

DEPARTAMENTUL DE STUDII PARLAMENTARE ȘI POLITICI UE
DIRECȚIA STUDII ȘI DOCUMENTARE LEGISLATIVĂ

ASPECTE PRIVIND PROIECTAREA ANTISEISMICĂ A CLĂDIRILOR

studiu documentar

martie 2023

Lucrările elaborate în cadrul Direcției studii și documentare legislativă au caracter documentar și nu reprezintă punctul de vedere al Camerei Deputaților.

Documentele legislative oficiale au fost consultate în limba de origine, iar traducerea informațiilor relevante selectate nu reprezintă o traducere oficială, fiind furnizată ca un mijloc de înțelegere a unui document original, scris în altă limbă.

Baza de date cuprinzând totalitatea studiilor elaborate de Direcția studii și documentare legislativă poate fi accesată prin intermediul paginii de Intranet a Camerei Deputaților la adresa: <http://www.cdep.ro/infoparl/dip.studii?par1=2021>

Documentare și sinteză: Dan Alexandreanu
Consilier Parlamentar - Direcția studii și documentare legislativă
Palatul Parlamentului, str. Izvor nr.2-4, sect.5, București
Tel: 021.316.03.65; 021.414.13.50/ 51, Interior 1350/1349, camera 5070
E-mail: doc@cdep.ro

CUPRINS

NOȚIUNI DE BAZĂ.....	10
PREVEDERI LEGISLATIVE EXISTENTE LA NIVELUL STATELOR CU RISC SEISMIC REDUS	14
AUSTRIA.....	14
DANEMARCA	15
FINLANDA.....	15
FRANȚA	16
GERMANIA	16
IRLANDA.....	17
LETONIA	17
LITUANIA	17
POLONIA.....	18
LEGISLAȚIE EXISTENTĂ LA NIVELUL STATELOR CU RISC SEISMIC MEDIU/ MARE.....	18
PORTUGALIA	18
GRECIA.....	21
ITALIA	23
BULGARIA.....	27
SERBIA	28
CROAȚIA.....	30
ALBANIA.....	31
MACEDONIA.....	32
SLOVACIA	34
SLOVENIA.....	35
SPANIA	36
UNGARIA	39
ROMÂNIA.....	40
BIBLIOGRAFIE / WEBOGRAFIE	48

Considerații introductive

La 18 aprilie 1906, în San Francisco (SUA) s-a produs unul dintre cele mai violente cutremure înregistrat de istoria ingineriei seismice. Acesta a avut magnitudinea M_w de 7,9 și s-a soldat cu peste 3.000 de victime. După acest eveniment au fost introduse o serie de prevederi referitoare la rezistența laterală a clădirilor. Deși normele nu făceau referire la încărcarea seismică, clădirile erau dimensionate la o încărcare laterală de vânt cu valoarea de $1,43 \text{ kN/m}^2$ ¹.

După cutremurul din Santa Barbara din 1925, cu magnitudinea M_w de 6,2, primele prevederi antiseismice au fost reunite într-un cod de proiectare, *Uniform Building Code* (UBC), publicat în anul 1927².

Primul cutremur în urma căruia specialiștii epocii au considerat ca fiind necesară proiectarea structurilor luând în calcul rezistența laterală a acestora (la o încărcare egală cu o fracțiune din greutatea proprie) a fost cutremurul din Reggio-Messina, din anul 1908. Normele apărute în urma cutremurului cu magnitudinea aproximată la 7,5 pe scara Richter, soldat cu 80.000 de victime, au recomandat proiectarea primului nivel al structurii la 1,5%, iar a următoarelor nivele la 12,5% din greutatea totală a acesteia. Procedul forțelor laterale echivalente a fost introdus în practica de proiectare în Japonia, în anul 1914, dar a devenit obligatoriu abia în cazul cutremurului din 1923 din Tokyo-Yokohama, cu magnitudinea M_w de 7,4.

The Field Act (1933)³ a fost legea care a făcut obligatorie proiectarea antiseismică pe teritoriul SUA. Conform acesteia, fiecare clădire - cu excepția clădirilor agricole - trebuie dimensionată la o încărcare laterală echivalentă cu 2% din totalul încărcărilor verticale, respectiv $0,732 \text{ kN/m}^2$, în cazul clădirilor cu înălțimea mai mică de 10 m. De asemenea în ediția din 1937 a codului UBC s-a introdus pentru prima oară conceptul de zonare seismică prin împărțirea teritoriului SUA în 3 zone.

Odată cu înregistrarea primelor accelerograme, cutremurul din El Centro, din sudul Californiei (1940) a adus o abordare dinamică în ingineria seismică, luându-se în considerare influența flexibilității asupra răspunsului seismic al clădirii.

Pe 10 noiembrie 1940, în zona Vrancea, s-a produs primul cutremur important din istoria României moderne. Seismul a avut magnitudinea M_w de 7,4 pe scara Richter și s-a soldat cu aproximativ 1.000 de victime. Prăbușirea celui mai modern bloc din București de la acea vreme, Carlton - o structură din beton armat cu 8 etaje - a cauzat pierderea a aproximativ 300 de vieți omenești. Colapsul structurii a fost pus pe seama proiectării clădirii după normele germane, care nu prevedeau calculul la încărcări seismice. În urma studiilor s-a stabilit cauza prăbușirii, și anume concepția greșită a construcției: raportul lungime/lățime H/B de 5 la stâlpii de la parter, lipsa de continuitate a stâlpilor, rezemări de stâlpi pe grinzi, etc.

¹ https://www.cosminchiorean.com/teze/tezaVSz_PRINT.pdf

² <https://archive.org/details/UniformBuildingCode1927>

³ <https://legacy.seaonc.org/event/field-act/>

În anul 1952, o echipă formată din membrii Societății americane de Inginerie Civilă (ASCE) și ai Asociației Inginerilor Proiectanți de Structuri din California (SEAOC) - a publicat raportul *Separate 66* care a prezentat primele formulări matematice ale relației dintre flexibilitatea structurii și forțele laterale asociate, precum și conceptul de intensitate seismică spectrală.

În România, primul normativ în domeniu a fost P13-63, care cuprinde și primul spectru de proiectare românesc, conceput după normele în vigoare din URSS, de la acea vreme. Factorul de amplificare dinamică și sfârșitul porțiunii cu accelerație spectrală constantă au fost stabiliți după înregistrările efectuate în timpul cutremurului din El Centro. Această din urmă considerație s-a dovedit a fi eronată, demonstrându-se ulterior faptul că mișcările seismice californiene sunt cutremure crustale (de suprafață), caracterizate printr-o perioadă de vibrație a terenului de 0,2 - 0,5 s, spre deosebire de cutremurele din Vrancea, care sunt de adâncime mare, în cazul cărora amplificările se produc la o valoare maximă a perioadelor de 1,4 - 1,6s.

Acest normativ a fost supus unui număr mare de modificări. O bună parte a criteriilor adoptate în prima ediție au rămas aceleași pe parcursul numeroaselor îmbunătățiri ale acestuia, până la ediția din 1992 (P100-92). Normativul P100-2013, în vigoare și în prezent, adoptă cele mai multe prevederi ale P100-92, fiind completat în acord cu normativul european Eurocode8.

În plus, a fost schimbată zonarea macroseismică a României. În urma acestei modificări, proiectarea antiseismică - vizând accelerațiile de teren cuprinse între 0,06 g (în cazul zonei 6) și 0,32 g (în cazul zonei 9) - a devenit obligatorie în întreaga țară.

În urma observațiilor făcute asupra accelerogramelor înregistrate la INCERC București, în 4 martie 1977, a fost modificat radical inclusiv spectrul de răspuns seismic. Astfel, intervalul în care s-a luat în considerare amplificarea dinamică maximă a fost modificat de la 0,4 s la 1,5 s.

Cea mai importantă modificare adusă de normativul P100-90 (revizuit în anul 1992) a fost introducerea conceptului de *perioadă de colț*. În urma înregistrărilor efectuate în timpul cutremurului din 31 august 1986 și a cercetărilor premergătoare apariției normativului s-a constatat că domenii largi de amplificare dinamică au fost atribuite unor zone de pe teritoriul țării unde acest fenomen se prezintă doar pentru perioade mai scurte.

Cu urmare a evenimentelor de la Northridge ($M_w = 6,7$) și Kobe ($M_w = 6,9$) din perioada 1994-1995, Asociația Inginerilor Proiectanți de Structuri din California SEAOC a publicat raportul *Vision 2000*⁴, care cuprinde o serie de cerințe de proiectare, fixând conceptele fundamentale ale proiectării bazate pe performanță. După frecvența de revenire, raportul clasifică hazardul seismic în evenimente cu caracter frecvent, rar sau foarte rar și descrie în detaliu care nivel de performanță este acceptabil pentru fiecare tip de mișcare seismică. De asemenea, sunt definiți parametrii de răspuns acceptabili (drifturi, tensiuni, rotații ale articulațiilor plastice, precum și alte constante importante) în funcție de tipul construcției, obiectivul de performanță și probabilitatea cutremurului.

⁴ <https://www.seaoc.org/store/viewproduct.aspx?id=11238558>

Pentru referință, majoritatea clădirilor moderne de orice dimensiune din țările dezvoltate pot rezista la un cutremur cu magnitudinea de aproximativ 7 grade pe scara Richter.

Cea mai înaltă clădire din lume este Burj Khalifa din Dubai. A fost proiectată pentru a rezista unui cutremur cu magnitudinea de 7,0 (Dubai nu este activ din punct de vedere seismic). Având în vedere marjele de siguranță inginerească și variabilitatea accelerațiilor diferitelor tipuri de cutremur, se estimează că acea clădire poate să reziste și unui cutremur cu magnitudinea 7,5 sau mai mare, în ciuda faptului că a suferit daune grave și devine nelocuibilă.

Cea mai înaltă clădire cu cel mai mare risc de cutremur este Taipei 101, aceasta fiind în prezent a 4-a cea mai înaltă clădire din lume, situându-se la circa 220 m de o falie majoră. Cele mai recente cutremure din această zonă au fost cuprinse între 4,5 și 6,9 grade pe scara Richter.

Proiectarea pentru un cutremur mai mare de 8.0 grade este rareori fezabilă din punct de vedere economic, iar pentru un cutremur mai mare de 8.5 probabil că nu este deloc realizabilă, deoarece nu există nicio modalitate de a prezice și planifica fiecare mod posibil de deplasare la acea dimensiune. Totul depinde de frecvențele și mărimile specifice undelor seismice generate de un anumit eveniment.

Pentru clădirile deosebit de înalte, cea mai mare problemă este vântul. Aceeași tehnologie folosită pentru a permite Taipei 101 să reziste balansării induse de taifunurile obișnuite, protejează, de asemenea, clădirea în timpul cutremurelor.

Zgârie-norii moderni din Tokyo sunt proiectați pentru un cutremur cu magnitudinea de cel puțin 8,0. În 2011, zgârie-norii din Tokyo au fost testați de cutremurul cu magnitudinea Mw de 9,0 care a avut loc în largul mării. Undele seismice erau mai slabe și lipsite de frecvențe mai înalte în momentul în care au ajuns la Tokyo, dar a fost un test de încercare/verificare al celor mai recente tehnici de studiu a cutremurelor.

În principiu, structurile înalte nu sunt de fapt la fel de vulnerabile la cutremure ca structurile mai mici. Fără a intra în detalii, perioada unei structuri crește odată cu înălțimea, ceea ce conduce la scăderea accelerațiilor și la limitarea pagubelor. Dar practic, nu există nicio modalitate de a garanta că o structură va rezista unui anumit cutremur.

Clădirile din zidărie reprezintă o problemă diferită. Cărămida și piatra sunt casante și, odată ce crapă/fisurează, mișcarea suplimentară le poate face să cadă/colapseze. O mișcare seismică de intensitate VII-VIII poate conduce la prăbușirea coșurilor de fum, a coloanelor și a pereților de zidărie. O intensitate de la IX în sus "garantează" practic distrugerea clădirilor din zidărie. Cu toate acestea, majoritatea caselor din cărămidă din California (și multe alte locuri din Europa și America) sunt de fapt construite cu cadre din lemn sau metal și au doar o fațadă din cărămidă. Această fațadă poate crăpa și cădea în caz de cutremur (în zonele cu risc seismic ridicat, acestea sunt ancorate de structură, astfel încât doar bucăți mai mici să poată cădea efectiv), dar restul structurii va rămâne intactă și oricine din interiorul acelei structuri este în siguranță.

NOȚIUNI DE BAZĂ

I. Atât magnitudinea, cât și intensitatea unui cutremur sunt măsuri ale puterii sale, dar ele descriu caracteristici diferite ale cutremurului.

- **magnitudinea seismului** este exprimată pe scara Richter sau pe scara magnitudinii momentului, care atribuie cutremurului o valoare numerică corelată cu amplitudinea undelor seismice. Scara Richter este logaritmică, ceea ce înseamnă că o creștere de un punct în magnitudine corespunde unei creșteri de zece ori a amplitudinii undelor seismice și unei creșteri de 32 de ori a cantității de energie eliberată. Magnitudinea este o mărime obiectivă care poate fi determinată cu ajutorul seismografelor, oferind o modalitate standardizată de comparare a cutremurelor de diferite dimensiuni.

- **intensitatea seismului** este o măsură a efectelor cutremurului asupra solului și asupra structurilor construite, luând în considerare factori precum: distanța față de epicentru, geologia locală și construcția clădirii. Intensitatea este exprimată de scala Mercalli Modificată (MM), care atribuie un număr roman de la I la XII pentru a descrie severitatea mișcării cutremurului și deteriorarea clădirilor. Intensitatea este o măsură subiectivă care este stabilită prin sondaje și rapoarte.

- **acceleerația orizontală/verticală**: în timpul unui cutremur, clădirile sunt supuse atât la accelerații orizontale, cât și la cele verticale, care le pot face să tremure și să se balanseze. Accelerația orizontală este mișcarea înainte/înapoi a solului, în timp ce accelerația verticală este mișcarea în sus și în jos, fiind mult mai periculoasă pentru stabilitatea unei clădiri.

- **rezistența clădirii**: rezistența clădirii se referă la capacitatea unei clădiri de a rezista forțelor seismice și de a nu suferi daune în timpul unui cutremur. Este determinată de mai mulți factori, inclusiv de proiectarea și de construcția clădirii, de materialele utilizate și de calitatea fundației clădirii, fiind puțin probabil ca o clădire cu rezistență mare să se prăbușească sau să sufere daune grave, în timpul unui cutremur.

În concluzie, magnitudinea unui cutremur este o măsură a cantității de energie eliberată de cutremur, în timp ce intensitatea este o măsură a efectelor cutremurului asupra solului și asupra clădirilor.

II. Standardele de construcție antiseismică urmăresc reducerea riscului de deteriorare sau de prăbușire a clădirilor în timpul cutremurelor. Standardele și reglementările specifice variază în funcție de țară, regiune și de tipul de clădire, dar, în general, includ următoarele măsuri:

- **selectarea și evaluarea amplasamentului**: clădirile trebuie să fie construite pe un teren stabil și sigur, iar amplasamentul trebuie evaluat pentru pericolul seismic pe baza condițiilor geologice și seismice locale.
- **proiectarea structurală**: clădirile trebuie proiectate astfel încât să reziste la forțele seismice așteptate, pe baza evaluării amplasamentului și a codului seismic local. Sistemul structural trebuie să fie puternic, flexibil și ductil și trebuie să poată absorbi și disipa energia seismică.

- **materiale și metode de construcție:** clădirile trebuie să fie construite cu materiale și tehnici de înaltă calitate care îndeplinesc cerințele codului seismic, iar componentele clădirii trebuie conectate și ancorate în siguranță pentru a rezista forțelor seismice.
- **elementele nestructurale:** pereții despărțitori, tavanele și elementele de fixare, trebuie proiectate și instalate pentru a rezista forțelor seismice și pentru a minimiza daunele.
- **inspecție și întreținere:** clădirile trebuie inspectate periodic pentru a identifica și repara orice vulnerabilități sau daune seismice. Întreținerea și modernizarea periodică trebuie efectuate pentru a menține clădirea în conformitate cu prevederile codului seismic.

Pe lângă aceste măsuri, standardele de construcție antiseismică pot include și cerințe pentru pregătirea pentru situații de urgență, cum ar fi existența căilor de evacuare, iluminatul de urgență și sistemele de protecție împotriva incendiilor.

Practic, standardele de construcție antiseismică urmăresc să asigure faptul că imobilele și clădirile de orice tip sunt capabile să reziste la forțele seismice așteptate și să-i protejeze pe ocupanții lor.

În plus, **analiza seismică** este un instrument de estimare a răspunsului structural în procesul de proiectare a structurilor rezistente la cutremur și/sau de modernizare a structurilor existente vulnerabile. În principiu, problema este dificilă deoarece răspunsul structural la cutremure puternice este dinamic, neliniar și aleatoriu.

III. Standardele Eurocode - Din setul de Eurocoduri, două dintre acestea acoperă baza de proiectare structurală și încărcările, unul acoperă partea de geotehnică și de proiectare a fundațiilor, iar alte cinci eurocoduri acoperă aspecte specifice materialelor de construcție: beton, oțel, compozite (oțel-beton), lemn, cărămidă, aluminiu.

Eurocode8 - *"Proiectarea structurilor pentru rezistența la cutremur"*, se aplică la proiectarea și construcția clădirilor și lucrărilor de inginerie civilă în regiunile seismice. Deși prevederile sale sunt de valabilitate generală, structurile speciale, precum centralele nucleare, barajele mari sau construcțiile *offshore* sunt în afara domeniului său de aplicare. Proiectarea seismică trebuie să îndeplinească cerințe suplimentare și să facă obiectul unor verificări complementare.

Obiectivele proiectării seismice în conformitate cu Eurocode 8 sunt precizate în mod explicit, scopul său fiind:

- protejarea vieților umane;
- limitarea daunelor;
- structurile importante pentru protecția civilă trebuie să rămână operaționale.

În statele cu seismicitate scăzută, Eurocode 8 nu se aplică.

Eurocode8 cuprinde 6 părți⁵:

- partea 1 (EN1998-1): reguli generale, acțiuni seismice, reguli pentru clădiri;

⁵ https://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/13_2025.pdf

- partea 2 (EN1998-2): poduri;
- partea 3 (EN1998-3): evaluarea și modernizarea clădirilor;
- partea 4 (EN1998-4): silozuri, rezervoare, conducte;
- partea 5 (EN1998-5): fundații, structuri de reținere, aspecte geotehnice;
- partea 6 (EN1998-6): turnuri, catarge, coșuri.

Cu toate acestea, cel puțin pentru prima generație de EN-Eurocoduri, reglementările naționale sunt alternative acceptabile și sunt permise, atât timp cât statele europene le păstrează în paralel cu EN-Eurocodurile.

Statele membre au dreptul de a stabili nivelul de siguranță, funcționalitate și durabilitate oferit de structurile construite pe teritoriul lor, ținând cont inclusiv de aspectele economice. Pentru a le permite exercitarea acestui drept fără a elimina armonizarea codurilor de proiectare structurală la nivel european și pentru a se adapta diferențelor geografice, climatice, inclusiv diferențelor seismotectonice, în Eurocoduri au fost introduși *"Parametrii determinați la nivel național"* (PND). Aceste valori pot fi utilizate în situațiile în care nu există un consens legat de construcția clădirilor în anumite zone, cu excepția criteriilor de siguranță, durabilitate, funcționalitate sau economie. PND-urile sunt:

- parametri-cheie care prezintă nivelul de siguranță, durabilitate, funcționalitate sau economic. Eurocodul prevede un interval de valori admisibile pentru criteriile prezentate și, în mod normal, recomandă o valoare care nu este obligatorie pentru un stat.
- clase tehnice (de exemplu, clase de ductilitate, clase de importanță în funcție de ocuparea sau utilizarea clădirilor).
- proceduri sau metode alternative (de exemplu, modele de calcul).

IV. Cerințele pentru certificarea de siguranță la cutremur pentru clădiri și condițiile de vânzare a apartamentelor variază în funcție de țară sau continent. În unele țări, din afara spațiului european, un certificat de siguranță la cutremur sau un raport de evaluare seismică poate fi necesar pentru clădiri înainte de a putea fi vândute sau transferate unui nou proprietar. În marea majoritate a țărilor o astfel de certificare nu este necesară sau poate fi voluntară.

De exemplu, în statul american California, clădirile trebuie să fie supuse unor reamenajări sau evaluări seismice pentru a îndeplini anumite standarde de siguranță înainte de a putea fi vândute. În mod similar, în Turcia, un certificat de siguranță la cutremur este necesar pentru clădirile care au un anumit număr de ani de exploatare sau care au suferit renovări majore înainte de a putea fi vândute.

În Japonia, evaluările siguranței la cutremure sunt obligatorii pentru anumite tipuri de clădiri, cum ar fi școli, spitale și clădiri publice, dar nu sunt necesare pentru clădirile rezidențiale. Cu toate acestea, în unele cazuri, agenții imobiliari le pot recomanda cumpărătorilor sau vânzătorilor să obțină un raport de evaluare seismică pentru a evalua siguranța la cutremur a clădirii.

În alte țări, precum Marea Britanie și Canada, certificările de siguranță la cutremur nu sunt obligatorii pentru vânzarea de apartamente, dar codurile și reglementările de construcție impun ca imobilele să îndeplinească anumite standarde de siguranță seismică.

În Europa, în marea majoritate a țărilor europene, nu există o cerință specifică pentru existența unui certificat de siguranță la cutremur pentru clădiri înainte de a putea fi vândute. În schimb, clădirile sunt în general supuse codurilor și reglementărilor naționale de construcție care includ standarde de siguranță seismică.

De exemplu, în *Italia*, reglementările privind siguranța seismică impun evaluarea tuturor clădirilor, iar proprietarii sunt obligați să obțină un raport de evaluare a riscului seismic pentru clădirea lor. Raportul de evaluare a riscului seismic, „*Relazione Tecnica di Verifica di Agibilità Sismica*”⁶, este necesar pentru toate clădirile din Italia, inclusiv clădirile rezidențiale⁷. Raportul evaluează rezistența seismică a clădirii și oferă informații despre riscul potențial de deteriorare sau prăbușire în timpul unui cutremur. Raportul trebuie întocmit de un inginer sau arhitect calificat și înaintat autorităților locale.

În *Grecia*, există reglementări seismice ce impun evaluarea clădirilor care au fost construite înainte de anul 1985, iar un raport trebuie înaintat autorităților locale. Cu toate acestea, nu există o cerință specifică pentru obținerea unui certificat de siguranță la cutremur pentru vânzarea de apartamente.

În *Turcia*, un certificat de siguranță la cutremur, „*Deprem Güvenlik Belgesi*”⁸, este necesar pentru clădirile care au o anumită vechime sau care au suferit renovări majore, înainte de a putea fi vândute, însă această cerință nu este legată de vânzarea apartamentelor individuale.

Certificatul confirmă faptul că imobilul a fost evaluat și îndeplinește anumite standarde de siguranță seismică. În unele regiuni, certificatul poate fi necesar pentru clădirile care au o vechime de peste 20 de ani, în timp ce în alte regiuni, cerința se poate aplica clădirilor care au o vechime mai mare de 30 de ani. Certificatul de securitate la cutremur este eliberat de un inginer sau arhitect calificat care efectuează o evaluare a siguranței seismice a clădirii.

Dacă o clădire este vândută fără certificatul de siguranță la cutremur, vânzătorul poate fi amendat de autoritățile locale pentru încălcarea reglementărilor. Valoarea amenzii poate varia în funcție de circumstanțele specifice, de la câteva sute la câteva mii de lire turcești.

Pe lângă amenzi, vânzarea unei proprietăți fără certificat de siguranță la cutremur poate crea și răspunderi legale și riscuri financiare pentru vânzător. În cazul în care are loc un cutremur și se constată că imobilul nu este sigur din punct de vedere structural, vânzătorul poate fi tras la răspundere pentru orice daune sau vătămări care apar după un seism.

⁶ https://www.pa-online.it/GisMasterWebClienti/TD0000/GisMasterData/Web/SU/Doc/Modello_2092.pdf

⁷ <https://www.ambientesicurezzanews.it/consulenza-ambientale/agibilita-sismica-definitiva.php>

⁸ <https://depremriskraporu.com/>

PREVEDERI LEGISLATIVE EXISTENTE LA NIVELUL STATELOR CU RISC SEISMIC REDUS

AUSTRIA

Austria este un exemplu de țară cu risc seismic redus. În sectorul construcțiilor se aplică standardul EN 1998-3, domeniul său de aplicare fiind următorul⁹:

- furnizarea de criterii pentru evaluarea performanței seismice a structurilor individuale de clădiri existente;
- selectarea măsurilor corective necesare;
- stabilirea criteriilor privind proiectarea măsurilor de modernizare (concepția, analiza structurală, inclusiv măsurile de intervenție, dimensionarea finală a pieselor structurale și conexiunile acestora la elementele structurale existente).

Atunci când se proiectează o intervenție structurală pentru a asigura o rezistență adecvată împotriva acțiunilor seismice, verificările structurale trebuie să fie făcute și în ceea ce privește combinațiile de sarcini neseismice.

Reflectând cerințele de bază ale EN 1998-1: 2004, acest standard acoperă evaluarea seismică și modernizarea clădirilor realizate din materiale structurale frecvent utilizate: beton, oțel și zidărie. Deși prevederile sale sunt aplicabile tuturor categoriilor de clădiri, evaluarea seismică și modernizarea monumentelor și clădirilor istorice necesită adesea diferite tipuri de prevederi și abordări, în funcție de natura monumentelor, întrucât structurile existente:

- i. reflectă starea cunoștințelor la momentul construirii lor,
- ii. conțin eventual erori ascunse grave,
- iii. pot fi supuse unor cutremure anterioare sau altor acțiuni accidentale cu efecte necunoscute, evaluarea structurală și posibilele intervenții structurale fiind de obicei supuse unui grad diferit de incertitudine (nivel de cunoaștere) față de proiectarea noilor structuri. Prin urmare, sunt necesare seturi diferite de factori de siguranță materiale și structurale, precum și proceduri de analiză diferite, în funcție de caracterul complet și fiabilitatea informațiilor disponibile.

⁹ https://shop.austrian-standards.at/action/en/public/details/505434/OENORM_EN_1998-3_2013_10_01.jsessionid=15F2F9A1A05F8A6BEFFA62A8A652BD56

DANEMARCA

Codul danez al construcțiilor (BR18, §344) prevede că proiectarea detaliată și execuția construcțiilor referitoare la sarcina seismică trebuie să respecte:

- Eurocode0 - DS/EN 1990:2007 și anexa națională DS/EN 1990 DK NA, care precizează tipul de proiectare seismică, inclusiv combinația de încărcare pentru aceasta.

- Eurocode8 - DS/EN 1998-1:2005 și anexa națională DS/EN 1998-1 DK NA, care menționează condițiile prealabile pentru sarcina seismică asupra construcțiilor. Pe lângă opțiunile naționale atunci când se utilizează metodele din EN 1998-1, anexa națională daneză include o metodă simplificată suplimentară ca alternativă la utilizarea EN 1998-1.

Metoda atribuie un procent din sarcina verticală care acționează asupra construcției ca sarcină orizontală, la care construcția trebuie să reziste. Sarcina seismică verticală poate fi ignorată. Sarcina care acționează vertical este determinată conform DS/EN 1990:2007 și DS/EN 1990 DK NA.

Mărimea procentului de sarcină verticală atribuită ca sarcină orizontală este determinată conform DS/EN 1998-1:2005 + DS/EN 1998-1 DK NA, cu o valoare minimă de 1,5%.

Nu există nicio reglementare care să impună prezentarea unui document specific privind rezistența seismică la cumpărarea/vânzarea unui imobil. Cu toate acestea, un raport privind rezistența seismică trebuie să facă parte din documentația generală adresată autorității de resort la construirea unei clădiri.

În cazul lucrărilor de construcție, Codul danez al construcțiilor (BR18, § 564), prevede că orice persoană care încalcă prevederile prevăzute în regulamentul de construcție este sancționat cu amendă. Prevederile se aplică și lucrărilor de construcții care pot fi efectuate fără autorizație de construire.

FINLANDA

Finlanda nu este o țară cu risc seismic. Cerințele tehnice esențiale pentru structuri sunt proiectate și construite în conformitate cu prevederile Eurocodurilor.

FRANȚA

Deși este o țară cu risc seismic mediu spre redus, zonarea seismotectonică a Franței metropolitane (partea 1) și zonarea seismică derivată (partea 2) au fost efectuate pentru a facilita și standardiza aplicarea reglementărilor de construcții rezistente la cutremur la instalațiile critice din motive de protecție a mediului¹⁰ (Decretul nr. 91-461, Ordin Ministerial din 10 mai 1993). Conform legislației franceze actuale, a fost adoptată o abordare deterministă pentru executarea acestor două zonări succesive.

Zonarea seismotectonică se bazează pe o analiză care a cuprins următoarele etape:

- (1) colectarea și selectarea datelor de bază (structuri tectonice moștenite, câmpuri de deformare și tensiuni recente până la contemporane, seismicitate);
- (2) compararea datelor de bază, interpretarea și construirea unei scheme de profil;
- (3) sinteza și compilarea zonării seismotectonice.

Zonarea încorporează trei tipuri de unități seismotectonice:

- falii sau structuri seismogene,
- sisteme/domenii seismotectonice.

Cutremurele de referință, corespunzătoare celor mai puternice evenimente cunoscute, sunt asociate cu fiecare zonă.

Zonarea seismică derivată pentru aplicarea legislației la instalațiile critice constituie un addendum, din punct de vedere normativ, la „*Nouveau zonage sismique de la France*”, elaborat în 1986 pentru utilizarea materialelor rezistente la cutremur și reglementărilor de construcții cu „risc normal”.

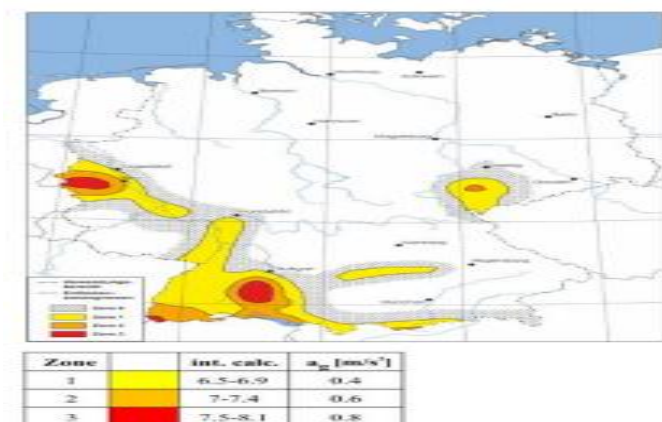
GERMANIA

Seismicitatea Germaniei este, în context global, foarte scăzută, dar nu atât de scăzută încât prevederile de proiectare rezistentă la cutremur să poată fi neglijate¹¹.

Validarea hărții de hazard seismic rezultată a fost efectuată conform intensității macroseismice, observate istoric. Dificultatea în abordarea aplicată se referă la atribuirea parametrului accelerație efectivă a_g , conform spectrelor de proiectare. Accelerațiile efective a_g de 0,4 m/s², 0,6 m/s² și 0,8 m/s² au fost asociate zonelor seismice 1, 2 și 3.

¹⁰ https://www.researchgate.net/publication/227208511_Zonation_of_Metropolitan_France_for_the_application_of_earthquake-resistant_building_regulations_to_critical_facilities_Part_1
[Seismotectonic zonation](#)

¹¹ https://gfzpublic.gfz-potsdam.de/rest/items/item_916888_6/component/file_989908/content?download=true



IRLANDA

În Irlanda nu se aplică standarde seismice, iar reglementările privind construcțiile precizează în mod specific că Eurocode8 nu este relevant pentru Irlanda. Activitatea seismică în Irlanda este întotdeauna de un nivel foarte scăzut, nedetectabil de către oameni.

LETONIA

În Letonia, problema reglementărilor antiseismice se regăsește în Legea construcțiilor¹² și Regulamentul Cabinetului nr. 334 - Reguli privind cercetarea tehnică în construcții¹³.

Ținând cont de faptul că în regiunea baltică există relativ puțină activitate seismică, riscul unui cutremur în Letonia este evaluat cu o probabilitate foarte mică și cu consecințe foarte scăzute.

LITUANIA

Legislația țării nu conține norme seismice, nefiind raportat niciun seism în Lituania. Cu toate acestea, în normele obișnuite de construcție legate de proiectarea clădirilor rezistența clădirilor este estimată la o magnitudine de aproximativ 6, fiind un calcul ipotetic care se regăsește în Regulamentul tehnic al construcțiilor nr. 2.05.04:2003 privind impactul și sarcina¹⁴.

¹² <https://likumi.lv/ta/en/en/id/258572-construction-law>

¹³ <https://likumi.lv/ta/id/275007-noteikumi-par-latvijas-buvnormativu-lbn-005-15-inzenierizpetes-noteikumi-buvnieciba->

¹⁴ <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.E5D5DC3C496B/QggipAbUWC>

Potrivit prevederilor regulamentului, valoarea calculată a efectelor seismice trebuie evaluată prin valoarea caracteristică A_{Ek} sau determinată pentru fiecare proiect separat. Dacă este necesar (de exemplu, pentru vibrații induse de vânt sau efecte seismice), efectele pot fi determinate prin analiză modală, pe baza comportamentului materialului și al forme geometrice, conform unei relații liniare. Analiza modală directă a structurilor cu formă regulată, rigiditate regulată și distribuție a maselor, dacă este cazul să se ia în considerare doar modul principal, poate fi înlocuită prin calcul folosind efecte statice echivalente.

Este necesar să se aleagă situații de calcul suficient de riguroase și variabile, astfel încât să se țină cont de toate circumstanțele care se preconizează să apară în timpul execuției și funcționării structurii.

POLONIA

Deși nivelul seismic la nivelul teritoriului țării este scăzut și foarte scăzut, în ultimii ani, guvernul polonez a întreprins un efort susținut pentru a îmbunătăți proiectarea și punerea în aplicare a cadrului de reglementare pentru sectorul construcțiilor.

Pentru casele unifamiliale se aplică un sistem de notificare în loc de solicitarea de permise¹⁵. Numărul autorităților necesare pentru a da aprobări a fost redus la două (mediu și incendiu) și au avut loc nenumărate alte modificări. În plus, a fost creat un cod de urbanism și construcții care urmărește să îmbunătățească eficiența administrațiilor și inspecțiilor, să introducă o metodă de notificare pentru aplicațiile de construcții cu risc scăzut și să transfere o responsabilitate suplimentară de la autoritățile publice la sectorul de proiectare (arhitecți și ingineri).

LEGISLAȚIE EXISTENTĂ LA NIVELUL STATELOR CU RISC SEISMIC MEDIU/ MARE

PORTUGALIA

În funcție de categoria lor, lucrările de construcții pot fi scutite de procedurile de autorizare de construire, care necesită un aviz de construire sau trec printr-o procedura obișnuită. Lucrările de construcție includ construcția propriu-zisă, reconstrucția, extinderea, modificarea sau întreținerea unei clădiri necesare oamenilor sau a oricărei alte construcții fixe permanente.

¹⁵ <https://blogs.worldbank.org/europeandcentralasia/deconstructing-construction-permits-poland>

Următoarele tipuri de lucrări de construcții sunt exceptate de la procedurile de autorizare¹⁶:

- întreținerea în interiorul clădirilor sau a unor porțiuni (fără modificarea structurii, fațadei sau acoperișului);
- lucrările cu relevanță urbană redusă;
- lucrările întreprinse de autoritățile publice.
- Avizul de construire este necesar:
 - pentru activitatea de reconstrucție cu păstrarea fațadelor;
 - pentru lucrări noi de construcție;
 - modificarea sau extinderea în interiorul unei zone cu plan de dezvoltare locală sau a unei zone urbane consolidate;
 - pentru piscine aferente unei clădiri principale;
 - pentru modificări de utilizare a clădirii.

În această procedură de avizare, o autorizație se acordă după ce au fost verificate aspectele administrative ale notificării și aspectele tehnice ale proiectării arhitecturale.

Timpul maxim pentru notificare este mai scurt decât pentru o procedură obișnuită, deoarece se aplică numai în zonele în care parametrii de construcție detaliați au fost deja stabiliți în instrumentele de planificare și nu sunt verificate proiectele ingineresti.

În ultimii ani, tendința a fost de a trece unele tipuri de lucrări de construcții de la procedura obișnuită la avizul de construire și de la avizul de construire la procedura de scutire de la procedura autorizăției de construire. Cu toate acestea, scutirea unor lucrări de construcții nu a fost consensuală. De exemplu, Federația Portugheză a Industriei Construcțiilor a cerut legiuitorului să reconsidere exceptarea modificărilor în interiorul clădirilor sau a porțiunilor acestora, considerând că există riscul ca lucrările de construcții să fie efectuate fără suport tehnic din partea proiectanților și de către antreprenori fără calificare adecvată.

Potrivit experților, în Zona Metropolitană Lisabona (AML) există peste 450.000 de clădiri dintre care majoritatea, aproape 68%, au fost construite înainte de a exista o legislație efectivă **de protecție seismică**. În AML sunt 18.115 clădiri (4% din total) care au fost construite înainte de anul 1919. Apoi, între 1919 și 1960, au fost construite 77.831 (17%)¹⁷. Primul regulament a fost aprobat în 1958 și a vizat calculul seismic al construcțiilor, o actualizare a legislației având loc ulterior în 1983. Dar a durat până în 1990 pentru a vedea primele clădiri construite având în vedere aceste norme speciale. În prezent, costul **reabilitării** unei case cu armare antiseismică poate ajunge la 400 de euro pe metru pătrat, principalul obstacol fiind inflația.

Consecințele umane și materiale ale cutremurelor pot fi considerate produsul a 3 factori: pericol, expunere și vulnerabilitate. Primul are legătură cu fenomenul în sine, adică probabilitatea ca în viitor să se producă cutremure în anumite zone, fiecare având anumite caracteristici. Al doilea factor, expunerea, se referă la oameni

¹⁶ <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/555-1999-655682>

¹⁷ <https://www.idealista.pt/news/imobiliario/habitacao/2023/02/09/56663-aml-quase-68-dos-edificios-nasceram-antes-da-lei-de-protecao-sismica>

și la proprietățile expuse la cutremure. Al treilea factor, vulnerabilitatea, se referă la lipsa rezistenței seismice a clădirilor și infrastructurii.

Posibilele consecințe ale viitoarelor cutremure din Portugalia pot fi evaluate prin câteva cai:

- prin comparație cu cutremurele anterioare din Portugalia;
- prin comparație cu cutremure recente din alte părți ale lumii cu niveluri de dezvoltare similară;
- pe baza simulărilor numerice.

În studiile de simulare numerică, apariția unui cutremur de o magnitudine dată într-un loc dat, atenuarea undelor seismice ca îndepărtându-se de epicentru, accelerațiile (sau alți parametri relevanți ai mișcării seismice) în rocă și sol, în fiecare regiune.

Studiile efectuate evidențiază faptul că producerea unui cutremur similar cu cel din 1755, un scenariu pesimist, dar plauzibil, cu stocurile curente (persoane și bunuri expuse cutremurului) ar provoca între 17.000 și 27.000 de morți, precum și pierderi de locuințe de aproximativ 20% din PIB. Pierderile totale sunt mai greu de evaluat, dar comparația cu daunele cauzate de cutremure în țări cu niveluri de dezvoltare comparabile, ar indica faptul că acestea ar putea fi triple sau mai mari - în practică între 50% și 100% din PIB.

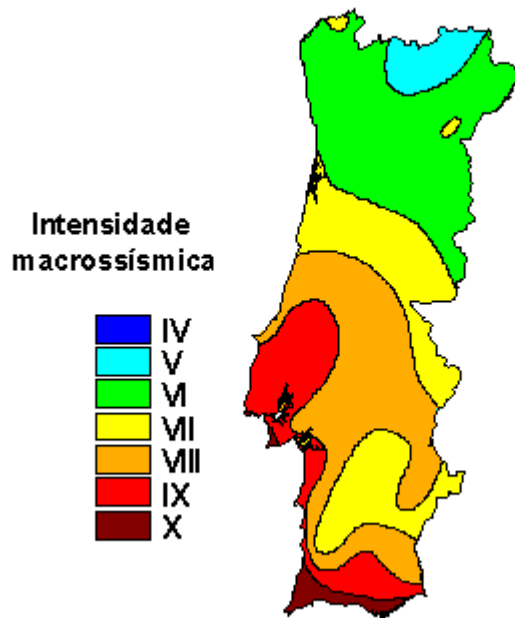
Este esențial ca lucrările de reabilitare a clădirilor să înceapă să includă în mod sistematic componenta armăturii structurale. În acest scop este necesar¹⁸:

- (i) întocmirea de recomandări tehnice pentru armarea seismică a construcțiilor, în prezent inexistente;
- (ii) elaborarea legislației privind obligativitatea includerii armăturilor seismice în lucrările de reabilitare a clădirilor. Este necesar să se distingă lucrările mici, cum ar fi repararea instalațiilor sanitare sau alte reparații minore, de lucrările majore dintr-o clădire, care acoperă o parte semnificativă a suprafeței sale, cu un cost relevant. Nivelul de securitate necesar pentru aceste lucrări poate fi mai mic decât cel cerut în lucrări noi, din motive de fezabilitate și de rezonabilitate economică și socială;
- (iii) elaborarea legislației pentru apărarea patrimoniului construit (cu valoare culturală mare), limitând gradul de intruziune și nepermițând demolări;
- (iv) informarea populației cu privire la problema riscului seismic, deoarece fără o percepție clară a riscului de către principalele părți interesate nu va exista nici o reducere a riscului;
- (v) crearea unor mecanisme sistematice și eficiente de inspecție a lucrărilor de construcții și armare, pentru a îmbunătăți sau garanta calitatea produsului final;

¹⁸ http://www.civil.ist.utl.pt/~mlopes/conteudos/SISMOS/SPES_Legisla%C3%A7ao_Reabilita%C3%A7ao_2012.pdf

(vi) dezvoltarea cercetării și formării personalului specializat în tehnici de consolidare a clădirilor.

Pe lângă cele de mai sus, este de asemenea important să se elaboreze o legislație care să interzică intervențiile în clădiri, care reduc rezistența seismică.



Harta seismică a Portugaliei cuprinde și intensitatea cutremurelor pe scara Mercalli¹⁹.

GRECIA

Grecia este o regiune cu risc seismic mare, astfel că, în anul 1999, Regulamentul seismic (EAK2000) a fost revizuit pentru a fi pe deplin compatibil cu Eurocodurile 7 și 8, devenind obligatoriu din anul 2001.

Regulamentul conține prevederi obligatorii, care stabilesc:

- acțiunile seismice minime de proiectare și acțiunile de proiectare corespunzătoare;
- cerințele de performanță ale planurilor de acțiune de proiectare menționate mai sus, precum și criteriile de control;
- metodele de calcul aplicabile în domeniul construcțiilor;
- prevederi speciale pentru construcția structurilor și utilizarea de materiale corespunzătoare.

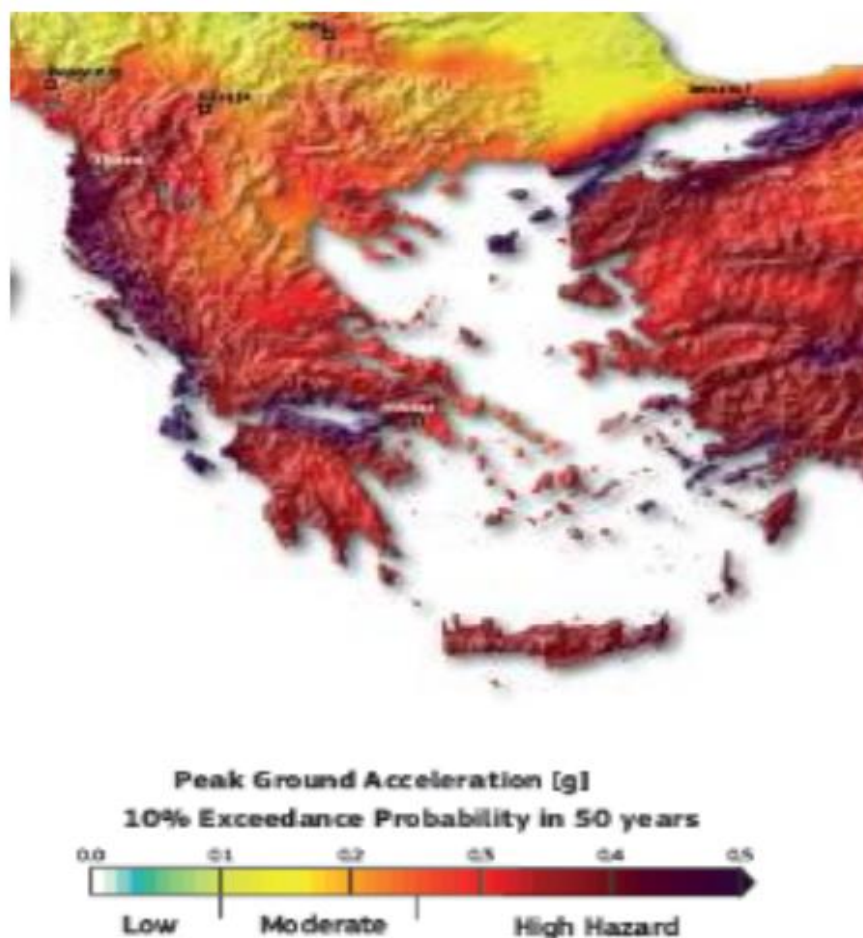
¹⁹ <http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE/divulgacao/tectonica.html>

Regulamentul nu acoperă proiectele de construcție pentru care se recomandă izolarea seismică parțială sau totală.

Din mai 2014, este permisă utilizarea în întregime a codurilor EAK2000 și Eurocode8.

Conform EAK2000, acțiunile de proiectare seismică (adică mișcările oscilatorii ale solului induse de cutremur) determină proiectarea construcțiilor în consecință. Intensitatea seismului este determinată în mod convențional de accelerația de proiectare A , în funcție de zona de risc seismic a țării în care se află proiectul și este scalată la $\gamma \cdot A$ în funcție de categoria de importanță a proiectelor.

Grecia este împărțită în patru zone de risc seismic, iar clădirile în patru categorii de importanță, în funcție de riscul pe care îl reprezintă pentru om și de consecințele socio-economice pe care le poate avea eventuala distrugere sau întreruperea funcționării acestora.



- Documentul care atestă rezistența seismică a clădirilor este inclus în Autorizația de construire, care este obligatorie pentru orice construcție.

Din anul 2021 este utilizată Identitatea Electronică a Clădirii (EBI), care reprezintă procesul de creare a unui dosar electronic pentru fiecare clădire și

care cuprinde toate informațiile care o privesc, fiind înregistrată în registrul electronic național de către un inginer autorizat. Autoritățile competente pentru acest aspect sunt Serviciile de construcții din cadrul Ministerului Mediului și Energiei și Departamentul de Arhitectură.

În ceea ce privește construcțiile arbitrare, există cerința unui studiu de adecvare static, dar acest lucru se aplică doar unor categorii de construcții, potrivit prevederilor Legii nr. 4495/2017 privind „*Controlul și protecția mediului structurat și alte prevederi*”²⁰.

Pentru utilizarea construcțiilor finalizate este necesară aprobarea Consiliilor de Arhitectură, care trebuie să fie depuse la Comisia de Urbanism. Certificarea pentru toate licențele noi este valabilă din momentul publicării. Consiliile sunt compuse din 4 persoane, care se întrunesc de două ori pe lună, iar deciziile se iau prin regula majorității.

Consiliile de Arhitectură sunt responsabile cu aprobarea lucrărilor de arhitectură în următoarele cazuri:

- a) pentru fiecare lucrare (construcție, reparație, completare, demolare) în clădiri sau terenuri situate în părți tradiționale ale orașelor, în locuințe tradiționale, situri istorice și arheologice, zone de frumusețe naturală aflate la o distanță mai mică de 100 de metri de linia de plajă, orientată spre drumuri de bază (rețeaua de drumuri naționale de bază, secundare, terțiare și rețeaua de drumuri rurale primare) și clădirile care necesită aprobarea Studiului de consecințe asupra mediului.
- b) pentru orice lucrare de construcție în clădiri sau spații care au fost oficial considerate conservabile de către ministrul competent, sau care se desfășoară la clădiri și terenuri învecinate.
- c) pentru orice altă construcție, atât timp cât cazul a fost transmis la consilii de către structurile administrațiilor locale.
- d) pentru fiecare studiu privind amenajarea spațiilor publice, cu excepția cazurilor ce privesc concursuri locale sau internaționale.
- e) pentru studiile de arhitectură diferențiate prin elementele morfologice și tipologie impuse prin decrete speciale adoptate în zonele respective, care pot fi zone protejate sau nu.
- f) pentru licențele de demolare a clădirilor construite înainte de anul 1955 (...).

ITALIA

Pentru a reduce efectele unui cutremur, statul și-a concentrat acțiunea pe clasificarea teritorială, pe baza intensității și frecvenței cutremurelor din trecut, și pe

²⁰ <https://www.managemind.gr/en/news/item/51-certificate-issuing-from-the-council-of-architecture>

aplicarea unor reglementări speciale de construcție și consolidare a clădirilor din zonele clasificate ca fiind seismice²¹.

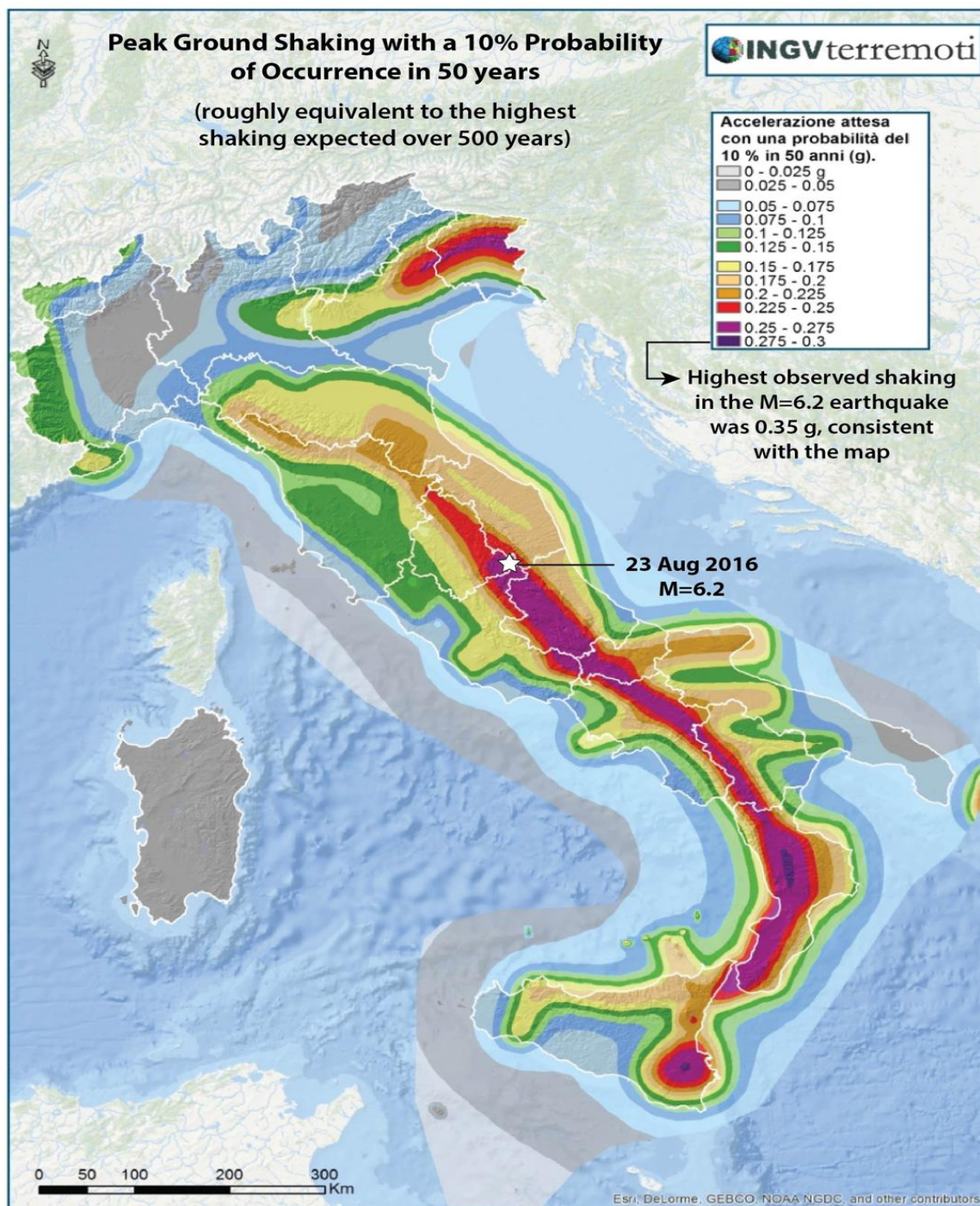
Reglementările antiseismice ale Italiei, aliniate cu cele existente la nivel internațional, stabilesc reguli tehnice conform cărora o clădire trebuie să suporte cutremure minore fără avarii grave și majore fără să se prăbușească, salvând în primul rând vieți umane.

Noile criterii de clasificare seismică au fost publicate în 2003. Ele se bazează pe studii și analize recente privind pericolozitatea seismică a teritoriului, adică analiza probabilității ca un teritoriu să fie afectat, într-un interval de timp dat - în general 50 de ani - de către un eveniment care depășește un anumit prag de intensitate sau magnitudine.

- zona 1 - este cea mai periculoasă zonă, unde pot avea loc cutremure majore.
- zona 2 - municipalitățile din această zonă pot fi afectate de cutremure destul de puternice.
- zona 3 - municipalitățile din această zonă pot fi supuse unor șocuri modeste.
- zona 4 - este cea mai puțin periculoasă. Municipalitățile din această zonă au o probabilitate scăzută de avarii seismice.

De facto, nu există o zonă „neclasificată”, care devine zona 4, în cadrul căreia regiunile au competențe de a face obligatorie planificarea antiseismică. Mai mult, fiecare zonă are o valoare a acțiunii seismice utilă pentru planificarea menționată, exprimată în termeni de accelerație maximă în rocă (zona 1 = 0,35 g, zona 2 = 0,25 g, zona 3 = 0,15 g, zona 4 = 0,05 g).

²¹ <https://rischi.protezionecivile.it/en/seismic/activities/emergency-planning-and-damage-scenarios/seismic-classification>



„Orientările privind clasificarea riscului seismic a construcțiilor”²², aprobate în 2017, definesc principiile tehnice pentru utilizarea deducerilor fiscale în ceea ce privește intervențiile de întărire seismică asupra clădirilor existente. Deducerile fiscale reprezintă o oportunitate importantă de a îmbunătăți siguranța seismică a

²² https://www.researchgate.net/publication/326710755_The_Italian_guidelines_for_seismic_risk_classification_of_constructions_technical_principles_and_validation

fondului de clădiri existent, iar orientările aprobate permit specialiștilor să se ocupe de conceptele din spatele proiectării seismice moderne, cum ar fi pierderile anuale așteptate (EAL) și costurile de reparație (exprimate ca o fracțiune din costul de reconstrucție: %RC).

Clasa de risc seismic este minimul dintre clasa definită de indicele de siguranță al clădirii la starea limită ultimă și cea aferentă EAL. Ultima clasă depinde de aria de sub curba pierderilor așteptate, care se obține prin calculul indicelui de siguranță convertit în perioada de revenire (frecvența anuală) la diferite stări limită și a %RC relevant.

Unele costuri pot fi nesustenabile în regiunile cu seismicitate mare-medie, unde se produc frecvent cutremure cu daune. O proiectare seismică modernă a construcțiilor noi sau proiectarea intervențiilor de modernizare la cele existente trebuie în mod necesar să găsească optimul între resursele economice utilizate și pierderile așteptate. Astfel, pierderile așteptate devin un parametru cheie pentru cuantificarea și compararea performanțelor clădirii în perioada de viață de referință.

Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER) a prezentat un cadru de inginerie a cutremurelor bazat pe performanță (PBEE) printr-o metodologie robustă, care implică patru etape: analiza pericolelor, analiza structurală, analiza daunelor și analiza pierderilor.

Cutremurele recente, L'Aquila (2009), Emilia (2012), Italia centrală (2016-2017) au subliniat vulnerabilitatea ridicată a clădirilor existente în Italia. Pierderile umane și resursele economice și sociale masive folosite pentru recuperarea și repararea clădirilor avariate au determinat guvernul să întreprindă acțiuni menite să îmbunătățească rezistența clădirilor la cutremure la scară națională, ca strategie de prevenire seismică.

În anul 2013, a fost înființat un Grup de studiu responsabil cu dezvoltarea diferitelor metodologii tehnice care vizează clasificarea riscului seismic al construcțiilor. Clasificarea trebuie să permită comunicarea cu publicul larg și administratorii clădirilor în ceea ce privește riscul seismic al construcțiilor și eficacitatea intervențiilor de reabilitare care vizează îmbunătățirea clasei seismice.

Clasificarea trebuie să ofere, de asemenea, o bază de cunoștințe pentru evaluările guvernamentale și politicile publice din domeniul siguranței și calității construcțiilor și gestionării dezastrelor. Pe baza unor studii științifice relevante au fost prezentate trei metodologii diferite (simplificată, convențională, avansată) care abordează clasificarea riscului seismic al construcțiilor și eficacitatea intervențiilor de consolidare.

Astfel, au fost introduse opt clase de risc seismic (de la A + la G) pe baza EAL și a intensității cutremurului la locul de referință. Din punct de vedere financiar, Legea bugetului a introdus o deducere fiscală de 50% pentru cheltuielile efectuate pentru respectarea cerințelor de proiectare seismică a clădirilor din zone cu risc ridicat efectuate între 1 ianuarie 2017 și 31 decembrie 2021, pentru o sumă totală de până la 96.000 euro/unitate de clădire. Stimulentul s-a aplicat locuințelor și proprietăților comerciale și a constatat în 5 rate anuale de valoare egală fiecare. Deducerea fiscală pentru îmbunătățirea unei clase este de 70%; procentul putând fi majorat până la 80% dacă lucrările au avut drept rezultat o îmbunătățire cu două sau mai multe clase.

În cazul intervențiilor asupra părților comune ale clădirilor deducerea s-a putut majora cu până la 85%.

BULGARIA

Ordonanța 5/2006 stabilește că pașapoartele tehnice vor fi întocmite pentru construcțiile noi înainte de punerea acestora în funcțiune, iar pentru clădirile existente după efectuarea unui audit. De asemenea, actualizarea pașapoartelor tehnice se realizează atunci când lucrările ce trebuie realizate necesită o autorizație de construire, înainte de începerea lucrărilor permise. Pentru construcția realizată în etape se poate întocmi un pașaport tehnic pentru fiecare etapă, comasarea lor realizându-se la finalizarea lucrărilor.

Pașaportul tehnic cuprinde 3 secțiuni²³:

- A - Caracteristicile cheie ale clădirii;
- B - Măsurile de susținere a construcției și termenele limită pentru realizarea reparațiilor;
- C - Orientări și instrucțiuni pentru funcționarea în siguranță a imobilului.

Există, de asemenea, mențiuni pentru încorporarea pașapoartelor tehnice în harta cadastrală și în registrul specific pe măsură ce acestea sunt elaborate.

Partea A conține cinci secțiuni:

- I - identitate și parametri, identifică clădirea din punct de vedere geografic, descrie și oferă un istoric al proprietății, inclusiv permisiunile și rapoartele realizate;
- II - planificarea volumului de bază și a indicatorilor funcționali, include detalii despre caracteristicile fizice ale proprietății, inclusiv lucrările subterane, serviciile și infrastructura tehnică;
- III - specificațiile tehnice cuprind nivelul tehnice în vigoare la momentul construirii imobilului;
- IV - secțiunea certificate - face referire la siguranța și funcționarea în siguranță a imobilului, performanța energetică de proiectare, siguranța la incendiu și declarațiile de conformitate ale materiilor prime și echipamentelor tehnice;
- V - detalii privind proprietarul imobilului și ale persoanelor responsabile cu întocmirea sau actualizarea pașaportului tehnic.

Partea B detaliază rezultatele studiilor care au condus la întocmirea pașaportului, inclusiv necesitatea de a moderniza/recondiționa proprietatea respectivă, măsuri temporare pentru a asigura funcționarea în siguranță a structurii și calendarul de implementare a măsurilor de urgență, lucrările de întreținere

²³ <https://www.expat.com/forum/viewtopic.php?id=331575>

efectuate, modificărilor aduse clădirii și un termen limită pentru finalizarea lucrărilor de reparații.

Partea C conține mențiuni privind păstrarea integrității structurii, interzice îndepărtarea elementelor portante, schimbarea neautorizată a modului de utilizare a clădirii, de împărțire a proprietății, respectarea siguranței la incendiu, a sănătății locatarilor, a nivelului de zgomot, reglementări de prevenire și protecție a mediului, funcționarea normală și întreținerea sistemelor clădirilor și menținerea în stare de funcționare a ascensoarelor de pasageri și marfă, a platformelor mobile, precum și exploatarea și întreținerea corespunzătoare a instalațiilor cu risc ridicat.

SERBIA

Teritoriul Serbiei este relativ aproape de zone cu risc seismic ridicat în care au avut loc mai multe cutremure importante în ultimii 60 de ani, de exemplu, cutremurul de la Skopje (1963) (Mw 6,1), cutremurul din Muntenegru (1979) (Mw 6,9), cutremurul din România (1977) (Mw 7,2), și cele mai recente, cutremurele din martie 2020 din Croația (Mw 5,5) și din decembrie 2020 din Petrinja, Croația (Mw 6,4). Deși Serbia este situată într-o zonă de risc seismic moderat, în ultimii 100 de ani, pe teritoriul sârb s-au produs peste 10 cutremure cu magnitudine de 5 sau mai mare²⁴.

Primul cod de proiectare seismică din Iugoslavia a fost publicat în 1964, după cutremurul de la Skopje. O versiune ulterioară a codului a fost adoptată în 1981 (PTN-S) și a fost codul de proiectare aplicat în Serbia până în anul 2019. Eurocodurile au fost adoptate oficial pentru proiectarea structurilor de clădiri în Serbia în 2019.

Hărțile de hazard seismic utilizate în Iugoslavia împreună cu codul PTN-S au fost publicate în anul 1982. Întregul teritoriu al țării a fost împărțit în zone în funcție de intensitatea macroseismică conform scalei MCS-64. Codul PTN-S nu conținea în mod explicit un domeniu de răspuns pentru proiectarea clădirilor, dar conținea coeficienții K_s și K_d care cuantifică pericolele seismice la fața locului, în funcție de caracteristicile dinamice, tipul de sol și intensitatea seismică.

Coeficientul K_s depinde de zona de intensitate seismică și variază de la 0,025 pentru zona VII la 0,1 pentru zona IX. Coeficientul de răspuns dinamic K_d este o funcție de categoria de sol și de proprietățile dinamice ale unei structuri (perioada fundamentală de vibrație). Conform clasificării solului, categoria I include roci și solurile dure (nisip dens sau argilă rigidă), categoria II include solurile mijlocii și dense, în timp ce categoria III include solurile moi.

Riscul seismic pentru proiectarea structurilor conform Eurocode8 este estimat folosind o abordare probabilistică de evaluare a pericolului seismic. Un cutremur proiectat pentru o performanță „fără prăbușire” a unei structuri se bazează pe o probabilitate de 10% de depășire în 50 de ani, cunoscută și sub denumirea de *cutremur cu perioada de întoarcere de 475 de ani*. Eurocode8 cuantifică pericolul

²⁴ <https://www.mdpi.com/2075-5309/11/9/392>

seismic pentru o construcție prin intermediul unei accelerații de vârf a solului de referință pentru teren de tip I, a_{gR} (rocă). Valoarea a_{gR} pentru capitala Belgrad este de 0,1 g, în timp ce valoarea pentru orașul Kraljevo este de 0,2 g.

Clădirile cu înălțimi mici și mijlocii constituie o parte semnificativă a fondului de locuințe din Serbia și din țările europene vecine. Clădirile URM multifamiliale (de obicei, cu înălțimea de 3 până la 5 etaje) sunt problematice din cauza gradului de ocupare mai mare și a vulnerabilității la efectele cutremurului. Cutremurele recente din Croația au provocat pagube acestor clădiri, iar unele dintre ele au trebuit să fie demolate.

Un punct important al studiilor efectuate de specialiștii sârbi este prevederea Wall Index (WI) pentru proiectarea seismică a clădirilor simple din zidărie conform Eurocodului 8. Autorii au studiat 23 de clădiri mici URM avariate în urma cutremurului din 2010 din Kraljevo, pentru a examina relația dintre WI și amploarea daunelor cauzate de cutremur. Pe baza studiului s-au desprins următoarele concluzii:

- valorile WI/n normalizate pentru șapte clădiri care au suferit daune structurale foarte mari (grad K5) au fost într-un interval larg, de la 1,0 la 3,0%, dar valoarea medie a fost de 1,9%
- majoritatea clădirilor (16 din 23) au suferit daune grave (grad K4) în urma cutremurului. S-a observat o dispersie mare (valorile WI au variat de la 1,0 la 5,0%), dar valorile de 90% au fost mai mici de 2,9%
- nu există o diferență semnificativă pentru valorile WI pentru clădirile cu gradele de deteriorare K4 și K5. Acest lucru poate fi explicat prin caracteristici similare ale acestor grade de deteriorare
- pe baza rezultatelor studiului pe 23 de clădiri, se poate concluziona că peste 90% dintre clădiri au avut o valoare WI/n de 2,9% sau mai mică. Această valoare este comparabilă cu valoarea minimă WI/n de 2,5% estimată de Eurocode8 pentru clădirile simple, pe amplasamentele caracterizate de același nivel de hazard seismic ($a_{gXS} < 0,2$ g). Limita Eurocode8 WI este destinată clădirilor cu două etaje. Limita corespunzătoare pentru clădirile cu trei etaje nu este disponibilă deoarece construcția acestor clădiri nu este permisă în locurile caracterizate de pericol seismic ridicat
- forța seismică orizontală totală - calculată pe baza codului seismic iugoslav din 1981 (PTN-S) - este semnificativ mai mică decât forța corespunzătoare calculată pe baza Eurocodului: diferența pentru situl Kraljevo (zona de intensitate seismică VIII conform PTN -S cod) este cu peste 100%, chiar și după ce au fost aplicați factorii de siguranță parțiali pentru ambele coduri.
- diferența de caracteristici dinamice ale structurii obținute din cele două coduri, cum ar fi masa și perioada fundamentală, sunt nesemnificative. De exemplu, masa modală obținută conform codului PTN-S este cu doar 4% mai mare decât masa corespunzătoare obținută din Eurocode8. Diferența

dintre valorile masei modale se datorează diferiților factori de încărcare pentru încărcare variabilă conform PTN-S (0,5) și Eurocode8 (0,15).

- proiectarea nu a îndeplinit cerințele minime WI pentru clădirile simple din zidărie bazate pe Eurocode8, pentru pereți în direcția longitudinală. Această constatare este în concordanță cu daunele observate în această clădire după cutremurul de la Kraljevo din 2010
- verificarea rezistenței la forfecare a fost efectuată conform celor două coduri pentru doi pereți selectați - unul pe direcția longitudinală și celălalt pe direcția transversală. Rezultatele au arătat că, în ciuda mărimii diferite ale forțelor interne, concluziile au fost aceleași: peretele longitudinal luat în considerare era deficitar în ceea ce privește rezistența la forfecare.

CROAȚIA

Potrivit experților²⁵, încă din anul 1964 au fost adoptate reglementări tehnice temporare, adică linii directoare pentru construcția de instalații în zona seismică, realizându-se un pas important în creșterea securității caselor și clădirilor. O versiune mai nouă a acestor linii directoare (pentru construcții înalte în zone seismice) a fost adoptată la începutul anilor 1980. Ultimele reglementări adoptate au fost reglementările europene - Eurocode8, care sunt aplicate încă din prima parte a anilor 2000.

În zona Zagreb, conform acestor linii directoare, clădirile sunt proiectate să reziste la cutremure de 8, respectiv 9 grade (în funcție de zona de evaluare) pe scara Mercalli - respectiv 6,5 - 7,0 pe scara Richter. Acestea sunt valorile limită pentru cutremurele din regiune, previziunile fiind legate de faptul că nu pot avea loc seisme mai puternice decât acestea (probabilitatea este extrem de mică).

Potrivit specialiștilor, dacă nu există deformații sau fisuri pe un obiect, acesta poate rezista la un număr mare de solicitări seismice. Teoretic, numărul lor este nelimitat, dar în practică dacă există un singur cutremur după care s-ar produce prima deformare, aceasta ar perturba statica obiectului. Prin urmare, toate instalațiile ar trebui să fie inspectate amănunțit pentru a observa starea lor actuală în timp util. Aceasta este o problemă amplă de întreținere a clădirilor, dar nu există firme specializate în acest domeniu de activitate. Acțiunea frecventă asupra structurii poate conduce la oboseala materialului care va începe să cedeze, dar este dificil de anticipat când se va întâmpla acest lucru, după 10, 100 sau 500 de astfel de solicitări. Din aceste motive, în documentația de construcție se menționează, de regulă, că o clădire a fost construită pentru o perioadă de 50 de ani.

În teorie se poate verifica la ce putere a cutremurului poate rezista o clădire. Este necesar să se realizeze o imagine arhitecturală a clădirii, să se analizeze materialele și calitatea acestora (calitatea betonului, mortarului, cărămidilor, oțelurilor), să se înregistreze ceea ce este instalat (dale și grinzi) și să se examineze

²⁵ <https://www.total-croatia-news.com/news/49278-earthquakes-and-building-statics>

câteva dintre mostrele de materiale. Uneori este posibil să se facă o presupunere cu privire la calitatea materialului și să se treacă la analiza statică, iar pe baza acesteia să se întărească structura și pereții, instalându-se grinzi suplimentare.

În practică acest lucru se întâmplă rar, pentru că este destul de costisitor și nu sunt multe instituții care să implementeze studiile necesare, existând doar două laboratoare necesare pentru toate analizele necesare.

Potrivit prevederilor Legii locuințelor, cererea de eliberare a autorizației de utilizare a clădirii²⁶ se depune de către investitor sau de către proprietarul construcției. Aceasta trebuie să includă:

- (1) copii după autorizația de construire sau după proiectul principal al lucrării de construcție sau ale lucrărilor care pot fi efectuate pe baza proiectului principal;
- (2) informații privind numărul de proprietari;
- (3) declarație scrisă a antreprenorului privind lucrările finalizate și cerințele pentru întreținerea lucrărilor de construcție;
- (4) raportul final al inginerului de proiect privind finalizarea lucrărilor de construcție;
- (5) declarație a inginerului geodezist autorizat în zona în care a fost realizată lucrarea, în conformitate cu proiectul de topografie;
- (6) studiu de topografie pentru introducerea lucrării de construcție în registrul de cadastru sau pentru oferirea de informații despre clădiri și alte lucrări de construcții, dacă acestea nu beneficiază de un proiect de topografie, dar urmează să fie înscrise în registrul cadastral;
- (7) declarație a inginerului geodezist autorizat că lucrarea de construcție este situată pe un teren edificabil conform studiului de amenajare, în cazul în care lucrarea de construcție nu deține un studiu de topografie;
- (8) certificatul energetic al clădirii, dacă cererea se depune pentru o clădire care trebuie să respecte cerințele de performanță energetică.

ALBANIA

Hotărârea Consiliului de Miniștri nr. 408/2015 cu privire la aprobarea reglementărilor de amenajare a teritoriului, cu modificările ulterioare, prevede la art. 15 documentația necesară privind obținerea autorizației de construcție. Unul dintre documente este declarația unui proiectant licențiat, înscris în sistemul electronic de autorizații de construire, prin care se verifică conformitatea proiectului cu autorizația de dezvoltare, documentele de planificare și control al amenajării și cu legislația care reglementează activitatea de construcții în Republica Albania, inclusiv prevederi antiseismice, de siguranță, de protecție împotriva incendiilor și de protecție a mediului.

²⁶ https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/Propisi/Building_Act.pdf

Hotărârea Consiliului de Miniștri nr. 686/2017 privind aprobarea reglementărilor de amenajare a teritoriului, prevede la art. 55 că analiza și evaluarea teritoriului conține următoarele aspecte (...):

b) analiza generală a conexiunilor existente între un teritoriu și următoarele elementele:

- topografice și climatice;
- inginerie geologică;
- hidrogeologice și hidrografice;
- macrozonarea și, după caz, microzonarea seismică;
- bonitatea terenurilor;
- resursele naturale, cum ar fi: zone forestiere, pășuni, resurse de apă, mine și alte construcții de această natură, dacă acestea există pe teritoriul respectiv.

c) analiza de mediu, calitatea elementelor de mediu și analiza problemelor de mediu, a surselor poluante și a efectelor acestora asupra teritoriului și sănătății umane (...).

Hotărârea Consiliului de Miniștri nr. 894/2015 cu privire la unificarea procedurilor de control ale teritoriului de către inspectoratul de apărare a teritoriului național și cel al unității locale, stabilește că Inspectoratul pentru Protecția Teritoriului al unității locale, pe baza planului de lucru, verifică, printre altele, dosarul de documentație tehnică și juridică, precum și studiul geologic și seismic.

MACEDONIA

Legea construcțiilor prevede cerințele de bază pentru o construcție nouă care include și protecția seismică. Potrivit legii, o clădire trebuie să fie proiectată și construită într-o manieră care să prevină, ca în timpul construcției sau în al utilizării, o parte a acesteia sau întreaga clădire să se poată prăbuși, iar baza de construcție sau fundația să se poată deteriora ca urmare a deformării capacității de transport a construcției.

Pentru a determina îndeplinirea condițiilor menționate de lege este necesar să se emită un aviz pozitiv asupra gradului proiectat și derivat de rezistență mecanică, de stabilitate și protecție seismică a clădirii, de către o entitate care desfășoară activități de cercetare științifică, respectiv institutul științific IZIS²⁷, specializat în domeniul protecției seismice a clădirilor.

Acest aviz se acordă numai pentru clădirile pentru care conform reglementărilor de proiectare, proiectul de bază trebuie să cuprindă și un proiect de construcție. Avizul se referă la proiectul de construcție care face parte integrantă din proiectul de bază, așa cum este depus de investitor odată cu cererea de obținere a autorizației de construire.

²⁷ <https://msz.iziis.ukim.edu.mk/>

IZIIS va emite un aviz privind gradul proiectat de rezistență mecanică, stabilitate și protecție seismică a clădirilor cu suprafața desfășurată brută de până la 5.000 m², care urmează să fie eliberat investitorului în termen de 15 zile de la primirea cererii. În caz contrar, se consideră că avizul emis este pozitiv, iar dacă în viitor din cauza neacționării s-au produs pagube, obligația de despăgubire a prejudiciului va fi suportată de IZIIS.

Antreprenorul/investitorul unui proiect de construcție este obligat să emită o opinie despre gradul proiectat de rezistență mecanică, stabilitate și protecție seismică a construcției în timpul construcției și după încheierea construcției clădirii.

Pentru clădirile destinate locuințelor individuale cu o suprafață brută desfășurată de până la 300 m², nu este obligatoriu avizul asupra gradului proiectat de rezistență mecanică, stabilitate și protecție seismică a clădirii.

Prețul avizului se stabilește de entitatea care desfășoară activitatea de cercetare științifică, după acordul prealabil al Guvernului Republicii Macedonia și se publică în Monitorul Oficial.

Valoarea compensației se determină în funcție de nivelul de protecție la nivel seismic, tipul și clasificarea clădirii, zona seismică în care se află clădirea, materialul din care se construiește clădirea, complexitatea sistemului de construcție, aria de calcul, lungimea și înălțimea clădirii.

În cazul în care după finalizarea construcției și darea în folosință a clădirii se produc avarii din cauza neîndeplinirii condițiilor de rezistență mecanică, stabilitate și protecție seismică a clădirii, obligația de despăgubire revine entității care desfășoară activitatea de cercetare științifică, IZIIS.

Nicio clădire nu poate obține un act de autorizare pentru utilizare dacă nu sunt îndeplinite toate standardele, inclusiv avizul din partea IZIIS. Examinarea tehnică a clădirii impune din partea inginerilor desemnați să verifice eventualele erori privind atât opiniile investitorului asupra proiectului, cât și ale IZIIS cu privire la avizul privind standardele de protecție seismică.

Legea impune ca toate tipurile de construcții, inclusiv podurile și barajele, să dețină un aviz al IZIIS. Procedura IZIIS se aplică în faza de construcție, când se utilizează beton și se verifică armătura de oțel. Nu trebuie să existe modificări ale materialelor proiectate care vor fi utilizate.

IZIIS a elaborat harta seismică a țării astfel încât investitorii și constructorii să poată determina coordonatele proiectului lor²⁸. Pe această bază, IZIIS va estima parametrii proiectului de construcție în raport cu standardele cerute în Caietul de reguli privind caracteristicile tehnice ale instalațiilor de construcții înalte într-o zonă seismică. Regulamentul interzice metoda de estimare a forțelor pe baza hărții seismice, fiind necesară stabilirea sarcinii echivalente statice a clădirii.

Fără avizul IZIIS, clădirea nu poate obține autorizație de utilizare. **În plus, dacă din cauza activităților seismice pe care proiectul ar fi trebuit să le suporte, construcția prezintă daune, sarcina de despăgubire revine IZIIS, alături de constructori și investitori.** Art. 156 al legii stabilește o amendă de 17.000 de euro pentru constructorii și investitorii care nu solicită un aviz IZIIS, iar inginerii de proiect pot fi amendați cu 8.500 euro/persoană.

²⁸ https://msz.iziis.ukim.edu.mk/Docs/7_Seizmicko_zoniranje.pdf

SLOVACIA

Conform § 47, lit. k, din Legea construcțiilor²⁹, clădirile trebuie să fie proiectate astfel încât să corespundă pe toată durata de viață cerințelor de bază aplicabile construcțiilor și să fie realizate din materiale adecvate, care să realizeze cea mai mare protecție posibilă împotriva vântului, precipitațiilor, zgomotului, vibrațiilor, șocurilor, radiațiilor ionizante din geologia subiacentă, efectele zonelor geopatogene sau curenților din apele subterane și de suprafață.

Conform § 48, construcțiile trebuie efectuate în conformitate cu proiectul realizat și cu autorizația de construire, trebuind să îndeplinească cerințele de bază pentru construcții.

La construcția unui imobil trebuie urmărit ca stabilitatea clădirilor învecinate să nu fie periclitată prin construcția noii clădiri și să nu fie modificate condițiile de bază ale parcelelor învecinate. Clădirile și terenurile învecinate, a căror stabilitate sau condiții de fundație ar putea fi amenințate de realizarea unei clădiri, trebuie asigurate înainte de începerea lucrărilor de construcție.

Structurile portante trebuie să reziste în permanență și în siguranță la sarcina produsă de clădire, respectiv folosirea clădirii, (inclusiv influențele exterioare) și să transfere aceste sarcini în fundațiile clădirii. Structurile portante trebuie să reziste permanent și în siguranță la sarcina de incendiu.

Clădirile dintr-o zonă cu pericol seismic trebuie să îndeplinească cerințele corespunzătoare gradului de posibilă seismicitate a zonei.

Clădirile, modificările și lucrările de întreținere ale acestora pot fi efectuate numai în baza unei autorizații de construire sau pe bază de notificare către autoritatea de construcție. Autorizația de construire este necesară, cu excepția cazului în care legea și normele sale de aplicare sau reglementările speciale prevăd altfel, pentru construcțiile de orice fel, indiferent de proiectarea, scopul și durata lor de construcție. O autorizație de construcție este, de asemenea, necesară pentru modificări aduse construcției, în special pentru completări, realizarea de suprastructuri și modificări de clădire.

Notificarea către autoritatea competentă este suficientă:

- a. în cazul unei clădiri simple, pentru extinderea acesteia, dacă acest lucru este aprobat de biroul de construcții în decizia de zonare;
- b. în cazul construcțiilor mici care îndeplinesc o funcție suplimentară față de construcția principală și care nu pot afecta semnificativ mediul;
- c. în cazul modificărilor aduse clădirii, care nu modifică semnificativ aspectul său, nu interferează cu structurile de susținere ale clădirii, nu modifică modul de utilizare a clădirii și nu amenință interesele economice ale companiei;

²⁹ <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/1976/50/20230101.html>

- d. în lucrările de întreținere care ar putea afecta stabilitatea clădirii, siguranța la incendiu a clădirii, aspectul acesteia sau mediul înconjurător, precum și în toate lucrările de întreținere ale clădirii care este monument cultural;
- e. în construcția de rețele de comunicații electronice (suporturi de echipamente de telecomunicații) amplasate pe obiecte existente, care nu depășesc o înălțime de 6 m, o lățime de 2,5 m și nu interferează cu structurile de susținere a clădirii;
- f. în cazul construcțiilor de la parter ale rețelelor de comunicații electronice, dacă suprafața lor construită nu depășește 25 m² și înălțimea este de 4,5 m;
- g. la înlocuirea sau completarea echipamentelor de telecomunicații pe construcțiile existente ale rețelelor de comunicații electronice, când nu există nicio modificare a construcției;
- h. în cazul amplasării unui banner de publicitate, dacă suprafața de informare este mai mică de 3 m².

În autorizația de construcție, biroul de construcții stabilește condițiile obligatorii pentru construcția și utilizarea clădirii și decide asupra obiecțiilor participanților la procedură. Autoritatea de construcții va asigura, în condițiile specificate, în special protecția intereselor societății în timpul construcției și utilizării clădirii, complexității clădirii, respectarea cerințelor tehnice generale de construcție, eventual alte reglementări și standarde tehnice, precum și respectarea cerințelor stabilite de autoritățile în cauză, în special excluderea sau limitarea efectelor negative ale clădirii și ale utilizării acesteia asupra mediului.

SLOVENIA

În Republica Slovenia, problema construcției antiseismice este reglementată de *"Regulile privind rezistența mecanică și stabilitatea lucrărilor de construcții"*, fiind prima țară UE care a încorporat standardul european pentru proiectarea structurilor de rezistență la cutremur, Eurocode8, standardul sloven fiind SIS EN-1998.

În conformitate cu prevederile art. 6 alin (1), proiectarea, construcția și întreținerea structurilor, regulile stabilite de alte standarde, orientări tehnice sau alte documente tehnice pot fi utilizate în locul Eurocod-urilor, dacă, ținând cont de principiile acestuia din urmă, este posibil să se asigure cel puțin un nivel echivalent de conformitate cu cerințele specificate în Eurocode8.

Clădirile trebuie proiectate, construite și întreținute astfel încât impactul care poate să apară în anumite situații în timpul construcției și utilizării să nu producă³⁰:

³⁰ <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV6452>

- demolarea întregii sau a unei părți a clădirii;
- deformații mai mari decât nivelurile admisibile;
- deteriorarea altor părți ale clădirii, cablajelor și echipamentelor instalate din cauza deformărilor majore ale structurii de susținere;
- daune cauzate de un eveniment, a cărui amploare este disproporționat de mare în raport cu motivul subiacent.

Clădirile trebuie proiectate, construite și întreținute astfel încât structura lor portantă să mențină capacitatea necesară în caz de incendiu în perioada de timp specificată pentru fiecare grup de clădiri prin reglementările privind securitatea la incendiu a clădirii.

Pot fi îndeplinite cerințe privind rezistența mecanică și stabilitatea clădirilor:

- prin proiectarea și construirea în conformitate cu principiile și regulile Eurocodurilor;
- prin respectarea principiilor și aplicarea semnificativă a regulilor Eurocodului în proiectarea și construcția clădirilor (de exemplu, geometria neobișnuită a unei clădiri) sau utilizarea materialelor de construcție (de exemplu, sticlă), care nu sunt abordate direct de Eurocoduri.

De asemenea, potrivit documentului tehnic menționat mai sus, proiectantul trebuie să indice în mod explicit în proiectul de proiectare structurală pentru obținerea autorizației de construire dacă proiectul este întocmit în conformitate cu normele EC8 sau SIS EN-1998.

SPANIA

În Spania, Comisia permanentă pentru standarde seismice este entitatea colegială care are ca scop, printre altele, studierea, elaborarea și propunerea standardelor privind rezistența la seism, aplicate în domeniile ingineriei și arhitecturii.

Reglementările antiseismice în vigoare în Spania sunt stabilite prin Standardul de construcție rezistentă la seism: părți generale și clădiri³¹ (NCSE-02) și în Standardul de construcție rezistentă la seism: poduri³² (NCSP-07).

Ambele reglementări stabilesc condițiile tehnice pe care trebuie să le îndeplinească structurile construite pentru a se asigura că, în caz de activitate seismică și de apariție a unui cutremur major, răspunsul lor structural evită consecințele grave asupra siguranței oamenilor, evită pierderile economice și păstrează funcționale serviciile de bază ale societății.

Regulamentul prevede criteriile care trebuie aplicate în proiectele, construcțiile, modificările și conservarea clădirilor, având în vedere, în principal:

³¹ https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/0820200.pdf

³² https://iisee.kenken.go.jp/worldlist/49_Spain/NCSP-07.pdf

- i. tipul construcțiilor, clasificându-le în funcție de prejudiciul pe care le poate provoca distrugerea lor, de exemplu spitale și structuri de comunicații clasificate ca fiind de importanță deosebită;
- ii. pericolul seismic al fiecărui teritoriu, așa cum este evidențiat pe Harta pericolului seismic, care ia în considerare și intensitatea cutremurului conform Scalei Macroseismice Europene (scara EMS);
- iii. tipul de teren și propagarea undelor seismice în acesta.

În plus, în prezent este în curs de pregătire un Decret Regal de aprobare a standardului de construcție rezistentă la seism NCSR-22³³, care a fost supus spre informare publică până în iulie 2022.

Scopul noului regulament este revizuirea și actualizarea legislației în vigoare în prezent și, pe scurt, adaptarea reglementărilor la stadiul actual al cunoștințelor privind seismologia și ingineria seismică, precum și la cadrul de reglementare în care acestea trebuie să funcționeze.

Printre principalele noutăți care urmează să fie incluse în noul cadru legal, trebuie subliniată nu doar actualizarea cerințelor tehnice, ci și evaluarea seismică a clădirilor existente și adaptarea seismică a acestora în cazurile în care lucrările de reabilitare structurală respectă principiile stabilite de Eurocode8 privind parametrii seismici.

Terenul este clasificat în funcție de capacitatea sa de a produce mărirea mișcării seismice care apare în rocă, ce depinde de grosimea solurilor superficiale și de viteza medie de propagare a undelor seismice transversale. Terenul poate să fie omogen sau alcătuit din mai multe straturi de următoarele tipuri (de la I la IV)³⁴:

- strat de sol tip I: rocă compactă sau sol cimentat, cu viteza de propagare a undelor elastice transversale $v_s > 800$ m/s;
- strat de sol de tip II: rocă foarte alterată sau foarte fracturată, soluri granulare dense sau soluri dure coezive, cu viteza de propagare a undelor elastice transversale $800 \text{ m/s} \geq v_s > 360$ m/s;
- strat de sol de tip III: sol granular de compactitate medie sau sol coeziv de consistență fermă spre foarte fermă, cu viteza de propagare a undelor elastice transversale $360 \text{ m/s} \geq v_s > 180$ m/s;
- strat de sol tip IV: sol granular afânat sau sol moale coeziv, cu viteza de propagare a undelor elastice transversale $v_s \leq 180$ m/s.

Valorile parametrilor care descriu spectrul elastic al răspunsului vertical a_{vg}/a_g sunt cuprinse între 0,75 și 1.

³³ <https://www.mitma.gob.es/el-ministerio/buscador-participacion-publica/audiencia-e-informacion-publica-sobre-el-proyecto-de-real-decreto-por-el-que-se-aprueba-la-norma-de-construccion-sismorresistente-ncsr-22>

³⁴ https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/listado/recursos/an-une-en1998-6-partes-rev-tabla_0.pdf

În Raportul proiectelor de construcție trebuie inclusă o secțiune despre acțiunile seismice, care va fi o cerință necesară pentru aprobarea proiectului de către colegiul profesional corespunzător, precum și pentru primirea licenței municipale și a altor autorizații/proceduri care sunt gestionate de către diferitele structuri ale administrației publice³⁵.

În plus, atunci când are loc un cutremur de intensitate mare, trebuie întocmit un proces-verbal pentru fiecare clădire situată în zone cu o intensitate egală sau mai mare de VII/scara EMS, în care se analizează consecințele cutremurului asupra clădirii respective și tipul măsurilor care trebuie luate, dacă este cazul³⁶.

Încălcarea obligațiilor legale constituie, printre altele, o încălcare a legii privind protecția consumatorului, iar regimul general de sancționare privind protecția consumatorilor și utilizatorilor prevăzut de legislația generală și de reglementările regionale corespunzătoare se aplică, fără a aduce atingere competențelor atribuite Direcției generale de asigurări și a fondurilor de pensii³⁷.

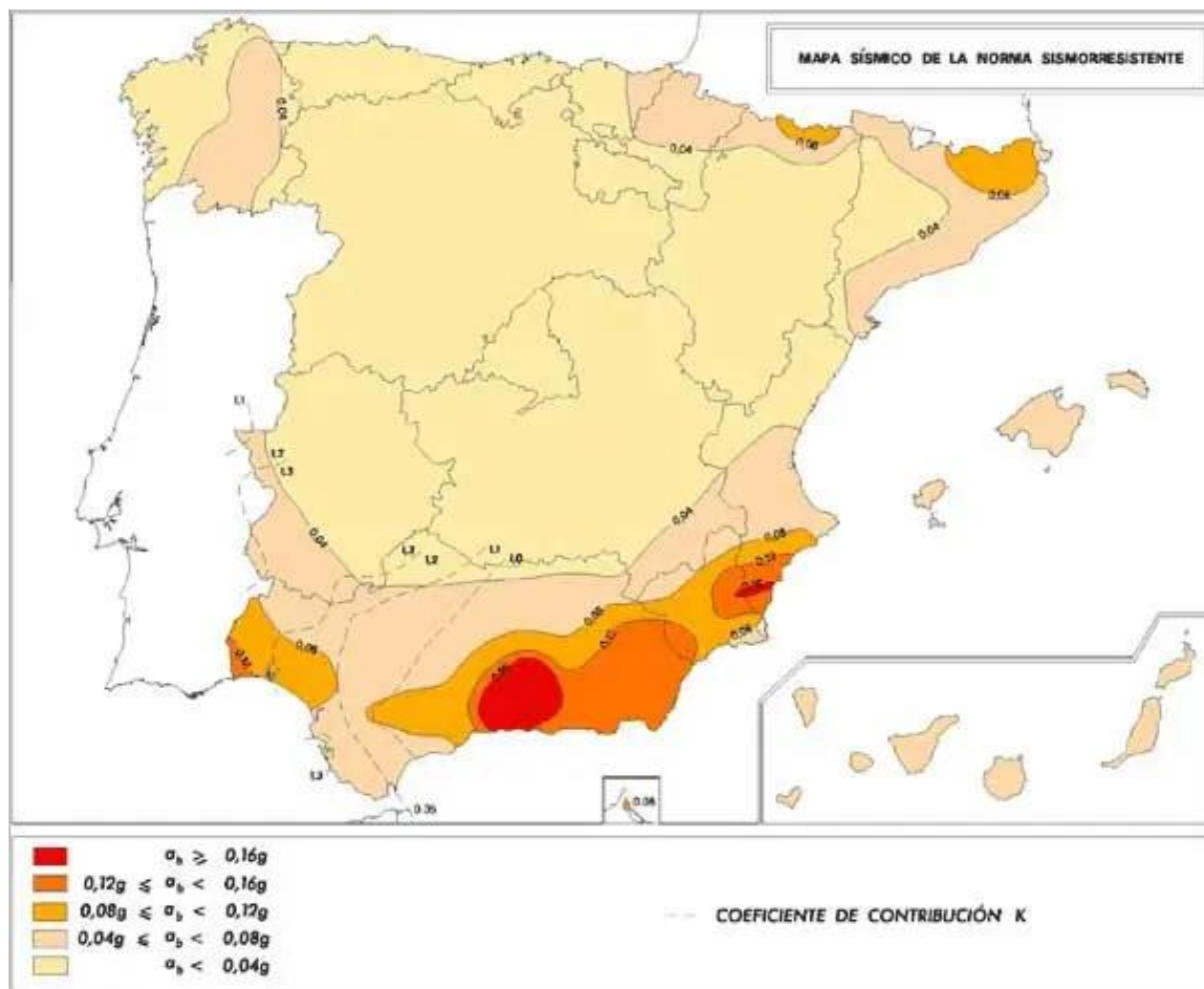
Activitatea **seismică în Spania** este moderată, iar zonele seismice cu cea mai mare activitate sunt concentrate în sudul Spaniei, așa cum se poate observa în harta hazardului seismic a standardului spaniol de rezistență seismică NCSE-02. Cea mai mare accelerație orizontală pentru Spania este situată în extremul sud-est și atinge valori de 0,24 g în timp ce cele mai mici valori sunt în jur de 0,04 g și sunt situate în centrul platoului³⁸.

³⁵ art. 1.3.1 NCSE-02.

³⁶ art. 1.3.3 NCSE-02.

³⁷ art. 7 al Legii nr. 38/1999 privind reglementările în construcții

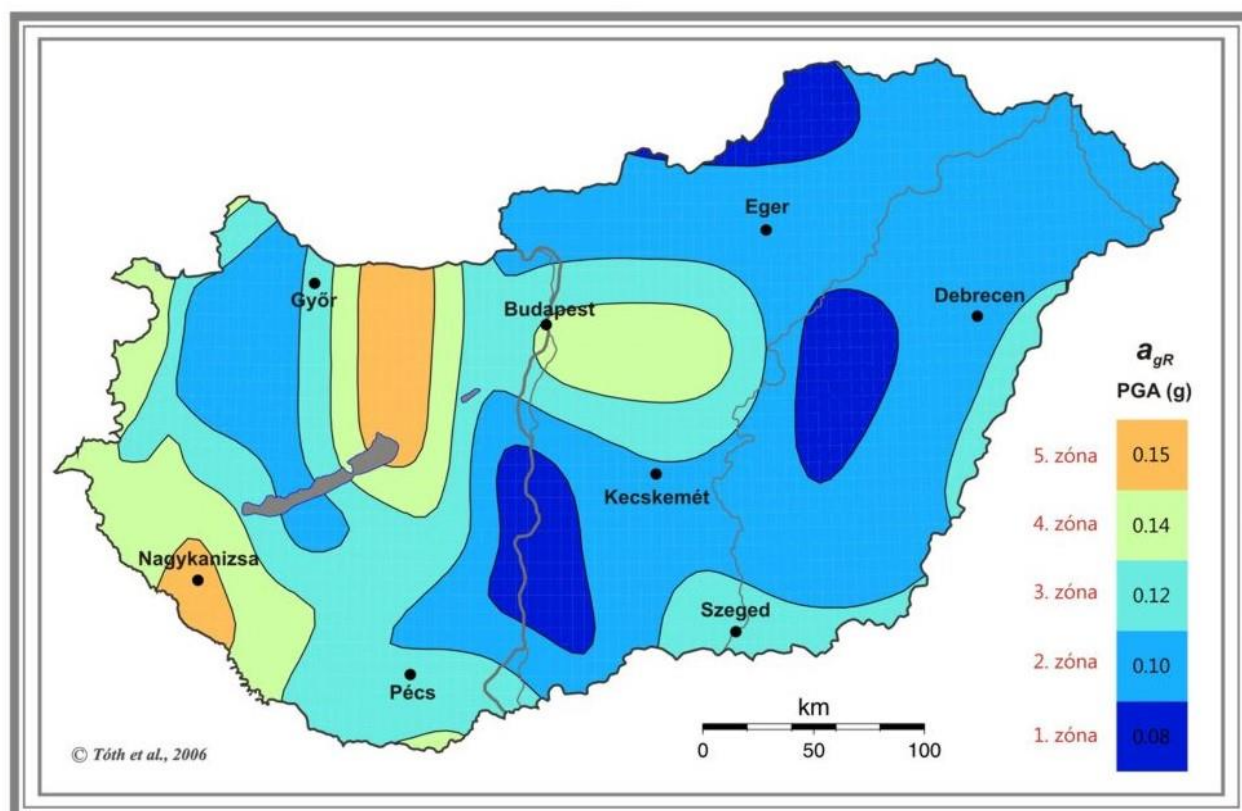
³⁸ <https://geotecniafacil.com/calculo-sismico-ncse-02/>



UNGARIA

În calitate de stat membru al UE, Ungaria utilizează standardul Eurocode8 (MSZ EN 1998-1), care prescrie o metodologie de proiectare uniformă în întreaga UE. Harta zonei seismice a Ungariei³⁹ evidențiază rata de accelerare a solului care trebuie să fie luată în considerare la proiectarea noilor clădiri.

³⁹ http://www.georisk.hu/Maps/EC8_zones_A4.jpg



ROMÂNIA

Concepția de protecție antiseismică a construcțiilor⁴⁰ a apărut după seismul din 10 noiembrie 1940, fiind introduse treptat norme obligatorii de proiectare antiseismică a construcțiilor în raport cu evoluția cunoștințelor și datelor existente, precum și cercetărilor din țară și străinătate. În 1963, 1970, 1981 și 1991 s-au introdus în practică noi normative de proiectare antiseismică, standarde, instrucțiuni și norme de specialitate pentru diferitele tipuri de construcții. Efectele relativ reduse ale seismului din 1977 asupra unor clădiri concepute potrivit normativelor din anul 1963 și 1970 în comparație cu efectele distrugătoare asupra clădirilor înalte executate fără protecție antiseismică anterior anului 1940 sunt concludente în privința concepției de bază a normativelor românești. Trebuie menționat faptul că abia după 1977 și 1990 au fost obținute prin rețeaua de seismografe INCERC datele ingineresti despre caracteristicile mișcărilor seismice puternice pe teritoriul României, necesare unei abordări moderne a calculelor.

În normativul pentru proiectarea și realizarea construcțiilor rezistente la cutremur SI100/1991 se prevăd măsuri la nivelul unor norme similare din țări cu

⁴⁰ https://isuji.ro/wp-content/uploads/2014/04/pregatirea_populatiei_in_vederea_protectiei_antiseismice.pdf

seismicitate ridicată. Astfel prin protecția antiseismică a construcțiilor se urmărește limitarea degradărilor, a avariilor, precum și evitarea prăbușirii elementelor structurale de rezistență, ale celor nestructurale (pereți despărțitori, alte elemente secundare), ale echipamentelor și instalațiilor, avându-se în vedere:

- (1) evitarea pierderilor de viați omenești sau a rănirii oamenilor;
- (2) evitarea întreruperii activităților și a serviciilor esențiale pentru menținerea continuității vieții sociale și economice în timpul cutremurului și imediat după cutremur;
- (3) evitarea distrugerii sau a degradării unor bunuri culturale și artistice de mare valoare;
- (4) evitarea degajării unor substanțe periculoase (toxice, explozibile);
- (5) limitarea pagubelor materiale.

În practică, aceste deziderate se realizează prin proiectarea antiseismică, execuția și exploatarea construcțiilor conform unor prevederi tehnice detaliate, riguroase care țin seama de cercetările specialiștilor, inclusiv în privința proiectării antiseismice urbane.

Normele de proiectare acceptate în toate țările care au probleme legate de activități seismice admit următoarele tipuri de avarii pentru construcțiile solicitate de un cutremur:

- la elemente ale structurii de rezistență - degradări locale, asociate deformațiilor post-elastice previzibile;
- la elementele nestructurale - degradări mai extinse, dar care nu pun în pericol viețile omenești sau valori materiale importante.

Aceste concesii sunt impuse de limitele dezvoltării tehnico-economice inclusiv în țările dezvoltate. Eficiența măsurilor de protecție antiseismică, caracteristice unor norme, trebuie corelată, în măsura în care cutremurul s-a încadrat în șirul de evenimente seismice ce au condus la cuantificarea parametrilor de calcul din norme, cu ponderea statistică a clădirilor care au suferit diverse avarii, raportat la fondul construit conform respectivelor norme. Din aceste motive responsabilitatea pentru protecția antiseismică a construcțiilor trebuie evaluată pe baza criteriilor privind respectarea prevederilor criteriilor de proiectare, de execuție și de exploatare, și nu prin prisma apariției, în cazul unor construcții individuale, a unor urmări mai deosebite.

Pe lângă măsurile de protecție antiseismică ce privesc realizarea unor viitoare clădiri, probleme specifice ridică și evaluarea nivelului de protecție și punerea în siguranță a acelor clădiri deja construite, la proiectarea cărora nu erau valabile exigențele normelor actuale, problemele fiind atât de natură tehnică, cât mai ales de natură financiară. Normele românești în vigoare prevăd modalități tehnice de abordare a acestei probleme. Există în același timp o serie de cauze care nu țin direct de rezistența structurilor sau care se încadrează în degradările admisibile, dar care reprezintă pericole evidente pentru viața și integritatea corporală a populației din zonele seismice cum ar fi:

- căderea unor obiecte în locuință;

- căderea unor elemente secundare de construcții (zidării, placaje, tencuieli, parapetei, cornișe, coșuri, ornamente) în afara locuinței;
- garduri de zidărie sau beton degradate sau instabile;
- monumente, firme și vitraje;
- stâlpi și fire electrice;
- versanți;
- efecte seismice secundare (incendii, inundații).

Metodele clasice de predicție a cutremurelor sunt cele statistice (aprecierea pe baza datelor istorice a periodicității unor evenimente de o anumită magnitudine sau intensitate) aplicabile și în cazul zonei Vrancea. Aprecierea caracteristicilor viitoarelor cutremure este cu atât mai exactă cu cât se dispune de mai multe date privind cutremurele anterioare. Date suplimentare (pe lângă cele de natură seismologică), utilizate pentru predicția cutremurelor sunt cele furnizate de fenomenele precursore de natura geologică, geofizică sau biologică. Astfel de preocupări se întâlnesc în țări cu activitate seismică importantă, cum sunt Japonia, SUA, Rusia sau China.

Clădirile nu sunt proiectate să reziste la o anumită magnitudine a cutremurului, iar abordarea proiectării este una mult mai complexă. Clădirile sunt proiectate să reziste la forțele pe care un cutremur le poate crea în locul unde este situată clădirea, adică la modul în care se resimte cutremurul în acea zonă.

Clădirile din București sunt proiectate să reziste la cutremurele care pot avea loc în Vrancea, iar normativele de proiectare seismică de astăzi presupun diferite tipuri de exigențe, de moduri în care trebuie să se comporte clădirile, pentru două categorii de cutremure:

- cutremurele cu interval mediu de recurență de 50 de ani (care nu înseamnă că apar la fiecare 50 de ani, ci că apar în medie de 10 ori într-un interval de 500 de ani) - un astfel de cutremur este cel din Vrancea din 1977;
- cutremurele cu interval mediu de recurență de 250 de ani (care în medie apar de aproximativ 4 ori în 1.000 de ani).

Într-o variantă simplă de explicare a modului în care se face proiectarea clădirilor, cutremurele se echivalează cu forțele ce acționează asupra clădirii din lateral, forțe care, în general sunt egale cu un anumit procent din greutatea respectivelor clădiri. Motivul este acela că forțele seismice sunt inerțiale, pământul se mișcă, iar clădirile au tendința de a sta pe loc, de aceea forțele sunt cu atât mai mari cu cât clădirile sunt mai grele.

Se poate urmări cum au evoluat cerințele de rezistență la cutremur în normativele de proiectare:

- anul 1941 - 5% din greutatea clădirii
- anul 1963 - 4,6% din greutatea clădirii
- anul 1970 - 3,4% din greutatea clădirii
- anul 1978 - 6,8% din greutatea clădirii
- anul 1992 - 8,5% din greutatea clădirii

- anul 2004 - 8,3% - 8,9% din greutatea clădirii
- anul 2013 - 11 - 12% din greutatea clădirii

Forțele seismice la care sunt proiectate clădirile de astăzi sunt de aproape 3 ori mai mari față de cele la care se proiectau clădirile de dinainte de 1978, iar față de cele proiectate în perioada 1978 - 1992 sunt cu aproximativ 80% mai mari. Acest lucru se realizează în condițiile în care din fondul de locuințe existent la nivelul capitalei, 700.000 au fost construite înainte de 1990, iar 400.000 sunt construite înainte de anul 1977⁴¹.

Codul de proiectare seismică

Un sistem structural este înzestrat cu capacitatea de rezistență specificată în orice cod de proiectare seismică. Acest nivel de rezistență implică respectarea tuturor condițiilor date în cod pentru obținerea capacității necesare de disipare de energie (ductilitate) în zonele proiectate special pentru a disipa energia seismică, care se numesc zone disipative sau zone critice.

În proiectarea unei construcții se pot avea în vedere și măsuri de ductilizare structurale mai reduse, cu sporirea corespunzătoare a valorilor de proiectare ale forțelor seismice.

Structura clădirii este verificată la stabilitatea de ansamblu sub acțiunea seismică de proiectare. Se au în vedere atât stabilitatea la răsturnare, cât și stabilitatea la lunecare.

Calculul structural trebuie să în considerare, atunci când sunt semnificative, efectele de ordinul 2. Astfel, se vor limita deplasările laterale sub acțiunea seismică asociată *stării limită ultime* astfel încât:

- să se asigure o marjă de siguranță suficientă a deformației laterale a structurii față de cea corespunzătoare prăbușirii; în felul acesta condiția de limitare a deformațiilor structurale exprimă o condiție de limitare a cerințelor de ductilitate
- să se evite riscul pe care-l poate prezenta pentru persoane prăbușirea componentelor nestructurale; în acest scop prinderile componentelor nestructurale de structură trebuie să asigure stabilitatea acestora sub acțiunea seismică de proiectare.

Calculul structural este bazat pe un model adecvat al structurii care, atunci când este necesar, ia în considerare interacțiunea cu terenul de fundare, cu elementele nestructurale sau cu clădirile învecinate. Metodele de calcul vor fi diferențiate din punct de vedere al complexității și instrumentelor folosite, în funcție de importanța construcției, caracteristicile structurii, regimul de înălțime, zona seismică de calcul și de incertitudinile legate de caracteristicile acțiunii și răspunsului seismic.

⁴¹ <https://www.zf.ro/zf-24/adrian-stoichina-director-operational-prima-development-group-21615035>

La execuția construcțiilor se utilizează materiale cu proprietățile celor prevăzute în proiect, având calitate atestată conform prevederilor legale. De asemenea, se vor aplica tehnologii de execuție în măsură să asigure realizarea în siguranță a parametrilor structurali prevăzuți prin proiect.

La proiectarea construcțiilor care pun probleme tehnice și/sau economice deosebite (construcții de importanță majoră, construcții cu grad mare de repetabilitate, construcții cu dimensiuni și/sau cu caracteristici deosebite etc.) se vor elabora studii teoretice și experimentale vizând, după necesități, aprofundarea unor aspecte cum sunt:

- influența condițiilor locale ale amplasamentului asupra cerințelor seismice și asupra răspunsului structural;
- stabilirea caracteristicilor de rezistență și de deformabilitate, în diferite stadii de comportare, ale elementelor structurale și ale structurii în ansamblu prin cercetări experimentale pe modele la scară redusă sau pe prototipuri în mărime naturală;
- dezvoltarea și aplicarea unor metode avansate de calcul în măsură să reflecte cât mai fidel comportarea structurii, evidențiind evoluția stărilor de solicitare pe durata cutremurului.

Pentru proiectarea construcțiilor noi la acțiunea seismică, teritoriul României, ca și al altor state europene, este împărțit în zone de hazard seismic, care poate fi considerat constant, pentru simplificare. Nivelul de hazard seismic este un nivel minim pentru proiectare.

Hazardul seismic pentru proiectare este descris de valoarea de vârf a accelerației seismice orizontale a terenului, a_g determinată pentru un interval mediu de recurență (IMR) de referință, valoare numită “accelerația terenului pentru proiectare”. Mărimea a_g astfel definită este valoarea caracteristică a accelerației seismice orizontale a terenului pentru determinarea valorii caracteristice a acțiunii seismice, A_{Ek} .

Convențional, valoarea de proiectare a acțiunii seismice A_{Ed} este egală cu valoarea caracteristică a acțiunii seismice A_{Ek} înmulțită cu factorul de importanță și expunere a construcției $\gamma_{I,e}$:

$$A_{Ed} = A_{Ek} \cdot \gamma_{I,e}$$

Valorile accelerației terenului pentru proiectare, a_g sunt indicate în figura următoare. Valorile a_g corespund unui interval mediu de recurență IMR de 225 ani (probabilitate de depășire de 20% într-un interval de 50 de ani). Mărirea nivelului de hazard seismic este justificată de următoarele considerente:

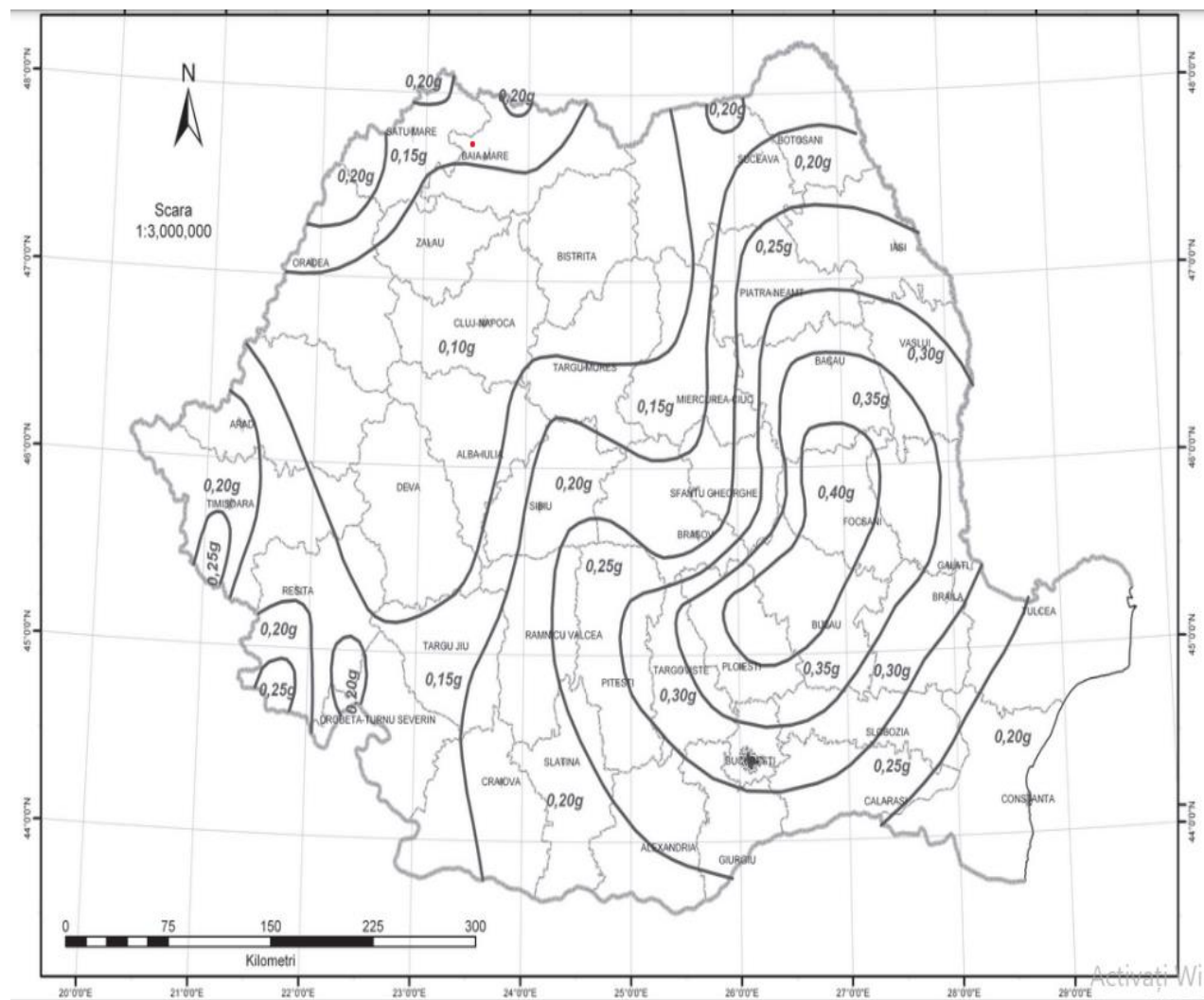
- i. mărirea nivelului de siguranță al utilizatorilor clădirilor;
- ii. reducerea pierderilor seismice așteptate pe durata de viață proiectată a clădirilor;
- iii. procesul de aliniere la nivelul de hazard seismic recomandat de SR EN 1998-1.

Mișcarea seismică într-un punct pe suprafața terenului este reprezentată prin spectre de răspuns elastic pentru accelerații absolute. Acțiunea seismică orizontală pentru proiectarea clădirilor este descrisă prin două componente ortogonale ale mișcării seismice considerate independente între ele.

Spectrul de răspuns elastic al accelerațiilor absolute pentru componentele orizontale ale mișcării terenului în amplasament, $S_e(T)$ (în m/s^2), este definit astfel:

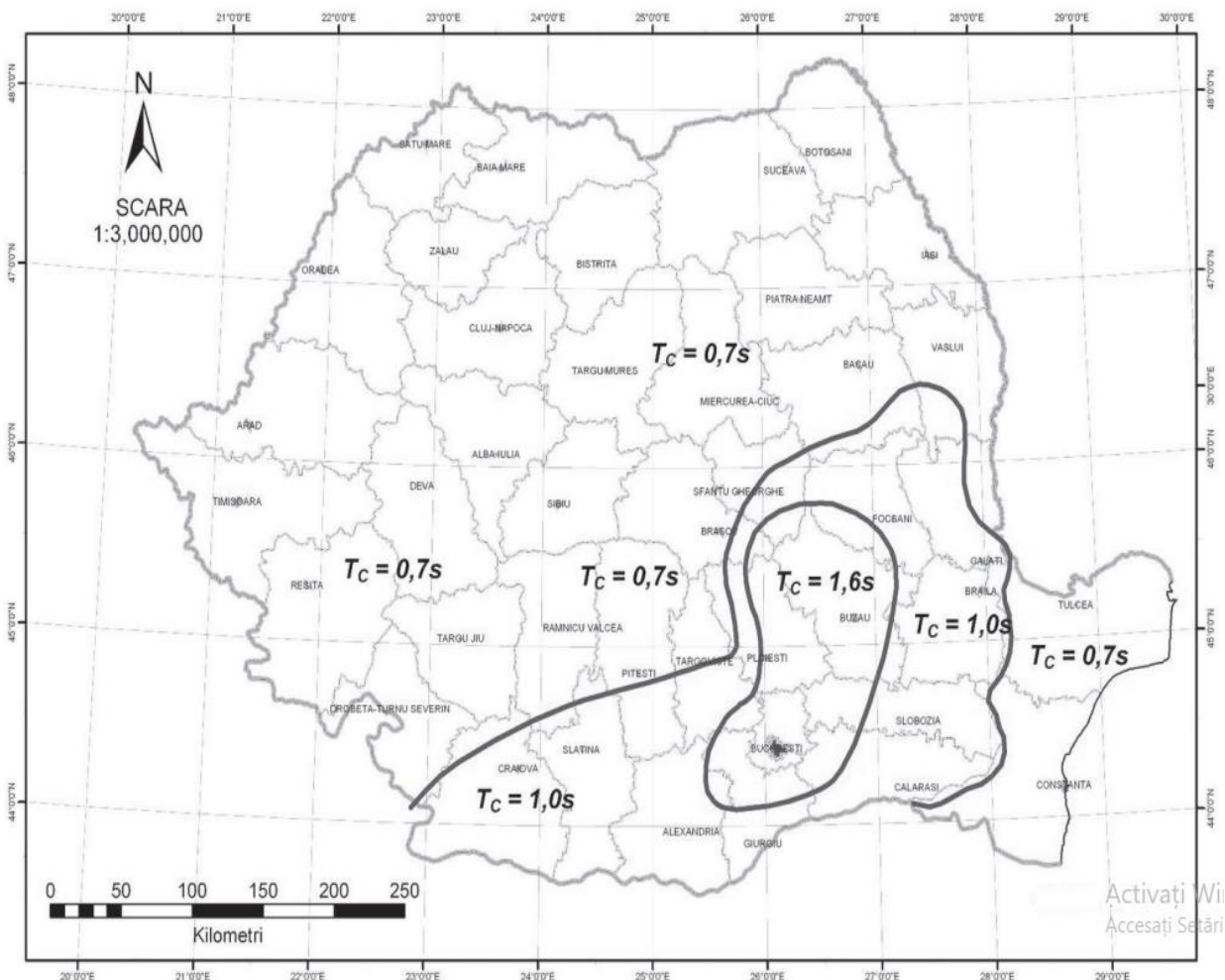
$$S_e(T) = a_g \cdot \beta(T)$$

unde $\beta(T)$ este spectrul normalizat de răspuns elastic al accelerațiilor absolute.



Perioadele de control (colț) T_B , T_C , T_D ale spectrului de răspuns pentru componentele orizontale ale mișcării seismice sunt următoarele:

T_B	0,7 s	1 s	1,6 s
T_C	0,14 s	0,20 s	0,32 s
T_D	3 s	3 s	2 s



Valoarea de vârf a accelerației pentru componenta verticală a mișcării terenului a_{vg} se evaluează ca fiind egală cu $0,7 a_g$

- accelerația orizontală maximă a terenului, pentru București $a_g = 0,30 g$;

Pentru municipiul București, în cazul utilizării pentru calculul structural a metodei forțelor laterale statice echivalente, pentru construcțiile și structurile a căror perioadă proprie de vibrație în modul fundamental T_1 se situează în intervalul $1,4 s - 1,6 s$, valoarea factorului de amplificare dinamic maxim se înmulțește cu $1,2$.

Distribuțiile de forțe laterale conform normelor de proiectare Eurocode8 utilizează în general forțe laterale invariabile. Dintre codurile de proiectare, dintre care Eurocode8 și P100 - 2013 prescriu utilizarea a cel puțin două distribuții de forțe laterale:

- (1) distribuție uniformă cu forțe proporționale cu masa nivelului pe care acționează, punând în evidență solicitările de forță tăietoare produse în etajele inferioare ale unei clădiri multietajate;

- (2) distribuție modală conform primului mod de vibrație (forțele rezultând din combinația câtorva moduri semnificative de vibrație), prin care se pun în evidență momentele de răsturnare⁴².

Un factor important în evoluția rezistenței la cutremur a clădirilor ține și de evoluția calității materialelor folosite în realizarea structurilor de rezistență. De-a lungul timpului, în România au fost folosite 3 tipuri de armături pentru realizarea structurilor de beton armat. Înainte de 1977 se folosea în special oțelul de tip OB37 pentru armarea structurilor de rezistență, un oțel neamprentat cu rezistență redusă. După 1977 s-a renunțat complet la utilizarea oțelului neamprentat, iar oțelul utilizat în principal pentru construcții a fost PC52, un oțel amprentat cu rezistență medie. După implementarea standardelor europene, oțelul de tip PC52 a fost înlocuit treptat, după anul 2013 fiind înlocuit aproape complet cu oțel de înaltă rezistență de tip Bst500.

Oțelurile folosite astăzi au o rezistență de aproape 2 ori mai mare decât cele folosite înainte de 1977 și cu aproape 50% mai mare decât cele folosite între 1977 și 2013. În privința betoanelor utilizate în structuri, rezistența acestora a crescut constant în ultimii ani, ca urmare a îmbunătățirii tehnologiilor de producere a cimentului și a betoanelor. Dacă în perioada anilor 1980 - 1990 cel mai întâlnit beton era cel de clasă C16/20, în prezent clasa minimă acceptată conform normativelor este C20/25, iar cele mai multe construcții de locuințe se fac cu betoane de clasă C30/37, C35/45 sau chiar C40/50 - echivalent betonului tip B600. Betoanele folosite în prezent pentru clădiri sunt de 2 ori mai rezistente decât cele folosite chiar în anii '80-'90, pentru a satisface cerințele normativelor de proiectare seismică actuale.

⁴² https://www.cosminchiorean.com/teze/tezaVSz_PRINT.pdf

BIBLIOGRAFIE / WEBOGRAFIE

- [Guide for the seismic design of road bridges](#)
- [Guidelines for the definition of an anti-seismic strategy in the project of new buildings Spanish proposal to the Eurocode 8: Seismic parameters.](#)
- <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV6452>
- <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2015/02/en.1998.1.2004.pdf>
- <https://mpgi.gov.hr/naslovna-blokovi-133/singled-out/reconstruction-of-the-city-of-zagreb-and-krapina-zagorje-county/reconstruction-of-earthquake-damaged-buildings-in-the-city-of-zagreb-and-krapina-zagorje-county/13723>
- <https://thinkhazard.org/en/report/18-austria/EQ>
- <https://thinkhazard.org/en/report/27-belgium/EQ>
- https://www.cosminchiorean.com/teze/tezaVSz_PRINT.pdf
- <https://archive.org/details/UniformBuildingCode1927>
- <https://legacy.seaonc.org/event/field-act/>
- <https://www.seaoc.org/store/viewproduct.aspx?id=11238558>
- https://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/13_2025.pdf
- https://www.pa-online.it/GisMasterWebClienti/TD0000/GisMasterData/Web/SU/Doc/Modello_2092.pdf
- <https://www.ambientesicurezzanews.it/consulenza-ambientale/agibilita-sismica-definitiva.php>
- <https://depremriskraporu.com/>
- https://shop.austrian-standards.at/action/en/public/details/505434/OENORM_EN_1998-3_2013_10_01;jsessionid=15F2F9A1A05F8A6BEFFA62A8A652BD56
- https://www.researchgate.net/publication/227208511_Zonation_of_Metropolitan_France_for_the_application_of_earthquake-

resistant building regulations to critical facilities Part 1 Seismotectonic zonation

- https://gfzpublic.gfz-potsdam.de/rest/items/item_916888_6/component/file_989908/content?download=true
- <https://likumi.lv/ta/en/en/id/258572-construction-law>
- <https://likumi.lv/ta/id/275007-noteikumi-par-latvijas-buvnormativu-lbn-005-15-inzenierizpetes-noteikumi-buvnieciba->
- <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.E5D5DC3C496B/QggipAbUWC>
- <https://www.managemind.gr/en/news/item/51-certificate-issuing-from-the-council-of-architecture>
- <https://rischi.protezionecivile.it/en/seismic/activities/emergency-planning-and-damage-scenarios/seismic-classification>
- https://www.researchgate.net/publication/326710755_The_Italian_guidelines_for_seismic_risk_classification_of_constructions_technical_principles_and_validation
- <https://www.expatriat.com/forum/viewtopic.php?id=331575>
- <https://www.mdpi.com/2075-5309/11/9/392>
- <https://www.total-croatia-news.com/news/49278-earthquakes-and-building-statics>
- https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/Propisi/Building_Act.pdf
- https://msz.iziis.ukim.edu.mk/Docs/7_Seizmicko_zoniranje.pdf
- <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/1976/50/20230101.html>
- <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV6452>
- https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/0820200.pdf
- https://iisee.kenken.go.jp/worldlist/49_Spain/NCSP-07.pdf

- <https://www.mitma.gob.es/el-ministerio/buscador-participacion-publica/audiencia-e-informacion-publica-sobre-el-proyecto-de-real-decreto-por-el-que-se-aprueba-la-norma-de-construccion-sismorresistente-ncsr-22>
- https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/listado/recursos/an-une-en1998-6-partes-rev-tabla_0.pdf
- <https://geotecniafacil.com/calculo-sismico-ncse-02/>
- http://www.georisk.hu/Maps/EC8_zones_A4.jpg
- https://isujis.ro/wp-content/uploads/2014/04/pregatirea_populatiei_in_vederea_protectiei_antiseismice.pdf
- <https://www.zf.ro/zf-24/adrian-stoichina-director-operational-prima-development-group-21615035>
- <https://msz.iziis.ukim.edu.mk/>
- <https://www.ekathimerini.com/news/37481/earthquake-protection/>
- https://www.academia.edu/13450788/Earthquake_Resistant_Design_in_Italy_Greece_and_Turkey_an_investigation_of_Performance_Based_Seismic_Design
- <https://iclg.com/practice-areas/construction-and-engineering-law-laws-and-regulations/italy>
- <https://www.studiolegalemetta.com/en/italian-building-permit-violations/>
- <https://www.studiolegalemetta.com/en/italian-property-sale/>
- <https://iclg.com/practice-areas/real-estate-laws-and-regulations/greece>
- <https://smartbuilding.gr/en/anti-seismic-constructions/>
- https://www.researchgate.net/publication/255700563_Seismic_vulnerability_assessment_for_buildings_in_Greece_based_on_observed_damage_data_sets
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128235034000117#>
- https://www.researchgate.net/publication/282730086_INTRODUCTION_OF_EUROCODES_IN_BULGARIA_AND_IMPLEMENTATION_OF_EUROCODE_3

- https://adriseismic.adrioninterreg.eu/wp-content/uploads/2021/11/DT.1.1.1_Report-on-collected-norms-and-incentives_final-with-annexes.pdf
- <https://blogs.worldbank.org/europeandcentralasia/deconstructing-construction-permits-poland>
- <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/555-1999-655682>
- <https://www.idealista.pt/news/imobiliario/habitacao/2023/02/09/56663-aml-quase-68-dos-edificios-nasceram-antes-da-lei-de-protecao-sismica>
- http://www.civil.ist.utl.pt/~mlopes/conteudos/SISMOS/SPES_Legisla%C3%A7ao_Reabilita%C3%A7ao_2012.pdf