

SISTEM DE INVESTIGARE INTERDISCIPLINARĂ PE TEREN ȘI CU TEHNICI INFORMAȚIONALE AVANSATE A EFECTELOR ASUPRA CONSTRUCȚIILOR CU DIFERITE FUNCȚIUNI, ÎN SITUAȚIILE DE URGENȚĂ PRODUSE DE CUTREMURE PUTERNICE – cercetare (prenormativă)

Contract MDRL-INCERC nr. 399 din 19.10.2009

Faza 3: Raport intermediar II (raport de progres). Tematica orientativă a investigațiilor privind elementele la risc, aspecte de urgență / aspecte care au implicații asupra altor reglementari și dezvoltării durabile. (rezultatele cercetării pe o perioadă de 3 luni; rezumat pentru postare pe site-ul ministerului)

B. REZUMAT PENTRU POSTARE PE SITE-UL MINISTERULUI DEZVOLTĂRII REGIONALE ȘI TURISMULUI

Studiul caracteristicilor unui cutremur necesită cercetări aprofundate și ample cunoștințe de geologie, fizică, geofizică, seismologie. Pe de altă parte, întrucât efectele cutremurelor se resimt îndeosebi asupra construcțiilor, iar prin intermediul acestor efecte se repercutează direct asupra oamenilor, asupra vieții lor, asupra întregii lor activități economice și sociale, sunt necesare cunoștințe în domeniul ingineriei construcțiilor.

Înțelegerea cauzelor și efectelor cutremurelor s-a îmbogățit continuu de-a lungul timpului, tocmai din observațiile făcute asupra distrugerilor și avariilor produse de mișcările seismice puternice.

Evenimentele seismice oferă un vast câmp de investigație pentru colectarea a numeroase date, efectuarea unor determinări experimentale și înregistrarea unor observații privind comportarea unor tipuri de construcții la acțiunea seismică. Aceste date sunt necesare pentru confirmarea sau infirmarea diferitelor ipoteze privind răspunsul seismic al structurilor.

Elementele la risc sau elementele expuse riscului sunt populația, proprietățile, activitățile economice, incluzând și serviciile publice, etc, expuse riscului într-o zonă dată.

Examinarea preliminară a fiecărei construcții trebuie să cuprindă informații clar exprimate, cât mai fidele și complete, nealterate de intervenții ulterioare, cunoscând faptul că asemenea

informații și date colectate în mod corect în primele zile după cutremur constituie elementele cele mai prețioase, cu privire la efectele produse de cutremur asupra construcțiilor, pe care urmează a se fundamenta măsurile de urgență și operațiile ulterioare.

ANALIZA UNOR CUTREMURE DUPĂ CARE S-AU EFECTUAT INVESTIGAȚII RELEVANTE PENTRU EVOLUȚIA INGINERIEI SEISMICE

Romania 1977

România, prin ariile întinse afectate de cutremurul din 4 martie 1977 și prin centrele urbane și industriale, a oferit o paletă de categorii și tipuri de construcții supuse, în masă, la acțiunile seismice puternice.

Principalele date privind natura și amploarea efectelor cutremurului de la 4 martie 1977 asupra construcțiilor provin din mai multe surse și anume:

- studii desfășurate la nivelul întregului teritoriu: ancheta macroseismică, studiul influenței cutremurului asupra mediului natural;
- studii pe ansambluri de construcții desfășurate în zonele unor centre construite, coordonate de INCERC București în colaborare cu diverse institutii în domeniu;
- date instrumentale privind mișcarea seismică a terenului și a construcțiilor în timpul cutremurului.
- studii asupra comportării terenurilor de fundație;
- studii asupra comportării materialelor de construcție;
- studii asupra comportării construcțiilor din diverse categorii: clădiri de locuit, clădiri social culturale și administrative, construcții industriale, construcții agrozootehnice, construcții hidrotehnice și construcții pentru transporturi;
- studii experimentale asupra caracteristicilor dinamice ale construcțiilor, în corelare cu efectele cutremurului;
- analize prin calcul, efectuate prin metode avansate de calcul;

Investigația post-seismică a fost realizată astfel:

- pentru construcții de locuințe și social culturale – de institutele de proiectare centrale și județene;
- pentru alte categorii de construcții, lucrări publice și inginerești – de instituțiile de proiectare departamentale;
- în același context I.C.C.P.D.C. a solicitat date descriptive și de sinteză privind caracterul și cauzele avariilor, precum și date statistice;

Construcțiile situate în zonele afectate de seism au fost grupate, din punct de vedere al analizei comportării și al efectelor cutremurului, în următoarele categorii: clădiri de locuit, clădiri social culturale și administrative, construcții industriale, construcții agrozootehnice, construcții hidrotehnice și construcții pentru transporturi.

Tematica privind efectele și urmările cutremurului asupra construcțiilor

La solicitarea I.C.C.P.D.C. s-au transmis următoarele date:

A. Date statistice care urmăreau modul de analiză specific scării de intensități seismice MSK, respectiv 5 grade de avariere. Deoarece nu au fost date indicații speciale datele transmise nu au fost în toate cazurile exprimate similar. Pentru fiecare din categoriile de construcții enumerate mai sus, la investigarea de după cutremurul din 1977, au fost indicate în cantități fizice (numărul, suprafețele sau lungimile, volumele, etc), precum și procentual (pondere din total) următoarele date privind efectele cutremurului de pământ:

- construcții prăbușite (total sau parțial);
- construcții foarte grav avariate , care au fost demolate neputând fi consolidate;
- construcții foarte grav avariate, care au necesitat consolidări importante pentru restabilirea structurii și asigurarea rezistenței acestuia la noi cutremure;
- construcții avariate, care necesită consolidări obișnuite;
- construcții avariate ușor, care necesită numai reparații capitale (elemente nestructurale, finisaje, instalații).
- construcții neavariate;

B. Analiza unora din avariile caracteristice pentru diferite tipuri de structuri sau categorii de construcții (în special la cele prăbușite sau foarte grav avariate), cu explicarea cauzelor și prezentarea soluțiilor principale de consolidare.

C. Concluzii privind efectele cutremurului asupra construcțiilor.

D. Fenomene geologice constatate în județul respectiv.

Avariile și degradările inventariate după cutremur pe grupele de clădiri stabilite au fost clasificate după gravitate, în mai multe tipuri, menționându-se grupele de clădiri la care au apărut și explicându-se cauzele care le-au provocat.

Pentru înregistrarea avariilor la clădirile de locuit după cutremurul din 4 martie 1977 din România, s-a utilizat, printre altele, o metodologie simplificată, propusă de Institutul de Proiectare pentru Construcții Tipizate, prin notarea într-un tabel pentru fiecare clădire, a tipurilor de avarii pe baza unei codificări literale a localizării și frecvenței acestora.

Întrucât datele din studiul efectuat în București sunt singurele care se bazează pe un eșantion considerabil de clădiri (cca. 18.000) extinderea acestor rezultate ar avea o anumită bază, desigur cu unele adaptări. Din păcate, datele statistice de recensământ, disponibile în prezent nu corespund acestei clasificări.

În prezent în România există codul de evaluare seismică a clădirilor, indicativ P100-3: 2008, cu relevanță pentru investigațiile post-seismice. Codul stabilește criteriile pentru evaluarea performanței seismice a clădirilor existente, considerate individual.

Așa cum este prezentat în anexa 1 colectarea informațiilor pentru evaluare structurală se face în funcție de tipul acestora și anume:

- informații generale și istoric;
- informații inițiale necesare pentru identificarea sistemului structural, a tipului de fundații, condițiilor de teren și stabilirea dimensiunilor generale, etc.

Evaluarea unei construcții se poate face ținând cont de datele existente. În acest mod codul P100-3: 2008 definește trei niveluri de cunoaștere, funcție de care se va selecta metoda de calcul și valorile factorilor de încredere.

Factorii considerați în stabilirea nivelului de cunoaștere sunt: geometria structurii, alcătuirea elementelor structurale și nestructurale, materialele utilizate în structură și CNS, respectiv proprietățile mecanice ale materialelor beton, oțel, zidărie, lemn, după caz.

Pentru identificarea nivelului de degradare a construcției, evaluarea trebuie să stabilească dacă integritatea materialelor din care este realizată structura a fost afectată pe durata de exploatare a construcției și, dacă este cazul, măsura degradării. La inspectarea construcției trebuie să se aibă în vedere că degradările pot fi ascunse sub finisaje bine întreținute.

În anexa 1 sunt prezentate datele care trebuie colectate în legătură cu fiecare categorie structurală. Din studiul P100-3: 2008 s-a desprins ideea că trebuie efectuate investigații detaliate pentru a obține datele necesare procesului de evaluare a vulnerabilității construcțiilor existente.

S.U.A., 1989

Prevederile ATC 38 și FEMA 352 cu privire la datele ce trebuie investigate post-cutremur

1. ATC – 38

A. Formularele ATC 38 includ următoarele elemente ce trebuie investigate:

1. Informații referitoare la localizarea clădirii (numărul de identificare al clădirii): inspectorul, data inspecției, ID-ul clădirii, adresa, nume clădire; tipul inspecției, înregistrare ID stație; placarde existente, fotografii; numele proprietarului/managerului și numărul de telefon; numele inginerului structurist pentru reabilitare și numărul de telefon; clasificarea avariei globale.
2. Date despre construirea clădirii (data la care a fost proiectată, executată clădirea): datele la care a fost executată și proiectată clădirea; amplasament în pantă; numărul de etaje deasupra nivelului terenului; numărul de etaje sub nivelul terenului; numărul de apartamente; tipul fundației; lățimea și lungimea în planul clădirii; suprafața construită; funcționalitate și ocupare anterioară cutremurului;
3. Modelul structural al clădirii: modelul predominant al clădirii; în cazul în care există mai mult de un tip de model se descrie; consolidare seismică; în cazul în care există se descrie.
4. Modificări ale performanței (neregularități atât în plan cât și în elevație): stâlpi discontinui; potențial de impact; deschideri ale fațadelor; neregularități în plan; avarii anterioare cutremurului; retrageri ale fațadelor; rosturi seismice; alte instabilități torsionale; deteriorarea structurii.
5. Planurile clădirii: se indică direcția Nord.
6. Elemente nestructurale: se indică prezența următoarelor elemente: tencuieli, tavane false, protecție la foc, elevatoare, coșuri de fum, instalații de gaz, electrice, HVAC, corpuri de iluminat, elemente principale fixate, alte componente neobișnuite.
7. Avarierea globală: clasificarea avariei globale conform ATC-13; stadiul de avariere conform ATC-13 cu privire la elementele structurale, nestructurale, echipamente și alte obiecte; procentul din suprafața etajului prăbușit; deplasarea de pe fundație; înclinarea etajului; avarierea componentelor structurale; avariere parapet; avariere coș de fum; avariere la exteriorul clădirii; avariere din impact cu alte corpuri.
8. Avarierea elementelor nestructurale: desprinderea tencuielilor; avarierea pereților de compartimentare; procentul de avariere al ferestrelor; avarierea tavanelor false și a corpurilor de iluminat; avarierea altor elemente din clădire.
9. Răniți sau morți: numărul persoanelor cu răni ușoare; numărul persoanelor cu răni grave; numărul persoanelor decedate;
10. Funcționalitate: procente din spațiu care poate fi utilizat: imediat, în 1-3 zile, o săptămână, o lună, 1-6 luni, perioada până la ocuparea completă.
11. Cedări din punct de vedere geotehnic: deplasarea laterală a terenului; tasarea terenului; indicatorii procesului de lichefiere; separarea dintre clădire și teren; trotuare curbate.

B. Pentru descrierea detaliată a avarierii clădirii ATC 38 face referire la: elementele verticale; elementele orizontale; conexiuni; fundații; echipamente și sisteme.

C. Glosarul de termeni și coduri ATC 38 conține: Clasificarea globală a avariei (fără avariere, avariere neînsemnată, avariere moderată, avariere gravă); Tipul clădirii din punct de vedere al ocupanților; Modelul structural al clădirii; Pereți cortină/placări exterioare; Codul pereților de compartimentare; Codul tavanelor false; ATC 13 Definiția stadiului de avariere (fără, neînsemnat, ușor, moderat, grav, major, distructiv).

2. FEMA -352

Evaluarea preliminară trebuie să conțină:

- confirmarea tipului de sistem structural clădire și de material (din beton armat, oțel/ în cadre, diafragme etc);
- determinarea anului de proiectare și construcție și a normativului utilizat (sunt cunoscute vulnerabilitățile);
- identificarea materialelor și detaliilor tipice conexiuni și elemente din zonele cu vulnerabilitate particulară;
- identificarea neregularităților structurale în plan vertical și orizontal cu potențial de concentrare avarii;
- identificarea elementelor arhitecturale care pot afecta comportarea sistemului sau elementelor componente, sau care pot fi ele însele vulnerabile și pot fi o amenințare la adresa ocupanților etc.

Inspectarea preliminară la amplasament conține:

- observarea vizuală a exteriorului clădirii privind: drift-ul de etaj semnificativ; tasări fundații; pierderea sau avarierea sistemelor de anvelopare pline sau vitrate; distanța dintre clădiri; alunecări de teren;
- observarea vizuală a interiorului clădirii privind avarii la: elemente nestructurale (tavane suspendate, ziduri etc); grinzi de planșeu în jurul stâlpilor; elemente structurale (stâlpi, grinzi); echipamente sau recipiente cu substanțe periculoase; lift;
- evaluare drift permanent de etaj.

Turcia, Grecia și Taiwan 1999

Echipele de investigare pe teren au avut inspectat:

- distribuția intensităților;
- efectele geotehnice și răspunsul amplasamentelor - interacțiunea teren - structură;
- clădirile din cadre de beton armat, cu pereți protanți și mixte: s-a realizat o documentare asupra practicii construcțiilor în zonă și s-a studiat răspunsul acestor categorii structurale;
- clădirile industriale: de tip monolit, prefabricate și cu structură metalică; au fost analizate structuri din industria petrochimică, industria auto, din sectorul energetic și industria grea.
- clădirile care adăpostesc un număr mare de persoane: școli și spitale;
- rețele vitale și infrastructuri:
 - autostrăzi; rețeaua de căi ferate; telecomunicații; poduri; sisteme și rețele de apă, canalizare; baraje; rețele electrice; porturi și aeroporturi; conducte de gaz și petrol;
- clădiri industriale și anume: industria petrochimică; industria auto;
- efecte geotehnice: performanța structurilor în vecinătatea faliei; performanța structurilor în zone în care a apărut fenomenul de lichefiere a terenului; performanța pereților din pământ stabilizați mecanic;
- echipele de cercetare pe teren au investigat și deplasările tectonice de-a lungul faliei și lichefierea terenului în zonele inundabile.

Japonia – Kobe 1995 și Niigata Chuetsu 2004

În Japonia este promovată un concept integrat de investigare post-seismică, care are în vedere următoarele aspecte:

- geotehnice (caracteristici teren, caracteristici mișcare; condiții locale de teren, amplificări ale mișcării; lichefiere, alunecări, etc.);
- structurale (avarii la diferite tipuri de structuri și avarii la elementele nestructurale);
- de performanță rețele vitale;
- socio-economice (întreruperi afaceri și răspuns în caz de urgență).

A. Kobe 1995 (M=7,2)

Potrivit raportului preliminar al echipelor de recunoaștere pe teren realizat în urma cutremurului și publicat în aprilie 1995 de către Institutul de Arhitectură din Japonia cutremurul a fost unul dintre cele mai devastatoare și costisitoare dezastre naturale din ultimile decenii în ceea ce privește: numărul clădirilor distruse; numărul persoanelor rănite și decedate; mărimea ariei afectate; variabilitatea, extinderea și severitatea avariilor.

Echipele trimise pe teren de Institutul de Arhitectură din Japonia au avut ca principal scop să inspecteze zona și să se documenteze în ceea ce privește tipurile de clădiri avariate din perspectiva ingineriei structurale. Rezultatele acestor studii preliminare au furnizat date pentru investigațiile viitoare mult mai detaliate.

B. Niigata, 2004

Activitățile întreprinse de NILIM BRI referitor la cutremurul Niigata-Ken Chuetsu au fost următoarele:

- 24 - 29 octombrie – inspecția rapidă – inspecția preliminară a avariilor la clădiri;
- 30 octombrie - 6 noiembrie – cu ajutorul fondurilor guvernamentale s-a realizat inspecția avariilor;
- 7-26 noiembrie s-a realizat inspecția detaliată a avariilor la clădiri.

Efecte ale cutremurului asupra:

- Oamenilor: 40 morți și 2.989 răniți;
- clădirilor: prăbușite 2.632, grav avariate 8.330, avariate 77.369;
- rețelelor vitale: s-a întrerupt alimentarea cu energie electrică la 239.000 locuințe, alimentarea cu gaz la 56.000 locuințe, alimentarea cu apă potabilă a 55.000 locuințe.

Inspecția detaliată s-a referit la: mișcarea puternică; structurile din lemn; structurile din beton armat; structurile din oțel și componentele nestructurale; teren și fundații; izolarea bazei.

Slovenia, Bovec 2008. Proiectul european STEP

În anul 2008, în cadrul proiectului STEP echipele internaționale au participat la investigarea avariilor unor clădiri în localitatea Bovec. Scopul programului a fost:

- aplicarea metodelor de evaluare vizuală pe teren a stării clădirilor, potrivit unor formulare speciale;
- aplicarea unor tehnici speciale de evaluare a caracteristicilor materialelor de construcție;
- determinarea parametrilor dinamici ai clădirilor;
- utilizarea mini-calculatoarelor (Palm Computer) pentru completarea formularelor electronice;
- tehnici de transmitere a datelor preluate din teren prin intermediul echipamentelor din dotarea auto-laboratorului achiziționat în cadrul proiectului;

- informarea privind concluziile și acțiunile care ar urma după încheierea proiectului STEP și schimbul de experiență la nivel național și regional, cu celelalte țări europene, pentru elaborarea unor metodologii comune, ținându-se cont de prevederile naționale în acest sens, inclusiv cu SUA și Japonia.

Pentru exercițiul de investigare pe teren au fost selectate de către organizatori 11 clădiri, incluzând 9 case de locuit sau dependințe, o catedrală și o clădire comercial-administrativă (clădiri în general avariate și evacuate ca urmare a fisurilor puternice și dislocărilor de zidării) care au fost investigate pe rând de 11 echipe formate din delegații țărilor participante. Unele dintre clădirile investigate fuseseră declarate nelocuibile dar includeau încă mobilier; proprietarii nu erau, în general, prezenți.

Comentarii în urma exercitiului desfășurat la Bovec în 2008:

- utilizarea culegerii de date direct în format electronic și aplicațiile GIS sunt în dezvoltare și vor reprezenta o tendință de viitor, dar sunt necesare resurse deosebite pentru a crea anticipat bazele de date GIS cu caracteristicile inițiale ale clădirilor și a face funcțională tehnica informatizată necesară;
- utilizarea rezultatelor și formularelor armonizate la nivelul Uniunii Europene ar implica rezolvarea tuturor aspectelor menționate și un accept unanim, ceea ce poate conduce la anumite fricțiuni, având în vedere că fiecare țară are o metodologie proprie;

Proiectul european LESSLOSS subprogramul SP5, 2007

Metodologia de evaluare în cadrul SP5 include:

- metode de încercare:
 - încercări pe platforma seismică;
 - încercări la peretele de reacțiune;
 - încercări dinamice (determinarea parametrilor dinamici – perioade și frecvențe proprii ale clădirii);
 - încercări locale, în special bazate pe verificarea calității structurii și pe furnizarea caracteristicilor mecanice ale materialelor;
- calcul structural;
- combinații între încercări pe teren și analiză numerică.

Metodele prevăzute în acest proiect, în general, includ următoarele activități:

- inspecțiile in situ axate pe detectarea stadiului de avariere al structurii, colectarea datelor și informațiilor (planuri, încercări pe materiale) privind proiectul inițial al clădirii respective;
- calendarul programului privind încercările locale experimentale orientate către evaluarea proprietăților actuale ale materialelor, stabilirea calității execuției, stadiul conexiunilor structurale;
- proiectarea unui program global de încercări capabil să furnizeze răspunsul global/local experimental al structurii sub încărcări statice/dinamice.
- stabilirea unui model numeric corespunzător și selectarea unei metode de evaluare a siguranței a cărei încredere va fi calibrată cu calitatea și cantitatea datelor disponibile (nivelul de cunoaștere);
- identificarea celor mai potrivite rezultate experimentale și numerice (identificare structurală), care îmbunătățește semnificativ fiabilitatea evaluării siguranței realizată prin calcul numeric. Această activitate poate fi avantajoasă prin disponibilitatea răspunsului furnizat de un sistem de monitorizare instalat pe clădire.

China, Wenchuan, 2008

Cutremurul a avut loc în data de 12 mai 2008, 14: 28 ora locală, cu o magnitudinea Ms 8, adâncimea de 19 km, și o durată de 2 minute.

În urma cutremurului, se pot desprinde următoarele învățăminte:

- importanța rețelei seismice “strong-motion”;
- necesitatea actualizării pe baze instrumentale, de observație pe teren și experimentale a hărților de zonare și codurilor;
- explicarea cauzelor dureroase ale dezastrelor – greșelile oamenilor;
- diseminarea normelor și controlul aplicării detaliilor din proiecte în întregul teritoriu;
- evaluarea expunerii la risc a populației și a potențialelor de dezastru pentru rețele vitale;
- educarea populației pentru comportare rațională și supraviețuire la seisme;
- rolul cercetării în construcții pe mai multe direcții și necesitatea finanțării continue din surse publice și sectoriale;
- tehnologii noi de construcții - testate adecvat aplicate.

Efecte produse de cutremur

- avarii: 417 districte din 16 provincii, peste 440.000 km², 45,61 milioane populație expusă;
- victime: 69.225 morți; 17.939 disparuți; 379.640 răniți; 2.585.829 răniți ușor; 3,5 milioane de gospodării rurale distruse sau avariate; 1,66 milioane locuințe urbane rurale distruse sau avariate; 4,5 milioane sinistrați;
- prăbușiri clădiri, case, blocuri, clădiri publice spitale, birouri, magazine; inițial s-au raportat 7.000 școli distruse.
- distrugere infrastructuri – tuneluri, poduri, căi ferate – acces blocat, intervenție întârziată;
- baraje: în zonă se aflau 1.803 baraje, avarii reduse;
- blocări de cursuri de apă: periculoase.

Efecte geologice grave și vaste: alunecări de versanți, rostogoliri de roci; în centrul ariei afectate, intensitatea seismică epicentrală a atins gradul XI, cu multe efecte geologice dezastruoase (rupturi, alunecări de teren rostogoliri de roci), concentrată în zone din două districte, cel mai afectate.

Evaluarea efectelor cutremurului s-a făcut, pe lângă trimiterea echipelor în teren și cu ajutorul imaginilor satelitare (ex. imagini satelitare cu alunecările de teren).

Au fost mobilizați peste 150.000 salvatori dintre care: 84.000 din armată, 42.000 rezerviști, 32.000 personal medical. Salvatori din Japonia, Rusia, Korea, Singapore. În 12 zile au fost reparate căile ferate.

În urma operațiunilor de investigare în regim de urgență a clădirilor acestea au fost împărțite în cinci categorii.

Italia, L’Aquila, 2009

Câteva din particularitățile acțiunii seismice sunt:

- falia a trecut, practic, pe sub localitatea L’Aquila;
- accelerația terenului pe direcție verticală a fost aproximativ egală cu cea pe direcție verticală; potrivit unor informații de la specialiștii italieni valoarea de vârf a accelerației terenului pe direcție orizontală ar fi ajuns de la valoarea de 0,67g la câteva

zeci de metri de o clădire din beton armat prăbușită (efect de stâlp scurt), la valoarea de 0,9g (ex. amplasamentul Pettino);

- datorită stratificației terenului (teren aluvionar) au existat unele amplificări locale care explică răspunsul seismic diferit al unor structuri din aceeași categorie care se aflau la distanțe de câteva sute de metri;
- conform INGV, după șocul principal au urmat câteva mii de șocuri, dintre acestea trei sunt de magnitudine mare $M_L = 5,3; 5,1$ și $4,9$.

Potrivit legilor în vigoare se efectuează inspecția și evaluarea siguranței structurilor, (în acest caz - aproximativ 40000 de clădiri). Aceste acțiuni au început imediat după cutremur și în fiecare zi, pe teren, au fost în medie 12 echipe cu aproximativ 6 membri (3 membri de la Consiliul Național al Inginerilor, Ordinul Arhitecților respectiv Protecția Civilă și 3 membri de la Departamentul Național al Pompierilor). La o primă evaluare a clădirilor au rezultat următoarele date: 50% din clădiri sunt utilizabile, 30% temporar utilizabile, 20% colaps sau în vecinătatea colapsului. Numărul clădirilor raportate clasificate după tipul de utilizare: private – 38.034; publice – 905; spitale – 43; cazărmi – 139; școli – 450, funcțiuni economice – 1.181.

În urma prăbușirilor cauzate de cutremur și avarierii grave a clădirilor s-au pierdut circa 300 de vieți și aproximativ 1.500 de persoane au fost rănite. La acțiunile de salvare care au avut loc după cutremur au participat în total aproximativ 12.000 voluntari.

La două luni după cutremur, accesul în localitatea fără locuitori și în mod special în „zona roșie” (centrul istoric, având clădiri grav avariate) a fost controlat de Poliție, Pompieri, Armată și Garda Financiară și permis numai celor autorizați să facă inspecții, însoțiți de proprietari, în ziua respectivă planificată.

Dintre informațiile cele mai importante desprinse în legătură cu procesul de evaluare este de reținut că pentru clasificarea clădirilor investigate ca fiind neutilizabile s-au utilizat 6 clase de la A la F în funcție de gradul de avariere și tipul acesteia. Alocarea fondurilor pentru consolidarea acestora a fost în funcție de cele șase clase de avariere.

Chile, 2010

Cutremurul s-a produs în Chile în dimineața zilei de sâmbătă, 27 februarie, la ora locală 3:34, la o adâncime de cca. 35 km, în zona de coastă de la Oceanul Pacific. Datele primare seismologice ne arată că magnitudinea de tip moment seismic, M_w , a fost de 8,8. Epicentrul cutremurului a fost situat în largul orașului Maule, la 320 km sud-vest de capitala Santiago de Chile și la cca. 100 km nord de orașul Concepcion, al doilea oraș al țării, cu peste 200.000 de locuitori, cel mai afectat. A fost emisă o alarmă de tsunami în bazinul Pacific, Japonia și Australia. În Chile valul tsunami a produs efecte grave în zona de coastă și într-o insulă.

Au fost raportate prăbușiri de clădiri în Santiago și alte orașe, avarii la spitale, poduri și viaducte, cca. 450 de morți, posibil sute de dispăruți și 1,5...2 milioane de sinistrați. S-au produs numeroase replici seismice puternice, care chiar după o săptămână continuă să afecteze clădirile avariate. Menținerea ordinii, ca și ajutorarea sinistraților s-a dovedit dificilă. Președintele țării a decretat stare de calamitate. Pagubele ar putea ajunge la 15...30 miliarde dolari, reprezentând 15...20% din PIB.

În ceea ce privește avariile la clădiri, în urma cutremurului din 27 februarie 2010, dacă s-ar considera numai clădirile ridicate în perioada 1985-2009 atunci avem următoarea situație: clădiri care s-au prăbușit: 4; clădiri ce urmează a fi demolate: 50; numărul clădirilor cu minim

4 niveluri: 9.974; numărul clădirilor cu minim 10 niveluri: 1.939; procentul clădirilor cu minim 4 niveluri avariate: 0,5%; procentul clădirilor cu minim 10 niveluri avariate: 2,8%.

Toate analizele preliminare atrag atenția că, dincolo de amploarea pagubelor, progresul obținut în Chile în privința reducerii drastice a numărului de victime din prăbușiri de clădiri noi reprezintă rezultatul incontestabil al aplicării codurilor ingineresti sub un control administrativ și tehnic eficient timp de multe decenii. Comunitatea internațională a remarcat că la o diferență aproape de necomparat între mărimea și puterea mișcării seismice din Chile din februarie 2010 și cea din Haiti din ianuarie 2010, numărul victimelor din Chile este de nici 3% din numărul celor din Haiti. Este deci vorba mai întâi de un proces pe termen lung, bazat pe respectul acordat educației, științei și ingineriei în studiul urmărilor cutremurelor precedente și apoi în aplicarea socială controlată a măsurilor de proiectare, planificare și autorizare a construcțiilor la nivel urban.

COLECTAREA DATELOR DESPRE AVARII ÎN URMA CUTREMURELOR PUTERNICE DE PĂMÂNT

Aceast capitol conține secțiuni, împărțite pe disciplinele implicate în procesul de investigare post-cutremur, în care sunt descrise datele ce vor fi colectate pe fiecare categorie în parte astfel încât datele să fie disponibile pentru studiile ce vor urma unui cutremur puternic. Aceste date însă pot fi completate de fiecare investigator în măsura în care aceasta se dovedește a fi necesar, și aceștia sunt încurajați să utilizeze tehnici avansate pentru achiziția datelor.

Din analiza investigațiilor post-cutremur descrise în capitolul 2 al prezentei lucrări se desprinde necesitatea prezentării unei tematicii a investigațiilor ce vor fi realizate la următorul cutremur puternic pe teritoriul României, și anume: geostiințe, investigații geotehnice, construcții civile, construcții industriale, arhitectura și urbanism, științe sociale și răspunsul de urgență.

Conform datelor prezentate mai sus pentru fiecare categorie înscrisă în tematica investigării vor fi necesare formulare în care echipele de investigare vor completa toate câmpurile în corelație cu datele colectate pe teren. În acest mod rezultatele obținute de toate echipele implicate în procesul de investigare vor putea fi corelate și analizate ulterior, ele având același format (funcție de categoria la care ne referim). Acest detaliu a lipsit la investigarea amplă în urma cutremurului din 4 martie 1977, și prin urmare foarte multe din datele colectate nu au putut fi corelate și ținând cont de lipsa unora dintre aceste date, în cazul unor domenii implicate în procesul de investigare, nu s-a reușit o evaluare exactă a gradului de avariere.

CONCLUZII

În faza 3 a cercetării prenormative intitulată „Tematica orientativă a investigațiilor privind elementele la risc, aspecte de urgență / aspecte care au implicații asupra altor reglementari și dezvoltării durabile” s-a analizat:

- tematica orientativă a investigațiilor privind elementele la risc, și anume: aspecte de urgență / raport operativ privind locuințele, construcțiile publice avariate, rețelele de infrastructură și utilități, starea localităților, efectele asupra populației, aspecte privind operațiunile de căutare-salvare la clădiri prăbușite;
- aspecte care au implicații asupra altor reglementări și dezvoltării durabile:
 - efectele geologice-geotehnice, interacțiune teren-structură;
 - înregistrările din rețeaua seismică;

- instalațiile și echipamentele din construcții;
- elementele nestructurale, mobilier;

Aspecte de urgență s-au desprins în urma analizei realizate în capitolul 2 al lucrării, capitol în care s-a făcut referire la datele colectate și măsurile întreprinse în cazul unor cutremure recente.

Cerința tematicilor stabilite în cadrul acestui raport rezultă din următoarele:

- din practica țărilor avansate precum S.U.A., Japonia, Italia, Slovenia, Turcia, așa cum a fost prezentat în capitolul 2 al raportului;
- din experiența României la cutremurul din 4 martie 1977;
- din Regulamentul Comitetului Ministerial pentru situații de urgență al M.D.R.T.;
- din codul de evaluare și consolidare a avariilor P100-3:2008, pe baza cărui sunt realizate rapoartele de expertiză tehnică a clădirilor.

Pe baza învățămintelor preluate din acele cutremure s-a trecut în capitolul 3 la aspecte privind colectarea datelor despre avarii în urma cutremurelor puternice de pământ, precum și la o clasificare a acestora, analizată astfel:

- după scop:
 - evaluare utilizabilitate pe termen scurt;
 - evaluare pierderi economice totale sau fonduri totale necesare pentru reconstrucție;
 - evaluare impact social;
 - prevenire și management de urgență;
 - propuneri științifice;
- după disciplinele implicate:
 - geo-științe;
 - inginerie structurală, clădiri;
 - inginerie structurală, alte sisteme construite;
 - științe sociale, medicina dezastrelor;
 - economie;
- după perioada în care sunt colectate datele și gradul de detaliere. În țările avansate, investigațiile durează până la 5 ani, astfel încât sunt valorificate informații în toate domeniile de interes.

S-a realizat o prezentare a datelor ce ar trebui colectate prin intermediul formularelor de investigare a clădirilor, în general, după cutremur, pentru a nu se ajunge în situația de după 1977, când o serie de date valoroase pentru cercetare au fost pierdute prin decizia autorităților de a închide acele avarii fără o analiză mai atentă a acestora și a cauzelor care au contribuit la apariția lor.

În funcție de perioada post-seismică în care se face colectarea datelor vom avea :

- tematici pentru investigarea de urgență;
- tematici pentru investigarea mai detaliată, care poate dura luni sau chiar ani de zile; spre exemplu în S.U.A., procesul de colectare a datelor seismice atât de necesare studiilor și cercetărilor în inginerie seismică poate dura și câțiva ani.

Ca documente de referință după care trebuie să ne orientăm sunt ghidurile EERI, FEMA, precum și cele utilizate la cutremurele de referință recente.

Remedierea și consolidarea construcțiilor avariate de un cutremur, au ca scop restaurarea acestora în vederea realizării unei exploatare normale precum și asigurarea rezistenței fiecărei părți componente și a rigidității spațiale a construcției în ansamblu, la solicitările seismice care vor urma. Există situații în care unele din construcțiile avariate sunt propuse pentru demolare. Ceea ce este însă foarte important, și trebuie prevăzut într-un act normativ este faptul că, înainte de a se trece la consolidarea respectiv demolarea construcțiilor avariate este necesar ca echipele de investigare a avariilor să fie lăsate să culeagă datele necesare studiilor din domeniul ingineriei structurale.

Potrivit Regulamentului Comitetului Ministerial al MDRT rapoartele operative se transmit din 12 în 12 ore de la notificarea situației de urgență specifice și ori de câte ori situația impune. Rapoartele comitetelor locale se transmit secretariatelor tehnice permanente ale comitetelor județene, respectiv comitetului municipiului București și de către acestea din urmă către Secretariatul tehnic permanent al Comitetului ministerial și către Secretariatul tehnic permanent al Comitetul național.

Cerințele din anexele Regulamentului Comitetului Ministerial al MDRT, prezentate în anexa 2 cu privire la Conținutul cadru al Raportului operativ și Conținutul cadru al raportului de evaluare a intervenției sunt foarte concentrate și din punct de vedere al cercetării în ingineria seismică acestea nu pot constitui date necesare pentru studii detaliate în domeniu, și prin urmare este necesar, ca în timpul operațiunilor întreprinse de echipele de inspecți pe teren să se colecteze date mult mai detaliate pentru fiecare din categoriile de construcții, așa cum au fost detaliate în cadrul capitolului 3 al prezentului raport.

Tematica investigațiilor privind elementele la risc trebuie să facă precizări la modul în care se colectează datele pentru ca ulterior să se poată face prelucrarea statistică a acestora.

Tematicile trebuie menționate în ordinele de prefect emise post-seism, și cu un astfel de document va fi permis accesul echipelor de investigare pe teren pentru a colecta datele necesare pentru interpretarea performanței structurale a clădirilor.

Pentru construcțiile ingineresti și lucrările publice tematica va trebui să fie detaliată de specialiști din cadrul ministerelor (transporturi, drumuri, baraje) și instituțiilor de specialitate.

Analiza vulnerabilității construcțiilor care au suferit deja impactul unui sau mai multor seisme puternice nu poate fi făcută fără o bază de date privind natura și amploarea avariilor precedente.