

Metodologie privind elaborarea hărților de risc seismic

Beneficiar:

Ministerul Dezvoltării, Lucrărilor Publice și Administrației

1. Generalități	6
1.1. Obiect și domeniu de aplicare	6
1.2. Structura reglementării tehnice	7
1.3. Simboluri	8
1.4. Definiții generale	8
1.5. Principiile metodei de analiză a riscului seismic	10
1.6. Validarea rezultatelor analizei de risc seismic	11
1.7. Unități de măsură	11
1.8. Documente normative de referință	12
2. Hazardul seismic	14
3. Expunerea seismică	16
3.1. Colectarea informațiilor	16
3.2. Atribute de bază ale clădirilor	16
4. Fragilitatea seismică	19

5. Riscul seismic

21

5.1. Probabilitatea ca o clădire să se afle într-o anumită stare de avariere

21

5.2. Starea așteptată de avariere

22

5.3. Pierderi economice directe așteptate

22

5.4. Indicatori ai riscului și rezilienței seismice pentru UAT-urile de nivel IV

24

5.5. Indicatori ai riscului și rezilienței seismice pentru UAT-urile de nivel III

25

6. Hărți de risc seismic

27

6.1. Scop și principii generale

27

6.2. Hărți de risc seismic pentru UAT-urile de nivel IV

27

6.3. Hărți de risc seismic pentru UAT-urile de nivel III

28

6.4. Hărți de risc seismic la nivel național

29

6.5. Principii cartografice și tehnice

30

Anexa A. Parametrii pentru determinarea hazardului seismic (normativă)

30

Anexa B. Parametrii funcțiilor de fragilitate seismică (normativă)

112

Anexa C. Exemple de calcul pentru evaluarea riscului seismic (informativă)

120

C.1. Evaluarea riscului seismic pentru o clădire de locuit multi-familială amplasată în municipiul Iași

120

C.2. Evaluarea riscului seismic pentru o clădire cu funcțiune administrativă și de birouri amplasată în municipiul Târgu-Mureș

125

C.3. Evaluarea riscului seismic pentru o clădire de locuit multi-familială amplasată în municipiul București

130

C.4. Evaluarea riscului seismic pentru o unitate administrativ teritorială de nivel IV

135

Anexa D. Model-cadru de caiet de sarcini pentru achiziția serviciilor de elaborare/actualizare a hărților de risc seismic – cerințe tehnice (informativă)

139

D.1. Introducere

139

D.2. Contextul realizării acestei achiziții

139

D.2.1. Informații despre contextul care a determinat achiziționarea serviciilor de elaborare a hărților de risc seismic pentru Unitatea Administrativ-Teritorială [denumirea UAT]

140

D.2.2. Informații despre beneficiile anticipate de către autoritatea/entitatea contractantă

140

D.2.3. Documente de referință

140

D.3. Serviciile solicitate

142

D.3.1. Obiectul contractului

142

D.3.2. Cerințe tehnice minime

142

D.3.3. Livrabile

143

D.3.4. Condiții de prestare a serviciilor

143

D.4. Obligații în sarcina ofertantului / prestatorului

143

D.5. Modalitatea de evaluare a propunerilor tehnice

146

D.6. Obligații în sarcina autorității contractante

149

D.7. Durata contractului

150

D.8. Modalități și condiții de plată

150

1. Generalități

1.1. Obiect și domeniu de aplicare

- (1) Analiza riscului seismic pentru populații de clădiri și elaborarea hărților de risc seismic se realizează în acord cu prevederile din această reglementare tehnică.
- (2) În această reglementare tehnică prin analiza riscului seismic se cuantifică starea așteptată de avariere a clădirilor și valorile absolute și relative ale pierderilor economice directe așteptate asociate acestora care se produc ca urmare a producerii unui cutremur. Starea așteptată de avariere reprezintă un indicator relevant pentru componenta de impact asupra populației, cele două fiind corelate pozitiv.
- (3) Metodologia privind elaborarea hărților de risc seismic se aplică la analiza riscului seismic al populațiilor de clădiri indiferent de funcțiunea acestora și la elaborarea hărților de risc seismic pentru unitățile administrativ teritoriale (UAT) de nivel IV și III, și la nivel național.
- (4) Datele și informațiile determinate prin aplicarea acestei metodologii sunt relevante în termeni relativi, pentru analiza comparativă a riscului seismic între diferite UAT-uri.
- (5) Metodologia privind elaborarea hărților de risc seismic este reglementare tehnică în construcții și în amenajarea teritoriului și urbanism.
- (6) Hărțile de risc seismic se avizează și se aprobă în conformitate cu prevederile:
 - (a) Legii nr. 575/2001 privind aprobarea Planului de amenajare a teritoriului național - Secțiunea a V-a - Zone de risc natural, cu modificările și completările ulterioare
 - (b) HG nr. 932/2007 pentru aprobarea Metodologiei privind finanțarea de la bugetul de stat a hărților de risc natural pentru cutremure și alunecări de teren, cu modificările și completările ulterioare.
- (7) Prevederile acestei reglementări tehnice se adresează tuturor factorilor implicați în aplicarea Legii nr. 575/2001 privind aprobarea Planului de amenajare a teritoriului național - Secțiunea a V-a - Zone de risc natural, cu modificările și completările ulterioare, precum și beneficiarilor Programul național multianual privind finanțarea elaborării și/sau actualizării de la bugetul de stat a hărților de risc natural pentru cutremure și alunecări de teren, reglementat prin HG nr. 932/2007, cu modificările și completările ulterioare.
- (8) Hărțile de risc seismic avizate și aprobate se cuprind în documentațiile de amenajare a teritoriului și de urbanism în vederea:
 - (a) instituirii măsurilor specifice privind prevenirea riscului seismic,
 - (b) realizării construcțiilor și utilizării terenurilor,
 - (c) în fundamentarea planurilor de apărare și a măsurilor de intervenție în caz de cutremur.
- (9) Cutremurele de scenariu prevăzute în această reglementare tehnică sunt convenționale, nu reprezintă predicții ale unor evenimente reale și nu pot fi asociate și comparate cu un manifestările unui cutremur într-un amplasament.
- (10) Din cauza caracterului aleatoriu al acțiunii seismice și al răspunsului seismic al clădirilor, rezultatele analizelor de risc seismic prezintă un grad de incertitudine moderat. Rezultatele analizelor de risc seismic se evaluează în funcție de modul în care sunt

îndeplinite prevederile reglementării tehnice, și nu prin comparație cu efectele constatate într-o zonă geografică în urma producerii unui cutremur.

(11) Această reglementare tehnică se utilizează împreună cu celelalte reglementări tehnice din domeniul construcțiilor, amenajării teritoriului și urbanism.

(12) Prevederile acestei reglementări tehnice reflectă nivelul de cunoaștere la data elaborării acesteia privind hazardul seismic al amplasamentelor, expunerea, fragilitatea și vulnerabilitatea seismică a clădirilor.

(13) Pe măsură ce prin cercetări teoretice și programe experimentale se vor obține date și informații suplimentare privind hazardul seismic al amplasamentelor, expunerea, fragilitatea și vulnerabilitatea seismică a clădirilor, acestea vor constitui baza fundamentării unor amendamente tehnice la prezenta reglementare tehnică cu respectarea, în condițiile legii, a procedurii de revizuire a reglementărilor tehnice.

(14) Metodologia conține prevederi privind:

(a) standardizarea procesului de elaborare, a formei, conținutului și etapelor de avizare și aprobare a hărților de risc seismic;

(b) analiza riscului seismic la nivelul UAT-urilor, prin integrarea datelor privind hazardul seismic, expunerea, fragilitatea și vulnerabilitatea clădirilor;

(c) crearea unui sistem funcțional de generare și utilizare a datelor privind riscul seismic, pentru a sprijini planificarea intervențiilor, reducerea riscurilor și fundamentarea deciziilor privind investițiile publice și private.

(15) Prin această metodologie se stabilește un cadru tehnic și procedural unitar pentru:

(a)elaborarea hărților de risc seismic la nivel local, județean și pentru municipiul București;

(b)integrarea rezultatelor procesului de elaborare a hărților de risc seismic în planificarea urbană și protecția civilă;

(c)fundamentarea deciziilor privind investițiile și siguranța construcțiilor.

1.2. Structura reglementării tehnice

(1) Această reglementare tehnică cuprinde cerințe prescriptive pentru realizarea hărților de risc seismic, structurate în capitole și anexe cu caracter normativ sau informativ.

(2) Hărțile de risc seismic realizate în acord cu această reglementare tehnică respectă toate prevederile din capitolele și anexele cu caracter normativ. Cerințele pe care evaluările și hărțile de risc seismic trebuie să le îndeplinească sunt redactate la timpul prezent.

(3) În interpretarea prevederilor reglementării tehnice, utilizarea conjuncției „și” indică faptul că se aplică toate condițiile, cerințele, articolele, obiectele sau evenimentele. Utilizarea conjuncției „sau” indică faptul că una dintre cerințele, condițiile, articolele, obiectele sau evenimentele se aplică. Utilizarea conjuncției compuse „și/sau” indică faptul că una sau mai multe dintre cerințele, condițiile, articolele, obiectele sau evenimentele se aplică. Utilizarea verbului „a putea” la forma reflexiv impersonală „se poate” sau „se pot” indică faptul că cel care aplică metodologia privind elaborarea hărților de risc seismic are posibilitatea de a utiliza soluția prescrisă într-o prevedere, fără a institui obligativitate.

- (4) În cadrul acestei reglementări tehnice citările sunt realizate astfel:
- (a) citările care se referă la prevederi din cadrul aceluiași paragraf sunt redactate prin indicarea numărului alineatului, relației de calcul, figurii sau tabelului;
 - (b) citările care se referă la prevederi din alte paragrafe ale acestei reglementări tehnice sunt redactate prin indicarea numărului paragrafului și numărului alineatului, relației de calcul, figurii sau tabelului;
 - (c) citările care se referă la prevederi din alte reglementări tehnice sunt redactate prin menționarea indicativului reglementării tehnice respective.
- (5) Capitolele cu caracter informativ cuprind prevederi cu caracter de recomandare, stabilite pe baza practicii ingineresti generale.
- (6) Structura reglementării tehnice este următoarea:
- Capitolul 1. Generalități
 - Capitolul 2. Hazardul seismic
 - Capitolul 3. Expunerea seismică
 - Capitolul 4. Fragilitatea seismică
 - Capitolul 5. Riscul seismic
 - Capitolul 6. Hărți de risc seismic
 - Anexa A. Parametrii pentru determinarea hazardului seismic
 - Anexa B. Parametrii funcțiilor de fragilitate
 - Anexa C. Exemple de calcul pentru evaluarea riscului seismic
 - Anexa D. Model-cadru de caiet de sarcini pentru achiziția serviciilor de elaborare/actualizare a hărților de risc seismic - cerințe tehnice specifice
- (7) Capitolele 1-6 și Anexele A și B au caracter normativ. Anexele C și D au caracter informativ.

1.3. Simboluri

- (1) Simbolurile utilizate în această reglementare tehnică sunt detaliate în dreptul fiecărei relații de calcul.

1.4. Definiții generale

- (1) În aplicarea prevederilor acestei reglementări tehnice se utilizează următoarele definiții:

Hazard: probabilitatea de producere a unui eveniment fizic natural care ar putea cauza pierderi de vieți omenești, vătămări sau alte efecte asupra sănătății, precum și avarierea sau pierderi asupra bunurilor, infrastructurii, mijloacelor de trai, furnizării de servicii sau resurselor de mediu (UNISDR 2009).

Hazard seismic: o mărime caracteristică a mișcării induse de cutremur asupra terenului sau construcțiilor (de ex.: amplitudinea unui parametru al mișcării terenului într-un anumit interval de timp); în termeni generali, reprezintă posibilitatea de a se produce mișcări seismice pentru un amplasament / zonă / regiune dată. Mărimea caracteristică utilizată pentru descrierea convențională a hazardului seismic, pentru aplicarea acestei

reglementări tehnice în construcții, este valoarea de vârf a accelerației orizontale a terenului.

Risc: probabilitatea de avariere sau pierdere a elementelor expuse la risc. Analiza riscurilor este un proces care urmărește să înțeleagă natura riscului și să determine măsura acestuia. Riscul este o funcție de hazard, expunere, fragilitate și vulnerabilitate.

Risc seismic: pierderile estimate rezultate din interacțiunea hazardului, expunerii, fragilității și vulnerabilității. Rezultatul unei analize de risc seismic este evaluarea acestuia, în sensul cuantificării pierderilor seismice așteptate, sau a probabilității de depășire a unei valori prestabilite a pierderilor într-un timp de expunere dat.

Aria desfășurată a unei clădiri: suma ariilor construite ale tuturor nivelurilor clădirii, măsurate în plan orizontal, pe conturul exterior al pereților, inclusiv mansarda, logiile și balcoanele.

Analiza riscului seismic: metodă de a cuantifica pierderile seismice directe așteptate pentru a facilita luarea de decizii pertinente și eficiente în procesul de management al acestui risc

Avariile seismice: modificări defavorabile ale stării fizice a unei clădiri produse de mișcarea seismică a terenului.

Curba de hazard seismic: curbă ce reprezintă frecvențele/ratele medii cu care anumite valori ale unui hazard seismic (de ex. amplitudinea unui parametru al mișcării terenului) sunt așteptate să fie depășite într-o unitate de timp; de obicei, unitatea de timp este un an;

Perioada medie de revenire: timpul mediu între două evenimente care produc depășirea unei amplitudini a mărimii caracteristice care descrie hazardul seismic într-un amplasament;

Cutremur de scenariu: un eveniment seismic unic identificat prin mărime, poziție și mecanism de producere. În scopul aplicării acestor reglementări tehnice, cutremurul de scenariu este definit simplificat și convențional prin valori de vârf ale accelerației orizontale a terenului în amplasamente.

Expunere: clădirile și conținutul acestora amplasate în zonele unde se pot produce cutremure.

Tipul sistemului structural: clasificare largă a clădirilor, în funcție de materialele de construcție, precum zidărie portantă, cadre de beton armat, cadre de oțel, cadre de lemn. Fiecare tip de sistem structural poate să includă mai multe tipuri de clădiri.

Tipologie structurală: clasificare a clădirilor în funcție de sistemul structural, regimul de înălțime și anul de construcție.

Fragilitatea seismică: cuantificarea susceptibilității elementelor expuse la risc de a suferi avarii și pierderi la incidența acțiunii seismice.

Funcția de fragilitate: descrie probabilitatea de a fi sau de a depăși o anumită stare de avariere pentru un element la risc supus unei mișcări seismice de intensitate dată

Vulnerabilitatea seismică: pierderile așteptate produse unei clădiri de o mișcare seismică de o mărime dată.

Model de pierderi seismice: instrument utilizat pentru a estima pierderile economice, umane sau funcționale cauzate de un cutremur.

Hartă de risc seismic: reprezentare grafică și analitică a riscului seismic la nivelul unei unități administrativ-teritoriale care integrează date despre hazardul seismic, expunerea, fragilitatea și vulnerabilitatea clădirilor pentru a sprijini planificarea urbană și managementul riscurilor.

Reziliență: capacitatea unui sistem, a unei comunități sau a unei societăți expuse la hazard de a rezista, a absorbi, a se acomoda și a se redresa în mod rapid și eficient în urma efectelor hazardului (PreventionWeb 2019).

Cost de înlocuire: costul cu demolarea unei clădiri și construirea uneia noi în locul acesteia, care are caracteristici similare cu cel vechi, dar încorporează îmbunătățirile tehnice și de utilizare curente la momentul înlocuirii.

Pierderile economice directe: consecințe directe a avariilor seismice (pierderi monetare rezultate din repararea, consolidarea sau înlocuirea elementelor la risc afectate defavorabil de incidența cutremurului, ș.a.m.d.)

Reducerea riscurilor la dezastre - planificarea și implementarea de măsuri sistematice care vizează analiza și gestionarea riscurilor, prin reducerea expunerii și a vulnerabilității, managementul durabil al terenurilor și al resurselor de mediu și îmbunătățirea pregătirii în caz de dezastre

Pierderile seismice directe: cuantificarea monetară a avariilor seismice. Pierderile seismice directe includ costurile asociate cu repararea sau înlocuirea elementelor structurale și nestructurale avariate. Acestea sunt estimate utilizând modele de pierderi seismice directe care corelează severitatea avariilor cu costurile de reparație.

1.5. Principiile metodei de analiză a riscului seismic

- (1) Analiza riscului seismic se efectuează la nivel de UAT-uri de nivel IV și ia în considerare clădirile ca elemente expuse la risc.
- (2) Rezultatele obținute la nivel de UAT de nivel IV se grupează la nivel de UAT de nivel III și la nivel național.
- (3) Analiza riscului seismic se efectuează pe baza unor ipoteze asupra mișcării seismice în amplasamentul clădirii și a răspunsului seismic global al diferitelor tipuri de structuri de clădiri analizate.
- (4) Pentru efectuarea analizei de risc seismic, clădirile se încadrează în tipologii structurale, pe baza atributelor de bază ale acestora, conform prevederilor acestei reglementări tehnice. Tipologiile sunt stabilite în funcție de materialul structural, anul construirii, regimul de înălțime și modul de alcătuire a sistemului structural.
- (5) Pentru fiecare tipologie structurală, această reglementare tehnică conține prevederi pentru determinarea fragilității seismice a clădirilor.
- (6) Efectuarea analizelor de risc seismic necesită informații de bază despre clădirile care constituie fondul construit și informații despre mișcările seismice așteptate ale terenului pentru fiecare UAT.
- (7) Analiza de risc seismic are ca rezultat valori ale pierderilor economice directe care se pot produce în zona geografică analizată la incidența acțiunii seismice definite prin cutremure de scenariu.
- (8) Pentru determinarea expunerii seismice a elementelor la risc se folosesc informații obținute din bazele de date existente, din evaluarea vizuală rapidă și/sau din informații colectate pe teren.

(9) Datele clădirii colectate prin evaluarea vizuală rapidă completează datele existente privind clădirile care sunt deținute de autoritățile publice locale și/sau de proprietari/administratori. Acestea includ adresa, funcțiunea, coordonatele geografice, codul SIRUTA, numărul de etaje, probleme tehnice identificate, anul construirii, suprafață construită, caracteristici ale hazardului seismic, alte hazarduri la care este expus amplasamentul (de ex. inundații, alunecări de teren, lichefierii), zone înconjurătoare, neregularități structurale, siguranță și integritate structurală, fotografii, schițe, planuri și elevații, statutul juridic de protecție al clădirii.

(10) Rezultatele analizei riscului seismic se integrează în planurile de amenajare a teritoriului, urbanism și managementul riscurilor de dezastre.

1.6. Validarea rezultatelor analizei de risc seismic

(1) Riscul seismic exprimă recurența efectelor defavorabile ale incidenței acțiunii seismice asupra elementelor expuse la risc și este evaluat prin cuantificarea pierderilor seismice directe deduse pe baza cunoștințelor din prezent.

(2) Abordarea analizelor de risc seismic este probabilistică deoarece se recunoaște imposibilitatea de predicție deterministă a evenimentelor de interes (precum viitoare cutremure), a răspunsului seismic al structurilor clădirilor sau efectele în lanț ce apar ca o consecință a avariilor produse de cutremur.

(3) Rezultatele analizei de risc trebuie interpretate cu prudență, deoarece datele de intrare privind hazardul, fragilitatea și vulnerabilitate (modelul de pierderi) au incertitudini produse de variabilitatea naturală și de limitele de cunoaștere.

(4) Rezultatele analizei de risc seismic sunt o estimare ce încorporează incertitudinile epistemice legate de model și de variabilitatea datelor de intrare (privind expunerea, fragilitatea și vulnerabilitatea) și sunt caracteristice scenariilor seismice considerate. Incertitudinile epistemice pot fi reduse prin actualizarea periodică a datelor de intrare, precum și prin utilizarea unor modele de pierderi mai precise.

(5) Hărțile de risc seismic fundamentează deciziile autorităților privind planificarea teritorială, urbanismul, construcțiile și gestionarea situațiilor de urgență generate de cutremur.

(6) Fiecare autoritate contractantă care va realiza hărți de risc seismic va asigura interoperabilitatea produselor GIS cu specificațiile: INSPIRE Data Specification on Natural Risk Zones – Technical Guidelines v3.0, standardelor naționale pentru date geospațiale, formatului/structurii privind seturile de date spațiale aferente documentațiilor de urbanism, reglementat prin Ordinul ministrului dezvoltării, lucrărilor publice și administrației nr. 940/2023 privind modificarea și completarea Normelor metodologice de aplicare a Legii nr. 350/2001 privind amenajarea teritoriului și urbanismul și de elaborare și actualizare a documentațiilor de urbanism, aprobate prin Ordinul viceprim-ministrului, ministrul dezvoltării regionale și administrației publice, nr. 233/2016.

1.7. Unități de măsură

(1) Pentru calcule sunt recomandate următoarele unități de măsură:

- (a) accelerație: fracțiune din accelerația gravitațională, g;
- (b) arie: metru pătrat, m²;
- (c) cost de înlocuire: Euro/m²;

- (d) valori absolute ale pierderilor economice directe: Euro;
- (e) valori relative ale pierderilor economice directe: procent, %.

1.8. Documente normative de referință

(1) Această reglementare tehnică conține referințe la:

- Legea nr. 575/2001 privind aprobarea Planului de amenajare a teritoriului național – secțiunea a V-a „Zone de risc natural“;
- Hotărârea Guvernului nr. 382/2003 pentru aprobarea Normelor metodologice privind exigențele minime de conținut ale documentațiilor de amenajare a teritoriului și de urbanism pentru zonele de riscuri naturale
- Hotărârea Guvernului nr. 447 din 10 aprilie 2003 pentru aprobarea normelor metodologice privind modul de elaborare și conținutul hărților de risc natural la alunecări de teren, al hărților de hazard la inundații și al hărților de risc la inundații
- Hotărârea Guvernului nr. 932/2007 pentru aprobarea Metodologiei privind finanțarea de la bugetul de stat a hărților de risc natural pentru cutremure și alunecări de teren, cu modificările și completările ulterioare ;
- Hotărârea Guvernului nr. 557/2016 privind managementul tipurilor de risc, cu modificările și completările ulterioare;
- Hotărârea Guvernului nr. 1442/2022 pentru aprobarea Strategiei Naționale de Reducere a Riscului Seismic;
- Legea nr. 212/2022 privind unele măsuri pentru reducerea riscului seismic al clădirilor, cu modificările și completările ulterioare;
- Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, republicată, cu modificările și completările ulterioare;
- Legea nr. 50/1991 privind autorizarea executării lucrărilor de construcții republicată, cu modificările și completările ulterioare;
- Legea nr. 350/2001 privind amenajarea teritoriului și urbanismului cu modificările și completările ulterioare;
- Hotărârea Guvernului nr. 925 /1995 pentru aprobarea Regulamentului privind verificarea și expertizarea tehnică a proiectelor, expertizarea tehnică a execuției lucrărilor și a construcțiilor, precum și verificarea calității lucrărilor executate, cu modificările și completările ulterioare;
- Hotărârea Guvernului nr. 547/2005 pentru aprobarea Strategiei naționale de protecție civilă;
- Hotărârea Guvernului nr. 1442/2022 pentru aprobarea Strategiei naționale de reducere a riscului seismic;
- Hotărârea Guvernului nr. 791/2024 privind aprobarea Strategiei naționale de reducere a riscurilor de dezastre 2024-2035
- Hotărârea Guvernului nr. 762/2008 pentru aprobarea Strategiei Naționale pentru Prevenirea Situațiilor de Urgență ;

- Ordinul ministrului dezvoltării, lucrărilor publice și administrației nr. 2.853 din 7 noiembrie 2022 pentru aprobarea Normelor metodologice de aplicare a prevederilor Legii nr. 212/2022 privind unele măsuri pentru reducerea riscului seismic al clădirilor, privind derularea Programului național de consolidare a clădirilor cu risc seismic ridicat;
- Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2956/2019 pentru aprobarea reglementării tehnice “Cod de proiectare seismică – Partea I – Prevederi de proiectare pentru clădiri, indicativ P 100-1/2013”, publicat în Monitorul Oficial al României Partea I nr. 928/18.11.2019;
- Ordinul viceprim-ministrului, ministrul dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2834/2019 pentru aprobarea reglementării tehnice “Cod de proiectare seismică – Partea a III-a. Prevederi pentru evaluarea seismică a clădirilor existente, indicativ P 100-3/2019”, publicat în Monitorul Oficial al României Partea I nr. 1003/13.12.2019;
- Ordinul ministrului dezvoltării, lucrărilor publice și locuințelor nr. 127/08.05.2007 pentru aprobarea reglementării tehnice "Metodologie privind investigarea de urgență a siguranței postseism a clădirilor și stabilirea soluțiilor-cadru de intervenție", indicativ ME 003-2007, publicat în Monitorul Oficial al României Partea I nr. 562bis/16.08.2007;
- Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 3275 din 19 decembrie 2022 pentru aprobarea reglementării tehnice “Îndrumător privind cazuri particulare de expertizare tehnică a clădirilor pentru cerința fundamentală «rezistență mecanică și stabilitate», indicativ C254-2022”, publicat în Monitorul Oficial al României Partea I nr. 1255bis/27.12.2022;
- Ordinul ministrului dezvoltării, lucrărilor publice și administrației nr. 3.231/2022 pentru aprobarea reglementării tehnice „Metodologie de evaluare vizuală rapidă a clădirilor, Indicativ RTC 10 — 2022”, publicat în Monitorul Oficial al României Partea I nr. 1221bis/20.12.2022;
- Ordinul ministrului dezvoltării, lucrărilor publice și administrației nr. 904/2023 privind modificarea și completarea Normelor metodologice de aplicare a Legii nr. 350/2001 privind amenajarea teritoriului și urbanismul și de elaborare și actualizare a documentațiilor de urbanism, aprobate prin Ordinul viceprim-ministrului, ministrul dezvoltării regionale și administrației publice, nr. 233/2016, publicat în Monitorul Oficial al României Partea I nr. 470/29.05.2023;
- Ordinul ministrului dezvoltării, lucrărilor publice și administrației și al viceprim-ministrului, ministrul afacerilor interne, nr. 2.061/170/2023 pentru aprobarea Regulamentului privind gestionarea situațiilor de urgență generate de cutremur, publicat în Monitorul Oficial al României Partea I nr. 1038bis/15.11.2023;
- Ordinul ministrului administrației și internelor nr. 132/2007 pentru aprobarea Metodologiei de elaborare a Planului de analiză și acoperire a riscurilor și a Structurii-cadru a Planului de analiză și acoperire a riscurilor, publicat Monitorul Oficial al României Partea I nr. 79/01.02.2007.

2. Hazardul seismic

(1) Analiza hazardului seismic reprezintă prima etapă în procesul de cuantificare a riscului seismic, pentru evaluarea mărimii caracteristice a mișcării induse de cutremur asupra terenului într-un UAT, în funcție de probabilitatea de producere a acesteia.

(2) În această reglementare tehnică mărimea caracteristică a mișcării induse de cutremur asupra terenului este valoarea de vârf a accelerației orizontale a terenului, notată în continuare PGA .

(3) Pentru aplicarea acestei metodologii, hazardul seismic se determină convențional la nivel de UAT folosind relații simplificate de reprezentare a curbelor de hazard seismic. Acestea sunt reprezentări grafice a ratelor medii anuale de depășire a valorilor ce caracterizează hazardul seismic. Curba de hazard seismic (Figura 2.1) se determină prin relația:

$$H(PGA) = k_0 \cdot PGA^{-k} \quad (2.1)$$

în care:

PGA valoarea de vârf a accelerației terenului;

$H(PGA)$ rata medie anuală de depășire a valorii PGA

k_0, k constante ce caracterizează seismicitatea, respectiv panta curbei de hazard seismic.

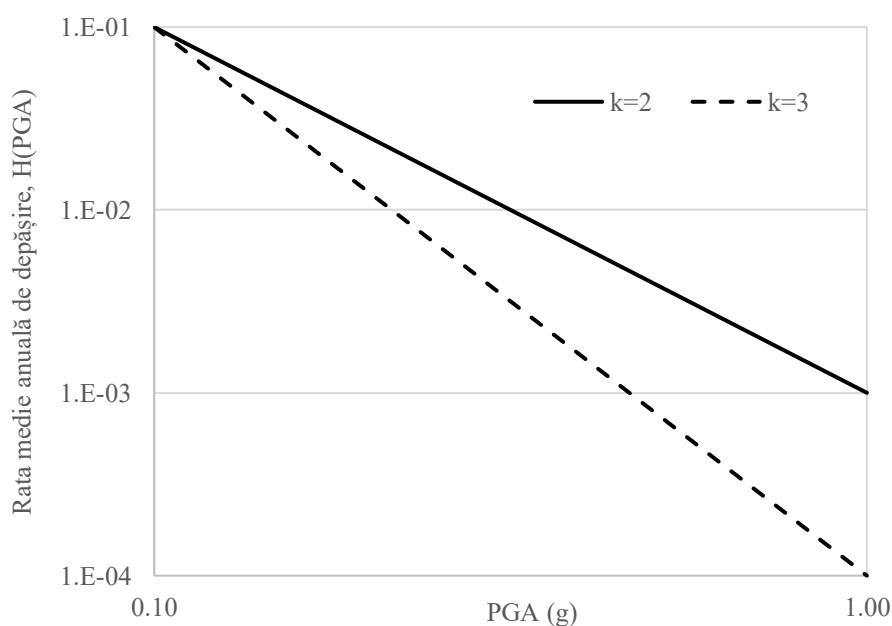


Figura 2.1. Curbe generice de hazard seismic cu pante diferite

(4) Pentru caracterizarea convențională simplificată a hazardului seismic la nivel de UAT se consideră următoarele cutremure de scenariu:

(a) cutremurul de scenariu I: producerea unei valori PGA cu probabilitate de depășire de 20% în 50 ani (notată în continuare $PGA_{20\%/50}$);

(b) cutremurul de scenariu II: producerea unei valori PGA cu probabilitate de depășire de 10% în 50 ani (notată în continuare $PGA_{10\%/50}$)

(c) cutremurul de scenariu III: producerea unei valori PGA cu probabilitate de depășire de 5% în 50 ani (notată în continuare $PGA_{5\%/50}$)

(5) Perioada medie de revenire a unei valori PGA (notată PMR_{PGA}) este numeric egală cu inversul ratei medii anuale de depășire a valorii PGA (notată $H(PGA)$).

(6) Pentru cele trei cutremure de scenariu, perioadele medii de revenire sunt:

(a) pentru cutremurul de scenariu I: 225 ani;

(b) pentru cutremurul de scenariu II: 475 ani;

(c) pentru cutremurul de scenariu III: 975 ani.

(7) Ratele medii anuale de depășire a valorilor PGA pentru cele trei scenarii seismice sunt:

(a) pentru cutremurul de scenariu I:

$$H(PGA_{20\%/50}) = 1/225 \quad (2.2)$$

(b) pentru cutremurul de scenariu II:

$$H(PGA_{10\%/50}) = 1/475 \quad (2.3)$$

(c) pentru cutremurul de scenariu III:

$$H(PGA_{5\%/50}) = 1/975 \quad (2.4)$$

(8) Pentru determinarea parametrilor cutremurelor de scenariu se utilizează valorile $PGA_{10\%/50}$ și k prevăzute în Tabelul A.1.

(9) Valoarea PGA pentru cutremurul de scenariu II se stabilește conform prevederilor din Tabelul A.1. Valorile PGA pentru cutremurul de scenariu I și cutremurul de scenariu III se determină cu relațiile:

$$PGA_{20\%/50} = \sqrt[k]{\frac{225}{475}} \cdot PGA_{10\%/50} \quad (2.5)$$

$$PGA_{5\%/50} = \sqrt[k]{\frac{975}{475}} \cdot PGA_{10\%/50} \quad (2.6)$$

3. Expunerea seismică

(1) Pentru determinarea expunerii seismice se identifică toate clădirile la nivel de UAT și atributele de bază ale acestora.

3.1. Colectarea informațiilor

(1) Determinarea atributelor de bază ale clădirilor se face prin:

(a)inspecția în teren. Din această sursă se colectează informații a căror interpretare conduce la identificarea materialului structural, tipului sistemului structural, anului construirii și regimului de înălțime.

(b)utilizarea datelor din bazele de date existente, disponibile la nivel local și național, cum sunt registrele cadastrale, bazele de date ale autorităților publice locale, recensămintele fondului construit și documentele de urbanism. Din aceste surse se colectează informații de bază, precum adresa clădirii, funcțiunea, coordonatele geografice, codul SIRUTA, anul construirii, suprafața construită și regimul de înălțime;

(c)evaluarea vizuală rapidă realizată în acord cu prevederile reglementării tehnice RTC 10/2022. Din această sursă se colectează informații privind materialul structural, tipul sistemului structural, anul construirii și regimul de înălțime.

(d)colectarea datelor geospațiale. Din această sursă se colectează informații privind coordonatele geografice ale clădirilor.

(e)colectarea de informații prin interviuri și chestionare adresate proprietarilor, administratorilor de clădiri sau reprezentanților autorităților locale. Din această sursă se colectează informații privind materialul structural, tipul sistemului structural, anul construirii și/sau regimul de înălțime și privind realizarea de lucrări privind consolidarea clădirii, anul de realizare al acestora, materialul structural și tipul sistemului structural adoptat după consolidare.

(f) utilizarea tehnologiilor moderne: drone, imagini obținute din satelit, scanare 3D. Din această sursă se pot colecta informații a căror interpretare conduce la identificarea materialului structural, tipului sistemului structural, anului construirii și regimului de înălțime.

3.2. Atribute de bază ale clădirilor

(1) Pentru aplicarea acestei metodologii clădirile se grupează în tipologii structurale în funcție de:

(a) anul construirii,

(b)materialul structural;

(c)tipul sistemului structural;

(d)regimul de înălțime.

(2) În funcție de anul construirii, clădirile se clasifică în:

(a)clădiri construite înainte de 1940 (a1);

(b)clădiri construite între 1940 și 1963 (a2);

(c)clădiri construite între 1964 și 1977 (a3);

(d)clădiri construite între 1978 și 1992 (a4);

(e)clădiri construite între 1993 și 2006 (a5);

(f) clădiri construite între 2007 și 2013 (a6);

(g)clădiri construite după 2013 (a7).

(3) În funcție de tipul sistemului structural, clădirile se clasifică în:

(a)clădiri cu structura din zidărie nearmată și planșee flexibile la acțiuni în planul lor (ZNAF) - aceste clădiri au structura alcătuită din pereți de zidărie simplă, realizată din cărămizi și mortar, fără centuri sau stâlpișori de beton armat și planșee de lemn sau compozite lemn-oțel (s1);

(b)clădiri cu structura din zidărie nearmată și planșee rigide la acțiuni în planul lor (ZNAR) - aceste clădiri au structura alcătuită din pereți de zidărie simplă, realizată din cărămizi și mortar, fără centuri sau stâlpișori de beton armat și planșee de beton armat (s2);

(c)clădiri cu structura de zidărie confinată sau zidărie armată în rosturi (ZC/ZA) – aceste clădiri au structura alcătuită din pereți de zidărie încadrați de stâlpișori și centuri de beton armat sau armați în rosturi orizontale cu bare de oțel și planșee de beton, inclusiv clădirile multietajate cu stâlpi și grinzi de beton și pereți de zidărie realizate înainte de 1940 (s3);

(d)clădiri cu structura în cadre de beton armat (CBA) – aceste clădiri au structura alcătuită din stâlpi și grinzi de beton armat, conectate rigid la noduri, și planșee de beton armat; pereții de zidărie, dacă există, nu au rol structural (s4);

(e)clădiri cu structura cu pereți structurali de beton armat (PBA) – aceste clădiri au structura alcătuită din pereți de beton armat, grinzi și stâlpi de beton armat și planșee de beton armat; cea mai mare parte a elementelor structurale sunt realizate din beton turnat la șantier, monolit (s5);

(f) clădiri cu structura realizată din panouri mari prefabricate din beton armat (PMBA) – aceste clădiri au structura alcătuită din pereți și plăci de beton armat realizate prin turnarea betonului în fabrici de prefabricate, transportul și montajul la șantier (s6);

(g)clădiri cu structura de beton armat cu parter flexibil (PFBA) – aceste clădiri au structura alcătuită din pereți, stâlpi, grinzi și plăci de beton armat; pereții nu sunt continui fiind rezemați la parter pe stâlpi de beton, fără a fi continui până la infrastructură sau fundații (s7);

(h)clădiri cu structura în cadre cu noduri rigide de oțel (CRO) – aceste clădiri au structura alcătuită din stâlpi și grinzi de oțel, conectate rigid la noduri, și planșee de oțel sau compozite oțel-beton armat; pereții de zidărie, dacă există, nu au rol structural (s8);

(i) clădiri cu structura în cadre contravântuite de oțel (CCO) – aceste clădiri au structura alcătuită din stâlpi, grinzi și contravântuiri (diagonale) de oțel și planșee de oțel sau compozite oțel-beton armat (s9);

(j) clădiri cu structură duală de oțel (DO) – aceste clădiri au structura alcătuită din stâlpi și grinzi de oțel, conectate rigid la noduri, contravântuiri (diagonale) de oțel situate în plan vertical, și planșee de oțel sau compozite oțel-beton armat (s10);

(k)clădiri cu structura de lemn (L) – aceste clădiri au diferite soluții structurale la care materialul structural principal este lemnul (s11);

(l) clădiri cu structura din materiale locale (ADO) – aceste clădiri au structura alcătuită din materiale locale (pământ și materiale organice) (s12).

(4) În funcție de regimul de înălțime, clădirile se clasifică în:

(a) clădiri cu regim mic de înălțime; în această categorie intră clădirile cu cel mult trei nivele supraterane pentru tipologiile ZNAF, ZNAR, ZC/ZA și L, precum și clădirile cu cel mult patru nivele supraterane pentru toate celelalte tipologii (h1);

(b) clădiri cu regim mediu de înălțime; în această categorie intră clădirile cu cel puțin patru nivele supraterane pentru tipologiile ZNAF, ZNAR, ZC/ZA și L, precum și clădirile cu cel puțin cinci nivele supraterane și cel mult opt nivele supraterane pentru toate celelalte tipologii (h2);

(c) clădiri cu regim mare de înălțime; în această categorie intră toate clădirile cu cel puțin nouă nivele supraterane pentru toate tipologiile, cu excepția ZNAF, ZNAR, ZC/ZA și L (h3).

(5) Din punct de vedere al funcțiunii curente, clădirile se clasifică în:

(a) clădiri cu funcțiunea de locuit (f1):

- clădiri cu funcțiunea de locuință unifamilială (o unitate de locuit);
- clădiri cu funcțiunea de locuințe plurifamiliale (condominii);
- clădiri cu funcțiuni asimilabile locuințelor (cazare, cămine studențești, cămine de bătrâni, case de vacanță, etc.) ;

(b) clădiri cu funcțiuni civile (f2):

- clădiri pentru ocrotirea sănătății și asistență socială;
- clădiri cu funcțiune administrativă;
- clădiri pentru comerț și servicii;
- clădiri pentru activități culturale, educație, cercetare, culte, sport, turism, agrement, loisir;

(c) clădiri cu funcțiuni tehnice și economice (f3):

- clădiri pentru activități productive și pentru alte procese tehnologice;
- clădiri pentru depozitare;
- clădiri de gospodărie comună, activități energetice și tehnico edilitare;
- clădiri cu funcțiuni agro-zootehnice;

(d) clădiri cu funcțiuni speciale (f4):

- clădiri din sistemul de protecție civilă;
- clădiri din sistemul de siguranță națională.

4. Fragilitatea seismică

(1) Stările de avariere s_a care se utilizează pentru cuantificarea pierderilor economice sunt:

- (a) avariere ușoară, notată cu U;
- (b) avariere moderată, notată cu M;
- (c) avariere extinsă, notată cu E;
- (d) avariere completă, notată cu C.

(2) Descrierea fragilității seismice se face prin funcții de fragilitate seismică. Funcția de fragilitate seismică $P[\geq s_a, ts|PGA]$ exprimă probabilitatea ca o clădire din tipologia structurală t_s să fie cel puțin în starea de avariere s_a , în funcție de valoarea de vârf a accelerației terenului PGA .

Funcția de fragilitate seismică se exprimă folosind repartiția lognormală de probabilitate, astfel:

$$P[\geq s_a, ts|PGA] = \Phi \left[\frac{1}{\beta_{sa,ts}} \ln \left(\frac{PGA}{\overline{PGA}_{sa,ts}} \right) \right] \quad (4.1)$$

unde:

$\overline{PGA}_{sa,ts}$ mediana valorii de vârf a accelerației terenului pentru care clădirea cu tipologia structurală t_s atinge pragul stării de avariere s_a ;

$\beta_{sa,ts}$ abaterea standard a logaritmului natural al valorii de vârf a accelerației terenului pentru care clădirea cu tipologia structurală t_s atinge pragul stării de avariere s_a ;

PGA valoarea de vârf a accelerației terenului care stabilește conform [2](#), [\(9\)](#);

Φ funcția de repartiție normală standard.

(3) Valorile funcției de fragilitate se determină conform relației [\(4.1\)](#) pentru fiecare stare de avariere, conform [\(1\)](#), și fiecare cutremur de scenariu, conform [2](#), [\(4\)](#).

(4) Valorile $\overline{PGA}_{sa,ts}$ pentru fiecare stare de avariere și tipologie structurală se determină pe baza valorilor corespunzătoare pentru $\overline{PGA}_{U,ts}$, $\overline{PGA}_{M,ts}$, $\overline{PGA}_{E,ts}$, $\overline{PGA}_{C,ts}$, după caz, prevăzute în anexa B, conform tipologiei structurale a clădirii, prin multiplicare cu:

- (a) factorul $1,5F_{HS}$, pentru clădirile construite după anul 2013 (a7);
- (b) factorul $1,2F_{HS}$, pentru clădirile construite între 2007 și 2013 (a6);
- (c) factorul F_{HS} , pentru clădirile construite între 1993 și 2006 (a5);
- (d) factorul F_{HS} , pentru clădirile construite între 1978 și 1992 (a4);
- (e) factorul 0,67, pentru clădirile construite între 1964 și 1977 (a3) situate în județele Alba, Arad, Bihor, Bistrița-Năsăud, Botoșani, Caraș-Severin, Cluj, Dolj, Gorj, Harghita, Hunedoara, Maramureș, Mehedinți, Mureș, Neamț, Sălaj, Sibiu, Suceava și Vâlcea;
- (f) factorul 1,0, pentru clădirile construite între 1964 și 1977 (a3) situate în județele Argeș, Brașov, Călărași, Constanța, Covasna, Dâmbovița, Giurgiu, Ialomița, Iași, Ilfov, Olt, Satu Mare, Teleorman, Timiș, Tulcea și municipiul București;

(g) factorul 1,5, pentru clădirile construite între 1964 și 1977 (a3) situate în județele Bacău, Brăila, Buzău, Galați, Prahova, Vaslui și Vrancea;

(h) factorul 1,5, pentru clădirile construite între 1940 și 1963 (a2) situate în județele Argeș, Brașov, Călărași, Constanța, Dâmbovița, Giurgiu, Ialomița, Iași, Ilfov, Olt, Teleorman, Tulcea, municipiul București, care la momentul construcției erau publice, sau particulare de interes public (precum teatre, cinematografe, spitale, școli, biserici, hoteluri);

(i) factorul 2,25, pentru clădirile construite între 1940 și 1963 (a2) situate în județele Bacău, Brăila, Buzău, Galați, Prahova, Vaslui, Vrancea, care la momentul construcției erau publice, sau particulare de interes public (precum teatre, cinematografe, spitale, școli, biserici, hoteluri);

(j) factorul 1,00, pentru clădirile construite între 1940 și 1963 (a2) care nu se încadrează în prevederile de la (h) sau (i) sau pentru cele a căror funcțiune de la momentul construcției nu este cunoscută;

(k) factorul 1,0, pentru clădirile construite înainte de 1940 (a1);

unde F_{HS} se stabilește conform prevederilor Anexei A.

(5) Valorile $\beta_{sa,ts}$ pentru fiecare stare de avariere și tipologie structurală se determină pe baza valorilor corespunzătoare pentru $\beta_{U,ts}$, $\beta_{M,ts}$, $\beta_{E,ts}$, $\beta_{C,ts}$, după caz, prevăzute în anexa B, conform tipologiei structurale a clădirii.

(6) Relația (4.1) se particularizează pentru cele patru stări de avariere definite la (1), astfel:

(a) pentru starea de avariere ușoară:

$$P[\geq U, ts|PGA] = \Phi \left[\frac{1}{\beta_{U,ts}} \ln \left(\frac{PGA}{\overline{PGA}_{U,ts}} \right) \right] \quad (4.2)$$

(b) pentru starea de avariere moderată:

$$P[\geq M, ts|PGA] = \Phi \left[\frac{1}{\beta_{M,ts}} \ln \left(\frac{PGA}{\overline{PGA}_{M,ts}} \right) \right] \quad (4.3)$$

(c) pentru starea de avariere extinsă:

$$P[\geq E, ts|PGA] = \Phi \left[\frac{1}{\beta_{E,ts}} \ln \left(\frac{PGA}{\overline{PGA}_{E,ts}} \right) \right] \quad (4.4)$$

(d) pentru starea de avariere completă:

$$P[\geq C, ts|PGA] = \Phi \left[\frac{1}{\beta_{C,ts}} \ln \left(\frac{PGA}{\overline{PGA}_{C,ts}} \right) \right] \quad (4.5)$$

unde

PGA este valoarea de vârf a accelerației terenului pentru fiecare cutremur de scenariu considerat, conform 2, (9).

5. Riscul seismic

(1) Riscul seismic integrează informațiile despre hazardul seismic, expunerea și fragilitatea seismică a elementelor expuse la risc cu un model de pierderi economice directe în vederea cuantificării pierderilor seismice exprimate ca valori relative sau absolute.

(2) Pentru cuantificarea riscului seismic, în aplicarea acestei proceduri, se realizează următorii pași:

- (a) se determină probabilitatea ca o clădire să se afle într-o anumită stare de avariere;
- (b) se determină starea așteptată de avariere;
- (c) se determină pierderile economice directe așteptate;
- (d) se determină indicatori ai riscului și rezilienței seismice.

5.1. Probabilitatea ca o clădire să se afle într-o anumită stare de avariere

(1) Pentru fiecare cutremur de scenariu, probabilitatea ca o clădire din tipologia structurală t_s să fie neavariată se determină cu relația:

$$P[N, ts|PGA] = 1 - P[\geq U, ts|PGA] \quad (5.1)$$

unde

$P[\geq U, ts|PGA]$ se determină cu relația (4.2).

(2) Pentru fiecare cutremur de scenariu, probabilitatea ca o clădire din tipologia structurală t_s să fie în starea de avariere ușoară se determină cu relația:

$$P[U, ts|PGA] = P[\geq U, ts|PGA] - P[\geq M, ts|PGA] \quad (5.2)$$

unde

$P[\geq U, ts|PGA]$ se determină cu relația (4.2);

$P[\geq M, ts|PGA]$ se determină cu relația (4.3).

(3) Pentru fiecare cutremur de scenariu, probabilitatea ca o clădire din tipologia structurală t_s să fie în starea de avariere moderată se determină cu relația:

$$P[M, ts|PGA] = P[\geq M, ts|PGA] - P[\geq E, ts|PGA] \quad (5.3)$$

unde

$P[\geq M, ts|PGA]$ se determină cu relația (4.3);

$P[\geq E, ts|PGA]$ se determină cu relația (4.4).

(4) Pentru fiecare cutremur de scenariu, probabilitatea ca o clădire din tipologia structurală t_s să fie în starea de avariere extinsă se determină cu relația:

$$P[E, ts|PGA] = P[\geq E, ts|PGA] - P[C, ts|PGA] \quad (5.4)$$

unde

$P[\geq E, ts|PGA]$ se determină cu relația (4.4);

$P[\geq C, ts|PGA]$ se determină cu relația (4.5).

(5) Pentru fiecare cutremur de scenariu, probabilitatea ca o clădire din tipologia structurală t_s să fie în starea de avariere completă se determină cu relația:

$$P[C, ts|PGA] = P[C, ts|PGA] \quad (5.5)$$

unde

$P[\geq C, ts|PGA]$ se determină cu relația (4.5).

5.2. Starea așteptată de avariere

(1) Starea așteptată de avariere reprezintă cea mai probabilă stare de avariere la incidența cutremurului de scenariu pentru toate clădirile care aparțin unei tipologii structurale, în cadrul unui UAT.

(2) Starea așteptată de avariere la nivel de tipologie structurală se cuantifică prin $\bar{a}_{ts}$ pentru toate clădirile care aparțin acelei tipologii structurale, din cadrul unui UAT, cu relația:

$$\bar{a}_{ts} = \frac{P[U, ts|PGA] + 2 \cdot P[M, ts|PGA] + 3 \cdot P[E, ts|PGA] + 4 \cdot P[C, ts|PGA]}{P[C, ts|PGA]} \quad (5.6)$$

unde $P[U, ts|PGA]$, $P[M, ts|PGA]$, $P[E, ts|PGA]$ și $P[C, ts|PGA]$ se determină conform prevederilor de la 5.1.

În funcție de valorile $\bar{a}_{ts}$, starea așteptată de avariere la nivel de tipologie structurală, pentru toate clădirile care aparțin acelei tipologii structurale, din cadrul unui UAT, este:

(a) neavariată, dacă $0 \leq \bar{a}_{ts} < 0,5$;

(b) ușoară, dacă $0,5 \leq \bar{a}_{ts} < 1,5$;

(c) moderată, dacă $1,5 \leq \bar{a}_{ts} < 2,5$;

(d) extinsă, dacă $2,5 \leq \bar{a}_{ts} < 3,5$;

(e) completă, dacă $\bar{a}_{ts} \geq 3,5$.

5.3. Pierderi economice directe așteptate

(1) Pierderile economice directe, PED , se determină considerând pierderile produse de cutremur componentelor structurale și nestructurale ale clădirii și conținutului clădirii.

(2) Pentru o clădire, valorile relative ale pierderilor economice directe PED_{rel} asociate celor patru stări de avariere reprezintă costul pierderilor exprimat ca procent din costul total de înlocuire al clădirii.

(3) Pentru aplicarea acestei reglementări tehnice, valorile relative ale pierderilor economice directe se determină conform prevederilor din Tabelul 5.1.

Tabelul 5.1 Valorile relative ale pierderilor economice directe asociate celor patru stări de avariere

Stare de avariere	Valori relative ale pierderilor economice directe, PED_{rel}
Ușoară	$PED_{rel,U} = 5\%$
Moderată	$PED_{rel,M} = 15\%$
Extinsă	$PED_{rel,E} = 60\%$

Completă	$PED_{rel,C} = 100\%$
----------	-----------------------

(4) Valoarea relativă așteptată a pierderilor economice directe pentru o clădire, $\overline{PED}_{rel,clădire}$, exprimată în procente, se determină pentru fiecare cutremur de scenariu, în funcție de tipologia structurală a clădirii, cu relația:

$$\overline{PED}_{rel,clădire} = PED_{rel,U} \cdot P[U, ts|PGA] + PED_{rel,M} \cdot P[M, ts|PGA] + PED_{rel,E} \cdot P[E, ts|PGA] + PED_{rel,C} \cdot P[C, ts|PGA] \quad (5.7)$$

unde

$P[U, ts|PGA]$, $P[M, ts|PGA]$, $P[E, ts|PGA]$ și $P[C, ts|PGA]$ se determină conform prevederilor 5.1, pentru valorile PGA corespunzătoare celor trei cutremure de scenariu;

$PED_{rel,U}$, $PED_{rel,M}$, $PED_{rel,E}$ și $PED_{rel,C}$ se determină conform prevederilor din Tabelul 5.1.

Prin aplicarea relației (5.7) se determină valorile pierderilor economice directe pentru o clădire pentru cutremurul de scenariu I, $\overline{PED}_{rel,clădire,I}$, pentru cutremurul de scenariu II, $\overline{PED}_{rel,clădire,II}$ și pentru cutremurul de scenariu III, $\overline{PED}_{rel,clădire,III}$.

(5) Valoarea absolută așteptată a pierderilor economice directe pentru o clădire, $\overline{PED}_{abs,clădire}$, se determină, pentru fiecare cutremur de scenariu, cu relațiile:

$$\overline{PED}_{abs,clădire,I} = \overline{PED}_{rel,clădire,I} \cdot CT_{inloc,clădire} \quad (5.8)$$

$$\overline{PED}_{abs,clădire,II} = \overline{PED}_{rel,clădire,II} \cdot CT_{inloc,clădire} \quad (5.9)$$

$$\overline{PED}_{abs,clădire,III} = \overline{PED}_{rel,clădire,III} \cdot CT_{inloc,clădire} \quad (5.10)$$

unde

$\overline{PED}_{rel,clădire}$ valoarea relativă așteptată a pierderilor economice directe pentru o clădire, pentru fiecare cutremur de scenariu considerat (I, II sau III);

$CT_{inloc,clădire}$ costul total de înlocuire al clădirii.

(6) Costul total de înlocuire al unei clădiri, $CT_{inloc,clădire}$, se determină cu relația:

$$CT_{inloc,clădire} = A_{desf,clădire} \cdot C_{inloc,clădire/mp} \quad (5.11)$$

$A_{desf,clădire}$ aria desfășurată a clădirii;

$C_{inloc,clădire/mp}$ costul de înlocuire al clădirii, pe metru pătrat, corelat cu funcțiunea clădirii, conform prevederilor din Tabelul 5.2.

Tabelul 5.2 Costuri de înlocuire $C_{inloc,clădire/mp}$ pe metru pătrat corelate cu funcțiunea clădirii

Funcțiune clădire	Cost de înlocuire, Euro/mp
<i>Clădiri cu funcțiunea de locuit, fl</i>	
- clădiri cu funcțiunea de locuință individuală	1400
- clădiri cu funcțiunea de locuințe multi-familiale	1600

- clădiri cu funcțiuni asimilabile locuințelor (cazare, cămine studentești, cămine de bătrâni etc.)	1600
<i>Clădiri cu funcțiuni civile, f2</i>	
- clădiri pentru ocrotirea sănătății	3500
- clădiri cu funcțiune administrativă și de birouri	2000
- clădiri pentru comerț și servicii	2200
- clădiri pentru activități culturale, educație, culte, sport, turism, agrement	2200
<i>Clădiri cu funcțiuni tehnice și economice, f3</i>	
- clădiri pentru activități productive și pentru alte procese tehnologice	2000
- clădiri pentru depozitare	1400
- clădiri de gospodărie comunală, activități energetice și tehnico edilitare	1600
- clădiri cu funcțiuni agricole	1400
<i>Clădiri cu funcțiuni speciale, f4</i>	
- clădiri din sistemul de protecție civilă	2000
- clădiri din sistemul de siguranță națională	2200

(7) Valorile costuri de înlocuire $C_{inloc,clădire/mp}$ sunt stabilite pentru anul 2025 și se vor actualiza ținând seama de indicii de cost în construcții publicați de Institutul Național de Statistică, la data aplicării metodologiei.

5.4. Indicatori ai riscului și rezilienței seismice pentru UAT-urile de nivel IV

(1) Acest paragraf se referă la determinarea indicatorilor de risc și reziliență pentru UAT-urile de nivel IV, respectiv comune, orașe și municipii sau sectoarele municipiului București.

(2) Valoarea totală absolută așteptată a pierderilor economice directe la nivel de UAT se determină distinct pentru fiecare cutremur de scenariu, cu relațiile:

$$\overline{PED}_{abs,total,UAT,I} = \sum_{UAT,clădire=1}^n \overline{PED}_{abs,clădire,I} \quad (5.12)$$

$$\overline{PED}_{abs,total,UAT,II} = \sum_{UAT,clădire=1}^n \overline{PED}_{abs,clădire,II} \quad (5.13)$$

$$\overline{PED}_{abs,total,UAT,III} = \sum_{UAT,clădire=1}^n \overline{PED}_{abs,clădire,III} \quad (5.14)$$

unde $\overline{PED}_{abs,total,UAT}$ este valoarea totală absolută așteptată a pierderilor economice directe la nivel de UAT pentru fiecare cutremur de scenariu considerat.

(3) Indicatorul riscului seismic la nivel de UAT IRS_{UAT} se determină, pentru fiecare cutremur de scenariu, ca raportul dintre valoarea totală absolută așteptată a pierderilor

economice directe $\overline{PED}_{abs,total,UAT}$ pentru cutremurul de scenariu respectiv și costul total de înlocuire a clădirilor:

$$IRS_{UAT,I} = \frac{\overline{PED}_{abs,total,UAT,I}}{\sum_{UAT,clădire=1}^n CT_{înloc,clădire}} \quad (5.15)$$

$$IRS_{UAT,II} = \frac{\overline{PED}_{abs,total,UAT,II}}{\sum_{UAT,clădire=1}^n CT_{înloc,clădire}} \quad (5.16)$$

$$IRS_{UAT,III} = \frac{\overline{PED}_{abs,total,UAT,III}}{\sum_{UAT,clădire=1}^n CT_{înloc,clădire}} \quad (5.17)$$

unde $\sum_{UAT,clădire=1}^n CT_{înloc,clădire}$ este costul total de înlocuire pentru clădirile din UAT.

(4) Indicatorul rezilienței seismice la nivel de UAT $IREzS_{UAT}$ se determină ca raport între valoarea totală absolută așteptată a pierderilor economice directe $\overline{PED}_{abs,total,UAT}$ la nivel de UAT pentru fiecare cutremur de scenariu și produsul intern brut la nivel de UAT, PIB_{UAT} :

$$IREzS_{UAT,I} = \frac{\overline{PED}_{abs,total,UAT,I}}{PIB_{UAT}} \quad (5.18)$$

$$IREzS_{UAT,II} = \frac{\overline{PED}_{abs,total,UAT,II}}{PIB_{UAT}} \quad (5.19)$$

$$IREzS_{UAT,III} = \frac{\overline{PED}_{abs,total,UAT,III}}{PIB_{UAT}} \quad (5.20)$$

(5) Valorile indicatorului riscului seismic la nivel de UAT $IRS_{UAT,II}$ se utilizează pentru ierarhizarea riscului seismic al UAT-urilor în sensul în care UAT-urile caracterizate de valorile $IRS_{UAT,II}$ mai mari prezintă riscul seismic mai mare.

(6) Valorile indicatorului rezilienței seismice la nivel de UAT $IREzS_{UAT,II}$ se utilizează pentru ierarhizarea UAT-urilor din punct de vedere al capacității prezumptive de restabilire rapidă a funcționalității clădirilor în sensul în care UAT-urile caracterizate de valorile $IREzS_{UAT,II}$ mai mici prezintă reziliență mai mare.

5.5. Indicatori ai riscului și rezilienței seismice pentru UAT-urile de nivel III

(1) Acest paragraf se referă la determinarea indicatorilor de risc și reziliență pentru UAT-urile de nivel III, respectiv județe sau municipiul București.

(2) Informațiile colectate prin analiza riscului seismic pentru UAT-urile de nivel IV se pot integra pentru stabilirea riscului și rezilienței seismice pentru UAT-urile de nivel III.

(3) Valoarea totală absolută așteptată a pierderilor economice directe $\overline{PED}_{abs,total,județ}$ pentru UAT-urile de nivel III, pentru fiecare cutremur de scenariu, se obține însumând valorile totale absolute ale pierderilor economice directe pentru UAT-urile de nivel IV aparținând județului respectiv sau municipiului București:

$$\overline{PED}_{abs,total,județ,I} = \sum_{UAT=1}^m \overline{PED}_{abs,total,UAT,I} \quad (5.21)$$

$$\overline{PED}_{abs,total,județ,II} = \sum_{UAT=1}^m \overline{PED}_{abs,total,UAT,II} \quad (5.22)$$

$$\overline{PED}_{abs,total,județ,III} = \sum_{UAT=1}^m \overline{PED}_{abs,total,UAT,III} \quad (5.23)$$

(4) Costul total de înlocuire a clădirilor la nivel de județ sau municipiul București, $CT_{județ,înloc,clădiri}$, se determină ca suma costurilor totale de înlocuire a clădirilor calculate la nivelul UAT-urilor de nivel IV din județul respectiv.

(5) Indicatorul riscului seismic la nivel de județ sau municipiul București, $IRS_{județ}$, se determină ca raport între valoarea totală absolută așteptată a pierderilor economice directe $\overline{PED}_{abs,total,județ}$ la nivel de județ sau municipiul București pentru fiecare cutremur de scenariu și costul total de înlocuire a clădirilor considerate:

$$IRS_{județ,I} = \frac{\overline{PED}_{abs,total,județ,I}}{CT_{județ,înloc,clădiri}} \quad (5.24)$$

$$IRS_{județ,II} = \frac{\overline{PED}_{abs,total,județ,II}}{CT_{județ,înloc,clădiri}} \quad (5.25)$$

$$IRS_{județ,III} = \frac{\overline{PED}_{abs,total,județ,III}}{CT_{județ,înloc,clădiri}} \quad (5.26)$$

(6) Indicatorul rezilienței seismice la nivel de județ sau municipiul București, $IRezS_{județ,I}$, se determină, pentru fiecare cutremur de scenariu, ca raportul dintre valoarea totală absolută așteptată a pierderilor economice directe $\overline{PED}_{abs,total,județ}$ la nivel de județ sau municipiul București și produsul intern brut la nivel de județ sau municipiul București, $PIB_{județ}$:

$$IRezS_{județ,I} = \frac{\overline{PED}_{abs,total,județ,I}}{PIB_{județ}} \quad (5.27)$$

$$IRezS_{județ,II} = \frac{\overline{PED}_{abs,total,județ,II}}{PIB_{județ}} \quad (5.28)$$

$$IRezS_{județ,III} = \frac{\overline{PED}_{abs,total,județ,III}}{PIB_{județ}} \quad (5.29)$$

(7) Valorile indicatorului riscului seismic la nivel de județ, $IRS_{județ,II}$, se utilizează la ierarhizarea județelor și/sau municipiul București din punct de vedere al riscului seismic, în sensul în care UAT-urile de nivel III caracterizate de valorile $IRS_{județ,II}$ mai mari prezintă riscul seismic mai mare.

(8) Valorile indicatorului rezilienței seismice la nivel de județ, $IRezS_{județ,II}$, se utilizează la ierarhizarea județelor și/sau municipiul București din punct de vedere al capacității prezumptive de restabilire rapidă a funcționalității clădirilor, în sensul în care UAT-urile de nivel III caracterizate de valorile $IRezS_{UAT,II}$ mai mici prezintă reziliență mai mare.

6. Hărți de risc seismic

6.1. Scop și principii generale

- (1) Pentru integrarea analizei de risc seismic în evaluarea, comunicarea și gestionarea riscurilor seismice la nivel local, regional și național se utilizează hărți de risc seismic.
- (2) Hărțile de risc se realizează utilizând Sisteme Informaționale Geografice (GIS), care permit corelarea și suprapunerea straturilor de date referitoare la hazard, expunere și fragilitate/vulnerabilitate într-o bază de date unitară.
- (3) Hărțile de risc seismic se pot include în:
 - (a) documentațiile de amenajarea teritoriului și urbanism (PATJ, PATZ, PUG, PUZ, PUD);
 - (b) planurile județene de analiză și acoperire a riscurilor;
 - (c) platformele naționale de monitorizare a riscurilor;și se pot utiliza în:
 - (d) campaniile de informare publică și programe de instruire pentru situații de urgență.
- (4) Hărțile de risc seismic rezultă prin integrarea informațiilor despre hazard, expunere și fragilitate/vulnerabilitate.

6.2. Hărți de risc seismic pentru UAT-urile de nivel IV

- (1) Hărțile de risc seismic pentru UAT-urile de nivel IV se realizează pentru fiecare din cele trei cutremure de scenariu exprimând distribuția teritorială a:
 - (a) stării așteptate de avariere;
 - (b) valorilor relative ale pierderilor economice directe.
- (2) Mărimile indicate la (1) se evaluează și se reprezintă la nivel de sector de recensământ (unitate teritorială statistică), rezultând valori distincte și unitare pentru fiecare din sectoarele de recensământ din cadrul UAT-ului de nivel IV.
- (3) Starea așteptată de avariere pentru sectorul de recensământ $\overline{sa}_{SR}$ se determină cu relația:

$$\overline{sa}_{SR} = \frac{\sum_{i=1}^n A_{desf,ts,i} \cdot \overline{sa}_{ts,i}}{\sum_{i=1}^n A_{desf,ts,i}} \quad (6.1)$$

unde:

$A_{desf,ts,i}$ aria desfășurată a tuturor clădirilor din sectorul de recensământ aparținând tipologiei structurale i ;

$\overline{sa}_{ts,i}$ starea așteptată de avariere a tipologiei structurale i determinată conform prevederilor 5.2, (2).

(6.2.5) Reprezentarea pe harta de risc seismic pentru UAT-urile de nivel IV a stării așteptate de avariere în sectorul de recensământ se realizează utilizând o schemă cromatică, conform prevederilor din [Tabelul 6.1](#):

Tabelul 6.1 Schema cromatică pentru starea așteptată de avariere în sectorul de recensământ

Media ponderată $\overline{s\alpha}_{SR}$	Cod culoare	Culoare	Starea așteptată de avariere
$0 \leq \overline{s\alpha}_{SR} < 0,5$	#00A65A	Verde intens	Neavariată
$0,5 \leq \overline{s\alpha}_{SR} < 1,5$	#A8E05F	Verde-gălbui	Ușoară
$1,5 \leq \overline{s\alpha}_{SR} < 2,5$	#F6E600	Galben	Moderată
$2,5 \leq \overline{s\alpha}_{SR} < 3,5$	#FF9900	Portocaliu	Extinsă
$\overline{s\alpha}_{SR} \geq 3,5$	#D7191C	Roșu intens	Completă

(4) Valoarea relativă a pierderilor economice directe la nivel de sector de recensământ se determină cu relația:

$$\overline{PED}_{rel,SR} = \frac{\sum_{i=1}^n A_{desf,ts,i} \cdot \overline{PED}_{rel,ts,i}}{\sum_{i=1}^n A_{desf,ts,i}} \quad (6.2)$$

unde:

$A_{desf,ts,i}$ aria desfășurată a tuturor clădirilor din sectorul de recensământ aparținând tipologiei structurale i ;

$\overline{PED}_{rel,ts,i}$ valoarea relativă a pierderilor economice directe pentru tipologia structurală i determinată conform 5.3, (4).

Valoarea $\overline{PED}_{rel,SR}$ se exprimă procentual.

(5) Reprezentarea pe harta de risc seismic pentru UAT-urile de nivel IV a valorilor așteptate relative ale pierderilor economice directe în sectorul de recensământ se realizează utilizând o schemă cromatică, conform prevederilor din [Tabelul 6.2](#).

Tabelul 6.2 Schema cromatică pentru valorile așteptate relative ale pierderilor economice directe în sectorul de recensământ

Media ponderată $\overline{PED}_{rel,SR}$	Cod culoare	Culoare	Risc seismic
$0\% \leq \overline{PED}_{rel,SR} < 5\%$	#00A65A	Verde intens	Foarte scăzut
$5\% \leq \overline{PED}_{rel,SR} < 15\%$	#A8E05F	Verde-gălbui	Scăzut
$15\% \leq \overline{PED}_{rel,SR} < 30\%$	#F6E600	Galben	Moderat
$30\% \leq \overline{PED}_{rel,SR} < 60\%$	#FF9900	Portocaliu	Ridicat
$60\% \leq \overline{PED}_{rel,SR} \leq 100\%$	#D7191C	Roșu intens	Foarte ridicat

6.3. Hărți de risc seismic pentru UAT-urile de nivel III

(1) Hărțile de risc seismic pentru UAT-urile de nivel III se realizează pentru fiecare din cele trei cutremure de scenariu exprimând distribuția teritorială a:

- (a) indicatorului riscului seismic;
- (b) indicatorului rezilienței seismice.

pentru UAT-urile de nivel IV.

(2) Harta indicatorului riscului seismic pentru UAT-urile de nivel III se realizează folosind valorile IRS_{UAT} determinate conform prevederilor de la 5.4, (3).

(3) Reprezentarea pe harta de risc seismic pentru UAT-urile de nivel III a valorilor indicatorului riscului seismic calculate pentru UAT-urile de nivel IV se realizează utilizând o schemă cromatică conform prevederilor din Tabelul 6.3.

Tabelul 6.3 Schema cromatică pentru indicatorul riscului seismic pentru UAT-uri de nivel III

IRS_{UAT}	Cod culoare	Culoare	Risc seismic
$0\% \leq IRS_{UAT} < 5\%$	#00A65A	Verde intens	Foarte scăzut
$5\% \leq IRS_{UAT} < 15\%$	#A8E05F	Verde-gălbui	Scăzut
$15\% \leq IRS_{UAT} < 30\%$	#F6E600	Galben	Moderat
$30\% \leq IRS_{UAT} < 60\%$	#FF9900	Portocaliu	Ridicat
$60\% \leq IRS_{UAT} \leq 100\%$	#D7191C	Roșu intens	Foarte ridicat

(4) Harta indicatorului rezilienței seismice pentru UAT-urile de nivel III se realizează folosind valorile $IRezS_{UAT}$ determinate conform prevederilor de la 5.4, (4).

(5) Reprezentarea pe harta rezilienței seismice pentru UAT-urile de nivel III a valorilor indicatorului rezilienței seismice calculate pentru UAT-urile de nivel IV se realizează utilizând o schemă cromatică conform prevederilor din Tabelul 6.4.

Tabelul 6.4 Schema cromatică pentru indicatorul rezilienței seismice pentru UAT-uri de nivel III

$IRezS_{UAT}$	Cod culoare	Culoare	Reziliență seismică
$0\% \leq IRezS_{UAT} < 5\%$	#00A65A	Verde intens	Foarte ridicată
$5\% \leq IRezS_{UAT} < 10\%$	#A8E05F	Verde-gălbui	Ridică
$10\% \leq IRezS_{UAT} < 20\%$	#F6E600	Galben	Moderată
$20\% \leq IRezS_{UAT} < 40\%$	#FF9900	Portocaliu	Scăzută
$IRezS_{UAT} \geq 40\%$	#D7191C	Roșu intens	Foarte scăzută

6.4. Hărți de risc seismic la nivel național

(1) Hărțile de risc seismic la nivel național se realizează pentru fiecare din cele trei cutremure de scenariu exprimând distribuția teritorială a:

- (a) indicatorului riscului seismic;

(b) indicatorului rezilienței seismice.

pentru UAT-urile de nivel III.

(2) Harta indicatorului riscului seismic la nivel național se realizează folosind valorile $IRS_{județ}$ determinate conform prevederilor de la [5.5](#), [\(5\)](#).

(3) Reprezentarea pe harta de risc seismic la nivel național a valorilor indicatorului riscului seismic calculate pentru UAT-urile de nivel III se realizează utilizând o schemă cromatică conform prevederilor din [Tabelul 6.5](#).

Tabelul 6.5 Schema cromatică pentru indicatorul riscului seismic la nivel național

$IRS_{județ}$	Cod culoare	Culoare	Risc seismic
$0\% \leq IRS_{județ} < 5\%$	#00A65A	Verde intens	Foarte scăzut
$5\% \leq IRS_{județ} < 15\%$	#A8E05F	Verde-gălbui	Scăzut
$15\% \leq IRS_{județ} < 30\%$	#F6E600	Galben	Moderat
$30\% \leq IRS_{județ} < 60\%$	#FF9900	Portocaliu	Ridicat
$60\% \leq IRS_{județ} \leq 100\%$	#D7191C	Roșu intens	Foarte ridicat

(4) Harta indicatorului rezilienței seismice la nivel național se realizează folosind valorile $IRezS_{județ}$ determinate conform prevederilor de la [5.5](#), [\(6\)](#).

(5) Reprezentarea pe harta de risc seismic la nivel național a valorilor indicatorului rezilienței seismice calculate pentru UAT-urile de nivel III se realizează utilizând o schemă cromatică conform prevederilor din [Tabelul 6.6](#).

Tabelul 6.6 Schema cromatică pentru indicatorul rezilienței seismice la nivel național

$IRezS_{județ}$	Cod culoare	Culoare	Reziliența seismică
$0\% \leq IRezS_{județ} < 5\%$	#00A65A	Verde intens	Foarte ridicată
$5\% \leq IRezS_{județ} < 10\%$	#A8E05F	Verde-gălbui	Ridică
$10\% \leq IRezS_{județ} < 20\%$	#F6E600	Galben	Moderată
$20\% \leq IRezS_{județ} < 40\%$	#FF9900	Portocaliu	Scăzută
$IRezS_{județ} \geq 40\%$	#D7191C	Roșu intens	Foarte scăzută

6.5. Principii cartografice și tehnice

(1) Hărțile de risc seismic se realizează la următoarele scări:

(a) 1:1.000 – 1:5.000: pentru UAT-uri de nivel IV;

(b) 1:25.000 – 1:100.000: pentru UAT-uri de nivel III;

(c) 1:250.000 – 1:1.000.000: la nivel național.

(2) La elaborarea hărților se utilizează platforme GIS și metadatele conforme cu standardele INSPIRE pentru interoperabilitate.

(3) Hărțile se livrează în:

(a) formate digitale GeoTIFF, shapefile și GDB;

și

(b) raport în Format portabil de document, PDF.

(4) Hărțile se elaborează în sistemul de referință ETRS89 / LAEA Europe, WGS84 sau Stereo 70, după caz.

Redactarea 1