au suferit avarii locale din combinaţii de forţă tăietoare şi momente încovoietoare (la etajele inferioare, la bulbii de capăt, la riglele de cuplare) şi s-a produs o prăbuşire a unei secţiuni. Combinarea acestui tip structural cu partere semiflexibile a agravat efectele.

Clădirile din panouri mari (proiecte tip IPCT, cu P+4 şi P+8 niveluri), în special cele din Bucureşti, s-au comportat foarte bine la seismul din 4 martie 1977. Explicaţia acestei diferenţe este dată de faptul că astfel de clădiri erau mult mai rigide şi bine conformate, deoarece condiţiile seismice din România şi explozia de la blocul Ronan Point din Anglia din 1968 conduseseră la un program extins de studii la IPCT, privind conceptul arhitectural-structural şi îmbinările clădirilor din panouri mari, cu cercetări şi testări la INCERC.

8. Influenţa unor cerinţe arhitecturale

Cutremurul din 1977 a demonstrat că deşi clădirile cu pereţi structurali limitau libertatea de amenajare a spaţiilor de către arhitecţi (sindromul „cutiei de chibrit"), au adus avantaje în siguranţa structurală. Au existat şi cazuri în care la aceste structuri au fost satisfăcute alte cerinţe arhitecturale dar acestea au influenţat negativ soluţia structurală. Sunt cunoscute cele două cazuri repetitive, parterul flexibil sau slab şi partiul cu orientare dublă - tip OD. Şi în cazul introducerii a două niveluri flexibile, comportarea a fost defavorabilă.





Fig. 3. Blocul Casata, Bd, Magheru din generația pre-1940 a structurilor cu turnuri albe de colț, înainte şi după 4 martie 1977



Fig. 4. Bowindourile, elemente arhitecturale adoptate în Bucureşti, care s-au dovedit foarte vulnerabile la cutremurul din 1977 (Calea Moşilor nr. 133)

Blocurile cu parter flexibil. Blocul 30, tronsonul A, Lizeanu, Şos. Ştefan cel Mare nr. 33 a devenit semnificativ pentru efectul seismelor de perioadă lungă asupra structurilor cu parter flexibil sau cu 1 sau 2 niveluri de rigidități diferite. Blocul era construit în 1961-1962, înainte de introducerea normativului de proiectare antiseismică P13-1963.

Structura era alcătuită din parter flexibil - magazine la parter - cu stâlpi de beton armat monolit (care pe exterior continuau pe 8 etaje) şi zidărie. Avea fundații continui pe tălpi de beton simplu, adânci iar subsolul era cu structură rigidă - pereți de beton. Etajele aveau partiu de tip „celular", cu pereți structurali monoliți transversali de 15 cm, dar care nu erau continui pe etaj; longitudinal exista un singur perete pe centru; stâlpii mediani se opreau deasupra parterului şi intrau în pereții structurali.

Tronsonul afectat avea două scări, între care era un pasaj transversal de trecere. S-au produs mari concentrări ale solicitărilor orizontale la parter (încovoiere cu forță tăietoare), deoarece conformarea antiseismică era nesatisfăcătoare, cu asimetrie în plasarea stâlpilor, iar ductilitatea era insuficientă. La cutremur s-a rupt o parte din tronsonul A, de capăt, dar s-au avariat şi tronsoanele alăturate, printr-un mecanism de avariere şi cedare specific parterelor flexibile, dat de variația bruscă a rezistenței şi rigidității structurii pe verticală în zona dintre parter şi etajul 1.



Fig. 4. Prăbuşirea unei secţiuni din Blocul 30, tronsonul A, Lizeanu, Şos. Ştefan cel Mare, structură cu parter flexibil (slab)



Fig. 4. Blocul de locuinţe OD 16, Bd. Pacii nr. 7.
Răsturnarea şi prăbuşirea tronsonului de capăt

Secţiunile de tip OD. Blocul din Bd. Păcii nr. 7 (proiectat în 1972) se baza pe tipul de secţiune OD, respectiv cerinţa arhitecturală de a avea acces la lumină naturală bună tot timpul zilei prin secţiuni tip OD („orientare dublă", fiecare apartament să aibă camere pe ambele faţade). Pentru a primi lumină suficientă, camerele nu puteau fi prea lungi iar clădirile rezultau relativ înguste pe direcţie transversală, iar pe direcţie longitudinală exista un singur perete structural.

În 1977 s-a prăbuşit tronsonul F, prin ruperea pereţilor structurali ai parterului şi răsturnarea în stradă. Avarierea gravă a fost constatată şi la celelalte tronsoane, ceea ce a indicat deficienţe de concepţie şi sistem structural (ruperi casante la baza pereţilor structurali). Expertiza a sintetizat cauzele prăbuşirii şi mecanismul de cedare astfel:

- diferenţa de rigiditate pe cele 2 direcţii care a creat o sensibilitate a structurii la solicitări;
- armarea insuficientă a pereţilor structurali în epoca proiectării clădirii, armare tranversală redusă, cu rigle de cuplare slabe între montanţii pereţilor structurali, bulbi slabi, lipsa capacităţii de deformare post-elastică;
- deficienţe de execuţie, beton segregat, rosturi de turnare relativ dese la baza pereţilor structurali şi bulbilor, tencuieli groase, balcoane mai grele etc.

Aceste două exemple confirmă cerinţa ca nivelele de dezvoltare şi corelare ale ingineriei şi arhitecturii să fie similare şi să se bazeze pe progrese cu « viteze » similare, pe dialog şi criterii de siguranţă reciproc acceptate.

Înregistrarea seismică de la INCERC din 4 martie 1977 a pus pentru prima dată în evidenţă conţinutul spectral al mişcării seismice de perioadă lungă al mişcărilor seismice de Vrancea, durata, numărul de cicluri, precum şi valorile acceleraţiilor reale, cu efecte importante de suprasolicitare asupra structurilor flexibile. Coeficienţii seismici k_s asociaţi gradelor din harta de zonare din 1963 s-au dovedit nerealişti, fiind greşit interpretaţi după unele studii foarte vechi; în normativ compensarea faţă de încăcările reale se făcea, între altele, prin prevederi constructive care ar fi asigurat o anumită disipare a energiei induse, prin miza exagerată pe o aşa-zisă solicitare de scurtă durată şi prin coeficienţii supraunitari Ψ. Drept consecinţă au fost modificate atât curba de amplificare dinamică (coeficientul dinamic β_r), din normativul P. 13-1970 (devenit P. 100-78, apoi P. 100-81 cât şi harta de zonare seismică STAS 2923-63 – Bălan *et al.*, 1982.

Din 1991 (1992) s-a introdus un nou normativ P100, cu o nouă hartă de zonare implicând doi parametri iar din 2006, s-a introdus Codul de proiectare seismică– partea I – prevederi de proiectare seismică pentru clădiri, P. 100/1-2006 cu cerinţe mult mai stricte, cu un alt tip de hărţi de zonare seismică .

9. Convergenţă vs. separare în inginerie, arhitectură şi urbanism în zonele seismice din România

Din analiza cutremurelor precedente, a evoluţiei normativelor de proiectare antiseismică, şi mai ales a aplicării concrete a diferitelor categorii de acte normative referitoare la protecţia antiseismică în

țara noastră, se remarcă o dispersare a cunoştinţelor de specialitate, a cerinţelor şi obligaţiilor legale în documente şi normative de diferite specialităţi, la nivele de decizie diferite. În acelaşi timp, consecinţele posibile ale unor măsuri care pot influenţa protecţia antiseismică urbană nu sunt în mod explicit definite şi luate în consideraţie, astfel ca pe termen mediu şi lung această situaţie poate să conducă la accentuarea unor caracteristici de vulnerabilitate ale sistemelor urbane.

După 1977 a devenit evident că avem o categorie de clădiri care este cea mai expusă riscului, reprezentată de clădirile înalte (7-12 niveluri) cu schelet de beton armat, construite înainte de 1940, fără protecţie antiseismică. Municipiul Bucureşti reprezintă un exemplu cunoscut de concentrare de astfel de clădiri înalte, vulnerabile, deoarece arhitectura acelor epoci şi modul de utilizare al betonului armat a introdus caracteristici de vulnerabilitate şi risc. Un număr de peste 120 de blocuri din clasa I de risc din Bucureşti a fost listat ca o prioritate absolută la intervenţie şi s-au început consolidări.

Clădirile realizate cu asistenţă inginerească după 1977 corespund mult mai mult cerinţelor normativelor în vigoare, dar avem încă categorii numeroase care prezintă vulnerabilităţi cunoscute (parter slab, secţiuni OD etc).

În prezent, de multe ori arhitectura şi urbanismul merg pe căi relativ separate şi numai formal corelate de reglementările actuale. Separarea preocupărilor de arhitectură de obiect de cele de urbanism şi de cele de inginerie seismică, şi a acestora de cele de management al dezastrelor, poate reprezenta o sursă de subaprecieri grave ale potenţialelor de pierderi, care se pot acumula pe termen mediu şi lung, la niveluri greu de contracarat ulterior.

Urbanişti acordă atenţie deosebită reabilitării fondului locativ în relaţiile sale cu ansamblul din care face parte, cu atenţie sporită pentru completarea dotării tehnico-edilitare şi de confort minime a unor cartiere, aspectelor pur demografice, urbanizării unor zone de tip rural. Inginerii sunt preocupaţi de starea structurilor iar autorităţile de resursele care le sunt solicitate în raport cu cerinţele socio-economice şi constrângerile politice. De multe ori, aceste intervenţii se fac într-o succesiune discutabilă.

Dacă înainte de 1940 şi chiar până în 1977 ameninţarea efectelor seismice era insuficient luată în considerare, după 1990 s-a trecut la coduri seismice avansate, dar în societatea secolului XXI au apărut noi ameninţări de natura factorilor geo-climatici (tornade, regim termic şi pluvial excesiv, alunecări de teren) şi geo-politici (de ex. terorism). Anumite concentrări de riscuri le poate provoca şi dezvoltarea economică dacă nu este monitorizată spre a fi sustenabilă. Să nu uităm că multe dintre minunatele accente arhitectonice albe cu turn de colţ ale anilor 1930-1940 s-au prăbuşit la cutremurul din 1977. Cazul Carlton poate fi astăzi considerat un avertisment neluat în seamă la timp.

Arhitecţii cu funcţii publice aplică o legislaţie specifică, dar la elaborarea, PUG sau PUD, şi în regulamentul de urbanism nu întâlnim elemente de semnalizare sau caracterizare a vulnerabilităţii urbane, utile controlului acesteia de către primării. Legea nr. 10/1995 lucrează cu noţiuni care sunt doar formal corelate cu cele implicate de Legea nr. 50/1991privind autorizarea executării construcţiilor şi unele măsuri pentru realizarea locuinţelor, ca şi Regulamentul de urbanism, care lasă toată răspunderea aspectelor privind efectele unor hazarduri numai asupra inginerilor.

Observăm că, pe lângă condiţionările fizice, vulnerabilitatea urbană depinde şi de interacţiunea dintre oraş, arhitecţi-urbanişti, cetăţenii clienţi/proprietari, ingineri, inspectori, autorităţi locale, inclusiv asociaţiile profesionale şi ONG – urile din fiecare domeniu.

Nu este exagerat să spunem că vulnerabilitatea urbană actuală se produce cu fiecare autorizaţie care nu respectă decât formal exigenţele legale, cu fiecare gol dat în ziduri (mai mult sau mai puţin portante), cu fiecare buiandrug tăiat ca să se pună o uşă agabaritică, cu fiecare aspect din Regulamentul de urbanism pe care nu l-am statuat sau nu îl vedem în complementaritatea sa cu altul din Codurile inginereşti…

Ne putem pune întrebarea dacă şi cât de bine este acoperită protecţia antiseismică urbană numai de aplicarea normativului P. 100 actual şi de regulamentele de urbanism, hărţile şi planurile din PUG, PUD, PATN – Secţiunea V?

Există un paradox al inginerilor structurişti, care aplică în prezent cerinţele sporite ale unui nou Cod seismic P. 100-1/2006, aliniat la EUROCODE, în timp ce un paradox al arhitecţilor şi urbaniştilor ar putea fi acela că, deşi au drept de semnatură pe orice început de investiţie urbană, NU au încă un Cod al protecţiei antiseismice urbane (sau măcar o secţiune cu acest titlu din Regulamentul de urbanism), ţinând seama că acum câţiva ani un grup de entuziaşti a lucrat la un prim proiect de cod.

Astfel de prevederi ar trebui să devină instrumente directoare ale dezvoltării, în protecţia antiseismică şi prevenirea dezastrelor urbane, măsuri în care să creadă atât arhitecţii şi urbaniştii cât şi inginerii, să fie pe înţelesul autorităţilor, aleşilor obştii şi de folos cetăţenilor.

În acest scop ar fi necesară o înţelegere între toţi profesioniştii. Există încă ingineri structurişti care se

plâng de multe ori de presiunea ori ingerinţa beneficiarului sau chiar a arhitectului asupra unor soluţii structurale... Să ne fi întors la 1940? Aplică oare toţi inginerii spiritul şi litera noilor coduri, de altfel destul de complicate?

Fără a exagera, nu putem uita rolul prognozei în evaluarea protecţiei antiseismice. În acest scop trebuie să evaluăm ce informaţii există şi care este ameninţarea, pornind de la date privind seismicitatea, fondul construit, vulnerabilitatea.

După 1990 a devenit foarte vizibil un nou specific urban, deoarece s-a trecut la noi soluţii de plan-volum şi chiar noi tipuri de structuri, multe preluate din arhitectura unor zone lipsite de cutremure puternice. Şi imaginea urbană s-a schimbat. Dacă până în 1990 închiderile complet vitrate erau sporadice, acestea au devenit frecvente.

Faţada fiind o componentă nestructurală, din domeniul arhitecturii, mulţi se bazează pe datele de catalog ale unor firme, fără a fi conştienţi că atât scheletul cât şi sticla prezintă sensibilităţi sau chiar vulnerabilitate la unele condiţii locale dominate de solicitări seismice. Puţini proiectanţi acordă atenţia cuvenită calculelor inginereşti ale CNS, cerute de capitolul 10 din noul Cod P100-1/2006, iar puţine firme care importă componente pentru faţade cortină se adresează la INCERC pentru agrementarea acestora şi testarea capacităţii de a se comporta bine la încărcări laterale în planul faţadei (drift). În multe cazuri testele de la INCERC pun în evidenţă detalieri şi prinderi insuficient de rezistente în raport cu cerinţele mişcărilor seismice de Vrancea, care solicită în mod deosebit clădirile flexibile, complet diferit faţă de ţara de unde provine catalogul, chiar dacă ar fi fost din zonă seismică!

Structurile înalte, anvelopate cu pereţi cortină pot prezenta o vulnerabilitate excesivă atât la seisme cât şi la tornade sau acte de terorism, iar costul refacerii părţii nestructurale poate fi imens. În multe ţări, atacurile teroriste au evidenţiat lipsa de rezerve de rezistenţă a acestor tipuri de clădiri, dar în cazul în care acestea fuseseră proiectate să reziste la seisme, prezentau caracteristici mai favorabile de comportare.

10. Concluzii

Protecţia antiseismică urbană, în sens complex, ar trebui să ia în consideraţie:

- identificarea, prevenirea şi reducerea deficienţelor de sistem, asigurarea de capacităţi de reacţie corespunzătoare hazardurilor de pe un anumit amplasament, numărului şi vulnerabilităţii elementelor expuse, spre a se evita blocarea funcţiunilor social - economice vitale ale localităţilor în cazul seismelor majore, având în vedere complexitatea vieţii urbane;
- prevenirea, reducerea şi limitarea efectelor în lanţ ale avarierilor excesive şi prăbuşirilor numeroase, asociate cu pierderi de vieţi şi răniri, cu pagube economice deosebite, care ar putea să se producă la cutremure puternice în localităţile urbane în condiţiile de locuire densă.

Astfel, rezultă necesitatea unor prevederi diferenţiate, care să includă:

– prevederi tehnice de bază - nivel de regulamente, normative (Cod al urbanismului) care să ofere alternative de protecţie în funcţie de nivelul de dezvoltare şi vulnerabilitate al unei aşezări urbane, de nivelul resurselor financiare, materiale şi umane disponibile. Aceste prevederi au un caracter strategic şi tactic, după caz, corespunzând unei anume etape, putând fi modificate după anumite perioade.

– prevederi tehnice detaliate - pentru evaluarea parametrilor necesari în încadrarea în celelalte prevederi. Aceste prevederi au un caracter preponderent tehnic aplicativ dar au şi un specific dependent de tactica de protecţie antiseismică urbană adoptată, perfecţionându-se după termene relativ scurte.

Soluţiile concrete de reducerea riscului seismic depind de specialiştii din ingineria de structuri, inginerie urbană, arhitectură-urbanism, administraţie publică şi management al dezastrelor. Fiecare profesie poate avea viziuni şi priorităţi diferite dar nu şi faţă de riscul seismic. Într-o zonă seismică, drumul spre remodelare urbană trebuie ales cu grijă şi corelat cu Planul Urbanistic General. Chiar şi soluţia urbanistică de reconstruire după eventuale distrugeri şi avarieri trebuie anticipat gândită.

Strategiile de reducere a riscului seismic pot fi:

- acceptarea înlocuirii naturale a fondului construit în funcţie de presiunea vieţii social-economice;
- consolidarea accelerată a celor mai vulnerabile categorii de clădiri;
- demolarea accelerată a celor mai vulnerabile categorii de clădiri şi reconstituirea imaginii exterioare a unor clădiri-marcă (replici);

Proprietarii sau chiar arhitecţii şi inginerii care se amăgesc cu ideea că orice intervenţii din 1940 sau chiar din 1977 sunt suficiente trebuie să nu uite acest exemple tragice, revenite în atenţia noastră după atâta timp. Arhitecţii trebuie să colaboreze cu inginerii de la început. Ambele profesii nu trebuie să uite Procesul Carlton!

Considerăm că astfel ne vom îndrepta către o *arhitectură a siguranţei* şi un *urbanism multicriterial*, bine corelate cu o *inginerie structurală multihazard*, cu accent pe *ingineria seismică* dedicată zonei Vrancea, care şi-ar avea o

justificată necesitate în România în raport cu expunerea la cutremur.

Cunoştinţele necesare pot fi obținute din proiecte de cercetare interdisciplinare, care pot fundamenta şi completările necesare pentru reglementările din domeniile menționate, iar INCD URBAN-INCERC poate asigura cadrul tehnico-ştiinţific şi instituțional pentru acestea.

BIBLIOGRAFIE

Achim T. (1941), *Cauzele prăbuşirei „Blocului Carlton". Învăţăminte*, Cartea Românească, Bucureşti.

Achim T. (1943), *Apărarea în Procesul Carlton*, Tipografia Ştefan Ionescu-Tămădău, Bucureşti.

Asquini V. (1941), *Cutremurul ca factor de progres*, Arhitectura **7 (2).**

Bălan S. Cristescu V. Cornea I. (1982), *Cutremurul de pământ din România din 4 martie 1977*, Ed. Academiei, Bucuresti.

Beleş A. A. (1941) *Cutremurul şi construcțiile*, Buletinul Soc. Politehnice **55 (10-11).**

Georgescu E. S. (1999), *Modele analitice şi abordări integrate de evaluare şi reducere a riscului seismic, cu aplicații în managementul prevenirii dezastrelor*, Teza de doctorat, UTCB.

Georgescu E. S. (2003), *Utilizarea scenariilor de cutremur în protecția antiseismică urbană*, Simpozionul "Bucureşti-vulnerabilitate seismică urbană", OAR, AICR, UAUIM, Bucuresti.

Georgescu E. S. (2005), *Cutremurul din 10 noiembrie 1940 - vector de inițiere a ingineriei seismice moderne în România. Evaluări privind mecanismul prăbuşirii blocului Carlton*, Cea de a 3-a Conferință Națională de Inginerie Seismică, UTCB, Bucureşti.

Georgescu E. S. (2007), *Bucureştiul şi seismele*, Editura Fundației Culturale Libra, Bucureşti.

Georgescu E. S., Popescu P., Sandi H., Stancu O. (1999), *Towards a national earthquake protection program under the conditions of Romania*, în Wenzel F. *et al*., *Vrancea Earthquakes: Tectonics, Hazard and Risk Mitigation*, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, pag. 241-250.

Hangan M. (1962, 1963), *Căderea unui bloc de locuințe cu schelet de beton armat la Bucureşti în timpul cutremurului din anul 1940*, Simpozionul Dinamica Construcțiilor şi inginerie seismică, ICB, Buletinul Ştiințific ICB **19**.

Niculescu C. (1941) *Die Gebäudenschäden des Bukarester Erdbebens vom 10. November 1940. Die Bautechnik*, Berlin, pag. 321-326.

Prager E. (1979), *Betonul armat în România*, Editura Tehnică, Bucureşti.

Sandi H. (1985a), *Analiza riscului seismic şi decizii de intervenție, în corelare cu planurile de sistematizare şi de dezvoltare a fondului construit*, Construcții **3**.

Sandi H. (1985b), *Evaluări exemplificative ale riscului seismic*, Construcții **3**.