P13-70

SCARA RICHTER

Gradul	Scara după Rossi şi Forel, Mercalli şi Sieberg	Scara după acceleraţie	Scara după Gutenberg şi Richter
1	Cutremure înregistrate numai de aparate (microseism)	I 2,5	1
2	Cutremure foarte slabe, simţite numai de oamenii foarte sensibili, în stare de repaus	II 2,5—5	2
3	Cutremure slabe simţite de cei mai mulţi oameni în repaus	III 6—10	3
4	Cutremure moderate simţite de oameni în mers sau la lucru. Geamurile vibrează	IV 11—25	3,5
5	Cutremure puţin tari, simţite de toată lumea. Obiectele suspendate oscilează (pendulele, lămpile etc.)	V 26—50	4
6	Cutremure tari. Oamenii se trezesc din somn. Pendulele se opresc.	VI 51—100	4,5
7	Cutremure foarte tari. Cad obiectele. Se pot avaria locuinţe.	VII 101—250	5
8	Cutremure de proporţii. Arborii groşi se îndoaie. Pereţii se crapă, coşurile se prăbuşesc. Construcţiile slabe se dărîmă sau se avariază.	VIII 251—500	6
9	Cutremure distrugătoare. Se dărîmă pereţii de clădiri şi chiar clădiri întregi.	IX 501—1 000	6,3
10	Cutremur dezastruos. Cea mai mare parte din clădiri sînt distruse din temelii. Se produc falii şi crăpături în scoarţa pămîntului, precum şi alunecări de teren.	X 1 001—1 500	7,6
11	Cutremur catastrofal. Clădirile de orice fel sînt distruse total. Se rup digurile, şinele de cale ferată. Se produc crăpături, falii şi alunecări de teren	XI 2 501—5 000	peste 8
12	Mare catastrofă seismică. Nici o lucrare făcută de mîna omului nu mai rezistă. Se produce devierea rîurilor. Se prăbuşesc munţii	XII peste 5 000	8,6

(După profesorul S. PAULIUC)

ormativ pentru proiectarea construcţiilor
civile şi industriale din regiuni seismice

P13-70

MINISTERUL CONSTRUCȚIILOR INDUSTRIALE

COMITETUL DE STAT PENTRU ECONOMIA ȘI ADMINISTRAȚIA LOCALĂ

ORDIN Nr. 362/N

din 31 decembrie 1970

DE APROBARE A „NORMATIVULUI PENTRU PROIECTAREA CONSTRUCȚIILOR CIVILE ȘI INDUSTRIALE DIN REGIUNI SEISMICE" ȘI A „MEMORIULUI DE PREZENTARE A NORMATIVULUI"

Avînd în vedere Decretul nr. 650 din 26 septembrie 1969 și Decretul nr. 453 din 22 mai 1969 completat cu Decretul nr. 674 din 1 octombrie 1969.

În scopul aducerii la îndeplinire a sarcinilor ce revin în comun Ministerului Construcțiilor Industriale și Comitetului de Stat pentru Economia și Administrația Locală, cuprinse în nota aprobată de Biroul permanent al Consiliului de Miniștri în ședința din 25 martie 1970 și transmisă de Secretariatul general al Consiliului de Miniștri cu nr. 224/I.D. din 8 aprilie 1970.

Ministrul construcțiilor industriale și președintele Comitetului de Stat pentru Economia și Administrația Locală emit următorul

ORDIN

Art. 1. Se aprobă „Normativul pentru proiectarea construcțiilor civile și industriale din regiuni seismice" — Indicativ P. 13-70 și „Memoriul de prezentare a normativului".

Art. 2. Normativul și memoriul de prezentare intră în vigoare la data publicării lor în Buletinul construcțiilor și se vor aplica cu caracter experimental în proiectarea construcțiilor civile și industriale pînă la aprobarea în trim. IV 1973 a normativului definitivat pe baza observațiilor și propunerilor rezultate în urma folosirii în activitatea de proiectare.

Art. 3. Organizațiile care vor aplica acest normativ și unitățile care fac studii sau cercetări în legătură cu obiectul acestui normativ vor comunica Institutului de cercetări în construcții și economia construcțiilor (INCERC) cu sediul în București Șos. Pantelimon 266, pînă la data de 1 iulie 1973, observațiile ce au de făcut asupra normativului, precum și propunerile de îmbunătățire a acestuia.

Art. 4. Institutul de cercetări în construcții și economia construcțiilor va analiza comunicările primite potrivit art. 3 precum și constatările proprii făcute pe parcurs și, pe baza concluziilor ce se vor trage, va proceda la revizuirea acestui normativ urmînd a prezenta la Ministerul Construcțiilor Industriale și Comitetul de Stat pentru Economia și Administrația Locală, pînă la data de 1 decembrie 1973, textul definitiv al normativului.

p. MINISTRUL CONSTRUCȚIILOR INDUSTRIALE
ADJUNCT AL MINISTRULUI,
Ing. **ION TUDOSE**

p. PREȘEDINTELE COMITETULUI DE STAT PENTRU ECONOMIA ȘI ADMINISTRAȚIA LOCALĂ
VICEPREȘEDINTE,
Ing. **ION GĂVOZDEA**

MEMORIU DE PREZENTARE
A NORMATIVULUI „PROIECTAREA CONSTRUCȚIILOR CIVILE ȘI INDUSTRIALE DIN REGIUNI SEISMICE"

Normativul pentru proiectarea construcțiilor civile și industriale din regiuni seismice a fost elaborat în cadrul acțiunii de revizuire a normativului condiționat P.13-63, în conformitate cu planul de normative pe anul 1970 și cu prevederile notei aprobate de Biroul permanent al Consiliului de Miniștri, în ședința din 25.03.1970.

Acțiunea de revizuire pentru anul 1970 a fost împărțită în două etape : a) în prima etapă au fost elaborate, la 30 aprilie, „Modificări și completări la normativul P.13-63" ; b) pentru etapa a II-a, cu termen 30 octombrie, a fost elaborată redactarea integral revizuită a normativului P.13-63.

Scopul acțiunii de revizuire a normativului condiționat P.13-63 a constat în îmbunătățirea lui ținînd seama de experiența dobîndită prin aplicarea normativului în proiectare, de îmbunătățirile aduse în ultimii ani normativelor străine și de cercetările de specialitate efectuate în țară și străinătate.

Noul normativ de proiectare a construcțiilor civile și industriale din regiuni seismice a fost elaborat de INCERC pe baza lucrărilor colectivului de specialiști desemnat în acest scop prin nota aprobată de Biroul permanent al Consiliului de Miniștri.

Componența acestui colectiv însărcinat cu elaborarea normativului este dată în anexa la prezentul memoriu.

* * *

Acțiunea de revizuire a normativului P.13-63 s-a desfășurat pînă în prezent în următoarele etape :

1. În anii 1963—1964 normativul a fost aplicat condiționat în institutele de proiectare, conform ordinului CSCAS nr. 306 din 18.07.1963. Datele obținute prin aplicarea normativului au fost comunicate CSCAS pînă la sfîrșitul anului 1964.

2. În primul trimestru al anului 1965, pe baza analizării datelor primite de la institutele de proiectare de către INCERC și IPCT în colaborare cu o comisie de specialiști CSCAS, a fost elaborată și trimisă în ancheta factorilor interesați o redactare îmbunătățită a normativului.

3. Pe baza observațiilor primite în urma anchetei a fost redactat un nou proiect de normativ, depus la CSCAS în iunie 1965.

4. În cursul anului 1966 acțiunea de revizuire a normativului a fost dusă în paralel cu elaborarea standardului 7766-68 „Încadrarea construcțiilor în clase de importanță".

5. În cursul anului 1967 a fost elaborată, pe baza studiilor efectuate de INCERC, o nouă redactare a normativului, definitivîndu-se în același timp și STAS 7766-68.

6. În anul 1970 a fost reluată acțiunea de revizuire. „Modificările și completările la normativul P.13-63" elaborate în prima etapă au avut scopul de a pune la dispoziția proiectanților o serie de îmbunătățiri care să ducă la o proiectare mai rațională, chiar înainte de intrarea în vigoare a normativului revizuit integral.

În cadrul lucrărilor desfășurate în etapa a II-a au fost elaborate trei redactări succesive ale proiectului de normativ. Redactările au fost trimise în ancheta factorilor interesați și au fost discutate în ședințele colectivului de specialiști care au avut loc la Ministerul Construcțiilor Industriale și la INCERC. În anexa II sînt indicați factorii interesați consultați pe parcursul elaborării. Aceste consultări, împreună cu cele efectuate cu ocazia acțiunii de revizuire a normativului din anii precedenți, au dat posibilitatea de a se cunoaște părerile unui cerc foarte larg de specialiști din institutele de proiectare, cercetare și învățămînt superior.

Normativul revizuit se bazează, în afară de observațiile specialiștilor menționați, și pe datele obținute din următoarele surse :

1. Prescripțiile străine de specialitate și în primul rînd prescripțiile din Japonia, SUA, URSS, Venezuela și Spania care au fost revizuite în ultimii doi ani, precum și standardul internațional pentru proiectarea antiseismică, în curs de elaborare.

2. Tratate și articole din literatura de specialitate.

3. Studiile teoretice și experimentale efectuate de INCERC.

4. Proiectele de normative pentru proiectarea construcțiilor din zidărie și din panouri mari elaborate de IPCT.

5. Experiența acumulată în urma unor cutremure distrugătoare recente, studiate la fața locului (Skoplje 1963, Tașkent 1966, Tokachi-Oki, 1968) sau pa baza unor ample rapoarte apărute în literatura de specialitate (Agadîr 1960, Chile 1960, Niigata 1964, Anchorage 1964, Caracas 1967 etc.).

6. Observațiile primite de la institutele de proiectare din țară, în urma aplicării condiționate a normativului P.13-63 în perioada 1963—1965 și studiile efectuate recent de institutele de proiectare asupra rezultatelor obținute prin aplicarea normativului P.13-63 cu metodele de dimensionare la rupere și la stări limită.

Examinarea datelor existente a dus la următoarele concluzii generale :

1. Țara noastră are condiții seismice particulare, diferite de condițiile din alte țări. Aceste condiții sînt influențate în special de focarul profund și persistent din regiunea Vrancea. Ținînd seamă de aceste condiții și de întinderea teritoriului țării este necesară adoptarea unor măsuri de protecție antiseismică cu o diferențiere între zonele seismice mai puțin pronunțată decît în prezent. În prescripțiile sovietice această diferențiere pentru zonele de grad 7, 8 și 9, se face pe baza raporturilor 0,25/0,5/1,0, care caracterizează zone seismice foarte întinse. În prescripțiile japoneze diferențierea se face pe baza raporturilor 0,6/0,8/1,0 care caracterizează un teritoriu relativ redus afectat de un număr mare de focare cu adîncimi diferite. În condițiile țării noastre, deoarece nu există înregistrări ale unor cutremure puternice, apare rațional sa se adopte o gradație intermediară pentru valorile coeficientului seismic k_s.

2. Analiza prescripțiilor de specialitate din diferite țări indică diversitatea metodelor practice de abordare a problemelor de proiectare antiseismică, deși au la bază aceleași principii generale de protecție antiseismică. Această diversitate este generată de particularitățile activității seismice, ale materialelor și tipurilor constructive (de ansamblu și de detaliu) și ale metodelor de dimensionare adoptate în țările respective. Ținînd seama de această situație, o comparație directă a prescripțiilor de proiectare antiseismică nu este concludentă. Pentru compararea nivelului de protecție antiseismică adoptat în

aceste norme este de asemenea esenţial să se ţină seamă de o serie de elemente care nu apar în prescripţiile de proiectare antiseismică. Astfel : în U.R.S.S., armătura efectivă a elementelor structurale depăşeşte uneori sensibil cantităţile care ar rezulta dintr-o aplicare strictă a normativului de proiectare antiseismică ; în S.U.A., deşi normele garantează limita inferioară a caracteristicilor mecanice ale materialelor, prin dimensionare se asigură o acoperire apreciabilă în raport cu necesităţile rezultate pe baza încărcărilor seismice de calcul ; în Japonia deşi forţele seismice de calcul au valori foarte ridicate, secţiunile de beton şi armătură adoptate în proiecte sînt în general superioare celor strict necesare din calcul.

Pe baza datelor existente asupra condiţiilor de proiectare şi execuţie din diferite ţări apare raţional să se asigure un nivel de protecţie antiseismică comparabil cu cel adoptat în U.R.S.S.

3. Concepţia de proiectare pe baza unor forţe seismice convenţionale, care stă la baza normativului P.13-63 este în prezent adoptată în toate normele străine, inclusiv proiectul de standard internaţional. Deficienţa principală a acestei concepţii constă în faptul că nu permite o evaluare directă a comportării structurilor în domeniul plastic. În timpul cutremurelor puternice, în elementele structurilor apar deformaţii care depăşesc limita elastică, prin incursiuni rapide şi uneori repetate în domeniul plastic. Această comportare a construcţiilor conferă posibilităţi considerabile de disipare a energiei imprimate de cutremur. Din acest motiv, tendinţele moderne de cercetare sînt îndreptate spre elaborarea unor metode de analiză bazate pe concepte energetice. Pînă în prezent nu a fost pusă la punct o astfel de metodă care să fie în acelaşi timp consecventă din punct de vedere ştiinţific, cu o aplicabilitate destul de largă şi, de asemenea, suficient de simplă pentru a putea fi adoptată în practica curentă. În aceste condiţii, rezerva de rezistenţă, oferită de comportarea în domeniul plastic a construcţiilor, poate fi luată în considerare prin reducerea nivelului forţelor seismice în raport cu ipoteza comportării perfect elastice a structurii şi prin diferenţierea coeficienţilor de calcul şi a prescripţiilor de alcătuire constructivă, în funcţie de ductilitatea diferitelor tipuri de structuri.

4. Analiza critică a prevederilor normativului P.13-63 şi comparaţia cu prescripţiile străine de specialitate au pus în evidenţă faptul că, în acest domeniu, ţara noastră se află la nivelul ţărilor avansate din punct de vedere tehnic. Apare deci indicată menţinerea structurii de principiu a normativului.

5. Metoda de calcul indicată în normativ este aplicabilă construcţiilor de tip curent, care formează marea majoritate a cazurilor întîlnite în activitatea de proiectare. Pentru construcţiile care nu pot fi încadrate în aceste cazuri, datorită dimensiunilor, caracteristicilor structurale sau ale materialelor utilizate, condiţiilor speciale de exploatare etc. este uneori necesară aplicarea unor metode de analiză bazate pe concepte avansate de calcul pentru a căror utilizare este indicat să se facă apel la tehnici de calcul mecanizat. Alegerea şi aplicarea metodei de calcul implică un nivel de cunoştinţe de specialitate corespunzător. Din aceste motive normativul trebuie să permită utilizarea (în afară de metoda de calcul prescrisă) a unor metode de calcul mai avansate, atunci cînd există justificări temeinice.

MODIFICĂRILE INTRODUSE ÎN REDACTAREA NORMATIVULUI REVIZUIT

Alcătuirea normativului P.13-63 este în general judicioasă. Pe de altă parte, normativul a devenit familiar proiectanţilor, datorită aplicării lui în practică timp de 7 ani. Din aceste motive, alcătuirea normativului a fost păstrată în linii mari, introducîndu-se următoarele modificări :

1. Capitolul 1 — Generalităţi, a fost reformulat pentru a se da o imagine mai cuprinzătoare asupra aspectelor care condiţionează asigurarea comportării favorabile a construcţiilor la acţiunea solicitărilor seismice. S-au introdus prevederi cu caracter general, urmărind realizarea de structuri cu ductilitate ridicată în regim de solicitări repetate. De asemenea s-a admis utilizarea unor metode de calcul mai avansate decît metoda prescrisă în normativ, pentru cazuri justificate din punct de vedere tehnic.

2. Capitolul 2 din normativul condiţionat P.13-63, referitor la stabilirea gradului de seismicitate de calcul, a fost eliminat, deoarece s-a renunţat la noţiunea artificială de grad seismic de calcul, prescriindu-se direct valorile accelerației seismice de calcul (coeficientul k_s) în funcţie de importanţa construcţiei şi de gradul de intensitate seismică al zonei de amplasare.

3. Capitolul referitor la determinarea încărcărilor seismice a fost redactat astfel încît mărimea acestora să nu depindă de metoda de dimensionare. Prescripţiile specifice aplicării diverselor metode de dimensionare au fost date în anexa I a normativului.

4. Valorile coeficientului k_s au fost astfel alese încît să se ajungă la o mai bună echilibrare a nivelului de protecţie antiseismică, prin reducerea decalajului dintre forţele seismice corespunzătoare diferitelor zone seismice şi clasele de importanţă ale construcţiilor. În acest sens s-a ţinut seama de rezultatele obţinute prin aplicarea normativului P.13-63 în proiectare, de datele din literatura de specialitate şi de prevederile normelor străine recente.

Valorile coeficientului k_s pentru cazul construcţiilor curente (clasa de importanţă II) au fost stabilite astfel :

a) Pentru zona de grad 8 s-a menţinut valoarea $k_s = 0{,}05$ din normativul P.13-63 care este reprezentativă pentru nivelul acceptat al forţelor seismice convenţionale. Această valoare corespunde şi prevederilor din normele sovietice.

b) Pentru zona de grad 7 s-a modificat valoarea coeficientului k_s de la 0,025 la 0,03. Această modificare decurge din necesităţile de echilibrare a măsurilor de protecţie antiseismică corespunzătoare diferitelor zone seismice. În acest mod se vor corecta valorile forţelor seismice care în unele cazuri rezultau mai reduse decît limita inferioară prescrisă în normativul P.13-63. Se apreciază că, prin modificările aduse în ansamblu coeficienţilor pe baza cărora se determină forţele seismice, se va ajunge la o proiectare raţională a construcţiilor din zonele de grad 7, fără consecinţe economice defavorabile dar cu limitarea avariilor care ar putea să apară în eventualitatea unui cutremur.

c) Pentru zona de grad 9 s-a modificat valoarea coeficientului k_s de la 0,10 la 0,08. Această modificare se situează pe linia principiilor expuse mai sus şi, deşi afectează un teritoriu restrins, va duce la o proiectare mult mai economică ; în acelaşi timp se vor reduce dificultăţile care interveneau la alcătuirea şi execuţia structurilor amplasate în zone de grad 9.

Gruparea construcţiilor în clase de importanţă, prevăzută în tabela 1, corespunde prevederilor STAS 7766-68. Pentru a se realiza o încadrare judicioasă a construcţiilor specifice diferitelor ramuri de activitate s-a prevăzut detalierea tabelei 1 prin normative departamentale.

5. Ţinînd seamă de sensibilitatea construcţiilor din prefabricate la solicitări seismice s-a prevăzut verificarea acestor construcţii, în toate cazurile, la o încărcare seismică cel puţin egală cu valoarea minimă de calcul prevăzută în normativ. Această prevedere, care nu duce la creşterea consumului de materiale, este strict necesară pentru a conferi o siguranţă satisfăcătoare la acţiuni seismice de slabă intensitate care apar frecvent în zonele seismice şi pot apare eventual şi în zone considerate neseismice.

6. Curba spectrală reprezentînd coeficientul β a fost modificată pe baza prelucrării seismogramelor înregistrate în timpul unor cutremure puternice în S.U.A. şi U.R.S.S. În consecinţă, raportul dintre valorile maximă şi minimă a fost coborît de la 5 la 3,3 ceea ce corespunde înfăşurătoarei spectrelor calculate pentru cutremurele reale.

Valorile coeficientului β au fost stabilite astfel încît să rezulte o corelaţie satisfăcătoare cu nivelul de asigurare antiseismică din prescripţiile sovietice de specialitate.

Pe baza observaţiilor făcute în timpul cutremurelor puternice de dată mai recentă (Mexic 1957, Niigata 1964, Anchorage 1964) au fost prescrise sporuri ale valorilor coeficientului β în cazul terenurilor slabe şi reduceri ale acestor valori în cazul terenurilor foarte tari. În normativul P.13-63 nu se prevedeau reduceri, iar sporurile se refereau la o categorie mai largă de terenuri. În acelaşi timp s-a renunţat la caracterizarea neconcludentă a terenurilor prin intermediul rezistenţei admisibile.

7. Prescripţiile referitoare la limitarea efectului produs de rotirea fundaţiilor asupra perioadelor proprii de vibraţie au fost modificate pe baza datelor experimentale obţinute recent.

8. Valorile coeficientului ψ au fost diferenţiate pentru un număr mai mare de tipuri constructive, în funcţie de capacitatea de amortizare şi de ductilitatea structurii. Diferenţierea adoptată a fost stabilită pe baza datelor din prescripţiile americane, singurele care tratează în detaliu această problemă. Introducerea unor valori de calcul diferenţiate, în funcţie de comportarea neliniară a structurilor, reprezintă un progres important în proiectarea antiseismică.

9. Referitor la modurile superioare de vibraţie, au fost modificate, în acord cu rezultatele analizelor dinamice efectuate pe tipuri reprezentative de structuri, atît limitele de la care este necesară considerarea lor în calcul cît şi criteriul de suprapunere.

10. Cazurile în care este necesară considerarea încărcărilor seismice verticale au fost completate cu prescripții de verificare la forțe tăietoare (sub acțiunea încărcărilor verticale) la reazemele grinzilor principale și ale planșeelor fără grinzi, unde efectele considerate sînt importante.

Valorile încărcărilor seismice verticale au fost reduse substanțial (cu 20—60% în gradul 8) în raport cu normativul P.13-63, pe baza datelor recente asupra accelerațiilor orizontale și verticale înregistrate simultan în timpul cutremurelor.

11. Încărcările seismice pentru calculul zonelor de rezemare și al îmbinărilor, precum și cele pentru calculul elementelor nestructurale au fost prescrise diferențiat în funcție de coeficientul k_s.

12. Prescripțiile referitoare la încărcările seismice pentru calculul instalațiilor industriale au fost completate cu indicații privind proiectarea diferențiată, în funcție de pericolul prezentat, a instalațiilor care pot duce la accidente de proporții sau la degajări importante de substanțe nocive.

* * *

Capitolul 3 referitor la „Verificarea structurilor la acțiunea încărcărilor seismice" a fost substanțial îmbunătățit, deoarece prescripțiile corespunzătoare în normativul P.13-63 nu erau satisfăcătoare pentru o serie de probleme importante. Analizarea acestor probleme a dus la următoarele modificări și completări :

13. În afară de verificările de rezistență și de stabilitate s-a prevăzut și verificarea deplasărilor laterale în cazurile în care ar putea duce la avarierea unor elemente de construcție, finisaje sau instalații. Se prescriu de asemenea verificări pe baza unor altor criterii (fisurare, limitări de accelerații sau viteze etc.) pentru construcții sau instalații cu caracter special.

14. Grupările de încărcări în care intervine încărcarea seismică au fost trecute în anexa I pentru a permite aplicarea în mod unitar a diferitelor metode de calcul adoptate în prescripțiile oficiale de proiectare din țara noastră : metoda la stările limită, metoda la rupere, metoda rezistențelor admisibile.

Grupările de încărcări, în care intervine încărcarea seismică, au fost stabilite astfel încît să se realizeze o corelație satisfăcătoare între rezultatele obținute prin diferite metode

de dimensionare. S-a urmărit, de asemenea, corelarea cu prescripțiile sovietice în ceea ce privește nivelul încărcărilor și al rezistențelor de calcul, precum și a modului de grupare a încărcărilor gravitaționale cu încărcarea seismică.

15. Ținînd seama de rezultatele cercetărilor teoretice și experimentale, efectuate atît în țară cît și în străinătate asupra efectelor de torsiune generală, s-a acordat o atenție sporită modului de considerare în calcul a efectelor de torsiune, datorite nesimetriei în distribuția maselor sau rigidităților, precum și caracterului nesincron al mișcării seismice în diferite puncte de legătură dintre construcție și teren.

16. Pentru a permite verificarea în situațiile cele mai defavorabile, corespunzătoare modului real de acțiune a încărcării seismice, s-au introdus în anumite cazuri prevederi referitoare la suprapunerea componentelor încărcării seismice din plan orizontal sau vertical. Considerarea simultană a diferitelor componente ale încărcării seismice conferă un grad de siguranță adecvat după orice direcție.

17. Pentru asigurarea comportării optime a structurilor în cadre etajate, s-a recomandat ca, în fiecare nod, suma momentelor capabile ale secțiunilor stîlpilor (corespunzător valorilor de calcul ale forțelor axiale din stîlpi) să nu fie inferioară sumei momentelor capabile ale secțiunilor riglelor. Această recomandare urmărește dirijarea deformațiilor neelastice în rigle, prin formarea articulațiilor plastice în secțiunile de lîngă noduri. În acest mod se conferă structurii o largă capacitate de disipare a energiei seismice, menținînd stîlpii în domeniul elastic, ceea ce elimină riscul prăbușirii totale sau parțiale în eventualitatea unui cutremur foarte puternic.

18. Pentru structurile cu diafragme, la care ductilitatea este sensibil redusă în raport cu structurile în cadre, s-a prevăzut majorarea forței tăietoare de calcul cu scopul de a asigura acestor structuri un domeniu mai larg de comportare elastică la acțiunea seismică.

* * *

Capitolul 4 referitor la „Prescripții privind alcătuirea constructivă", a fost revizuit și completat astfel încît să cuprindă indicațiile esențiale pentru alcătuirea corectă a construcțiilor

amplasate în zone seismice. Modificările se referă la următoarele aspecte principale :

19. Dimensiunile minime ale rosturilor antiseismice au fost prescrise la punctul 4.1 pe baza unei relații care ține seama de caracteristicile dinamice ale celor două construcții sau corpuri de construcții separate prin rost și de gradul de intensitate seismică a amplasamentului. Relația de calcul a fost determinată pe considerente teoretice pentru structuri cu un grad de libertate, aplicîndu-se corecții pentru a ține seamă de comportarea reală a structurilor.

20. Pentru asigurarea unei legături sigure la baza clădirilor de înălțime mare, amplasate în zone seismice de grad 8 și 9, s-a recomandat la pct. 4.2 realizarea monolită a planșeului peste subsol.

Ținînd seamă de avariile constatate la conducte și instalațiile care pătrund în subsoluri s-a recomandat prevederea unor legături flexibile care să permită mișcările relative ale instalațiilor față de structură.

21. În cazul construcțiilor metalice s-au indicat ca posibilități de evitarea avariilor la elementele nestructurale rigide, în afară de sporirea rigidității de ansamblu a structurii, și prevederea de legături flexibile care să permită deformarea independentă a elementelor nestructurale.

22. Pentru construcțiile de beton armat monolit, au fost date o serie de prevederi constructive care au drept obiectiv principal asigurarea unei comportări ductile satisfăcătoare, capabile să confere structurii capacitatea necesară de disipare a energiei în eventualitatea unui cutremur puternic. Aceste prevederi se bazează pe o serie de rezultate teoretice și experimentale cunoscute din literatura de specialitate, precum și pe anumite date ale unor prescripții străine elaborate recent, îndeosebi în S.U.A.

Obținerea unei ductilități adecvate a elementelor de beton armat, avînd solicitarea predominantă de încovoiere, este condiționată de o serie de factori, printre care :

— utilizarea unui beton de marcă ridicată ;

— utilizarea unui oțel cu proprietăți ductile (palier de curgere suficient de întins) ;

— prevederea unui procent de armare moderat pentru armătura întinsă astfel încît să fie posibile deformații plastice importante înainte de cedarea betonului comprimat ;

— întărirea zonei comprimate a secțiunii, prin prevederea unei armături comprimate ;

— realizarea unui efect de fretare a betonului zonei comprimate, prin dispunerea corespunzătoare a etrierilor.

În cazul elementelor supuse la compresiune cu încovoiere, îmbunătățirea comportării sub aspectul ductilității se poate obține acționînd în primul rînd asupra efectului de fretare exercitat de etrieri, precum și asupra măsurilor vizînd obținerea unui beton compact și de rezistență ridicată, îndeosebi în zonele cu eforturi mari.

Ținînd seamă de aceste considerente au fost incluse în normativ următoarele măsuri constructive :

a) Marca betonului B 200 a fost prescrisă cu un minimum considerat acceptabil pentru o structură antiseismică de beton armat (pct. 4.4). Această prevedere este, de altfel, respectată în majoritatea proiectelor întocmite în prezent la noi.

b) Pentru armătura necesară preluării eforturilor seismice au fost prescrise oțeluri de marcă OB 38 și PC 52 sau oțeluri cu proprietăți de rezistență și ductilitate echivalente (pct. 4.4.1). Acestea sînt singurele oțeluri disponibile în prezent care asigură structurilor de beton armat capacitatea de deformare în domeniul plastic, necesară pentru disiparea energiei imprimate de cutremur. Limitarea introdusă nu operează asupra armăturilor care nu sînt destinate preluării eforturilor seismice.

c) Pentru construcțiile cu structura în cadre s-au indicat o serie de prevederi constructive referitoare la armarea grinzilor principale (riglelor) și a stîlpilor în zonele adiacente nodurilor, zone în care se dezvoltă eforturile maxime sub acțiunea încărcărilor seismice (pct. 4.4.2). Aceste prevederi sînt o consecință directă a cerințelor de ductilitate menționate anterior și urmăresc asigurarea unei largi capacități de rotire în ambele sensuri a nodurilor de cadru, fără cedarea casantă a elementelor care se întîlnesc în nod. Pentru a evita prevederea unei armături longitudinale insuficiente în stîlpii cu secțiune mărită din motive constructive, ceea ce ar duce la o comportare nesatisfăcătoare din punct de vedere al ductilității, a fost prescrisă în aceste cazuri armarea constructivă cu procentul minim de armare admis la stîlpii acționați de încărcări gravitaționale.

d) Pentru construcțiile cu structura rigidă (structuri cu diafragme) s-au dat în primul rînd prevederi referitoare la alcătuirea de ansamblu (pct. 4.4.3), astfel încît să se obțină

structuri sub raportul rigidităţilor şi al transmiterii încărcărilor seismice la diafragmele verticale prin intermediul planşeelor. A fost prescrisă de asemenea armarea marginilor şi intersecţiilor de diafragme, a marginilor de goluri etc., pentru a se asigura menţinerea unei armături minime la toate nivelurile clădirii, care să amelioreze comportarea structurilor cu diafragme, în general mai puţin satisfăcătoare din punctul de vedere al ductilităţii. Din aceleaşi motive a fost prescris un procent minim de armare de 0.2%, în cazurile în care armarea rezultă necesară în calcul. Acest procent de armare corespunde prescripţiilor americane care prevăd un procent de 0.25%. Armătura constructivă prevăzută în diafragme acoperă în general procentul minim prescris.

e) Ţinînd seamă de comportarea defavorabilă manifestată în timpul cutremurelor de numeroase structuri rigide avînd parterul flexibil, precum şi de datele furnizate de o serie de cercetări, a fost recomandată evitarea acestui tip de structură (pct. 4.4.5). Atunci cînd acest lucru nu este posibil, se recomandă extinderea zonei cu structură flexibilă pe mai multe niveluri, pentru a atenua în oarecare măsură efectul defavorabil al variaţiei bruşte de rigiditate la nivelul parterului, efect manifestat prin concentrarea unor deformaţii exagerat de mari la acest nivel. Prin aceasta se urmăreşte o variaţie progresivă a rigidităţii, precum şi antrenarea unui număr mai mare de niveluri în acţiunea de disipare a energiei imprimate de cutremur structurii.

23. Prevederile constructive introduse pentru structurile din elemente prefabricate (pct. 4.5) urmăresc în linii mari asigurarea unei capacităţi de disipare a energiei seismice comparabilă cu a structurilor monolite. Aceste prevederi sînt concentrate îndeosebi asupra realizării îmbinărilor, care constituie zonele cele mai sensibile ale construcţiilor din elemente prefabricate, datorită concentrărilor de eforturi şi dificultăţilor de execuţie. În noua redactare se accentuează importanţa alegerii adecvate a poziţiei îmbinărilor şi a modului de realizare corectă a acestora. În afara rezolvărilor consacrate de practica actuală, normativul lasă posibilitatea adoptării şi a altor soluţii de îmbinări şi monolitizări, care să ofere — pe bază de justificări experimentale — un grad de siguranţă cel puţin echivalent soluţiilor recomandate în prezent.

24. Pentru clădirile din panouri mari prefabricate s-a considerat, pe baza experienţei acumulate pînă în prezent cu privire la comportarea lor, că nu este necesară menţinerea

restricţiilor de înălţime. Din punct de vedere tehnic pot fi proiectate construcţii înalte din panouri mari care să satisfacă criteriile de siguranţă impuse în zonele seismice, dacă sînt respectate cu stricteţe condiţiile de execuţie. Pentru a realiza acest deziderat s-a impus prin normativ obligativitatea de a se întocmi, în cazul construcţiilor din panouri mari, un caiet de sarcini care să cuprindă toate condiţiile de execuţie. Este necesar însă ca forurile competente să ia măsurile corespunzătoare pentru asigurarea realizării acestor condiţii la nivelul prescris prin proiect.

25. Pentru armătura elementelor prefabricate de beton armat sau beton precomprimat nu se dau indicaţii speciale în privinţa mărcilor care pot fi utilizate. Pentru armătura din îmbinări se prevede însă utilizarea mărcilor OB 38 şi PC 52 similar construcţiilor din beton armat monolit, în vederea asigurării unei capacităţi corespunzătoare de deformare ductilă a îmbinărilor (pct. 4.5.8). În vederea aplicării în viitor a unor procedee şi tehnologii noi, în normativ s-a prevăzut posibilitatea utilizării unor tipuri diferite de îmbinări (de ex. prin precomprimare), verificate în prealabil experimental.

26. Măsurile constructive pentru construcţii şi elemente de zidărie au fost prescrise ţinînd seamă de constatările făcute asupra comportării slabe a construcţiilor de zidărie sub acţiunea cutremurelor, de domeniul larg de utilizare a zidăriei în prezent în ţara noastră, de calitatea materialelor şi a execuţiei lucrărilor. Este de menţionat necesitatea completării acestor prevederi prin instrucţiuni detaliate de calcul şi alcătuire a elementelor şi construcţiilor de zidărie în regiuni seismice şi prin măsuri pentru îmbunătăţirea execuţiei.

Prevederile referitoare la regimul de înălţime corespund unei asigurări antiseismice în condiţii economice normale şi se înscriu în numărul de niveluri cu care se realizează în prezent clădirile de zidărie în ţara noastră.

Mărcile minime ale materialelor (cărămidă şi mortar) indicate în normativ sînt diferenţiate după gradul de intensitate seismică. Pa baza datelor existente se poate aprecia că adoptarea unor mărci inferioare celor prescrise nu ar putea asigura rezistenţa construcţiei sub acţiunea solicitărilor seismice.

Referitor la dispunerea şi alcătuirea zidurilor portante şi a zidurilor de rigidizare, au fost date prevederi care urmăresc să asigure realizarea unui sistem spaţial capabil să preia încărcările seismice, acţionînd după orice direcţie. În acest

sens s-a insistat asupra : alinierii axelor și simetriei zidurilor, țeserii zidăriei la colțuri și intersecții, distanțelor dintre ziduri le de rigidizare, grosimii zidurilor, dimensiunilor și poziției golurilor de zidărie.

În vederea asigurării unei capacități corespunzătoare de preluare a solicitărilor seismice, a îmbunătățirii ductilității și a reducerii efectului unor eventuale avarii s-a prevăzut întărirea zidăriei cu elemente de beton armat sau cu armături introduse în rosturi, sisteme constructive utilizate curent în zonele seismice, sau prin alte sisteme constructive cu o eficiență cel puțin echivalentă. Indicațiile privind planșeele clădirilor cu zidărie portantă urmăresc în primul rînd să asigure o rigiditate corespunzătoare a planșeului în planul său, pentru a-și îndeplini rolul de diafragmă orizontală ce-i revine, precum și să asigure o legătură și o conlucrare cît mai bună între planșeu și ziduri.

27. Pentru construcțiile de lemn, ținînd seamă de comportarea lor, în general foarte bună în timpul cutremurelor puternice, precum și de domeniul restrîns de utilizare în țara noastră, nu au fost prescrise condiții suplimentare față de cele legate de alcătuirea generală a structurii pentru a face față încărcărilor fundamentale și climatice. Se atrage însă atenția asupra necesității ancorării la reazeme a planșeelor și acoperișurilor de lemn cu legături capabile să transmită eforturile produse de încărcările seismice.

28. Pentru elementele care nu fac parte din structura principală de rezistență au fost introduse unele precizări care completează indicațiile constructive din vechiul normativ.

* * *

29. Anexa I a fost adăugată pentru a indica modul de aplicare a normativului cu metodele de dimensionare utilizate în proiectare.

Prescripțiile necesare aplicării normativului cu metoda de calcul la stări limită au fost grupate în anexa I a, iar cele necesare aplicării normativului cu metoda de calcul la rupere sau metoda de calcul a rezistențelor admisibile, în anexa I b.

Anexele conțin prescripții referitoare la :

a) determinarea încărcărilor gravitaționale de nivel care intervin în calculul forțelor seismice ;

b) gruparea încărcărilor în care intervine încărcarea seismică ;

c) rezistențele de calcul sau coeficienții de siguranță.

Încărcările gravitaționale au fost stabilite ținînd seama de probabilitatea de acționare simultană în timpul cutremurelor. Gruparea încărcărilor a fost prescrisă astfel încît să se considere încărcările gravitaționale pe baza cărora s-au determinat încărcările seismice.

30. Anexa II, cuprinzînd ca și în normativul P.13-63 metode simplificate pentru determinarea încărcărilor seismice, a fost revizuită pe baza datelor experimentale obținute în cadrul studiilor efectuate de INCERC. Modificările se referă în special la formulele empirice prescrise pentru determinarea perioadelor proprii de vibrație.

CONSIDERAȚII ASUPRA EFECTELOR ECONOMICE CE VOR REZULTA PRIN APLICAREA NORMATIVULUI

Acțiunea de revizuire a normativului a avut un caracter complex, referindu-se la un număr mare de aspecte de natură foarte diferită. Efectele economice ale modificărilor și completărilor introduse sînt generate de o serie de factori care intervin cu pondere inegală : încadrarea construcțiilor în clase de importanță, valoarea încărcărilor seismice, prescripțiile de dimensionare, măsurile de alcătuire constructivă de ansamblu sau de detaliu etc. Datorită complexității problemei și interdependenței parametrilor de care depinde, o evaluare precisă a efectelor economice ale revizuirii normativului se poate face numai pe baza datelor obținute în urma aplicării lui la un număr de proiecte reprezentative pentru construcțiile de mare serie.

Pe baza analizei normativului revizuit se pot face următoarele aprecieri :

— Aplicarea corectă a prevederilor referitoare la amplasarea și alcătuirea generală a construcțiilor va permite realizarea protecției antiseismice a acestora fără un consum exagerat de materiale.

— Încadrarea construcțiilor în clase de importanță se face mai judicios, eliminîndu-se posibilitatea unor interpretări greșite care au dus în trecut la unele exagerări.

— Valorile forțelor seismice orizontale au fost în general reduse față de valorile corespunzătoare din normativul P.13-63, așa cum rezultă, pentru o serie de construcții reprezentative, din tabela 1 ; reducerile cele mai pronunțate (pînă la 40%) apar pentru unele construcții din zona de grad 9. Datorită ansamblului de prevederi noi introduse în normativ, reducerea forțelor seismice nu influențează negativ nivelul de asigurare antiseismică.

Unele sporuri ale forțelor seismice, față de normativul P.13-63, apar pentru construcții înalte cu diafragme sau mixte (cadre și diafragme) amplasate în zonele de grad 7 și 8. Aceste sporuri sînt necesare ținînd seama de comportarea nesatisfăcătoare sub aspectul ductilității, manifestată de structurile cu diafragme în timpul cutremurelor. În raport cu efectul combinat al încărcărilor gravitaționale și seismice sporurile adoptate sînt puțin importante.

În comparație cu principalele prescripții străine (U.R.S.S., Japonia, S.U.A.), valorile forțelor seismice din normativul revizuit sînt mai reduse, după cum rezultă din tabela 2. Această situație corespunde condițiilor seismice, tehnice și economice din țara noastră. Trebuie remarcat faptul că la tipurile de structuri pentru care în noul normativ rezultă coeficienți seismici sporiți față de vechiul normativ, se adoptă și în normele străine condiții mai severe :

a) majorări ale forțelor seismice pentru construcțiile înalte cu diafragme, în normele sovietice ;

b) majorări ale forțelor seismice și dublarea forței tăietoare de calcul pentru diafragme, în normele americane.

— Reducerea substanțială a forțelor seismice verticale va duce, de asemenea, în unele cazuri, la o dimensionare mai economică.

— Considerarea mai judicioasă a condițiilor de teren duce la efecte economice favorabile datorită : a) introducerii hărților de microzonare ; b) reducerii forțelor seismice pentru terenuri stîncoase ; c) restringerii categoriei terenurilor pentru care se prevăd majorări ale forțelor seismice.

— Îmbunătățirile și completările aduse prescripțiilor de alcătuire constructivă vor duce în general la o utilizare mai rațională a materialelor și a rezervelor de rezistență ale structurilor. În ceea ce privește consumul de otel, un efect favorabil va rezulta din : limitările superioare introduse pentru procentele de armare, din reducerea unor procente minime de armare, precum și din recomandarea de a se evita structurile

Tabela 1

VALORI COMPARATIVE ALE COEFICIENȚILOR SEISMICI GLOBALI c (%) PENTRU CONSTRUCȚII DIN CLASA DE IMPORTANȚĂ II ȘI CONDIȚII NORMALE DE TEREN

Nr. crt.	Tipul construcției	T (s)	Normativ revizuit — Gradul de intens. seismică : 7	8	9	Normativul P.13-63 — Gradul de intens. seismică : 7	8	9
1.	Hale industriale parter (cadre b. a)	1,00	2,4	4,0	6,4	2,7	5,4	10,8
2.	Clădiri P+4, cu structură flexibilă în cadre din beton armat	0,55	3,8	6,4	10,2	4,3	8,6	17,2
3.	Clădiri P+4 cu structură în cadre din b. a. și zidărie de umplutură	0,30	4,9	8,2	13,1	6,0	12,0	24,0
4.	Clădiri P+4 cu structură rigidă (diafragme din beton armat)	0,25	5,8	9,7	15,6	6,0	12,0	24,0
5.	Clădiri P+4 cu structură rigidă (diafragme în zidărie)	0,25	6,3	10,5	—	6,0	12,0	—
6.	Clădiri P+9 cu structură flexibilă în cadre din beton armat	1,00	2,0	3,4	5,4	2,2	4,4	8,8
7.	Clădiri P+9 cu structură mixtă (cadre și diafragme) din b. a.	0,55	4,0	6,5	10,4	3,1	6,1	12,2
8.	Clădiri P+9 cu structură rigidă (diafragme) din b. a.	0,45 3,31	4,9	8,1	13,0	3,7	7,4	14,8
9	Coș de fum (160 m înălțime)	0,82 0,34	2,0	3,3	5,2	1,6	2,6	4,1

la care preluarea concentrărilor de eforturi nu se poate realiza decît cu un consum ridicat de oțel (de exemplu structuri rigide cu parter flexibil).

— Unele verificări suplimentare introduse în normativ (considerarea simultană a componentelor încărcărilor seismice din planul orizontal sau din planul vertical, considerarea efectelor de torsiune dinamică la structuri simetrice etc.) conferă construcției o siguranță sporită cu prețul unui eventual spor de consum de oțel, compensat de reducerile menționate anterior.

În afară de considerentele de mai sus, trebuie subliniate și următoarele aspecte, deosebit de importante pentru aprecierea efectelor economice ce vor rezulta prin aplicarea normativului :

a) Implicațiile economice ale măsurilor de protecție antiseismice se reflectă, atît în investiția inițială, cît și în costul reparațiilor ce vor fi eventual necesare în urma degradărilor produse de cutremure. Experiența acumulată cu ocazia unor cutremure reale scoate în evidență faptul că, în general, costul reparațiilor a fost extrem de ridicat și că putea fi în cele mai multe cazuri substanțial redus printr-o creștere neînsemnată a investiției inițiale (prin care să se asigure construcțiilor o protecție antiseismică corespunzătoare). Avariile provocate de cutremur pot avea efecte dezastruoase și în ceea ce privește dezorganizarea generală a economiei. Din aceste motive nu se poate concepe în prezent reducerea nivelului de protecție sub cel adoptat în normativul de proiectare antiseismică.

b) În comparație cu construcțiile mai vechi, care posedau în majoritatea cazurilor rezerve considerabile de disipare a energiei imprimate de cutremur, datorită între altele elementelor nestructurale, construcțiile moderne dispun în general numai de capacitatea de disipare a energiei oferită de structură, aportul elementelor nestructurale fiind foarte redus.

În aceste condiții apare absolut necesară prevederea unor măsuri constructive care să asigure structurilor ductilitatea adecvată. Prevederile incluse în normativ urmăresc acest obiectiv, concentrînd atenția asupra elementelor și secțiunilor a căror capacitate de rezistență și de deformare în domeniul plastic condiționează comportarea întregii construcții (modurile cadrelor, zonele puternic solicitate ale diafragmelor, îmbinările elementelor prefabricate etc.).

Tabela 2

VALORI COMPARATIVE ALE COEFICIENȚILOR SEISMICI GLOBALI c (%) CONFORM PRESCRIPȚIILOR DIN DIFERITE ȚĂRI

Nr. crt.	Tipul construcției	T (s)	România			U.R.S.S.			Japonia **			S.U.A.*** California (grad 8-9)	
			7	8	9	7	8	9	I.	II.	III.		
1.	Hale industriale parter (cadre b. a.)	1,00	2,4	4,0	6,4	2,5	5,0	10,0	12	16	20	6,7	
2.	Clădiri P+4 cu structură flexibilă în cadre b. a.	0,55	3,8	6,4	10,2	4,6	7,9	15,8	12	16	20	4,1	
3.	Clădiri P+4 cu structură în cadre din b. a. și zidărie de umplutură	0,30	4,9	8,2	13,1	6,0	12,0	24,0	12	16	20	8,2	
4.	Clădiri P+4 cu structură rigidă (diafragme din b. a.)	0,25	5,8	9,7	15,6	6,0	12,0	24,0	12	16	20	10,9	
5.	Clădiri P+4 cu structura rigidă (diafragme din zidărie)	0,25	6,3	10,5	—	6,0	12,0	24,0	12	16	20	10,9	
6.	Clădiri P+9 cu structura flexibilă în cadre din b. a.	1,00	2,0	3,4	5,4	2,9*	5,9*	11,8*	12	16	20	3,4	
7.	Clădiri P+9 cu structură mixtă (cadre și diafragme b. a.)	0,55	4,0	6,5	10,4	4,8*	9,5*	19,1*	12	16	20	6,2	
8.	Clădiri P+9 cu structura rigidă (diafragme b. a.)	0,45	4,9	8,1	13,0	5,8*	11,6*	23,2*	12	16	20	8,7	
9.	Coș de fum 160 m	3,31 0,82 0,34	2,0	3,3	5,2	1,6	2,8	6,2	6,6	8,7	10,9	6,7	

Observație :

* Coeficienții seismici includ sporul prescris pentru clădiri înalte ($n \geq 5$) · $1+0.1\ (n-5) \leq 1,4$

** Distribuția uniformă a forțelor seismice pe înălțimea construcției pînă la 20 m.

*** Forțele se[illegible]multiplică cu un coeficient de supraîncărcare egal cu 1,4. La structuri cu diafragme, pentru v[illegible]care la forțe tăietoare, forțele seismice de [illegible]cul se dublează.

Consumul de oțel generat de unele dintre aceste măsuri are o pondere minoră în raport cu cantitatea totală de armătură din structură și apare cu totul justificat prin îmbunătățirea substanțială pe care o aduce comportării construcției la acțiunea seismică.

În concluzie, se apreciază că rezultatele economice ale modificărilor adoptate vor duce în ansamblu la o reducere a consumului de oțel și a costului protecției antiseismice.

O evaluare cantitativă corectă va rezulta în urma aplicării experimentale a normativului în proiectare pe o perioadă limitată.

ACȚIUNI NECESARE PENTRU VIITOR

Asigurarea protecției antiseismice a construcțiilor din țara noastră este condiționată, în afară de revizuirea normativului de proiectare, de următoarele acțiuni :

1. Aplicarea experimentală a normativului în proiectare pe o perioadă de un an și analizarea rezultatelor obținute sub aspect tehnic și economic.

În acest scop este necesară urmărirea rezultatelor în primul rînd pentru o serie de construcții reprezentative sau cu caracter de masă.

2. Elaborarea de instrucțiuni tehnice pentru proiectarea și execuția unor tipuri de construcții specifice din țara noastră : construcții de zidărie portantă, construcții din panouri mari prefabricate etc. Instrucțiunile vor avea scopul de a completa prevederile normativului cu prescripții de detaliu.

Apare de asemenea necesară elaborarea unor prescripții de proiectare antiseismică pentru alte tipuri de construcții decît cele civile și industriale (poduri, baraje etc.) și pentru instalații.

3. Luarea unor măsuri imediate pentru îmbunătățirea substanțială a condițiilor de execuție a construcțiilor amplasate în zone seismice și, în special, a condițiilor de montaj al construcțiilor prefabricate. Este necesară de asemenea organizarea unui sistem perfecționat de control al execuției construcțiilor din zone seismice.

Trebuie subliniat faptul că aceste măsuri sînt esențiale pentru realizarea practică a protecției antiseismice care se urmărește prin prescripțiile de proiectare.

4. Organizarea în continuare a unui program complex de cercetare care să ducă atît la perfecționarea metodelor de calcul, cît și la o cunoaștere mai aprofundată a comportării materialelor și a noilor tipuri de structuri sub acțiunea solicitărilor dinamice de intensități ridicate.

5. Organizarea unei rețele de înregistrare a cutremurelor puternice compusă din accelerografe cu declanșare automată și din seismoscoape, care să acopere tot teritoriul țării. Trebuie remarcat faptul că, în prezent, astfel de aparate nu există decît în dotarea INCERC, stațiile seismice din țară neavînd aparatură capabilă de a înregistra cutremurele puternice. Datele ce se vor obține pe baza înregistrărilor de cutremure puternice sînt esențiale pentru perfecționarea măsurilor de protecție antiseismică a construcțiilor și pentru abordarea mai științifică a problemelor legate de siguranța acestor structuri.

În afară de măsurile menționate se apreciază că este deosebit de utilă elaborarea unor comentarii care să explicitezе prevederile normativului și să ofere proiectanților indicații suplimentare și exemple de calcul. Elaborarea acestor comentarii a fost prevăzută pentru anul 1971.

COMPONENȚA COLECTIVULUI ÎNSĂRCINAT CU ELABORAREA NORMATIVULUI DE PROIECTARE A CONSTRUCȚIILOR DIN REGIUNI SEISMICE

1. Acad. ing. BELEȘ AUREL
2. Prof. ing. MAZILU PANAIT
3. Conf. dr. ing. IFRIM MIHAIL
4. Conf. ing. CIȘMIGIU ALEXANDRU
5. Ing. PRAGER EMIL
6. Ing. BORZA NICOLAE
7. Ing. HURMUZACHE GRIGORE
8. Ing. SAVULIAN GARABET
9. Dr. ing. ARCAN MIRCEA
10. Dr. ing. SANDI HOREA
11. Ing. ȘERBĂNESCU GHEORGHE
12. Ing. DIACONU DANIEL
13. Ing. BĂICULESCU EMILIAN
14. Ing. ȚIȚARU EMILIAN
15. Ing. ARSENIE GRIGORE
16. Ing. DABIJA FLORIN
17. Ing. FIERLINGER ALOIS
18. Ing. BĂDĂU ALEXANDRU
19. Ing. BUSUIOC VIRGIL
20. Ing. OȚEL ANATOLIE

NORMATIV PENTRU PROIECTAREA CONSTRUCȚIILOR CIVILE ȘI INDUSTRIALE DIN REGIUNI SEISMICE	Indicativ.: P. 13-70
	Înlocuiește P. 13-63

1. GENERALITĂȚI

1.1. Prezentul normativ se aplică în proiectarea construcțiilor civile și industriale situate în regiunile seismice de pe teritoriul R. S. România.

Normativul cuprinde prescripții generale de proiectare pentru realizarea protecției antiseismice a construcțiilor și limitarea consecințelor ce ar rezulta din eventuale degradări produse de cutremure.

1.2. Asigurarea unei bune comportări a construcțiilor la acțiunea mișcărilor seismice este condiționată de :

— alegerea judicioasă a amplasamentului ;

— concepția rațională a ansamblului (distribuția maselor, volumelor, a rigidității și ductilității elementelor portante) ;

— adoptarea unor materiale de construcție corespunzătoare ;

— dimensionarea judicioasă a elementelor de construcție și a legăturilor lor ;

— alcătuirea corectă a detaliilor constructive ;

— calitatea execuției lucrărilor.

Elaborat de INSTITUTUL DE CERCETĂRI ÎN CONSTRUCȚII ȘI ECONOMIA CONSTRUCȚIILOR — INCERC PE BAZA LUCRĂRILOR COLECTIVULUI DE SPECIALIȘTI DESEMNAT ÎN ACEST SCOP	Aprobat de M.C.Ind. și C.S.E.A.L. cu ord. nr. 362/N din 31.XII.1970

1.3. Amplasamentele construcţiilor, precum şi forma şi alcătuirea lor constructivă generală se vor stabili prin adoptarea unor soluţii care să permită realizarea protecţiei antiseismice în condiţii economice, fără măsuri suplimentare costisitoare în raport cu măsurile necesare pentru asigurarea bunei comportări la acţiunea încărcărilor curente (permanente, tehnologice, climatice etc.). În acest scop :

a) Se va evita fundarea pe terenuri necorespunzătoare din punct de vedere seismic : zone de discontinuităţi tectonice, maluri şi rîpe abrupte, terenuri fugitive, terenuri surpătoare, grohotişuri nestabile, umpluturi recente neconsolidate.

b) Se vor evita disimetriile pronunţate în distribuţia volumelor şi maselor construcţiilor, precum şi a rigidităţilor elementelor portante pentru a limita :

— efectele defavorabile de torsiune generală din acţiunea încărcărilor seismice ;

— eforturile suplimentare în legăturile elementelor cu caracteristici dinamice diferite.

În cazurile cînd astfel de disimetrii nu pot fi evitate, se va urmări reducerea efectului lor.

c) Se recomandă adoptarea de soluţii constructive la care:

— masele elementelor de construcţie să fie cît mai reduse şi să fie dispuse în măsura posibilităţilor la un nivel cît mai jos ;

— transmiterea eforturilor din încărcări gravitaţionale şi seismice la terenul de fundaţie să fie cît mai directă.

d) Nu se recomandă soluţiile pentru care :

— asigurarea protecţiei antiseismice implică dificultăţi constructive ;

— există o sensibilitate pronunţată la eventuale depăşiri ale încărcărilor seismice considerate în calcul.

e) Pentru alegerea corespunzătoare a materialelor de construcţie şi a soluţiilor constructive, se va urmări de asemenea să se realizeze :

— conlucrarea spaţială a elementelor portante la preluarea încărcărilor seismice, în condiţii care să nu ducă la supraîncărcarea unor elemente lipsite de capacitatea de deformare şi de rezistenţă ;

— structuri cu capacitate ridicată de disipare a energiei imprimate de cutremur, prin proprietăţile de amortizare a vibraţiilor şi în special prin proprietăţile de deformare plastică (ductilitate) în regim de solicitări repetate.

1.4. Protecţia antiseismică, condiţionată în primul rînd de asigurarea măsurilor generale indicate la pct. 1.3, comportă de asemenea :

a) Verificarea construcţiilor pe baza unei scheme convenţionale de calcul conform prevederilor cap. 2 şi 3 din prezentul normativ.

b) Respectarea prescripţiilor referitoare la alcătuirea constructivă, date în cap. 4 al prezentului normativ.

c) Prescrierea unor măsuri speciale privind calitatea şi controlul execuţiei, în cazul cînd asemenea măsuri nu sînt prevăzute în normele oficiale de specialitate.

Observaţie :

— Se admite adoptarea unor metode de calcul diferite de cea prescrisă în prezentul normativ, în cazurile în care există justificări tehnice acceptate de Ministerul Construcţiilor Industriale.

Aceste metode vor urmări aprecierea cît mai corectă :

— a specificului acţiunii seismice în condiţiile concrete date ;

— a caracteristicilor de rezistenţă, rigiditate şi ductilitate ale structurii.

2. DETERMINAREA ÎNCĂRCĂRILOR SEISMICE

2.1. Generalităţi

2.1.1. Determinarea încărcărilor seismice se bazează pe următoarele principii :

Încărcările seismice produse de forţele de inerţie se consideră în mod convenţional ca forţe aplicate static.

Punctele de aplicaţie, direcţiile de acţiune şi modul în care se distribuie forţele seismice, se stabilesc pe baza teoriei vibraţiilor liniare, luîndu-se în considerare natura mişcărilor seismice ale terenului şi comportarea construcţiilor în timpul cutremurelor.

Mărimea încărcărilor seismice se determină ţinînd seama de clasa de importanţă a construcţiei, gradul de intensitate seismică al zonei de amplasare, natura terenului de fundaţie, caracteristicile dinamice ale construcţiei şi capacitatea acesteia de disipare a energiei prin deformare în domeniul plastic.

2.1.2. Punctele de aplicaţie ale încărcărilor seismice coincid cu poziţiile maselor considerate în calculul construcţiilor. Pentru a se ţine seama de efectele defavorabile de torsiune de ansamblu, se vor avea în vedere prevederile punctului 3.3.5.

Tabela 1

Valorile coeficientului pentru zona de grad de intensitate seismică :		
7	8	9
0,05	0,08	0,12
0,03	0,05	0,08
0,0[illegible]	0,03	0,05
—	—	0,03

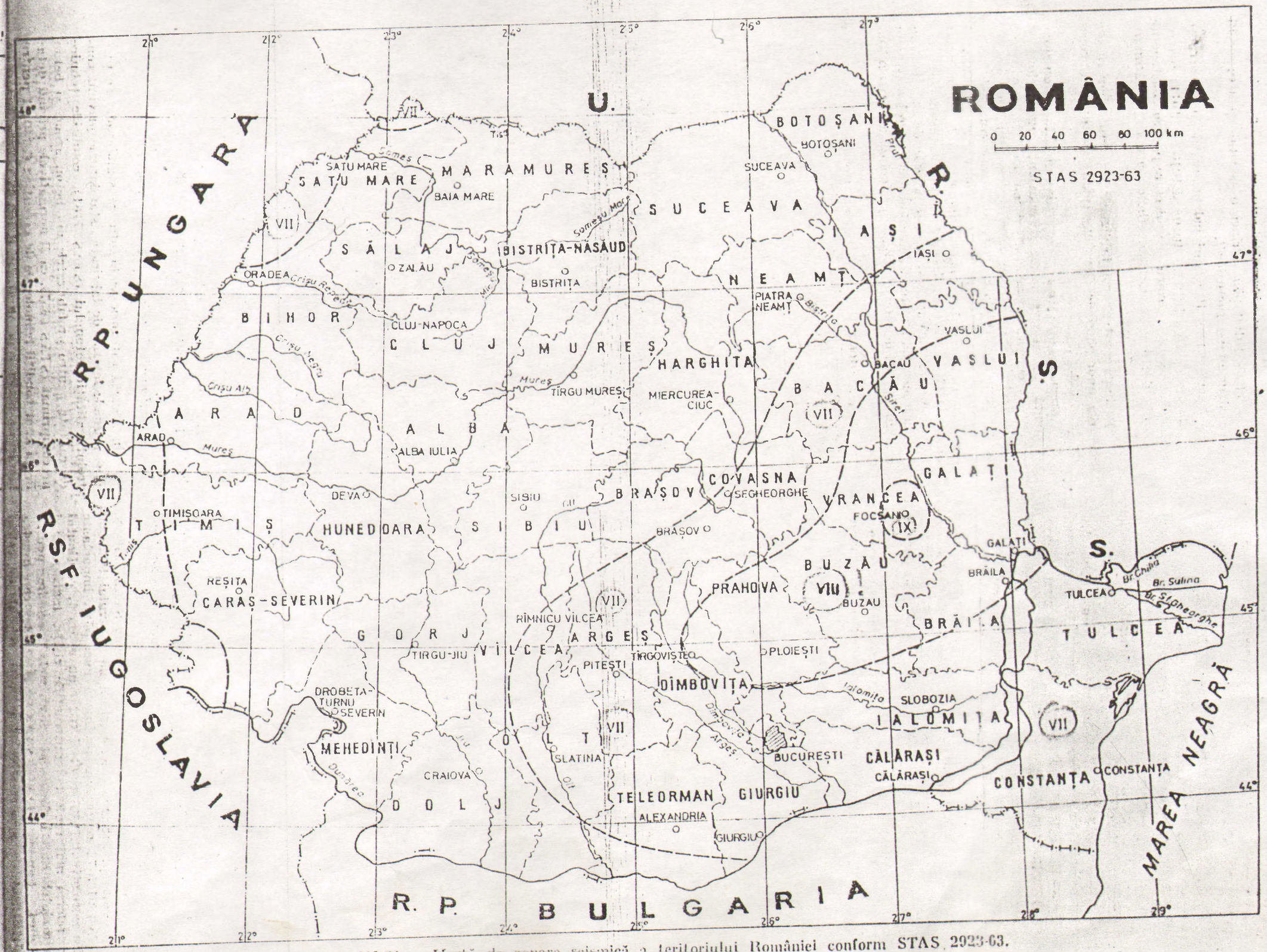


Fig. IX.21. — Hartă de zonare seismică a teritoriului României conform STAS 2923-63.

2.1.3. Direcțiile de acțiune ale încărcărilor seismice se stabilesc în modul următor :

a) În calculul structurii principale de rezistență se vor considera încărcările seismice acționînd orizontal după orice direcție. Pentru cazurile curente se admit următoarele simplificări :

— la construcțiile la care elementele portante verticale sînt orientate după două direcții ortogonale, se vor considera aceste direcții ;

— la celelalte construcții, se admite să se considere numai direcțiile axelor principale ale ansamblului structurii de rezistență.

b) În cazurile indicate la punctul 2.3, elementele structurii principale de rezistență vor fi verificate și la încărcări statice acționînd vertical.

c) Pentru verificarea reazemelor și ancorajelor se pot considera în mod curent, conform pct. 2.4, numai ipotezele de încărcare care duc la eforturi de întindere sau forfecare.

d) Pentru elementele care nu fac parte din structura principală de rezistență, direcțiile de acțiune ale încărcărilor seismice se vor lua conform punctului 2.5.

2.1.4. Pentru evaluarea caracteristicilor dinamice ale construcțiilor și a coeficienților care determină valorile încărcărilor seismice, se admite :

a) înlocuirea distribuției reale a maselor printr-o distribuție care să simplifice calculele fără să afecteze într-o măsură importantă eforturile finale (se admite în mod curent concentrarea maselor la nivelurile planșeelor pentru construcțiile etajate, concentrarea maselor la un număr suficient de niveluri echidistante pentru construcții svelte de tipul coșurilor de fum etc.).

b) înlocuirea rigidității reale a elementelor de construcție, a reazemelor și a terenului de fundație cu valorile considerate în cazul solicitărilor statice (în lipsa unor date speciale) ;

c) determinarea valorilor coeficienților care intră în expresia încărcărilor seismice pe baza indicațiilor cuprinse în anexa II a normativului, în cazul construcțiilor de tip curent.

Observație :

Indicațiile din anexa II pot servi și ca valori orientative în cazul în care caracteristicile dinamice ale construcțiilor se determină prin calcul.

2.1.5. Accelerația seismică de calcul, pe baza căreia se determină încărcările seismice, depinde de gradul de intensitate seismică al zonei corespunzătoare amplasamentului, precizat în STAS 2923 și de clasa de importanță a construcției.

Încadrarea în clase de importanță a construcțiilor civile și industriale amplasate în regiuni seismice se face în funcție de importanța lor socială și economică. Această încadrare are la bază criteriile protecției vieților omenești, a valorilor cultural-artistice și importanța funcțional-economică a construcțiilor.

Accelerația seismică de calcul se consideră prin intermediul coeficientului k_s care exprimă raportul dintre această accelerație convențională și accelerația gravitațională.

2.1.6. Valorile coeficientului k_s se stabilesc în conformitate cu tabela 1.

Observații :

1. Încadrarea în clase de importanță a construcțiilor specifice unei anumite ramuri de activitate se face pe baza tabelei 1, conform normativelor departamentale, aprobate cu avizul Ministerului Construcțiilor Industriale sau al Comitetului de Stat pentru Economia și Administrația Locală.

2. Pentru construcții de importanță excepțională sau a căror avariere poate avea efecte nocive (instalații nucleare, construcții legate de produse de mare toxicitate etc.), se pot adopta măsuri speciale de siguranță la acțiuni seismice, cu avizul Ministerului Construcțiilor Industriale sau al Comitetului de Stat pentru Economia și Administrația Locală.

3. Încadrarea în clase de importanță a construcțiilor din ansambluri se va face separat pentru fiecare obiect.

2.1.7. Construcțiile cu structuri integral prefabricate se vor verifica și în cazurile care nu sînt specificate în tabela 1 pentru valoarea minimă a încărcării seismice prescrisă la pct. 2.2.5, respectîndu-se totodată măsurile constructive prescrise în cap. 4.

2.2. Determinarea încărcărilor seismice orizontale pentru structura de rezistență

2.2.1. Încărcările seismice orizontale care acționează asupra construcției la nivelul (k), corespunzatoare modului propriu de vibrație (r) se determină cu ajutorul relației :

$$S_{kr} = k_s \beta_r \psi \eta_{kr} \cdot Q_k \qquad (1)$$

P13-70

Ks

Tabela 1

Clasa de importanță	Caracterizare	Valorile coeficientului pentru zona de grad de intensitate seismică : 6	7	8	9
I.	Construcții de importanță deosebită : clădiri monumentale, clădiri care adăpostesc bunuri cultural-artistice de mare valoare, construcții de primă necesitate în caz de cutremur, precum și construcții a căror ieșire din funcțiune are o influență deosebită asupra economiei naționale	0,03	0,05	0,08	0,12
II.	Toate construcțiile, cu excepția celor din clasele de importanță I, III și IV	—	0,03	0,05	0,08
III.	Clădiri cu un nivel, ca : locuințe, clădiri administrative și comerciale, a căror funcțiune nu duce la aglomerări de oameni. Construcții industriale cu un nivel, care nu adăpostesc utilaje greu de înlocuit. Construcții pentru adăpostirea animalelor de rasă prețioasă pentru reproducere ; construcțiile complexelor industriale agrozootehnice	—	0,02	0,03	0,05
IV.	Construcții puțin importante, destinate a adăposti bunuri de mică valoare și un personal restrîns de deservire, cu acces nepermanent ; construcții agrozootehnice (cu excepția celor din clasa de importanță III) ; construcții cu caracter provizoriu (barăci etc.)	—	—	—	0,03

-63.

în care :

k_s — coeficient definit la pct. 2.1.5, care introduce influența seismicității amplasamentului și a importanței funcționale a construcției, conform tabelei 1 ;

β_r — coeficientul care introduce influența perioadei proprii considerate T_r și a terenului de fundație conform pct. 2.2.2.

ψ — coeficient care introduce influența proprietăților de amortizare a vibrațiilor și a ductilității (capacității de deformare în domeniul plastic) structurii, conform pct. 2.2.3.

η_{kr} — coeficient care introduce influența formei proprii considerate u_{kr}, conform pct. 2.2.4 ;

Q_k — rezultanta încărcărilor gravitaționale de nivel corespunzătoare masei antrenate în mișcare după direcția de acțiune a forței seismice ; se determină conform anexei I.

2.2.2. *Coeficientul* β_r se determină în funcție de perioada proprie de vibrație T_r (pentru modul de vibrație considerat în calcul) și de natura terenului de fundație, astfel :

a) pentru terenuri normale de fundare

$$\beta_r = \frac{0,8}{T_r} \tag{2}$$

respectîndu-se condițiile :

$$0,6 \leqslant \beta_r \leqslant 2,0 \tag{3}$$

în care T_r se exprimă în secunde (fig. 1) ;

b) pentru terenuri de fundare stîncoase, straturi de pietriș consolidat, straturi terțiare sau mai vechi etc., valorile coeficientului β_r date în relațiile (2) și (3) se reduc cu 20%, cu excepția construcțiilor din zidărie sau din prefabricate de beton armat ;

c) pentru terenuri de fundare constituite din pămînturi argiloase, argile prăfoase, nisipoase etc. de consistență redusă (indice de consistență $I_c < 0,5$), nisipuri în stare afînată (grad

de îndesare $D < 0{,}33$), loessuri cu umiditate ridicată ($w > 20\%$) sau în cazul terenurilor cu nivelul apei subterane ridicat, coeficientul β_r se majorează cu 50% fără a depăşi însă valoarea limită $\beta_r = 2.5$.

Observaţie :

Prevederile punctelor b) şi c) de mai sus nu se aplică în cazurile în care condiţiile locale de teren au fost luate în considerare prin hărţi de microzonare.

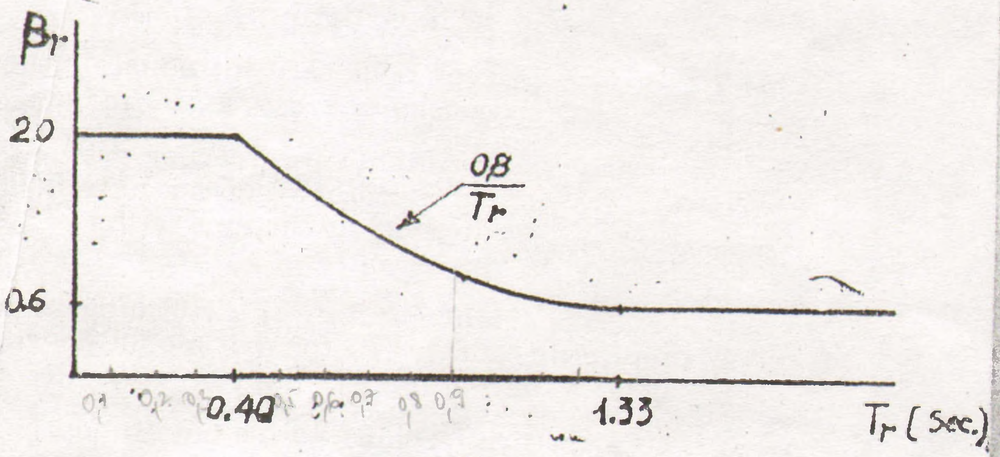


Fig. 1

La calculul perioadelor proprii de vibraţie T_r efectul produs de rotirea fundaţiei se va determina astfel :

1. La construcţii cu pereţi portanţi, suprafaţa închisă de conturul exterior al fundaţiei se va considera ca o suprafaţă unică de fundare. La construcţii în cadre, cu fundaţii izolate, se vor considera suprafeţele fundaţiilor izolate.

2. Coeficientul de tasare la rotirea fundaţiilor exprimat în da N/cm³ se va limita prin condiţia :

$$C_\theta \geqslant 50 \frac{\sigma_{at}}{B} \tag{4}$$

unde σ_{at} reprezintă presiunea admisibilă pe teren (da N/cm³), iar B reprezintă dimensiunea pe orizontală a fundaţiei în planul de vibraţie (m), determinată conform prevederilor punctului 1 de mai sus.

2.2.3. *Coeficientul* ψ se determină [illegible] capacitatea de amortizare a vibraţiilor şi de ductilitatea (capacitatea de deformare în domeniul plastic) a structurii, conform tabelei 2.

Tabela 2

Tipul constructiv	Valoarea coeficientului ψ
— Construcţii cu structura în cadre	1,0
— Construcţii cu diafragme	1,2
— Construcţii din zidărie portantă	1,3
— Construcţii înalte foarte flexibile, independente, de tipul coşurilor de fum, antenelor de radio şi televiziune	1,8
— Castele de apă	2,0

Observaţie :

Pentru tipurile de construcţii neincluse în tabela 2 se va adopta valoarea $\psi = 1{,}2$.

2.2.4. Coeficientul η_{kr} se determină cu ajutorul relaţiei :

$$\eta_{kr} = u_{kr} \frac{\sum_{j=1}^{n} Q_j u_{jr}}{\sum_{j=1}^{n} Q_j u_{jr}^2} \tag{5}$$

în care u_{kr} este componenta după gradul de libertate (k) a formei proprii corespunzătoare modului de vibraţie (r), (fig. 2). Formele proprii se determină prin metodele dinamicii construcţiilor sau în cazuri curente pe baza indicaţiilor din anexa II.

2.2.5. Încărcările seismice orizontale S_{kl} corespunzătoare modului propriu fundamental de vibraţie se determină astfel încît să fie îndeplinită condiţia :

$$S_l = \sum_{k=1}^{n} S_{kl} \geqslant 0{,}02\, Q \tag{6}$$

în care S_I reprezintă încărcarea seismică orizontală aplicată la baza structurii, corespunzătoare modului propriu fundamental, iar Q este rezultanta încărcărilor gravitaționale considerate la determinarea încărcărilor seismice :

$$Q = \sum_{k=1}^{n} Q_k ,$$

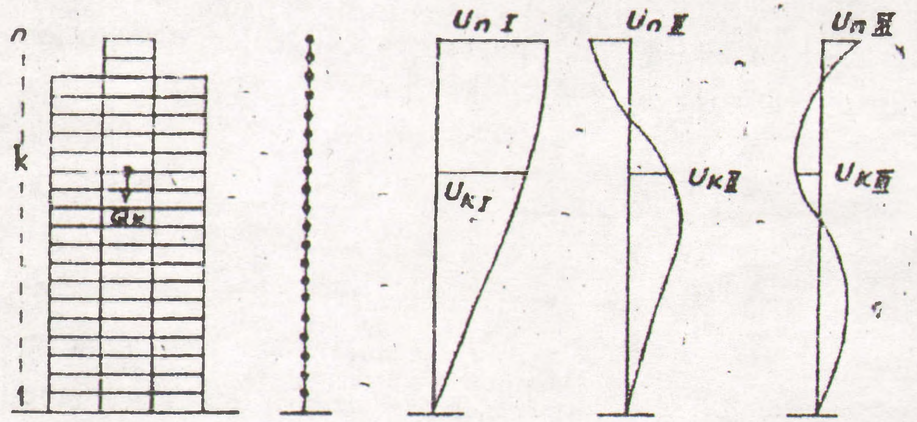


Fig. 2

În cazul în care condiția (6) nu este satisfăcută, încărcările seismice de nivel se vor mări proporțional, astfel încît să rezulte :

$$S_I = 0{,}02\, Q$$

Observație :

Încărcarea seismică orizontală aplicată la baza structurii corespunzătoare modului propriu (r), se poate determina direct cu ajutorul relației :

$$S_r = c_r\, Q \tag{7}$$

în care :

$$c_r = k_s\, \beta_r\, \psi\, \varepsilon_r \tag{8}$$

ε_r = coeficient de echivalență între sistemul cu mai multe grade de libertate și sistemul cu un grad de libertate corespunzător modului propriu de vibrație (r).

Coeficientul ε_r se determină cu una din relațiile :

$$\varepsilon_r = \frac{\left(\sum_{j=1}^{n} Q_j\, u_{jr}\right)^2}{\left(\sum_{j=1}^{n} Q_j\right)\left(\sum_{j=1}^{n} Q_j\, u_{jr}^2\right)} = \frac{\sum_{j=1}^{n} Q_j\, \eta_{jr}}{Q} . \tag{9}$$

Încărcarea seismică orizontală la nivelul k se determină cu relația :

$$S_{kr} = S_r \frac{Q_k\, u_{kr}}{\sum_{j=1}^{n} Q_j\, u_j} . \tag{10}$$

2.2.6. Pentru construcțiile de tipuri curente, calculul încărcărilor seismice orizontale, conform punctelor 2.2.1 ... 2.2.4 se admite să se efectueze numai pentru modul fundamental de vibrație.

Pentru construcțiile înalte, de tipul coșurilor de fum independente, turnurilor, antenelor de radio și televiziune și clădirilor multietajate, avînd perioada fundamentală de vibrație mai mare decît 1,0 s sau înălțimea mai mare de 40 m, este necesar ca încărcările seismice orizontale să fie determinate cu considerarea primelor 3 moduri de vibrație ale construcției.

În acest caz, eforturile se stabilesc separat pentru fiecare mod de vibrație (r), iar efortul total de calcul N într-o secțiune a unui element al structurii de rezistență se determină cu relația :

$$N = \sqrt{\sum_{r=1}^{3} N_r^2} \tag{11}$$

unde N_r este efortul în secțiunea considerată, corespunzător modului propriu de vibrație (r).

Observație :

Pentru construcții de tipul coșurilor de fum, cu excepția celor care se încadrează în clasa I de importanță, se admite în general considerarea directă a efectului celor 3 moduri de vibrație, conform metodei simplificate din anexa II.

2.3. Determinarea încărcărilor seismice verticale

2.3.1. Verificarea la acţiuni seismice verticale este necesară pentru următoarele tipuri de elemente, făcînd parte din structura de rezistenţă : elemente de rezistenţă cu eforturi axiale predominante (stîlpi, şpaleţi de zidărie, tiranţi, structuri suspendate) ; grinzi rezemate pe stîlpi, grinzi cu încărcări concentrate importante, planşee de deschideri mari fără grinzi, console cu încărcări importante, console cu deschideri mari.

2.3.2. Efectul acţiunilor verticale se ia în considerare prin înmulţirea încărcărilor gravitaţionale de calcul (considerate conform anexei I) sau a eforturilor corespunzătoare, cu coeficientul seismic $\pm c_v$ din tabela 3.

Tabela 3

Tipul de element	Încărcarea sau efortul care se modifică	Valoarea coeficientului c_v
1	2	3
a) Elemente cu eforturi axiale predominante	— Efortul axial al elementului	$4k_s$
b) Grinzi	— Forţa tăietoare în secţiunile din vecinătatea stîlpilor	$4k_s$
	— Încărcarea verticală concentrată, în cazul încărcărilor concentrate importante	$6k_s$
c) Planşee de deschidere mare, fără grinzi	— Forţa tăietoare (verificarea la străpungere)	$6k_s$
d) Console cu încărcări importante	— Încărcarea gravitaţională a consolei	$6k_s$
e) Console cu deschideri mari	— Idem	$4k_s$

Observaţie :

La punctele d) şi e) se încadrează consolele pentru care efectele seismice se manifestă în special prin vibraţii pe direcţie verticală.

Încărcările sau eforturile astfel obţinute se suprapun cu încărcările gravitaţionale sau cu eforturile corespunzătoare.

2.4. Determinarea încărcărilor seismice pentru calculul zonelor de rezemare şi al îmbinărilor

2.4.1. Elementele de legătură în zonele de rezemare ale stîlpilor sau ale elementelor prefabricate (cu deosebire ale elementelor asamblate prin postcomprimare) se vor verifica pentru reacţiunile corespunzătoare încărcărilor seismice ce se aplică elementului considerat, în ipoteza determinării lor prin multiplicarea încărcărilor gravitaţionale cu coeficientul seismic c dat în tabela 4.

Tabela 4

Zonele de rezemare sau îmbinare	Valoarea coeficientului c
— Ancoraje şi buloane de fixare la reazeme sau asamblări cu armătură postîntinsă ale elementelor făcînd parte din structura principală de rezistenţă	$6k_s$
— Îmbinări la reazeme şi la elemente cu concentrări importante de eforturi din încărcările seismice	$3k_s$

Pentru verificarea zonelor de rezemare şi a ancorajelor se vor alege direcţiile de acţiune ale încărcărilor seismice, astfel încît în zonele de legătură să rezulte eforturi de întindere sau forfecare.

2.5. Determinarea încărcărilor seismice pentru elementele care nu fac parte din structura principală de rezistenţă

2.5.1. Pentru elementele care nu fac parte din structura principală de rezistenţă, verificarea la sarcinile seismice are ca obiect principal asigurarea ancorării elementului de structura principală de rezistenţă a construcţiei.

2.5.2. Pentru aceste elemente, încărcarea seismică totală se determină prin multiplicarea încărcărilor gravitaţionale cu coeficientul seismic c dat în tabela 5.

Tabela

Denumirea elementului	Valoarea coeficientului c	Direcția de acțiune a încărcărilor seismice
— Pereți neportanți	$3k_s$	Normal pe suprafața elementului
— Parapete, ornamente interioare și exterioare, statui, turnulețe și coșuri de fum de înălțime redusă	$15k_s$	Orice direcție
— Balcoane, cornișe și alte console de importanță redusă ; rezervoare amplasate pe construcții ; instalații industriale neportante rezemate pe schelet de susținere	$10k_s$	Orice direcție

Observații :

Încărcările seismice astfel stabilite nu se suprapun peste cele stabilite conform punctului 2.2. pentru calculul structurii principale de rezistență.

2.6. Determinarea încărcărilor seismice pentru instalațiile industriale

2.6.1. Instalațiile industriale speciale cu caracter fix ale industriilor chimiei, petrolului, minelor, metalurgiei, energiei electrice etc., se clasifică din punctul de vedere al verificării la acțiuni seismice în :

— instalații autoportante (inclusiv cele autoportante numai pentru încărcările gravitaționale și rigidizate prin schele de preluare a încărcărilor orizontale) ;

— instalații neportante, rezemate pe schelete de susținere.

2.6.2. Pentru instalațiile autoportante, încărcările seismice se calculează conform pct. 2.2 și 2.3.

2.6.3. Pentru instalațiile neportante, încărcările seismice totale se calculează conform pct. 2.5, tabela 5.

2.6.4. Instalațiile industriale care în caz de avarie datorită mișcărilor seismice pot duce la accidente de proporții sau la degajări importante de substanțe nocive se vor proiecta

diferențiat, în funcție de pericolul prezentat de fiecare element component al ansamblului format din aceste instalații și construcțiile care le adăpostesc. În aceste cazuri se pot adopta măsuri speciale de siguranță conform pct. 2.1.6 și 3.1.3.

3. VERIFICAREA STRUCTURILOR LA ACȚIUNEA ÎNCĂRCĂRILOR SEISMICE

3.1. Criterii de verificare

3.1.1. Verificarea prin calcul va asigura în toate cazurile satisfacerea următoarelor condiții :

a) elementele de construcție rezistă eforturilor corespunzătoare grupărilor de încărcări considerate în calcul ;

b) stabilitatea la răsturnare și lunecare a structurii în ansamblu și a părților ei componente este asigurată.

3.1.2. În cazurile în care deplasările absolute sau relative ale elementelor de construcție ar putea produce prejudicii grave, în mod direct sau indirect, prin avarierea unor elemente de construcție, a unor elemente de finisaj sau a unor instalații, se va verifica și condiția ca deplasările produse de forțele seismice să nu ducă la distrugerea elementelor de construcție secundare, a elementelor de finisaj sau a instalațiilor. În aceste cazuri, deplasările limită se vor stabili ținînd seama de caracterul convențional al forțelor seismice. În cazul rosturilor antiseismice se vor respecta prevederile pct. 4.1.4.

3.1.3. Pentru construcții și instalații cu caracter special sau de importanță excepțională se va putea cere, prin prescripții speciale, să se efectueze verificări și pe baza unor alte criterii (rezistență la fisurare, limitări pentru accelerațiile sau vitezele de oscilație etc.).

3.2. Grupări de încărcări

3.2.1. Grupările de încărcări, în care intervin încărcările seismice, se stabilesc conform anexei I.

3.2.2. La construcțiile de tipuri curente se va considera că încărcările temporare distribuite acționează pe întreaga suprafață pe care acțiunea lor este posibilă.

La construcțiile la care încărcările temporare se pot distribui asimetric în mod curent, iar distribuția asimetrică este importantă, se va ține seama și de această ipoteză. Se va avea

în vedere în acest sens în special posibilitatea de apariţie a unor momente de torsiune generală, datorită asimetriei de încărcare.

3.3. Scheme de calcul pentru construcţii. Determinarea eforturilor

3.3.1. În stabilirea schemelor de calcul pentru structuri în ansamblu şi pentru elemente de rezistenţă se va avea în vedere modul de lucru al diferitelor elemente de construcţie sub acţiunea solicitărilor seismice puternice.

3.3.2. La construcţiile la care există legături longitudinale şi transversale (diafragme orizontale, grinzi etc.), care pot asigura conlucrarea spaţială a diferitelor elemente portante pentru preluarea încărcărilor seismice în calculul eforturilor din încărcări seismice se va ţine seama de această conlucrare.

3.3.3. În cazurile cînd conlucrarea spaţială între elementele portante nu este realizată prin legături capabile de a transmite în mod sigur eforturile din încărcări seismice, elementele portante vor fi considerate ca lucrînd independent şi vor fi dimensionate în această ipoteză pentru a prelua încărcările seismice acţionînd după orice direcţie.

3.3.4. Elementele secundare ale structurii de rezistenţă (legături orizontale, locale, panouri de zidărie de umplutură între cadre etc.), pentru care se admite ipoteza avarierii în caz de cutremur, nu se vor introduce în schema de calcul, considerîndu-se ieşite din lucru ; aportul lor va fi luat în considerare numai la calculul încărcărilor gravitaţionale.

3.3.5. Efectele de torsiune generală se vor lua în considerare la construcţiile cu diafragme orizontale capabile de a transmite aceste efecte. Efectele de torsiune sînt produse :

a) de excentricitatea centrelor maselor faţă de centrele de rigiditate ;

b) de oscilaţiile de torsiune imprimate de caracterul nesincron al mişcării seismice în diferitele puncte de legătură dintre construcţie şi teren.

În calcul, efectele de torsiune se consideră prin alegerea la fiecare nivel a unui punct de aplicaţie a rezultantei încărcărilor seismice orizontale, situate la o distanţă

$$e = e_1 \pm e_2 \qquad (12)$$

faţă de centrul de rigiditate orientată perpendicular pe direcţia încărcărilor seismice în sensul cel mai defavorabil (fig. 3) în care :

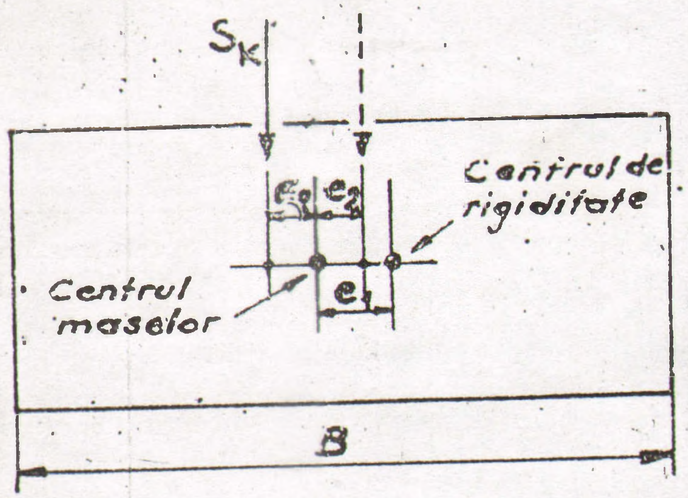


Fig. 3

e_1 = excentricitatea maselor faţă de centrul de rigiditate;

e_2 = 0,05 B, pentru construcţii de tip curent ;

= 0,075 B, pentru construcţii avînd în plan o distribuţie a elementelor de rezistenţă defavorabilă din punct de vedere al preluării torsiunii de ansamblu (structuri cu diafragme de rigiditate avînd pereţi de capăt slăbiţi, structuri cu nucleu de rigidizare central etc.).

B = reprezintă dimensiunea maximă a construcţiei măsurată în secţiunea considerată perpendicular pe direcţia de acţiune a încărcării seismice.

3.3.6. Pentru determinarea eforturilor maxime se admite în general considerarea următoarelor combinaţii de încărcări seismice acţionînd, independent sau simultan, pe mai multe direcţii :

a) încărcările seismice orizontale aplicate după axele principale ale construcţiei (transversal şi longitudinal) sau încărcarea seismică verticală ,acţionînd fiecare independent ;

b) în cazul construcţiilor cu structura în cadre spaţiale se consideră şi combinaţia obţinută prin suprapunerea încărcărilor seismice orizontale acţionînd concomitent după direcţiile axelor principale (transversală şi longitudinală) ale construcţiei ; valorile încărcărilor seismice pe cele două direcţii determinate conform pct. 2.2 se vor multiplica cu coeficientul $1/\sqrt{2}$ (coeficient care ţine seama de concomitenţa acţiunii celor două componente) ;

c) în cazurile specificate la pct. 2.3 se consideră în plus şi combinaţia obţinută prin suprapunerea încărcării seismice verticale cu fiecare din încărcările seismice orizontale, acţionînd după una din direcţiile principale ale construcţiei (longitudinală sau transversală).

3.3.7. La construcţiile în cadre se va urmări ca în cazul unor solicitări seismice puternice, eventuala formare a articulaţiilor plastice să aibă loc, în primul rînd, în secţiunile de lîngă noduri ale grinzilor, evitîndu-se, în cazurile în care este posibil, apariţia articulaţiilor plastice în secţiunile stîlpilor. În acest sens se recomandă să se verifice pentru fiecare nod condiţia ca suma momentelor capabile ale secţiunilor stîlpilor să fie mai mare decît suma momentelor capabile ale secţiunilor grinzilor.

Observaţii :

1. Verificarea condiţiei de mai sus se face considerîndu-se numai elementele concurente în mod, situate în acelaşi plan (longitudinal sau transversal).

2. Momentele capabile ale stîlpilor se determină în raport cu axele acestora, corespunzător valorilor de calcul ale forţelor axiale din stîlpi (pentru gruparea de încărcări indicată în anexa I).

3. Verificarea se face pentru ambele sensuri de rotire a nodurilor, momentele capabile ale grinzilor apărînd în ecuaţiile de echilibru ale nodurilor cu valorile corespunzătoare, pozitive sau negative.

3.3.8. La construcţii cu diafragme, forţa tăietoare care intervine în calculul diafragmelor, stabilită pe baza încărcărilor seismice prescrise la cap. 2, se va spori prin multiplicarea cu coeficientul 1,5.

3.3.9. La verificarea elementelor de construcţie la care intervin concentrări defavorabile de eforturi din acţiunea seismică, cum sînt elementele părţii inferioare flexibile ale construcţiilor cu diafragme verticale portante rezemate la parter pe stîlpi (planşeul peste parter, stîlpii parterului), eforturile rezultate din calcul se vor înmulţi cu coeficientul 1,25.

3.4. Verificarea secţiunilor

Verificarea secţiunilor se va face la fel ca în cazul solicitărilor statice pe baza grupărilor de încărcări stabilite conform anexei I.

4. PRESCRIPŢII PRIVIND ALCĂTUIREA CONSTRUCTIVĂ

4.1. Dispoziţia rosturilor antiseismice

4.1.1. Se recomandă prevederea de rosturi antiseismice în următoarele cazuri :

a) la construcţiile cu disimetrii pronunţate, rezultate din forma în plan sau din prezenţa unor corpuri de înălţimi diferite, pentru evitarea efectelor defavorabile de torsiune generală ;

b) la construcţiile formate din corpuri cu înălţimi sau rigidităţi mult diferite pentru a permite vibraţia independentă a acestor corpuri, în scopul evitării apariţiei unor forţe tăietoare importante în zonele de legătură dintre corpuri ;

c) la construcţiile fundate pe terenuri neuniforme, pentru separarea porţiunilor fundate pe terenuri cu caracteristici fizico-mecanice diferite.

În afara cazurilor de mai sus se va evita fragmentarea construcţiilor prin rosturi antiseismice pentru a nu se pierde avantajul conlucrării de ansamblu a structurii.

4.1.2. Rosturile antiseismice vor fi dispuse astfel încît să coincidă, pe cît posibil, cu rosturile de dilatare sau de tasare, iar la construcţiile cu subsoluri parţiale, cu secţiunile de separaţie între zonele cu şi fără subsol.

4.1.3. Rosturile antiseismice trebuie să asigure o separare completă între suprastructurile corpurilor de construcţii, iar atunci cînd este cazul şi o separare a fundaţiilor. Nu se admit rosturi realizate prin rezemări pe console.

4.1.4. Se recomandă ca dimensiunea rosturilor antiseismice între două construcţii sau corpuri de construcţii să nu fie mai mică decît valoarea determinată pe baza relaţiei :

$$\delta = 2 + 40\left(c_1 T_1^2 \frac{H}{H_1} + c_2 T_2^2 \frac{H}{H_2}\right) \qquad (12)$$

în care :

δ — lățimea rostului în cm ;

c_1, c_2 — coeficienții seismici ai celor două construcții determinați conform relației (8) ;

T_1, T_2 — perioadele fundamentale de vibrație ale celor două construcții, în secunde ;

H_1, H_2 — înălțimea celor două construcții ;

H — cea mai mică dintre înălțimile H_1 și H_2.

4.2. Fundații și subsoluri

4.2.1. Fundațiile se vor alcătui astfel încît să asigure transmiterea cît mai uniformă la teren a eforturilor provenite din încărcările seismice. Fundațiile continue nu vor fi alcătuite din zidării din blocuri sau din prefabricate nemonolitizate.

4.2.2. La fundațiile izolate se recomandă analizarea necesității de a prevedea legături antiseismice la baza construcției în următoarele cazuri :

— la construcții în cadre fundate pe terenuri slabe, în vederea împiedicării deplasărilor independente ale bazelor stîlpilor sub acțiunea încărcărilor seismice ;

— la fundații, cu solicitări mult diferite, pentru a crea posibilități de redistribuire a eforturilor prin conlucrarea fundațiilor.

În cazul fundațiilor izolate cu bloc de beton simplu și cuzinet armat, se recomandă ancorarea cuzinetului de bloc.

4.2.3. La clădirile cu înălțime mai mare decît 25 m se recomandă realizarea unei legături generale la bază, sub formă de cutie rigidă compusă din planșeul peste subsol, pereții subsolului și fundații.

4.2.4. În zonele cu grad de intensitate seismică 8 sau 9 se recomandă ca, la clădirile etajate, planșeul de peste subsol să fie turnat monolit.

4.2.5. Poziția și modul de fixare a conductelor de instalații care străpung pereții subsolurilor sau fundațiile continue se vor stabili avîndu-se în vedere posibilitatea deplasării relative față de construcție în caz de cutremur.

4.3. Construcții metalice

4.3.1. La alcătuirea construcțiilor metalice se vor respecta următoarele indicații generale :

a) elementele care condiționează stabilitatea structurii în cazul unor solicitări seismice se recomandă să fie astfel alcătuite încît să poată prelua solicitări în ambele sensuri, pe direcțiile în care pot fi acționate seismic chiar dacă aceasta nu rezultă ca strict necesar din calcul ;

b) legăturile pentru prinderea instalațiilor tehnologice și ale utilajelor să fie alcătuite astfel încît să se evite eventualele avarieri ale părților legate.

4.3.2. La clădirile multietajate cu schelet în cadre metalice, la care apare necesară evitarea pericolului unor avarieri la pereții de umplutură și la finisaje, se recomandă adoptarea uneia din următoarele soluții :

a) alcătuirea elementelor nestructurale astfel încît să dispună de capacitatea de deformare necesară conlucrării cu structura, în diferite stadii de solicitare ;

b) prevederea unor legături care să permită deformarea independentă a elementelor nestructurale ;

c) sporirea rigidității de ansamblu prin :

— introducerea de diafragme verticale pline sau cu zăbrele ;

— înglobarea scheletului metalic în beton (cu considerarea în calcul a conlucrării betonului la preluarea încărcărilor) ;

— sporirea rigidității grinzilor și stîlpilor.

4.3.3. Elementele de contravîntuire la construcțiile cu schelet în cadre metalice vor fi alcătuite astfel încît rigiditatea și capacitatea lor de deformare să permită conlucrarea cu cadrele, în diferite stadii de solicitare. Transmiterea încărcărilor seismice la diafragmele verticale se va asigura prin alegerea corespunzătoare a poziției acestora și alcătuirea și dimensionarea în consecință a diafragmelor orizontale.

4.4. Construcții de beton armat monolit

4.4.1. La construcțiile de beton armat monolit se vor respecta următoarele prescripții referitoare la calitatea materialelor :

— betonul va avea cel puțin marca B 200 ;

— oțelul pentru armătura necesară preluării eforturilor produse de acțiunea seismică va avea marca OB 38 sau PC 52 ; se admite utilizarea altor mărci de oțel cu condiția de a avea proprietăți de rezistență și ductilitate echivalente cu ale oțelurilor OB 38 sau PC 52.

4.4.2. La construcțiile cu structura în cadre se vor respecta următoarele prescripții :

a) Raportul dintre dimensiunile secțiunilor transversale ale grinzilor principale (rigle) nu va fi mai mare decît 3.

b) Armătura grinzilor pentru preluarea momentelor negative în secțiunile adiacente stîlpilor se va încadra între limitele următoarelor procente de armare :

— 0,5%—2%, în cazul utilizării oțelului OB 38 ;
— 0,4%—1,5% în cazul utilizării oțelului PC 52.

Pentru preluarea momentelor pozitive în aceleași secțiuni se va prevedea o armătură cel puțin egală cu 30% din armătura corespunzătoare pentru preluarea momentelor negative.

c) Armătura grinzilor necesară preluării momentelor negative sau pozitive în secțiunile adiacente stîlpilor se va prelungi dincolo de secțiunea de calcul, cu lungimea de ancoraj prevăzută în prescripțiile de specialitate, pentru bare întinse.

d) În zonele de rezemare a grinzilor se vor prevedea etrieri închiși pe o lungime cel puțin egală cu 1/4 din deschiderea grinzii ;

e) Armătura transversală a grinzilor și stîlpilor va fi dimensionată și dispusă astfel încît să nu se producă ruperea datorită forței tăietoare înainte de atingerea capacității portante la încovoiere.

f) Procentele minime de armare ale stîlpilor se vor lua conform tabelei 6.

Tabela 6

Poziția stîlpilor	Procente minime de armare pentru marca oțelului	
	OB 38	PC 52
Stîlpi de colț	1,0%	0,8%
Ceilalți stîlpi	0,8%	0,6%

În cazurile în care secțiunea stîlpilor este mărită din motive constructive, astfel încît nu rezultă armătură necesară din calcul, procentul minim de armare raportat la întreaga secțiune de beton se va lua egal cu 0,5% pentru oțel OB 38 și cu 0,4% pentru oțel PC 52.

g) Se va asigura continuitatea armăturilor longitudinale și a etrierilor stîlpilor pe înălțimea intersecțiilor cu grinzile ; se recomandă să nu se prevadă ciocuri la înnădirea prin suprapunere a barelor longitudinale ale stîlpilor, majorîndu-se în mod corespunzător lungimea de suprapunere.

h) La extremitățile stîlpilor se va reduce distanța între etrieri la cel mult 10 cm pe o lungime egală cu cel puțin 60 cm sau cu H/6 (în care H este înălțimea nivelului).

i) Pereții de umplutură din zidărie vor fi ancorați sau împănați în elementele cadrelor.

4.4.3. La construcții cu structura rigidă, la care încărcările seismice orizontale sînt preluate în întregime sau în cea mai mare parte de diafragme verticale, se vor respecta următoarele prevederi :

a) distribuția în plan și rigiditățile diafragmelor pe fiecare direcție (transversală sau longitudinală) vor fi cît mai uniforme, astfel încît să se asigure transmiterea directă a încărcărilor seismice prin planșee ;

b) marginile verticale și intersecțiile diafragmelor vor fi armate pe toată înălțimea cu cel puțin 4 bare Ø 12, legate cu etrieri ; în jurul golurilor se vor prevedea armături corespunzătoare pentru preluarea concentrărilor de eforturi produse de solicitările seismice ;

c) în secțiunile în care armarea diafragmei rezultă necesară din calcul, procentul minim de armare va fi de 0,2%.

4.4.4. La clădirile etajate se va urmări ca la fiecare nivel, ansamblul elementelor portante verticale să prezinte rigidități de același ordin de mărime la deformații orizontale după toate direcțiile. Nu se admit structuri la care încărcările seismice să fie preluate după o direcție de elemente rigide (diafragme) și după cealaltă direcție de elemente flexibile (cadre).

4.4.5. Nu se recomandă realizarea structurilor rigide cu parter flexibil, la care elementele portante verticale sînt diafragme rezemate la parter pe stîlpi. Pentru evitarea apariției unor eforturi exagerate la nivelul parterului, se recomandă extinderea zonei cu structură flexibilă pe mai multe niveluri.

În cazurile în care se adoptă structuri cu diafragme rezemate la parter pe stîlpi, planşeul peste parter şi stîlpii parterului se vor alcătui şi dimensiona astfel încît să poată preiua şi transmite eforturile din încărcări seismice care apar la schimbarea bruscă de rigiditate a construcţiei.

4.5. Construcţii din elemente prefabricate de beton armat şi beton precomprimat

4.5.1. La construcţiile alcătuite integral sau parţial din elemente prefabricate de beton armat sau beton precomprimat, se vor respecta următoarele prescripţii generale :

a) schema structurii de rezistenţă va fi aleasă astfel încît să permită preluarea şi transmiterea încărcărilor seismice acţionînd după orice direcţie ;

b) îmbinările vor fi alcătuite şi dimensionate ţinîndu-se seama de eforturile produse de încărcările seismice, de concentrările de eforturi ce apar în general în îmbinări şi de necesitatea asigurării unei capacităţi adecvate de deformare ;

c) se vor prevedea în proiect măsurile necesare pentru asigurarea calităţii execuţiei (dacă nu sînt precizate prin prescripţiile de specialitate) şi se vor indica — acolo unde este cazul — toleranţele de confecţionare şi de montaj ale elementelor prefabricate : alcătuirea şi dimensionarea elementelor şi îmbinărilor se va face astfel ca rezistenţa şi rigiditatea construcţiei în timpul solicitărilor seismice să poată fi asigurată cu considerarea acestor toleranţe.

4.5.2. La construcţiile în cadre din elemente prefabricate se vor respecta prevederile date la punctele 4.4.2 d, e, f, h şi i pentru construcţiile de beton armat monolit.

4.5.3. La alcătuirea îmbinărilor se vor respecta următoarele prescripţii :

a) La îmbinările realizate prin monolitizare se va asigura umplerea completă cu beton a îmbinării şi contactul dintre betonul prefabricat şi cel monolit, în vederea transmiterii în bune condiţii a eforturilor prin :

— alegerea poziţiei, formei şi dimensiunilor corespunzătoare ale îmbinării ;

— poziţionarea armăturilor astfel încît să nu obstrueze secţiunea de beton ;

— utilizarea unui beton de monolitizare cu agregate de dimensiuni corespunzătoare spaţiilor de turnare.

b) Betonul de monolitizare va avea cel puţin aceeaşi marcă cu cea a betonului din elementele prefabricate, cu excepţia îmbinării elementelor de beton precomprimat şi a centurilor care monolitizează planşeele prefabricate.

c) Se va urmări ca la stabilirea poziţiei îmbinărilor să se evite, de cîte ori este posibil, zonele de concentrări mari de eforturi şi cele în care realizarea corectă a monolitizării întîmpină dificultăţi deosebite de execuţie.

d) Eforturile de întindere din îmbinări se vor transmite prin armături înnădite prin sudură sau alte tipuri constructive verificate experimental (petrecere, bucle şi miez armat etc.). Îmbinarea cu bucle suprapuse şi miez armat va fi evitată în cazul structurilor alcătuite din bare prefabricate.

e) La îmbinările dintre grinzi şi stîlpi se va ţine seama de posibilitatea apariţiei pe reazemele grinzilor a unor momente încovoietoare pozitive, din acţiunea încărcărilor seismice. Pentru preluarea acestor momente se va prevedea o armătură cel puţin egală cu 30% din armătura necesară pentru preluarea momentelor negative din secţiunea considerată.

4.5.4. La îmbinările construcţiilor alcătuite din elemente prefabricate de beton armat sau beton precomprimat, se vor respecta prevederile de la pct. 4.4.1. referitoare la marca oţelului-beton.

4.5.5. Planşeele şi acoperişurile din elemente prefabricate vor fi alcătuite şi dimensionate astfel încît să realizeze diafragme care să asigure distribuţia spaţială a încărcărilor seismice orizontale la elementele portante verticale.

În cazurile în care nu se poate respecta această condiţie, se vor lua măsuri speciale de asigurare a contravîntuirii longitudinale şi transversale a elementelor portante verticale.

4.5.6. La construcţiile cu planşee din elemente prefabricate se vor dispune în lungul elementelor portante legături de monolitizare din beton armat, în care planşeele se vor ancora prin mustăţi de oţel-beton lăsate din elementele de planşeu.

Se pot adopta şi alte sisteme de legare a planşeelor pe reazeme dacă se realizează monolitizări echivalente cu cele indicate mai sus.

4.5.7. La proiectarea construcţiilor din panouri mari de beton armat, în afară de respectarea prevederilor normativului referitoare la condiţiile de fundare, alcătuirea fundaţiilor,

alcătuirea de ansamblu a structurii, se va studia în mod special alcătuirea îmbinărilor dintre elementele structurale și se va întocmi în mod obligatoriu un caiet de sarcini cuprinzînd toate condițiile de execuție.

4.5.8. Utilizarea structurilor din panouri mari prefabricate, în cazurile în care terenul de fundație este susceptibil de tasări importante, este admisă numai cu luarea unor măsuri corespunzătoare de consolidare a terenului sau de alcătuire a infrastructurii.

4.5.9. Structurile din panouri mari prefabricate se vor proiecta respectîndu-se, în afară de prescripțiile generale de alcătuire a construcțiilor cu diafragme monolite, și următoarele prevederi :

a) Se va menține pe toată înălțimea clădirii aceeași distribuție în plan a diafragmelor verticale.

b) Nu se admit dezaxări în plan ale diafragmelor verticale.

4.5.10. La proiectarea construcțiilor din beton precomprimat se vor respecta — în afară de prescripțiile generale pentru structurile din elemente prefabricate — următoarele prevederi prin care se urmărește realizarea unei capacități adecvate de deformare sub acțiunea solicitărilor seismice.

a) La grinzile și stîlpii din beton precomprimat se va evita precomprimarea excesivă care să ducă la o rupere cu caracter casant.

b) în diafragmele de beton precomprimat, armătura rezultată din calcul pentru preluarea forței tăietoare produse de solicitările seismice va fi dispusă atît pe direcție verticală, cît și pe direcție orizontală.

c) Îmbinările se vor alcătui astfel încît să se evite ruperea casantă. În acest sens se recomandă utilizarea mărcilor de oțel beton prescrise la pct. 4.4.1, sau realizarea îmbinării prin precomprimare pe baza unor sisteme constructive verificate experimental.

4.6. Construcții și elemente de zidărie

4.6.1. La clădirile de zidărie, lungimea maximă a tronsoanelor cuprinse între două rosturi se va limita la 60 m în zonele de grad de intensitate seismică 7 sau 8 și la 40 m în zonele de grad de intensitate seismică 9.

Înălțimea clădirilor de zidărie se limitează la 15 m în zonele de grad seismic 7 sau 8 și la 9 m în zona de grad seismic 9.

4.6.2. Pentru clădiri din zidărie se vor respecta, în afara condițiilor de utilizare în zone seismice a diferitelor materiale date prin prescripții de specialitate, și următoarele condiții :

a) cărămizile pentru zidăriile de rezistență vor avea cel puțin marca 75 în zonele de grad de intensitate seismică 7 și cel puțin marca 100 în zonele de grad 8 și 9 ; înlocuitorii de cărămidă (blocuri mici de beton ușor, blocuri de beton celular autoclavizat) se vor putea folosi la zidării în condițiile precizate în prescripțiile ce reglementează utilizarea în regiuni seismice a materialelor respective ;

b) mortarele pentru zidăriile de rezistență vor fi de tipul ciment-var și vor avea cel puțin marca 25 în zonele de grad de intensitate seismică 7 și cel puțin marca 50 în zonele de grad 8 și 9 ; în toate cazurile în care se înglobează armătura în rosturile zidăriei, mortarul va avea cel puțin marca 50 ;

c) în elementele de beton armat turnate în zidărie (stîlpi, centuri, buiandrugi) se va utiliza beton cu marca minimă B 150 ;

d) armarea zidăriei și a elementelor de beton armat înglobate în zidărie se va face cu oțel OB 38.

4.6.3. La construcțiile de zidărie se vor respecta următoarele prescripții privind dispunerea și alcătuirea zidurilor portante și a zidurilor de rigidizare :

a) Zidurile vor fi dispuse astfel încît să alcătuiască un sistem spațial capabil de a prelua solicitările seismice, indiferent de direcția lor. În acest sens se recomandă ca :

— zidurile să fie, pe cît posibil, rectilinii pe toată lungimea sau înălțimea construcției, să nu facă între ele unghiuri diferite de 90° și să fie simetrice în raport cu axele principale ale tronsonului sau clădirii ;

— zidurile să fie asigurate la capete prin țesere cu ziduri perpendiculare de rigidizare, astfel încît să alcătuiască secțiuni T sau L ;

— distanțele între zidurile de rigidizare să fie alese în funcție de clasa de importanță a clădirii, natura materialelor utilizate, numărul de niveluri etc., în conformitate cu prevederile prescripțiilor de specialitate, fără a depăși distanțele maxime prescrise în tabela 7.

Tabela 7

Număr de niveluri	Distanțe maxime între zidurile de rigidizare (m) pentru gradul de intensitate seismică		
	7	8	9
3	12	10	8
5	10	8	—

b) Zidurile vor fi alcătuite în concordanță cu modul de lucru al structurii în ansamblu, ținîndu-se seama de poziția și dimensiunile golurilor. În acest sens :

— zidurile portante vor avea grosimea de 25 cm ;

— zidurile vor fi întărite cu elemente de beton armat (centuri, stîlpi, buiandrugi), cu armături introduse în rosturi sau prin alte sisteme care pot prelua solicitările seismice și reduce efectele unor eventuale avarii ; legarea stîlpilor de zidăria adiacentă este obligatorie ;

— se vor utiliza, unde este cazul, buiandrugi cu lungimea de rezemare sporită legați cu centurile și în cazurile zidurilor mai înalte de 3 m, centuri intermediare, pentru asigurarea unei rigidizări sporite ;

c) Pentru alegerea dimensiunilor și poziției golurilor din zidărie se recomandă ca :

— mărimea golurilor la zidurile exterioare să fie limitată astfel ca raportul dintre lungimea plinurilor și lungimea totală a zidurilor să fie cel puțin egal cu 0,5 ;

— golurile să nu fie dispuse în vecinătatea colțurilor clădirii ;

— golurile să aibă de regulă aceeași poziție și pe cît posibil aceeași mărime la toate etajele.

d) Amplasarea golurilor pentru coșuri și ventilații în grosimea intersecției zidurilor de rezistență este interzisă.

4.6.4. Planșeele clădirilor etajate cu ziduri portante vor fi alcătuite conform următoarelor indicații generale :

a) se va asigura o cît mai mare rigidizare a planșeului în planul lui ; în acest sens se recomandă :

— utilizarea planșeelor din beton armat turnate monolit sau din panouri mari prefabricate în zonele de grad 8 și 9 ;

— întărirea locală a planșeului în dreptul golurilor mai importante din planul lui, a ieșindurilor și mai ales a intrîndurilor de pe contur.

b) se va asigura o cît mai bună conlucrare a planșeului cu zidurile prin :

— prevederea de centuri continue din beton armat monolit pe toate zidurile portante cu rol de rigidizare ; armăturile din centuri se vor petrece la colțurile clădirii ;

— legarea centurilor cu planșeul și — acolo unde aceștia există — cu stîlpii de beton armat din ziduri.

4.6.5. La elementele de zidărie care dau împingeri (bolți, arce, cupole) împingerile vor fi preluate prin elemente cu deformații reduse : tiranți, inele de întindere etc.

4.7. Construcții de lemn

4.7.1. Pentru construcțiile de lemn, în afară de verificarea prin calcul la încărcări seismice, prevăzută în cap. 2 și 3, este în general suficientă respectarea prescripțiilor de alcătuire constructivă indicate în cap. 1 din prezentul normativ.

Planșeele și acoperișurile de lemn se vor ancore pe reazeme cu legături capabile de a transmite eforturile produse de încărcările seismice.

4.8. Elemente care nu fac parte din structura principală de rezistență

4.8.1. Elementele care nu fac parte din structura principală de rezistență vor trebui legate de aceasta ținînd seama de următoarele indicații :

a) scopul legării este de a împiedica desprinderea și prăbușirea lor, mai ales cînd aceasta afectează căile de circulație și locurile cu aglomerări de oameni, elementele principale de rezistență sau anumite instalații importante, coșuri etc. ;

b) legarea elementelor nestructurale urmează să fie astfel făcută încît eventualul spor de rigiditate să nu influențeze defavorabil comportarea structurii principale de rezistență ;

c) legăturile trebuie astfel concepute încît să nu cedeze înaintea elementelor principale de rezistență.

4.8.2. Frontoanele de zidărie și calcanele libere pe înălțimea podului clădirilor se vor încadra cu centuri de beton armat și se vor consolida sau ancora după necesități. De asemenea, se vor prevedea în proiecte detaliile de solidarizare și ancorare pentru elementele rezemate pe clădiri, elemente decorative masive etc. și pentru piesele grele de instalații (rezervoare, ventilatoare etc.).

4.8.3. Placajele de cărămidă, piatră naturală sau plăci prefabricate se vor fixa pe ziduri prin mortare aderente și, în caz de necesitate (în special placajele din elemente grele), prin ancore metalice.

PRESCRIPȚII PENTRU APLICAREA NORMATIVULUI CU METODA DE CALCUL LA STĂRI LIMITĂ

1. **Rezultanta încărcărilor gravitaționale de nivel Q_k** se determină pe baza valorilor normate ale încărcărilor permanente și temporare : încărcările temporare de scurtă durată se multiplică cu un coeficient de simultaneitate egal cu 0.8.

2. **Gruparea încărcărilor**

2.1. Încărcarea seismică constituie o încărcare accidentală și intervine în gruparea extraordinară de încărcări conform STAS 8433-69.

2.2. În gruparea extraordinară, în care intervine încărcarea seismică, se vor lua în considerare încărcările gravitaționale specificate la pct. 1 de mai sus.

2.3. În gruparea de încărcări în care intervine încărcarea seismică, nu se vor lua în considerare încărcările provocate de vînt și încărcările orizontale provocate de utilajele de ridicare și transport.

3. **Rezistențele de calcul** se vor lua egale cu valorile stabilite în prescripțiile de specialitate.

PRESCRIPȚII PENTRU APLICAREA NORMATIVULUI CU METODA DE CALCUL LA RUPERE SAU CU METODA DE CALCUL A REZISTENȚELOR ADMISIBILE

1. **Rezultanta încărcărilor gravitaționale de nivel Q_k** se determină prin însumarea încărcărilor permanente și utile.

Încărcările utile care corespund greutății oamenilor la clădirile de locuit și la alte clădiri unde nu sînt posibile aglomerări frecvente, greutății instalațiilor și echipamentului mobil etc. se vor multiplica cu un coeficient de simultaneitate egal cu 0.8.

2. **Gruparea încărcărilor**

2.1. Încărcarea seismică constituie o încărcare extraordinară și intervine în gruparea C, conform normativului P. 58-70 pentru construcții din beton armat ; în ipoteza III, conform STAS 763/2-68, pentru construcțiile metalice ; în gruparea de încărcări fundamentale + accidentale + extraordinare, conform STAS 1031-56, pentru construcțiile din zidărie portantă.

2.2. În gruparea în care intervine încărcarea seismică se vor lua în considerare încărcările gravitaționale specificate la pct. 1 de mai sus.

2.3. În gruparea în care intervine încărcarea seismică nu se vor lua în considerare încărcările accesorii (forțe de tracțiune, frînare, șerpuire etc.), încărcarea dată de vînt și nici ale încărcări extraordinare.

3. **Coeficienții de siguranță, coeficienții de solicitare și rezistențele admisibile** se vor lua conform prescripțiilor de specialitate, corespunzător grupării de încărcări precizată la pct. 2.1. de mai sus.

ANEXA II

METODE SIMPLIFICATE PENTRU DETERMINAREA ÎNCĂRCĂRILOR SEISMICE

Indicațiile din prezenta anexă pot fi utilizate pentru determinarea încărcărilor seismice la construcțiile de tipuri curente, atunci cînd nu se face un calcul special pentru stabilirea perioadelor și formelor proprii de vibrație.

A. **Formule sau valori ale coeficienților,** care intervin în expresiile încărcărilor seismice, pentru construcții de tipul clădirilor curente, la care un calcul mai precis este laborios și nu este strict necesar.

B. **Metode simplificate de determinare a perioadelor și formelor proprii de vibrație,** pentru unele tipuri uzuale de construcții cu structura flexibilă, pentru care aceste date nu pot fi neglijate la calculul încărcărilor seismice (hale industriale, coșuri de fum independente etc.).

C. **Indicații suplimentare** pentru calculul construcțiilor cu proeminențe la partea superioară.

A. **Formule și valori directe ale coeficienților care intervin în expresiile încărcărilor seismice pentru clădiri etajate**

Pentru clădirile etajate de tip curent, la care nu este necesară, conform pct. 2.2.6 din normativ, determinarea modurilor proprii superioare de vibrație, se pot utiliza formulele și valorile directe ale coeficienților de calcul date în tabela 8.

Tabela 8

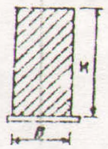
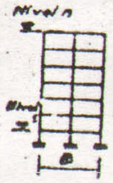
Categoria de structură	Rigidă	Semi flexibilă	Flexibilă
1	2	3	4
Tipuri de construcții care intră în categoria respectivă	— Construcții pe ziduri portante, cu sau fără stîlpi intermediari — Construcții cu diafragme verticale din beton sau beton armat, monolit sau prefabricat, cu sau fără stîlpi intermediari	— Construcții în cadre etajate, conlucrînd cu diafragme verticale flexibile (diafragme avînd raportul între înălțime și lățime > 5) — Construcții în cadre cu zidărie de umplutură, cînd se ține seama în calcul de conlucrarea zidăriei de umplutură cu cadrele	— Construcții în cadre etajate
Schemă și notații			

Tabela 8 (continuare)

1	2	3	4
Perioada proprie fundamentală de vibrație pentru vibrațiile pe direcția trasversală, respectiv longitudinală	a) **Pentru clădiri tip bară** Pe direcție transversală : **T**=0,045 n ; **T**=0,055 n Pe direcție longitudinală : **T**=0,040 n ; **T**=0,045 n unde n reprezintă numărul de niveluri în elevație (începînd cu parterul) b) **Pentru clădiri de tip turn** Pe fiecare direcție : $T = 0{,}065 \frac{H}{\sqrt{B}}$; $T = 0{,}075 \frac{H}{\sqrt{B}}$ unde **H** este înălțimea construcției, iar **B** este dimensiunea în plan a construcției pe direcția pe care se consideră vibrațiile (în m)		Pentru clădiri cu n ⩽ 6 niveluri pe ambele direcții **T**=0,3+0,05 n Pentru clădiri cu 6—10 niveluri pe ambele direcții **T**=0,1 n
Forma proprie fundamentală de vibrație pentru vibrațiile pe orice direcție	Se admite pentru axa verticală deformată a structurii forma liniară		
La construcțiile cu parter flexibil, perioada proprie fundamentală de vibrație, determinată pentru construcția considerată fără parter flexibil, se multiplică cu :	1,2	1,1	1

Observație :

Datele din tabela 8 referitoare la construcțiile cu structura flexibilă, nu se aplică în general construcțiilor industriale etajate, depozite etc. la care caracteristicile dinamice sînt puternic influențate de încărcarea planșeelor.

B. Metode simplificate de determinare a perioadelor și formelor proprii de vibrație

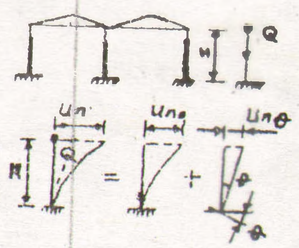
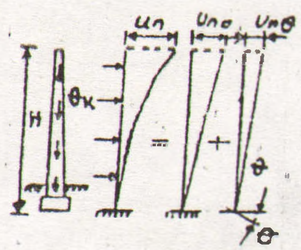
1. Se recomandă efectuarea unui calcul simplificat pentru determinarea perioadelor și formelor proprii de vibrație la următoarele categorii de construcții :

— construcții cu un singur nivel, cu structura flexibilă ;

— construcții svelte, de tipul coșurilor de fum independente.

2. Metode simplificate de calcul, recomandate pentru aceste construcții sînt indicate în tabela 9.

Tabela 9

Categoria de construcții	Construcții cu un singur nivel cu structura flexibilă	Construcții svelte tubulare de tipul coșurilor de fum independente
1	2	3
Schema de calcul și notații		
Se calculează perioada de vibrație pentru modul fundamental cu formula :	**T**=0,20 $\sqrt{u_n}$ u_n= săgeata orizontală (în cm) a stîlpilor la nivelul acoperișului, din încărcarea gravitațională **Q**, considerată aplicată orizontal	**T**=0,16 $\sqrt{u_n}$ u_n=săgeata orizontală la vîrf din acțiunea încărcărilor gravitaționale Q_k considerate aplicate orizontal

Observație : Săgeata astfel calculată constituie un parametru de calcul care servește numai pentru determinarea perioadei proprii de vibrație și nu trebuie confundată cu săgețile orizontale reale. În cazurile cînd, în calculul săgeților u_n, se ține seama și de efectul rotirii bazei fundațiilor, săgeata se calculează cu formula :

$$u_n = u_{n0} + u_{n\theta}$$

Tabela 9 (continuare)

1	2	3
	unde : este săgeata calculată în ipoteza că bazele fundațiilor nu se rotesc ; $u_{n\theta}$ — săgeata suplimentară datorită rotirii Θ a bazei fundațiilor, care se calculează cu formula : $\Theta = \frac{M}{C_\theta I_f}$ M — moment încovoietor la nivelul bazei fundației, din acțiunea încărcărilor gravitaționale, considerate aplicate orizontal ; C_θ — coeficientul de tasare la rotirea fundației ; I_f — momentul de inerție a suprafeței bazei fundației La construcții cu acoperișul articulat pe stîlpi $u_{n\theta} = \frac{MH}{C_\theta I_f}$ unde H = înălțimea totală a stîlpilor, inclusiv fundația (m)	$u_{n\theta} = \frac{MH}{C_\theta I_f}$ unde H = înălțimea totală a construcției inclusiv fundația (m)
Forma proprie de vibrație		Se admite pentru axa deformată a structurii forma parabolică .
Considerarea influenței modurilor II și III de vibrație		Se calculează momentul încovoietor M_I la baza construcției produs de încărcările seismice orizontale pentru modul I de vibrație Ca diafragmă finală de momente încovoietoare se consideră diagrama înfășurătoare din fig. 4, care introduce și efectul modurilor II și III de vibrație

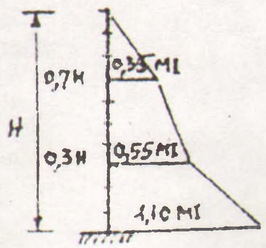


Fig. 4

C. Calculul construcțiilor cu proeminențe la partea superioară

Pentru construcțiile avînd la partea superioară proeminențe de rigiditate mai redusă (fig. 5) se admite în cazurile curente să se determine încărcările seismice orizontale pentru proeminența de la partea superioară ca pentru o construcție independentă rezemată pe teren, aplicîndu-se prevederile de la pct. 2.2.1.—2.2.4.

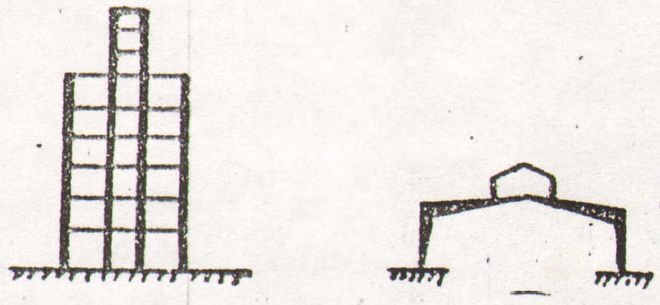


Fig. 5

Cu încărcările seismice astfel determinate, multiplicate cu coeficientul 1,4, se verifică separat :

— proeminența de la partea superioară a construcției ;

— construcția de sub proeminență, pentru care rezultanta încărcărilor seismice ale proeminenței se consideră aplicată concentrat la nivelul superior.

Efectul acestei încărcări se suprapune peste efectul celorlalte încărcări seismice orizontale care acționează asupra construcției de sub proeminență.