

Reglementare tehnică din 27 decembrie 2005 "Cod de proiectare. Bazele proiectării structurilor în construcții", indicativ CR 0-2005

1. Generalități

Codul cuprinde principiile, elementele și datele de bază necesare pentru clasificarea acțiunilor/incarcarilor și gruparea efectelor structurale ale acțiunilor/incarcarilor pentru proiectarea clădirilor și structurilor în acord cu dezvoltările din următoarele coduri de proiectare avansate: Eurocodul 0, EN 1990: 2002, codurile americane ASCE 7-95, ASCE7-98: 2000 și documentul ISO 2394/1993.

Codul se înscrie în procesul de armonizare a legislației tehnice românești pentru proiectarea construcțiilor cu cea din Comunitatea Europeană, îmbunătățind nivelul de siguranță a structurilor și construcțiilor din România.

1.1. Scopul

Prezentul cod se referă la clasificarea acțiunilor/incarcarilor și gruparea efectelor structurale ale acțiunilor/incarcarilor pentru proiectarea clădirilor și structurilor.

1.2. Definiții

1.2.1. Definiții referitoare la acțiuni în construcții

1.2.1.1. Acțiuni (F)

Acțiunile asupra construcțiilor se pot exprima prin:

- a) Forte/incarcarci aplicate asupra structurii (acțiuni directe);**
- b) Accelerații provocate de cutremure sau alte surse (acțiuni indirecte);**
- c) Deformații impuse cauzate de variații de temperatura, umiditate sau tasări diferențiate sau provocate de cutremure (acțiuni indirecte).**

1.2.1.2. Efect al acțiunii (E)

Efectul acțiunii/acțiunilor pe structura se poate exprima în termeni de efort secționai și/sau efort unitar în elementele structurale, precum și în termeni de deplasare și/sau rotație pentru elementele structurale și structura în ansamblu.

1.2.1.3. Acțiune permanentă (G)

Acțiune pentru care variația în timp este nulă sau neglijabilă.

1.2.1.4. Acțiune variabilă (Q)

Acțiune pentru care variația în timp a parametrilor ce caracterizează acțiunea nu este nici monotona nici neglijabilă.

1.2.1.5. Acțiune accidentală (A)

Acțiune de durată scurtă dar de intensitate semnificativă, ce se exercită cu probabilitate redusă asupra structurii în timpul duratei sale de viață proiectate.

Nota - De obicei cutremurul și impactul reprezintă acțiuni accidentale, iar zăpada și vântul reprezintă acțiuni variabile.

1.2.1.6. Acțiune seismică (A_E)

Acțiune asupra structurii datorată mișcării terenului provocată de cutremure.

1.2.1.7. Acțiune geotehnică

Acțiune transmisă structurii de către pamânt și/sau apă subterană.

1.2.1.8. Acțiune fixă și acțiune liberă

Acțiunea fixă are distribuția și poziția fixe pe structura. Acțiunea liberă poate avea diverse distribuții și poziții pe structura.

1.2.1.9. Acțiune statică

Acțiune care nu provoacă forțe de inerție pe structura și elementele sale structurale.

1.2.1.10. Acțiune dinamică

Acțiune care provoacă forțe de inerție semnificative pe structura și elementele sale structurale.

1.2.1.11. Acțiunea cvasistatică

Acțiune dinamică reprezentată printr-o acțiune statică echivalentă.

1.2.1.12. Valoare caracteristică a unei acțiuni (F_k)

Valoarea caracteristica a unei acțiuni corespunde unei probabilități mici de depășire a acțiunii în sensul defavorabil pentru siguranța structurii în timpul unui interval de timp de referință. Valoarea caracteristica se determina ca fracții al repartiției statistice a acțiunii.

1.2.1.13. Valoare cvasipermanenta a unei acțiuni variabile ($\Psi_2 Q_k$)

Valoare exprimata ca o fracțiune din valoarea caracteristica a acțiunii printr-un coeficient

Ψ_2 mai mic sau egal cu 1.

1.2.1.14. Valoare de calcul a unei acțiuni (F_d)

Valoare obținută prin multiplicarea valorii caracteristice F_k cu un coeficient parțial de siguranță, γ_f ce ia în considerație incertitudinile nealeatoare, cu caracter defavorabil asupra siguranței structurale, ce caracterizează acțiunea.

1.2.2. Definiții referitoare la rezistențele materialelor structurale

▣ **1.2.2.1.** Valoare caracteristica a unei rezistente (R_k)

Valoarea caracteristica a unei rezistente a materialului structural corespunde unei probabilități mici de nedepășire a rezistenței. Aceasta valoare se determina ca un fracții inferior al repartiției statistice a rezistenței materialului.

O valoare nominala, stabilita deterministic, poate fi folosita ca valoare caracteristica în lipsa datelor statistice.

▣ **1.2.2.2.** Valoare de calcul a unei rezistente (R_d)

Valoare obținută prin impartirea valorii caracteristice, R_k la un coeficient parțial de siguranță, γ_m ce ia în considerare incertitudinile nealeatoare, cu caracter defavorabil asupra siguranței structurale, ce caracterizează rezistenta.

▣ **1.2.2.3.** Valoare nominala (R_{nom})

Valoare din documente specifice de material sau de produs utilizata în lipsa datelor statistice.

1.2.3. Termeni referitori la geometria structurii

▣ **1.2.3.1.** Valoare caracteristica a unei proprietăți geometrice (α_k)

Valoarea caracteristica a unei proprietăți geometrice (α_k) corespunde, de obicei, dimensiunilor specificate în proiect.

▣ **1.2.3.2.** Valoare de calcul a unei proprietăți geometrice

Valoarea de calcul a unei proprietăți geometrice este egala, în general, cu valoarea caracteristica.

1.2.4. Termeni referitori la analiza structurala

▣ **1.2.4.1.** Analiza structurala

Analiza structurala cuprinde (i) metodele de calcul a efectelor structurale ale acțiunilor și (ii) metodele de calcul a rezistentelor structurii, elementelor structurale, secțiunii elementelor și punctual în secțiune.

1.2.5. Definiții privind proiectarea construcțiilor

▣ **1.2.5.1.** Durata de viața proiectata

Intervalul de timp estimat pentru care structura (sau o parte a acesteia) poate să fie utilizata conform destinației/funcțiunii prevăzute.

▣ **1.2.5.2.** Stări limita

Stări în afara cărora structura nu mai satisface criteriile adoptate de proiectare.

▣ **1.2.5.3.** Stări limita ultime

Stări asociate cu prăbușirea sau cu forme similare de cedare structurala.

▣ **1.2.5.4.** Stări limita de serviciu

Stări dincolo de care cerințele necesare pentru utilizarea în condiții normale a construcției/structurii nu mai sunt îndeplinite.

▣ **1.2.5.5.** Valoare nominala

Valoare fixata pe baze nestatistice, de exemplu pe baza experienței acumulate sau pe alte baze raționale.

1.3. Cerințe de baza

O structura trebuie proiectata si executata in asa fel incat, pe durata vieții considerate la proiectare, sa satisfacă următoarele cerințe de baza: rezistenta structurala, funcționalitate si durabilitate.

In caz de incendiu, rezistenta structurala trebuie menținută pentru o perioada de timp determinata.

O structura trebuie proiectata astfel incat sa nu ajungă in situații de colaps parțial sau total datorita unor evenimente precum exploziile si impactul.

Avarierea si degradarea unei structuri trebuie evitate sau limitate prin:

- eliminarea sau reducerea hazardurilor la care poate fi expusa;
- alegerea unui tip de structura ce este puțin vulnerabila la hazardurile considerate;
- evitarea unor sisteme structurale ce pot ceda fara avertisment;
- utilizarea unor sisteme structurale unde elementele structurale conlucrează in preluarea acțiunilor.

Cerințele de baza trebuie indeplinite:

- prin alegerea materialelor structurale adecvate;
- prin proiectarea si detalierea constructiva corespunzătoare;
- prin specificarea procedurilor de control in proiectare, in fabrici de produse pentru construcții si in execuția si exploatarea structurii considerate.

La cererea autorităților competente trebuie efectuate teste de incarcare asupra construcțiilor, atunci când exista motive de verificare a siguranței construcției remarcate de către utilizatori.

1.4. Ipoteze

Proiectarea se considera ca indeplineste cerințele necesare daca sunt indeplinite următoarele:

- alegerea sistemului structural si proiectarea structurii se efectuează de personal cu calificarea si experiența adecvata;
- execuția se efectuează de un personal cu calificare si experiența adecvata; calitatea execuției lucrărilor pe șantier si in fabrica se asigura prin supraveghere si control;
- materialele si produsele de construcții sunt utilizate conform specificațiilor EN 1990 pana la EN 1999 sau după norme naționale relevante pentru materiale si produse pentru construcții; structura beneficiază de o intretinere adecvata; structura se utilizează in conformitate cu ipotezele admise la proiectare.

Nota - Pot exista cazuri când ipotezele de mai sus trebuie sa fie suplimentate.

1.5. Durata de viata proiectata

Durata de viata a structurii/construcției trebuie specificata. Durata de viata proiectata a structurii/construcției poate fi simplificat considerata ca in Tabelul 1.1

Tabelul 1.1 - Durata de viata a structurii/construcției pentru proiectare

Durata de viata proiectata, in ani	Exemple
mai mare sau egal cu 100	Structuri monumentale, poduri si alte structuri pentru lucrări ingineresti importante
50 - 100	Clădiri si structuri obișnuite
10 - 30	Construcții agricole sau similare Parti de structura ce pot fi inlocuite(de exemplu reazeme)
mai mic sau egal cu 10	Structuri tranzitorii

Nota - Structurile sau parti ale structurilor ce pot fi dezmembrate pentru a fi refolosite nu trebuie sa fie considerate ca tranzitorii.

1.6. Durabilitate

Structura trebuie proiectata astfel incat deteriorarea sa pe durata de viata proiectata sa nu afecteze performantele construcției luandu-se in considerare atât condițiile de mediu in care structura este expusa cat si un nivel de intretinere corespunzător.

Condițiile de mediu trebuie identificate in faza de proiectare.

Gradul de deteriorare poate fi estimat pe baza calculelor, a cercetărilor experimentale și experienței obținute de la construcțiile similare precedente.

▣2.Principiile proiectării la stări limita

▣2.1.Generalități

Pentru o funcțiune data, proiectarea structurilor trebuie efectuată în funcție de destinația, importanța și valoarea construcției.

Trebuie făcută distincția între stările limita ultime și stările limita de serviciu (exploatare).

Verificarea stărilor limita care se referă la efecte dependente de timp trebuie asociată cu durata de viață proiectată a structurii. Se notează că majoritatea efectelor dependente de timp sunt cumulative.

▣2.2.Stări limita ultime

Stările limita ce implică protecția vieții oamenilor și a siguranței structurii sunt clasificate ca stări limita ultime.

Stările limita ce implică protecția unor bunuri de valoare deosebită trebuie de asemenea clasificate ca stări limita ultime. Asemenea cazuri sunt stabilite de către client și autoritatea relevantă.

Și următoarele stări limita ultime trebuie verificate, acolo unde pot fi relevante pentru siguranța structurii:

- pierderea echilibrului structurii sau a unei părți a acesteia, considerate ca un corp rigid;
- cedarea prin deformații excesive, transformarea structurii sau a oricărei părți a acesteia într-un mecanism;
- pierderea stabilității structurii sau a oricărei părți a acesteia, incluzând reazemele și fundațiile;
- cedarea cauzată de alte efecte dependente de timp.

Nota - Se notează că cedarea datorită deformației excesive este o cedare structurală datorată instabilității mecanice.

▣2.3.Stări limita de serviciu

Stările limita ce iau în considerare funcționarea structurii sau a elementelor structurale în condiții normale de exploatare, confortul oamenilor/ocupanților construcției și limitarea vibrațiilor, deplasărilor și deformațiilor structurii sunt clasificate ca stări limita de serviciu.

▣2.4.Proiectarea la stări limita

Proiectarea la stări limita trebuie să se bazeze pe utilizarea unor modele de calcul structural și pentru acțiuni, relevante pentru stările limita considerate.

Verificările trebuie efectuate pentru toate cazurile semnificative și raționale de combinare de încărcări/efecte ale încărcărilor.

La proiectare trebuie să se țină seama și de posibilele abateri de la direcțiile și pozițiile presupuse ale acțiunilor precum și de eventualele imperfecțiuni geometrice ale construcției.

Cerințele de proiectare în raport cu starea limita trebuie îndeplinite utilizând coeficienții de siguranță parțiali specificați în capitolul 4.

Ca alternativă, poate fi efectuată o proiectare bazată direct pe metode probabilistice.

▣3.Variabile de bază

3.1.Acțiuni

▣3.1.1.Clasificarea acțiunilor

O acțiune este descrisă de un model, mărimea acesteia fiind reprezentată în majoritatea cazurilor de un scalar ce poate avea diferite valori reprezentative.

Acțiunile pot fi clasificate după variația lor în timp astfel:

- Acțiuni permanente (G), de exemplu: acțiuni directe precum greutatea proprie a construcției, a echipamentelor fixate pe construcții și acțiuni indirecte datorate contracției betonului, tasărilor diferențiate și precomprimării;

- Acțiuni variabile (Q), de exemplu: acțiuni pe plansele și acoperișurile clădirilor, acțiunea zăpezii, acțiunea vântului, împingerea pământului, a fluidelor și a materialelor pulverulente și altele;

- Acțiuni accidentale (A), de exemplu cutremurul, exploziile, impactul vehiculelor.

Acțiunile sunt clasificate, după natura răspunsului structural, în acțiuni statice și acțiuni dinamice.

3.1.2. Valori caracteristice ale acțiunilor

Valoarea caracteristică, F_k a unei acțiuni este o valoare reprezentativă a acesteia și trebuie determinată:

- Pe baze probabilistice printr-un fracții superior al repartiției statistice a acțiunii;
- Pe baze deterministice, printr-o valoare nominală utilizată în lipsa datelor statistice.

Nota 1 - Deterministic, greutatea proprie a structurii poate fi reprezentată de o singură valoare caracteristică, valoare calculată pe baza dimensiunilor nominale și a maselor unitare medii.

Dacă variabilitatea statistică a acțiunii G nu poate fi neglijată (coeficientul de variație al acțiunii peste 0.05) și/sau pentru structurile a căror siguranță este sensibilă la variația lui G , în proiectare trebuie utilizate acele valori ale lui G ce au un efect defavorabil asupra siguranței. Acele valori pot fi după caz fie $G_{k, inf}$ - reprezentat de fractilul 5% al repartiției statistice a acțiunii G , fie $G_{k, sup}$ - reprezentat de fractilul 95% al repartiției statistice a acțiunii G .

Nota 2 - Pretensionarea (P) trebuie clasificată ca o acțiune permanentă cauzată de forțe controlate și/sau de deformații controlate impuse pe o structură. Tipul de pretensionare trebuie diferențiat funcție de soluție (de exemplu pretensionare prin toroane, pretensionarea prin deformații impuse reazemelor).

Valorile caracteristice ale pretensionării, la un timp t , pot fi o valoare superioară $P_{k, sup}(t)$ și o valoare inferioară $P_{k, inf}(t)$. Pentru stările limita ultime, poate fi utilizată o valoare medie $P_m(t)$.

Nota 3 - În general, valoarea caracteristică a acțiunilor din vânt și din zăpadă se definește prin probabilitatea de nedepășire de 2% într-un an ceea ce corespunde unui interval mediu de recurență a unei valori mai mari de 50 ani, $IMR=50$ ani. În anumite cazuri valoarea caracteristică a acestor acțiuni climatice se poate defini și cu alte probabilități de nedepășire într-un an.

Nota 4 - Pentru acțiuni accidentale, valoarea de proiectare A_d trebuie specificată pentru fiecare proiect individual în parte.

3.1.3. Alte valori reprezentative ale acțiunilor variabile

Alte valori reprezentative ale unei acțiuni variabile sunt:

a) Valoarea frecvență, reprezentată de produsul $\Psi_1 Q_k$; aceasta valoare este apropiată de o valoare centrală a repartiției statistice a valorilor acțiunii;

b) Valoarea cvasipermanentă, reprezentată de produsul $\Psi_1 Q_k$; aceasta valoare este folosită pentru verificarea la stări limita ultime ce implică acțiuni accidentale și pentru verificarea la stări limita de serviciu reversibile. Valorile cvasipermanente sunt utilizate și pentru calculul efectelor pe termen lung.

3.1.4. Reprezentarea acțiunilor dinamice

Acțiunile dinamice sunt exprimate, în general, ca acțiuni statice echivalente aplicând coeficienți dinamici de amplificare unei încărcări statice.

Când acțiunile dinamice produc un răspuns dinamic semnificativ al structurii, analiza structurii trebuie să fie o analiză dinamică.

3.1.5. Influența mediului

În alegerea materialelor, concepției structurii și pentru proiectarea de detaliu trebuie considerată influența factorilor de mediu ce pot afecta durabilitatea structurii.

3.2. Rezistențele materialelor structurale

Valorile caracteristice ale rezistenței materialelor structurale sunt determinate probabilistic pe baza de încercări standardizate efectuate în condiții specificate.

Valorile caracteristice ale rezistentelor materialelor structurale sunt definite uzual prin fractilul 5% al repartiției statistice a rezistenței.

Când nu sunt disponibile date statistice suficiente pentru a stabili valorile caracteristice ale rezistentelor materialului, pot fi luate ca valori caracteristice valorile nominale ale rezistenței.

Parametrii de rigiditate structurală (de exemplu modulul de elasticitate), coeficienții de curgere lentă și coeficienții de dilatare termică sunt reprezentați în proiectare prin valori medii.

Nota - În unele cazuri, poate fi necesar să se lua în considerare pentru modulul de elasticitate o valoare superioară sau inferioară mediei (de exemplu în cazul instabilității).

3.3. Geometria structurii

În proiectarea structurilor și a elementelor structurale trebuie luate în considerare imperfecțiuni geometrice care au un efect defavorabil asupra siguranței structurale.

3.4. Modelarea structurală

Modelele structurale trebuie alese astfel încât să permită evaluarea comportării structurii cu un nivel de exactitate acceptabil.

Dacă nu sunt disponibile modele de calcul adecvate, și pentru a se confirma prin verificări ipotezele adoptate, proiectarea asistată de rezultate ale încercărilor trebuie să fie considerată ca o opțiune.

După caz, trebuie luate în considerare și incertitudinile statistice datorate numărului limitat de rezultate.

4. Proiectarea prin metoda coeficienților parțiali de siguranță

4.1. Generalități

Metoda coeficienților parțiali de siguranță constă în verificarea tuturor situațiilor de proiectare astfel încât nici o stare limită să nu fie depășită atunci când sunt utilizate valorile de calcul pentru acțiuni sau efectele lor pe structura și valorile de calcul pentru rezistențe.

Pentru situațiile de proiectare selectate și stările limită considerate, acțiunile individuale trebuie grupate conform regulilor din acest capitol.

Evident acțiunile care nu pot exista fizic simultan nu se iau în considerare împreună în grupări de acțiuni/efecte structurale ale acțiunilor.

Valorile de calcul sunt obținute din valorile caracteristice utilizându-se coeficienți parțiali de siguranță sau alți coeficienți după cum sunt definiți în acest capitol.

Valorile de calcul pot fi alese și direct atunci când se aleg valori conservative.

Metoda se referă la verificările la starea limită ultimă și la starea limită de serviciu a structurilor supuse la încărcări statice, precum și la cazurile în care efectele dinamice pe structura sunt determinate folosind încărcări statice echivalente (de exemplu efectele dinamice produse de vânt sau induse de trafic).

Pentru calculul structurilor în domeniul neliniar de comportare și pentru calculul structurilor la oboseală trebuie aplicate reguli specifice.

4.2. Valori de calcul

4.2.1. Valori de calcul ale acțiunilor Valoarea de calcul, F_d a unei acțiuni F_{se} exprima astfel:

$$F_d = \gamma_f F_k \quad (4.1)$$

unde:

F_k este valoarea caracteristică a acțiunii

γ_f - coeficient parțial de siguranță pentru acțiune ce ține seama de posibilitatea unor abateri nefavorabile și nealeatoare a valorii acțiunii de la valoarea sa caracteristică.

4.2.2 Valori de calcul ale efectelor acțiunilor

Valoarea de calcul a efectului pe structura al acțiunii, E_d se calculează ca fiind efectul pe structura al acțiunii, $E(F_d)$ înmulțit cu coeficientul parțial de siguranță γ_{sd} :

$$E_d = \gamma_{sd} \times E(F_d) \quad (4.2)$$

Coeficient parțial de siguranță, γ_{sd} evaluează incertitudinile privind modelul de calcul al efectului în secțiune al acțiunii F_d

Alternativ, efectele acțiunilor pe structura, E_d se pot determina și sub forma:

$$E_d = E(\gamma_{sd} \times \gamma_s \times F_k) \quad (4.3)$$

4.2.3 Valori de calcul ale rezistențelor materialelor structurale Valoarea de calcul a rezistenței unui material structural, X_d se exprimă astfel:

$$X_d = X_k / \gamma_m \quad (4.4)$$

unde:

X_k este valoarea caracteristică a rezistenței materialului;

γ_m - coeficientul parțial de siguranță pentru rezistența materialului ce ține seama de posibilitatea unor abateri nefavorabile și nealeatoare a rezistenței materialului de la valoarea sa caracteristică, precum și de efectele de conversie (de volum, scară, umiditate, temperatură, timp) asupra rezistenței materialului.

4.2.4. Valori de calcul ale rezistențelor elementelor structurale

Valoarea de calcul a rezistenței sectionale, R_d se calculează ca fiind valoarea rezistenței sectionale calculată cu valoarea de calcul a rezistenței materialului, R (X_k / γ_m) înmulțită cu coeficientul parțial de siguranță $1 / \gamma_{Rd}$:

$$R_d = 1 / \gamma_{Rd} \times R(X_k / \gamma_m) \quad (4.5)$$

Coeficientul parțial de siguranță, $1 / \gamma_{Rd}$ evaluează incertitudinile privind modelul de calcul al γ_{sd} rezistenței sectionale, inclusiv abaterile geometrice.

Alternativ, rezistența sectionala, R_d se poate determina și sub forma:

$$R_d = R(1 / \gamma_{Rd} \times 1 / \gamma_m \times X_k) \quad (4.6)$$

4.3. Stări limita ultime

4.3.1. Generalități

Verificarea structurilor se face la următoarele stări limita ultime:

a) Cedarea structurală și/sau deformarea excesivă a elementelor structurii/infrastructurii/terenului;

b) Pierderea echilibrului static al structurii sau a unei părți a acesteia, considerată corp rigid.

Verificarea structurală la starea limita de oboseală se regăsește în norme specifice.

4.3.2. Verificări de rezistență

Verificarea la starea limita de cedare structurală a unei secțiuni/element sau îmbinare se face cu relația:

$$E_d \text{ mai mic sau egal cu } R_d \quad (4.7)$$

E_d este valoarea de calcul a efectelor acțiunilor în secțiune pentru starea limita ultimă considerată.

R_d este valoarea de calcul a rezistenței sectionale de aceeași natură cu efectul acțiunii în secțiune.

4.3.3 Verificări de echilibru static

Verificarea la starea limita de echilibru static a structurii se face cu relația:

$E_{d,dst}$ mai mic sau egal cu $E_{d,stab}$ (4.8)

$E_{d,dst}$ este valoarea de calcul a efectului acțiunilor ce conduc la pierderea echilibrului static.

$E_{d,stab}$ este valoarea de calcul a efectului acțiunilor ce se opun pierderii echilibrului static.

4.3.4. Gruparea efectelor structurale ale acțiunilor, pentru verificarea structurilor la stări limita ultime

Structura, infrastructura și terenul de fundare vor fi proiectate la stări limita ultime, astfel încât efectele acțiunilor de calcul în secțiune, luate conform următoarelor combinații factorizate:

$$1,35 \sum_{j=1}^n G_{kj} + 1,5 Q_{k,l} + \sum_{i=2}^m 1,5 \psi_{0,i} Q_{ki} \quad (4.9)$$

să fie mai mici decât rezistențele de calcul în secțiune.

În relația 4.9 simbolul "+" înseamnă "în combinație cu" sau "efectul combinat al".

$G_{k,i}$ este efectul pe structura al acțiunii permanente i , luată cu valoarea sa caracteristică.

$Q_{k,i}$ - efectul pe structura al acțiunii variabile i , luată cu valoarea sa caracteristică;

$Q_{k,l}$ - efectul pe structura al acțiunii variabile, ce are ponderea predominantă între acțiunile variabile, luată cu valoarea sa caracteristică;

$\psi_{0,i}$ este un factor de simultaneitate al efectelor pe structura ale acțiunilor variabile i ($i = 2, 3 \dots m$) luate cu valorile lor caracteristice, având valoarea:

$$\psi_{0,i} = 0,7 \quad (4.10)$$

cu excepția încărcărilor din depozite și a acțiunilor provenind din împingerea pământului, a materialelor pulverulente și a fluidelor/apelor unde:

$$\psi_{0,i} = 1,0 \quad (4.11)$$

De exemplu, în cazul unei structuri acționată predominant de efectele acțiunii vântului, relația (4.9) se scrie:

$$1,35 \sum_{j=1}^n G_{kj} + 1,5 V_k + 1,05(Z_k \text{ sau } U_k)$$

iar în cazul unui acoperiș acționat predominant de efectele zăpezii, relația (4.9) se scrie:

$$1,35 \sum_{j=1}^n G_{kj} + 1,5 Z_k + 1,05(V_k \text{ sau } U_k),$$

unde

G_k este valoarea efectului acțiunilor permanente pe structura, calculată cu valoarea caracteristică a acțiunilor permanente;

Z_k - valoarea efectului acțiunii din zăpada pe structura, calculată cu valoarea caracteristică a încărcării din zăpada;

V_k - valoarea efectului acțiunii vântului pe structura, calculat cu valoarea caracteristică a acțiunilor vântului;

U_k - valoarea efectului acțiunilor datorate exploatarea construcției (acțiunile "utile") calculată cu valoarea caracteristică a acțiunilor datorate exploatarea.

Acțiunile permanente ce au un efect favorabil asupra siguranței structurilor (de exemplu la starea limita de echilibru static) se iau conform următoarei combinații:

$$0,9 \sum_{j=1}^n G_{kj} + 1,5 Q_{k,1} + \sum_{i=2}^m 1,5 \psi_{0,i} Q_{ki} \quad (4.12)$$

De exemplu, in cazul unei structuri acționată simultan de efectele impingerii pământului sau a unor materiale pulverulente si de efectul vântului, relația (4.12) se scrie:

$$0,9 \sum_{j=1}^n G_{kj} + 1,5 H_k + 1,05 V_k$$

unde H_k este valoarea efectului acțiunii datorita impingerii, calculata cu valoarea caracteristica a impingerii.

In cazul acțiunii seismice, relația de verificare la stări limita ultime (4.9) se scrie după cum urmează:

$$\sum_{j=1}^n G_{kj} + \gamma_I A_{Ek} + \sum_{i=1}^m \psi_{2,i} Q_{ki} \quad (4.13)$$

unde:

A_{Ek} este valoarea caracteristica a acțiunii seismice ce corespunde intervalului mediu de recurenta, IMR adoptat de cod (IMR= 100 ani in P100-2005);

$\psi_{2,i}$ - coeficient pentru determinarea valorii cvasipermanente a acțiunii variabile Q_{ki} , având valorile recomandate in Tabelul 4.1;

γ_I - coeficient de importanta a construcției/structurii având valorile din Tabelul 4.2 in funcție de clasa de importanta a construcției, Anexa 1.

Tabelul 4.1 Coeficient pentru determinarea valorii cvasipermanente a acțiunii variabile ca fracțiune din valoarea caracteristica a acțiunii

Tipul acțiunii	$\psi_{2,i}$
Acțiuni din vânt si Acțiuni din variații de temperatura	0
Acțiuni din zăpada si Acțiuni datorate exploatării	0,4
Încărcări in depozite	0,8

Daca acțiunea permanenta are un efect favorabil asupra siguranței seismice a structurii, coeficientul parțial de siguranța aplicat acțiunilor permanente având valoarea 1,0 in relația (4.13) se modifica si va avea valoarea 0,9.

Tabelul 4.2 Coeficient de importanta a construcției

Clasa de importanta a construcției/structurii	Tipul funcțiunii construcției/structurii	γ_I
1	Clădiri si structuri esențiale pentru societate	1,4
2	Clădiri si structuri ce pot provoca in caz de avariere un pericol major pentru viata oamenilor	1,2
3	Toate celelalte construcții si structuri cu excepția celor din clasele 1, 2 si 4	1,0
4	Clădiri si structuri temporare	0,8

4.4. Stări limita de serviciu

4.4.1. Gruparea efectelor structurale ale acțiunilor, pentru verificarea structurilor la stări limita de serviciu

Structura, infrastructura si terenul de fundare vor fi proiectate la stări limita de serviciu astfel incat efectele acțiunilor de calcul pe structura/element/sectiune, luate conform următoarelor combinații factorizate:

a) Gruparea caracteristica de efecte structurale ale acțiunilor:

$$\sum_{j=1}^n G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i=2}^m \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (4.14)$$

▣b) Gruparea frecventa de efecte structurale ale acțiunilor:

$$\sum_{j=1}^n G_{k,j} + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i=2}^m \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (4.15)$$

▣c) Gruparea cvasipermanenta de efecte structurale ale acțiunilor:

$$\sum_{j=1}^n G_{k,j} + \sum_{i=1}^m \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (4.16a)$$

$$\sum_{j=1}^n G_{k,j} + 0,6 \gamma_{1,1} A_{Ek} + \sum_{i=1}^m \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (4.16b)$$

sa fie mai mici decât valorile limita ale criteriilor de serviciu considerate.

$\psi_{1,1}$ este coeficientul pentru determinarea valorii frecvente a acțiunii variabile Q_j , având valorile recomandate in Tabelul 4.3.

Tabelul 4.3 Coeficient pentru determinarea valorii frecvente a acțiunii variabile Q_j , ca fracțiune din valoarea sa caracteristica

Tipul acțiunii	$\psi_{1,1}$
Acțiuni din vânt	0,2
Acțiuni din zăpada si acțiuni din variații de temperatura	0,5
Acțiuni datorate exploataării cu valoarea mai mic sau egal cu 3kN/m ²	
Acțiuni datorate exploataării cu valoarea mai mare sau egal cu 3kN/m ²	0,7
Încărcări in depozite	0,9

Relația (4.16a) este folosita pentru considerarea in proiectare a efectelor de lunga durata ale acțiunilor asupra structurii.

Relația (4.16b) este folosita pentru verificarea la starea limita de serviciu a elementelor structurale, nestructurale, echipamentelor, etc, atunci când acțiunea seismica trebuie considerata in gruparea de acțiuni.

Pentru stări limita de serviciu, coeficienții parțiali γ_m pentru rezistentele materialelor sunt egali cu 1,0 cu excepția altor specificații din normele de material.

Criteriile pentru stările limita de serviciu pentru deformații si vibrații trebuie definite in funcție de destinația clădirii, independent de materiarele utilizate pentru elementele structurale.

Criteriul de rigiditate poate fi exprimat in termeni de limite pentru deplasări orizontale, deplasări verticale si vibrații. In toate cazurile trebuie sa se lucreze cu valori medii ale caracteristicilor de rigiditate ale structurii/elementelor structurale.

▣Anexa 1: Clasificarea construcțiilor si structurilor in clase de importanta

Construcțiile sunt impartite in clase de importanta-expunere, in funcție de consecințele umane si economice ale unui cutremur major precum si de importanta lor in acțiunile de răspuns post-cutremur.

Clasele de importanta-expunere la cutremur pentru clădiri si structuri sunt următoarele:

▣1. Clasa 1. Clădiri si structuri esențiale pentru societate

- 1.1. Spitale si institutii medicale/sanitare cu servicii de urgenta si săli de operație
- 1.2. Stații de pompieri, politie si garajele cu vehicule pentru servicii de urgenta
- 1.3. Centre de comunicații
- 1.4. Stații de producere si de distribuție a energiei (electrice, a gazelor, etc)
- 1.5. Rezervoare de apa si stații de pompare
- 1.6. Turnuri de control pentru aviație
- 1.7. Clădiri si structuri cu funcțiuni esențiale pentru guvern si apărarea naționala
- 1.8. Clădiri si alte structuri ce conțin gaze toxice, explozivi si alte substanțe periculoase (radioactive, etc).
- 2. Clasa 2. Clădiri si alte structuri ce pot provoca in caz de avariere un pericol major pentru viata oamenilor
 - 2.1. Spitale si institutii medicale cu o capacitate de peste 50 persoane in aria totala expusa
 - 2.2. Scolii, licee, universități, institutii pentru educație etc. cu o capacitate de peste 150 persoane in aria totala expusa
 - 2.3. Clădiri din patrimoniul cultural național, muzee s.a.
 - 2.4. Clădiri având peste 300 persoane in aria totala expusa
- 3. Clasa 3. Toate celelalte clădiri cu excepția celor din clasele 1, 2 si 4.
- 4. Clasa 4. Clădiri temporare, clădiri agricole, clădiri pentru depozite, etc. caracterizate de un pericol redus de pierderi de vieți omenești in caz de avariere la cutremur

Anexa 2: Standarde si coduri privind bazele proiectării structurilor in construcții si bibliografie

ASCE 7-98, ASCE Standard: Minimum design loads for buildings and other structures. Revision of ANSI/ASCE 7-95 American Society of Civil Engineers, New-York, 2000.

ASCE 7-95, ASCE Standard: Minimum design loads for buildings and other structures. Public Ballot. 2005.

ASCE 7-05 Seismic Provisions, 2004. Conference "Eurocodes, Building codes for Europe", June 2002, Brussels, Documents of reference.

EN 1990-2002. Eurocode - Basis of Structural Design. Adopted European Standard; CEN, Brussels.

ENV 1991-1, Eurocode 1: Basis of design and actions on structures. Part 1: Basis of Design. August 1994.

Eurocode No. 1, Basis of design and actions. Background documentation: Part 1 of EC1, Basis of Design. January 1995.

ISO DIS 4355, 1992. Bases for design of structures. Determination of snow loads on roofs.

ISO/TC98/SC2/WGI/Tenth draft, 1993. General principles on reliability for structures, Revision of IS 2394.

ISO/TC98/SC3/WG2. Draft for DP 4354 Wind actions on structures.

SR EN 1990 2004. Eurocod: Bazele proiectării structurilor.

Gulvanessian, H., 1996. ENV 1991-1: Eurocode 1: Part I: Basis of design Introduction, Development and Research Needs. IABSE Colloquim, Delft 1996, Basis of design and actions on structures, Background and application of Eurocode 1. pp. 15- 25.

Lungu D., Ghiocel D., 1982. Metode probabilistice in calculul construcțiilor, Editura Tehnica, București

Vrouwenvelder A., 1996. Eurocode 1, Basis of design, Background Information. IABSE Colloquim, Delft 1996, Basis of design and actions on structures, Background and application of Eurocode 1. pp. 25-33.

Publicat în Monitorul Oficial cu numărul 148 bis din data de 16 februarie 2006

