

Cod de proiectare seismică
– partea I –

Prevederi de proiectare pentru clădiri
Indicativ P 100-1/2025

Beneficiar:

Ministerul Dezvoltării, Lucrărilor Publice și
Administrației

Iulie 2024

Acest document constituie a doua redactare a proiectului de reglementare tehnică P100-1, care va fi intra în proces de consultare publică.

Redactarea a II-a avizată de către Comitetele tehnice de specialitate ale MDLPA va fi supusă, dacă este cazul, procedurii de notificare la Comisia Europeană, potrivit prevederilor Hotărârii Guvernului nr. 1016/2004.

Redactarea a III-a a lucrării se va supune avizării în cadrul Comitetului tehnic de coordonare generală al autorității contractante și va fi publicată prin ordin al ministrului lucrărilor publice, dezvoltării și administrației, emis în vederea aprobării reglementării tehnice, în Monitorul Oficial al României.

Cuprins:

1 Generalități	10
1.1 Obiect și domeniu de aplicare	10
1.2 Structura codului	11
1.3 Definiții generale	12
1.4 Simboluri	13
1.5 Unități de măsură	13
1.6 Documente normative de referință	14
2 Cerințe fundamentale	17
2.1 Generalități	17
2.2 Clase de importanță și de expunere la cutremur	17
2.3 Stări limită	19
2.3.1 Starea Limită Ultimă	19
2.3.2 Starea Limită de Serviciu	19
3 Acțiunea seismică de proiectare	21
3.1 Spectru de răspuns elastic	21
3.1.2 Spectre ale accelerațiilor orizontale pentru proiectare	25
3.1.3 Spectre ale accelerațiilor verticale pentru proiectare	26
3.2 Accelerograme	28
3.2.1 Accelerograme artificiale	28
3.2.2 Accelerograme înregistrate	29
3.2.3 Accelerograme simulate	29
3.3 Alte prevederi	30
4 Proiectarea seismică	33
4.1 Generalități	33
4.1.1 Componente ale clădirilor	33
4.1.2 Clase de ductilitate	33
4.2 Criterii privind alcătuirea structurilor	34
4.2.1 Configurația structurii	34
4.2.2 Regularitatea structurii	35
4.2.2.1 Regularitatea în plan orizontal	35
4.2.2.2 Regularitatea în plan vertical	35
4.2.3 Rigiditatea la torsiune de ansamblu	37
4.2.4 Redundanța structurală	37
4.2.5 Distanțe între clădiri	38
4.2.6 Diafragme orizontale	38
4.2.7 Secțiunea de încastrare convențională	39
4.2.8 Mecanismul plastic optim	40
4.3 Criterii de performanță seismică pentru structura principală	41
4.3.1 Starea limită ultimă	42
4.3.1.1 Rezistență	42
4.3.1.2 Ductilitate	43
4.3.1.2.1 Ierarhizarea capacităților de rezistență	43
4.3.1.2.2 Limitarea deplasărilor relative de nivel	43
4.3.1.2.3 Limitarea deformațiilor componentelor structurale principale	45

4.3.1.3 Stabilitate	46
4.3.2 Starea limită de serviciu	46
4.3.2.1 Limitarea deplasărilor relative de nivel	47
4.4 Criterii de performanță seismică pentru alte componente	48
4.4.1 Componente structurale secundare	48
4.4.2 Componente nestructurale	49
4.5 Calculul structurii	49
4.5.1 Calcul static liniar	50
4.5.1.1 Spectrul redus	50
4.5.1.2 Modelare pentru calcul	52
4.5.1.3 Metoda forțelor laterale statice echivalente	52
4.5.1.4 Metoda de calcul modal cu spectre de răspuns	54
4.5.1.5 Componenta verticală a acțiunii seismice	56
4.5.1.6 Combinarea efectelor componentelor acțiunii seismice	57
4.5.2 Calcul static neliniar	58
4.5.3 Calcul dinamic liniar	63
4.5.4 Calcul dinamic neliniar	64
4.5.5 Efecte de ordinul doi	65
4.6 Proiectarea clădirilor	65
5 Structuri de beton armat	67
5.1 Generalități	67
5.1.1 Obiect și domeniu de aplicare	67
5.1.2 Definiții	67
5.2 Principii de proiectare	68
5.2.1 Clase de ductilitate	68
5.2.2 Tipuri de structuri	69
5.2.3 Mecanismul plastic optim	71
5.2.4 Factori de comportare	72
5.2.4.1 Starea limită ultimă	72
5.2.4.2 Starea limită de serviciu	75
5.2.5 Efecte locale cauzate de interacțiunea cu componentele nestructurale	75
5.2.6 Fundații și infrastructuri	76
5.2.7 Structuri prefabricate	76
5.2.8 Modelare pentru calcul	77
5.3 Criterii de performanță seismică	78
5.3.1 Generalități	78
5.3.2 Rezistență	78
5.3.3 Ductilitate	80
5.3.4 Stabilitate	80
5.3.5 Rigiditate	80
5.4 Valori de proiectare ale eforturilor	81
5.4.1 Clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM	81
5.4.1.1 Grinzi	81
5.4.1.1.1 Momente încovoietoare	81
5.4.1.1.2 Forțe tăietoare	82
5.4.1.2 Stâlpi.	82
5.4.1.2.1 Forțe axiale	82
5.4.1.2.2 Momente încovoietoare	83
5.4.1.2.3 Forțe tăietoare	83
5.4.1.3 Noduri	84
5.4.1.4 Pereți și grinzi de cuplare	84
5.4.1.5 Diafragme	84

5.4.1.6 Infrastructuri și fundații	84
5.4.1.7 Redistribuirea eforturilor	85
5.4.1.8 Metoda de calcul static neliniar	86
5.4.2 Clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCL	87
5.5 Capacitate de rezistență	87
5.5.1 Grinzi	87
5.5.1.1 Moment încovoietor	87
5.5.1.2 Forță tăietoare	88
5.5.2 Stâlpi	89
5.5.2.1 Moment încovoietor și forță axială	89
5.5.2.2 Forță tăietoare	89
5.5.3 Noduri grindă-stâlp	90
5.5.4 Pereți și grinzi de cuplare	91
5.5.5 Planșee dală	91
5.6 Capacitate de deformare	91
5.7 Alcătuire și armare	92
5.7.1 Calitatea materialelor	93
5.7.1.1 Beton	93
5.7.1.2 Oțel	93
5.7.2 Secțiune de beton	93
5.7.2.1 Grinzi	93
5.7.2.2 Stâlpi	94
5.7.2.3 Noduri grindă-stâlp	95
5.7.2.4 Pereți și grinzi de cuplare	95
5.7.2.5 Diafragme	95
5.7.2.6 Infrastructuri și fundații	96
5.7.3 Armare	97
5.7.3.1 Grinzi	97
5.7.3.1.1 Armare longitudinală	97
5.7.3.1.2 Armare transversală	98
5.7.3.2 Stâlpi	99
5.7.3.2.1 Armare longitudinală	100
5.7.3.2.2 Armare transversală	101
5.7.3.3 Noduri grindă-stâlp	103
5.7.3.4 Pereți și grinzi de cuplare	104
5.7.3.5 Planșee dală	104
5.7.3.6 Ancorarea și înădirea armăturilor	106
5.7.3.7 Infrastructuri și fundații	109
5.7.3.7.1 Fundații	109
5.7.3.7.2 Pereți de subsol	109
5.7.3.7.3 Planșeele din infrastructură	109
5.7.3.8 Alte prevederi	110
6 Structuri de oțel	111
6.1 Generalități	111
6.1.1 Obiect și domeniu de aplicare	111
6.1.2 Definiții	111
6.2 Principii de proiectare	112
6.2.1 Clase de ductilitate	112
6.2.2 Clasa de secțiune	113
6.2.3 Condiții privind materialele	114
6.2.4 Tipuri de structuri	115
6.2.5 Mecanisme plastice	116
6.2.6 Factori de comportare	117

6.3	<i>Calculul structural</i>	123
6.4	<i>Proiectarea structurilor pentru clasa de ductilitate DCL</i>	125
6.5	<i>Proiectarea structurilor pentru clasa de ductilitate DCM sau DCH</i>	125
6.5.1	Generalități	125
6.5.2	Criterii de proiectare	125
6.5.3	Reguli de proiectare pentru elemente disipative supuse la compresiune și/sau încovoiere	125
6.5.4	Reguli de proiectare pentru elemente întinse	126
6.5.5	Reguli de proiectare pentru îmbinări în zone disipative	126
6.5.6	Reguli de proiectare pentru îmbinări în zone nedisipative	128
6.5.7	Reguli de proiectare pentru prinderea stâlpilor în fundații	129
6.5.8	Îmbinările de continuitate ale stâlpilor	131
6.5.9	Lungimi de flambaj ale stâlpilor structurilor multietajate	131
6.6	<i>Cadre necontravântuite</i>	137
6.6.1	Criterii de proiectare	137
6.6.2	Grinzi	137
6.6.3	Stâlpi	139
6.6.4	Îmbinările grindă-stâlp	141
6.6.5	Prinderea stâlpilor în fundații	144
6.7	<i>Cadre contravântuite centric</i>	144
6.7.1	Criterii de proiectare	144
6.7.2	Particularități de calcul	145
6.7.3	Calculul diagonalelor	146
6.7.4	Calculul grinzilor și stâlpilor	148
6.7.5	Îmbinările grindă-stâlp	151
6.7.6	Îmbinările barelor de contravântuire	151
6.8	<i>Cadre contravântuite excentric</i>	152
6.8.1	Criterii de proiectare	152
6.8.2	Calculul barelor disipative	152
6.8.3	Elementele nedisipative	157
6.8.4	Îmbinările barelor disipative	158
6.9	<i>Reguli de proiectare pentru structuri de tip pendul inversat</i>	159
6.10	<i>Cadre cu contravântuiri cu flambaj împiedicat</i>	159
6.10.1	Criterii de proiectare	159
6.10.2	Particularități de calcul	159
6.10.3	Verificarea contravântuirilor cu flambaj împiedicat	160
6.10.4	Grinzi și stâlpi	161
6.10.5	Îmbinările contravântuirilor	162
6.10.6	Îmbinările grindă-stâlp	162
6.11	<i>Cadre cu panouri de forfecare</i>	163
6.11.1	Criterii de proiectare	163
6.11.2	Particularități de calcul	164
6.11.3	Calculul panourilor de forfecare	165
6.11.4	Calculul elementelor de bordare - stâlpi și grinzi	167
6.11.5	Îmbinările panourilor de forfecare	171
6.11.6	Structuri duale	171
6.12	<i>Controlul execuției</i>	172
7	Structuri compozite	173
7.1	<i>Generalități</i>	173
7.1.1	Obiect și domeniu de aplicare	173
7.1.2	Definiții	173

<i>7.2 Principii de proiectare</i>	173
7.2.1 Clase de ductilitate	173
7.2.2 Tipuri de structuri	174
7.2.3 Mecanismul plastic	175
7.2.4 Factori de comportare	176
7.2.4.1 Starea limită ultimă	176
7.2.4.2 Starea limită de serviciu	177
7.2.5 Efecte locale cauzate de interacțiunea cu pereții nestructurali	177
7.2.6 Fundații și infrastructuri	178
7.2.7 Modelarea pentru calcul	178
<i>7.3 Criterii de performanță seismică</i>	180
7.3.1 Generalități	180
7.3.2 Rezistență	180
7.3.3 Transferul de eforturi și deformații între oțel și beton	181
7.3.4 Ductilitate	181
7.3.5 Stabilitate	181
7.3.6 Rigiditate	182
<i>7.4 Valori de proiectare ale eforturilor</i>	182
7.4.1 Clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM	182
7.4.1.1 Grinzi	182
7.4.1.2 Stâlpi.	183
7.4.1.3 Noduri	183
7.4.1.4 Pereți și grinzi de cuplare	183
7.4.1.5 Diafragme	183
7.4.1.6 Infrastructuri și fundații	183
7.4.2 Clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCL	184
<i>7.5 Capacitate de rezistență</i>	184
7.5.1 Grinzi	184
7.5.1.2 Grinzi din oțel compozite cu plăci de beton armat	184
7.5.1.3 Grinzi compozite din beton armat cu armătură rigidă	185
7.5.2 Stâlpi	186
7.5.2.1 Stâlpi compoziți din beton armat cu armătură rigidă	186
7.5.2.2 Stâlpi compoziți din țevă umplută cu beton	187
7.5.2.3 Stâlpi compoziți cu secțiunea din oțel parțial înglobată în beton armat	187
7.5.3 Noduri de cadru	187
7.5.4 Pereți compoziți	188
<i>7.6 Reguli de alcătuire</i>	190
7.6.1 Calitatea materialelor	190
7.6.2 Suplețea pereților secțiunilor de oțel care alcătuiesc elementele compozite	190
7.6.2.2 Grinzi din oțel compozite cu plăci de beton armat	191
7.6.2.3 Grinzi compozite din beton armat cu armătură rigidă	192
7.6.3 Stâlpi	192
7.6.3.1 Stâlpi compoziți din beton armat cu armătură rigidă	192
7.6.3.2 Stâlpi compoziți din țevă umplută cu beton	193
7.6.3.3 Stâlpi compoziți cu secțiunea din oțel parțial înglobată în beton armat	193
7.6.4 Noduri de cadru	194
7.6.5 Pereți compoziți	194
8 Structuri din zidărie	197
<i>8.1 Generalități</i>	197
8.1.1 Obiect și domeniu de aplicare	197
8.1.2 Definiții	197
<i>8.2 Principii de proiectare</i>	198
8.2.1 Generalități	198

8.2.2 Clase de ductilitate	199
8.2.3 Mecanismul plastic	199
8.2.4 Factori de comportare	200
8.2.4.1 Starea limită ultimă	200
8.2.4.2 Starea limită de serviciu	201
8.2.5 Modelare pentru calcul	201
8.3 Criterii de performanță seismică	203
8.3.1 Generalități	203
8.3.2 Rezistență	203
8.3.3 Ductilitate	204
8.3.4 Stabilitate	205
8.3.5 Rigiditate	205
8.4 Valori de proiectare ale eforturilor	205
8.4.1 Clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCM	205
8.4.1.1 Pereți	206
8.4.1.2 Grinzi și rigle de cuplare	207
8.4.1.3 Diafragme	208
8.4.1.4 Infrastructuri și fundații	208
8.4.2 Clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCL	209
8.5 Capacitate de rezistență	209
8.6 Alcătuire	210
8.6.1 Materiale	210
8.6.1.1 Elemente pentru zidărie	210
8.6.1.2 Mortare	211
8.6.1.3 Zidărie	212
8.6.1.4 Beton	212
8.6.1.5 Armături	212
8.6.2 Alcătuirea generală a structurilor	213
8.6.3 Pereți	214
8.6.4 Elemente de confinare din beton armat	215
8.6.4.1 Stâlpișori	216
8.6.4.2 Centuri	217
8.6.5 Buiandrugi	218
8.6.6 Armarea zidăriei în rosturile orizontale	218
8.6.7 Planșee	219
8.6.8 Infrastructură și fundații	219
9 Structuri de lemn	220
9.1 Generalități	220
9.1.1 Obiect și domeniu de aplicare	220
9.1.2 Definiții	220
9.2 Strategii de proiectare	221
9.2.1 Tipuri de structuri	221
9.2.2 Clase de ductilitate	222
9.2.3 Mecanisme plastice	223
9.2.4 Factori de comportare	223
9.2.4.1 Starea limită ultimă	223
9.2.4.2 Starea limită de serviciu	224
9.2.5 Modelare pentru calcul	224
9.3 Criterii de performanță seismică	225
9.3.1 Generalități	225
9.3.2 Rezistență	225
9.3.3 Ductilitate	226

9.3.4 Stabilitate	226
9.3.5 Rigiditate	226
9.4 Valori de proiectare ale eforturilor	226
9.5 Condiții de alcătuire	226
10 Componente nestructurale	227
10.1 Obiect și domeniu de aplicare	227
10.2 Criterii de performanță seismică	227
10.3 Verificarea siguranței componentelor nestructurale	229
10.4 Efectele acțiunii seismice	231
10.4.1 Forța seismică	231
10.4.1.1 Metoda forțelor statice echivalente	232
10.4.1.2 Metoda spectrelor de etaj	236
10.4.2 Deplasări orizontale	236
10.4.2.2 Starea limită ultimă	236
10.4.2.3 Starea limită de serviciu	237
10.5 Valori admise	237
10.6 Prevederi suplimentare	238
10.6.1 Componente arhitecturale din zidărie	238
10.6.1.1 Pereți nestructurali de zidărie	238
10.6.1.2 Atice, parapete, coșuri de fum	240
10.6.2 Pereți exteriori prefabricați din beton	240
10.6.3 Pereți exteriori din sticlă	241
10.6.4 Tavane suspendate	241
10.6.5 Pardoseli înălțate	241
10.6.6 Componente nestructurale amplasate pe căile de evacuare	242
10.6.7 Instalații	242
10.6.7.1 Componente liniare	242
10.6.8 Ascensoare	243
10.6.9 Scări rulante	243
10.6.10 Rafturi din oțel	243
10.6.11 Rezistența panourilor de zidărie înrămate	244
10.6.12 Alte prevederi	245
11 Dispozitive seismice	247
11.1 Definiții	247
11.2 Izolarea bazei	248
11.2.1 Obiect și domeniu de aplicare	248
11.2.2 Cerințe fundamentale	248
11.2.3 Criterii de îndeplinire a cerințelor	249
11.2.4 Prevederi generale de proiectare	249
11.2.4.1 Prevederi generale referitoare la dispozitivele de izolare	249
11.2.4.2 Controlul mișcărilor nedorite	250
11.2.4.3 Controlul mișcărilor diferențiale ale terenului	250
11.2.4.4 Controlul deplasărilor relative față de terenul și construcțiile înconjurătoare	250
11.2.4.5 Capacitatea de recentrare a sistemului de izolare	250
11.2.4.6 Limitarea deplasării sistemului de izolare	252
11.2.4.7 Acțiunea seismică	252
11.2.4.8 Modelare	252
11.2.5 Calculul structurii	253
11.2.5.1 Generalități	253
11.2.5.2 Modelarea comportării dinamice a sistemului izolator	254

11.2.5.3 Calculul liniar simplificat	255
11.2.5.4 Calculul dinamic	257
11.2.6 Verificarea dispozitivelor seismice la stări limită	257
11.2.6.1 Generalități	257
11.2.6.2 Verificări la starea limită ultimă	257
11.3 Clădiri echipate cu dispozitive seismice pasive	258
11.3.1 Obiect și domeniu de aplicare	258
11.3.2 Cerințe fundamentale	258
11.3.3 Prevederi generale de proiectare	259
11.3.3.1 Prevederi generale referitoare la dispozitivele seismice	259
11.3.3.2 Controlul efectelor de torsiune	259
11.3.3.3 Acțiunea seismică	259
11.3.4 Calculul structurii	260
11.3.4.1 Generalități	260
11.3.4.2 Calculul dinamic	260
11.3.5 Verificarea la stări limită	260
11.3.5.1 Generalități	260
11.3.5.2 Verificări la starea limită ultimă	260
11.3.5.3 Verificări la starea limită de serviciu	260
Anexa A Acțiunea seismică de proiectare – valori definitorii	261
<i>B.2 Cerințe fundamentale</i>	<i>336</i>
<i>B.A. Acțiunea seismică de proiectare – valori definitorii</i>	<i>409</i>
Anexa B Comentarii	

1 Generalități

1.1 Obiect și domeniu de aplicare

- (1) Codul de proiectare seismică - Partea I - Prevederi de proiectare pentru clădiri, indicativ P 100-1/2025 se aplică la proiectarea seismică a clădirilor.
- (2) Proiectarea construcțiilor ingineresti care nu se încadrează în prevederile de la [\(1\)](#) nu face obiectul codului P 100-1. La proiectarea seismică a acestor construcții, în funcție de specificul lor, se pot aplica prevederile capitolul 3 pentru stabilirea acțiunii seismice de proiectare.
- (3) Această reglementare tehnică cuprinde prevederi referitoare la proiectarea clădirilor, specifice cerinței de calitate „rezistență, mecanică și stabilitate” stabilită prin Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, republicată, cu modificările și completările ulterioare.
- (4) Proiectarea seismică a clădirilor se realizează în acord cu prevederile din această reglementare tehnică în construcții și principiile general acceptate ale mecanicii structurilor.
- (5) Din cauza caracterului aleator al acțiunii seismice, eficiența măsurilor de protecție seismică a clădirilor prezintă un grad de incertitudine moderat. Calitatea clădirilor din punct de vedere al performanțelor seismice se evaluează în funcție de modul în care sunt îndeplinite prevederile reglementărilor tehnice în construcții aplicabile și nu prin analiza stării de degradare post-cutremur.
- (6) Acțiunea seismică de proiectare prevăzută în această reglementare tehnică este convențională și nu poate fi asociată și comparată cu un eveniment seismic specific într-un amplasament. Spectrele de accelerații se utilizează pentru determinarea cazurilor de încărcare seismică și nu sunt în mod necesar reprezentative pentru o anumită mișcare seismică.
- (7) Prevederile acestei reglementări tehnice se aplică la proiectarea clădirilor noi și la proiectarea lucrărilor de intervenție asupra clădirilor existente, efectuate pentru reducerea susceptibilității de avariere la acțiuni seismice.
- (8) Prevederile acestei reglementări tehnice pot fi aplicate pentru proiectarea lucrărilor de punere în siguranță a clădirilor clasificate ca monumente istorice numai dacă acestea nu contravin conceptelor, abordărilor și procedurilor cuprinse în documentele normative specifice acestei categorii de clădiri.
- (9) Prevederile acestei reglementări tehnice au caracter minimal. Proiectantul poate decide realizarea unui nivel de calitate superior cerințelor minime impuse prin această reglementare tehnică.
- (10) Prevederile acestei reglementări tehnice se adresează tuturor factorilor implicați în sistemul de asigurare a calității în construcții, conform legii 10/1995, cu modificările și completările ulterioare, a căror activitate influențează direct sau indirect modul realizare și menținere a cerinței fundamentale „rezistență mecanică și stabilitate”.
- (11) Prevederile codului P 100-1 sunt armonizate cu prevederile standardului român SR EN 1998-1.
- (12) Acest cod de proiectare se utilizează împreună cu celelalte reglementări tehnice în construcții.

(13) Componentele structurale ale clădirilor se proiectează la acțiuni seismice pe baza prevederilor acestei reglementări tehnice, a standardelor române de referință și, după caz, a altor reglementări tehnice în construcții care au prevederi privind proiectarea la acțiuni seismice.

(14) Produsele și soluțiile tehnice pentru care nu există specificații tehnice de proiectare în documentele normative menționate la (13), se selectează pentru înglobare în componentele structurale sau structură doar pe baza prevederilor din acordul tehnic privind adecvarea la utilizare a produsului în condiții de solicitare seismică, cu acțiuni dinamice aplicate ciclic, compatibile cu cerințele fundamentale ale proiectării seismice date în această reglementare tehnică.

(15) Prevederile acestei reglementări tehnice reflectă nivelul de cunoaștere la data elaborării acestuia privind acțiunile, principiile și regulile de calcul și alcătuire ale clădirilor, precum și performanțele și cerințele privind construcțiile și produsele pentru construcții utilizate.

(16) Pe măsură ce prin cercetări teoretice și programe experimentale se vor obține date și informații suplimentare privind comportarea clădirilor la cutremur și ipotezele de calcul utilizate, acestea vor constitui baza fundamentării unor amendamente tehnice la prezentul cod cu respectarea, în condițiile legii, a procedurii de revizuire a reglementărilor tehnice.

1.2 Structura codului

(1) Această reglementare tehnică cuprinde cerințe fundamentale, cerințe de performanță și cerințe prescriptive pentru proiectarea clădirilor la acțiuni seismice, structurate în capitole și anexe cu caracter normativ sau informativ.

(2) Clădirile realizate în acord cu această reglementare tehnică respectă toate prevederile din capitolele cu caracter normativ. Cerințele pe care structurile trebuie să le îndeplinească sunt redactate la timpul prezent.

(3) Prin excepție de la (2), această reglementare include și prevederi cu caracter de recomandare, bazate pe practica inginerescă generală, care se disting prin utilizarea sintagmei „se recomandă”. Proiectantul poate decide justificat, de la caz la caz, o abordare inginerescă diferită, cu respectarea tuturor celorlalte prevederi cu caracter obligatoriu.

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

(5) În cadrul acestei reglementări tehnice citările sunt realizate astfel:

(a) citările care se referă la prevederi din cadrul aceluiași paragraf sunt redactate prin indicarea numărului aliniatului, relației de calcul, figurii sau tabelului;

(b) citările care se referă la prevederi din alte paragrafe ale acestei reglementări tehnice sunt redactate prin indicarea numărului paragrafului și numărului aliniatului, relației de calcul, figurii sau tabelului;

(c) citările care se referă la prevederi din alte reglementări tehnice sunt redactate prin menționarea indicativului reglementării tehnice respective.

(6) Capitolele cu caracter informativ cuprind prevederi cu caracter de recomandare, stabilite pe baza practicii ingineresti generale.

(7) Structura codului P 100-1 este următoarea:

1. Generalități
2. Cerințe fundamentale
3. Acțiunea seismică de proiectare
4. Proiectare seismică
5. Structuri de beton
6. Structuri de oțel
7. Structuri compozite
8. Structuri de zidărie
9. Structuri de lemn
10. Componente nestructurale
11. Dispozitive seismice

Anexa A - Acțiunea seismică. Definiții și prevederi suplimentare.

Anexa B - Comentarii

(8) Capitolele [1-11](#) și anexa A au caracter normativ. Anexa B are caracter informativ.

1.3 Definiții generale

(1) Definițiile termenilor specifici proiectării clădirilor la acțiunii seismice utilizați în această reglementare tehnică în construcții sunt:

Clădire: construcție supraterană și, după caz, subterană, care servește la adăpostirea oamenilor, materialelor, utilajelor sau echipamentelor, etc.

Componentă: parte inamovibilă a sistemului structural, arhitectural sau de instalații;

Componentă structurală: componentă a unei clădiri care asigură echilibrarea eforturilor cauzate de diferite tipuri de acțiuni care acționează asupra lor sau asupra altor componente ale clădirii.

Componentă nestructurală: componentă a unei clădiri atașată structurii, care are numai rol arhitectural sau în asigurarea funcțiunii.

Componentă structurală principală: componentă a unei structuri care este proiectată pentru echilibrarea eforturilor cauzate de încărcările seismice care acționează asupra tuturor categoriilor de componente ale unei clădiri.

Componentă structurală secundară: componentă a unei structuri care este proiectată pentru preluarea eforturilor cauzate de alte tipuri de acțiuni decât acțiunea seismică care acționează asupra tuturor categoriilor de componente ale unei clădiri.

Conținut: articole amovibile din clădire, introduse de către utilizatori.

Imobil: una sau mai multe parcele de teren alăturate, cu sau fără construcții, aparținând aceluiași proprietar.

Durata părții puternice a unei accelerograme: intervalul de timp dintr-o accelerogramă situat între prima valoare absolută a accelerației mai mare sau egală cu 0,05g și ultima valoare absolută a accelerației mai mare sau egală 0,05g.

Deformații plastice reversibile: deformații plastice care se produc ca urmare a încărcărilor ciclic alternante, în care deformațiile plastice care se produc prin încărcare într-un sens sunt compensate majoritar sau total prin încărcare în sens opus, astfel încât rata de acumulare de la un ciclu la altul este mică.

Diafragma orizontală: element structural care asigură legătura în plan orizontal între elementele verticale.

Efect indirect: variația forței axiale dintr-un element structural vertical conectat prin elemente orizontale rigide și rezistente de alte elemente structurale verticale, ca urmare a acțiunilor orizontale.

Goluri: cavități de orice formă dintr-un element structural sau nestructural.

Redundanță: proprietatea unei structuri de a avea două sau mai multe căi de echilibrare a forțelor seismice inerțiale astfel încât stabilitatea structurii se păstrează în situația cedării oricărui element structural.

Reparație: refacerea sau înnoirea oricărei componente degradate a unei clădiri cu scopul de a obține caracteristici similare celor anterioare degradării.

Rezemare de ordinul I: Rezemare a unei componente structurale pe o componentă structurală principală verticală care este continuă până la fundații sau rezemare a unei componente structurale secundare pe o componentă structurală secundară verticală care este continuă până la fundații.

Structură: ansamblul componentelor structurale și legăturile dintre acestea care asigură stabilitatea clădirii sub diferite tipuri de acțiuni.

Structură principală: ansamblul componentelor seismice principale și legăturile dintre acestea care asigură stabilitatea clădirii sub diferite tipuri de acțiuni.

Secțiunea de încastrare convențională: secțiunea de la care se consideră că acțiunea seismică orizontală este transmisă structurii.

Zonă critică: zonă a unei componente structurale principale unde pot să apară deformații plastice ca urmare a acțiunii seismice.

Zonă plastică: zonă a unei componente structurale principale unde se dezvoltă deformații plastice ca urmare a acțiunii seismice, în acord cu configurația mecanismului plastic.

1.4 Simboluri

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

1.5 Unități de măsură

(1) Se utilizează unitățile din Sistemul Internațional.

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

- dimensiuni, distanțe: m, mm;
- eforturi și încărcări: N, kN, kNm, kN/m, kN/m²;
- eforturi unitare: N/mm²;
- mase: kg;
- mase specifice (densitate): kg/m³;
- greutate specifice: kN/m³;
- viteze: m/s;
- accelerații: m/s².

1.6 Documente normative de referință

- (1) Documentele normative de referință sunt cele din [Tabelul 1.1](#) și cele din [Tabelul 1.2](#).

Tabelul 1.1 Reglementări tehnice de referință

Nr. crt.	Reglementare
1.	Cod de proiectare. Bazele proiectării construcțiilor, indicativ CR 0-2012, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 1.530/2012 și completat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2.411/2013, denumit în continuare în acest document cod de proiectare CR 0
2	Normativ privind proiectarea și verificarea construcțiilor din lemn, indicativ NP 005-2022, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării, lucrărilor publice și administrației nr. 227/2023, denumit în continuare în acest document normativ NP 005
3.	Cod de proiectare pentru structuri în cadre din beton armat, indicativ NP 007-2025
4	Cod de proiectare a construcțiilor cu pereți structurali de beton armat, indicativ CR2-1-1.1/2022, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării, lucrărilor publice și administrației nr. 171/2023, denumit în continuare în acest document normativ CR2-1-1.1
5.	Cod de proiectare pentru structuri din zidărie, indicativ CR 6-2013
6.	Ghid pentru calculul și proiectarea la acțiunea seismică a structurilor metalice de tip rafturi pentru prezentare și depozitare în spații comerciale, indicativ GP 128-2014, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice, nr. 393/2015, denumit în continuare în acest document normativ GP 128
7.	Normativ pentru producerea și executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat – Partea 1: Producerea betonului, indicativ NE 012/1-2022, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării, lucrărilor publice și administrației nr. 30/2023, denumit în continuare în acest document normativ NE 012/1
8.	Normativ pentru producerea și executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat – Partea 2: Executarea lucrărilor din beton, indicativ NE 012/2-2022, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării, lucrărilor publice și administrației nr. 28/2023, denumit în continuare în acest document normativ NE 012/2
9.	Normativ privind proiectarea fundațiilor de suprafață, indicativ NP 112 – 2014, aprobat prin Ordinul ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr. 2.352/2014, denumit în continuare în acest document normativ NP 112

10.	Normativ privind proiectarea geotehnică a fundațiilor pe piloți, indicativ NP 123 – 2022, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării, lucrărilor publice și administrației nr. 2.405/2022, denumit în continuare în acest document normativ NP 123

Tabelul 1.2 Standarde române de referință:

Nr. crt.	Standard	Denumire
1.	SR EN 771-1:2011	Specificații ale elementelor pentru zidărie. Partea 1: Elemente pentru zidărie de argilă arsă
2.	SR EN 771-4:2011	Specificații ale elementelor pentru zidărie. Partea 4: Elemente pentru zidărie de beton celular autoclavizat
3.	SR EN 772-1:2016	Metode de încercare a elementelor pentru zidărie. Partea 1: Determinare a rezistenței la compresiune
4.	SR EN 845-1:2013	Specificație a componentelor auxiliare pentru zidărie. Partea 1: Agrafe, bride de fixare, etriere suport și console
5.	SR EN 998-2:2016	Specificație a mortarelor pentru zidărie. Partea 2: Mortare pentru zidărie
6.	SR EN 1015-11:2002	Metode de încercare a mortarelor pentru zidărie. Partea 11: Determinarea rezistenței la încovoiere a mortarului întărit
7.	SR EN 1052-1:2001	Metode de încercare a zidăriei. Partea 1: Determinarea rezistenței la compresiune
8.	SR EN 1052-2:2001	Metode de încercare a zidăriei. Partea 2: Determinarea rezistenței la încovoiere
9.	SR EN 1052-3:2003	Metode de încercare a zidăriei. Partea 3: Determinarea rezistenței inițiale la forfecare
10.	SR EN 1090-2:2018	Execuția structurilor de oțel și structurilor de aluminiu. Partea 2: Cerințe tehnice pentru structuri de oțel
11.	SR EN 1337-1:2003	Aparate de reazem pentru structuri. Partea 1: Reguli generale de proiectare
12.	SR EN 1992-1-1:2004	Eurocod 2: Proiectarea structurilor de beton. Partea 1-1: Reguli generale și reguli pentru clădiri
13.	SR EN 1993-1-1:2006	Eurocod 3: Proiectarea structurilor de oțel. Partea 1-1: Reguli generale și reguli pentru clădiri
14.	SR EN 1993-1-3:2007	Proiectarea structurilor de oțel. Partea 1-3: Reguli generale. Reguli suplimentare pentru elemente structurale și table formate la rece
15.	SR EN 1993-1-5:2007	Eurocod 3: Proiectarea structurilor de oțel. Partea 1-5: Elemente structurale din plăci plane sollicitate în planul lor
16.	SR EN 1993-1-8:2006	Eurocod 3: Proiectarea structurilor de oțel. Partea 1-8: Proiectarea îmbinărilor
17.	SR EN 1993-1-10:2006	Eurocod 3: Proiectarea structurilor de oțel. Partea 1-10: Alegerea claselor de calitate a oțelului
18.	SR EN 1994-1-1:2004	Eurocod 4: Proiectarea structurilor compozite de oțel și beton. Partea 1-1: Reguli generale și reguli pentru clădiri
19.	SR EN 1995-1-1:2004	Eurocod 5: Proiectarea structurilor de lemn. Partea 1-1: Generalități. Reguli comune și reguli pentru clădiri

20.	SR EN 1996-1-1:2006	Eurocod 6: Proiectarea structurilor de zidărie. Partea 1-1: Reguli generale pentru construcții de zidărie armată și nearmată
21.	SR EN 1998-1:2004	Eurocod 8: Proiectarea structurilor pentru rezistența la cutremur. Partea 1: Reguli generale, acțiuni seismice și reguli pentru clădiri
22.	SR EN 1998-3:2004	Eurocod 8: Proiectarea structurilor pentru rezistența la cutremur. Partea 3: Evaluarea și consolidarea construcțiilor
23.	SR EN 10025	Produse laminate la cald din oțeluri pentru construcții.
24.	SR EN 12845:2020	Instalații fixe de stingere a incendiilor. Sisteme automate de stingere cu sprinklere. Proiectare, instalare și mentenanță
25.	SR EN 15129:2018	Dispozitive antiseismice
26.	SR EN ISO 6892-1:2016	Materiale metalice – Încercarea la tracțiune – Partea 1: Metodă de încercare la temperatura ambiantă

(2) Lista reglementărilor tehnice de referință dată în această reglementare tehnică se consultă împreună cu lista documentelor normative aflate în vigoare publicată de către autoritățile de reglementare de resort.

(3) Se utilizează cele mai recente ediții ale standardelor române de referință, împreună cu, după caz, anexele naționale, amendamentele și eratele publicate de către organismul național de standardizare.

(4) În cazul în care într-o anumită situație de proiectare se identifică în această reglementare tehnică sau în documentele normative de referință aplicabile prevederi distincte, se aplică prevederile care conduc la nivelul de performanță cel mai înalt în raport cu cerințele fundamentale ale proiectării specificate în capitolul 2.

2 Cerințe fundamentale

2.1 Generalități

(1) Prin proiectarea seismică a clădirilor se urmărește ca în cazul acțiunii cutremurului să se asigure:

- (a) controlul degradărilor clădirilor;
- (b) asigurarea funcțiunii neîntrerupte pentru clădirile cu funcțiuni esențiale, pentru care păstrarea integrității pe durata cutremurelor este vitală pentru protecția civilă.

(2) Siguranța seismică a clădirilor se realizează diferit în funcție de clasa de importanță și de expunere la cutremur din care acestea fac parte.

(3) Cerințele fundamentale ale proiectării seismice sunt definite prin asocierea unui nivel de hazard seismic cu răspunsul acceptat al clădirii la acțiunea seismică.

(4) Cerințele fundamentale ale proiectării seismice pentru o clădire sunt:

- (a) În urma incidenței unui cutremur rar, starea de degradare a clădirii poate fi semnificativă și funcțiunea clădirii poate fi întreruptă pentru o perioadă lungă, dar stabilitatea de ansamblu și a componentelor nestructurale se păstrează.

Pentru reluarea funcțiunii după cutremur, componentele structurale pot necesita reparații și componentele nestructurale pot necesita repararea sau înlocuirea. În unele situații, este posibil ca repararea clădirii să nu poată fi realizată în condiții economice.

Această cerință se asigură prin verificări la starea limită ultimă.

- (b) În urma incidenței unui cutremur frecvent, starea de degradare a clădirii este limitată, funcțiunea poate fi reluată imediat sau după o întrerupere de scurtă durată, stabilitatea de ansamblu și stabilitatea componentelor nestructurale se păstrează.

Pentru asigurarea funcțiunii, structura nu necesită reparații imediate, componentele nestructurale pot necesita reparații.

Această cerință se asigură prin verificări la starea limită de serviciu.

- (5) Pentru definirea stărilor limită la care se face verificarea la acțiuni seismice nivelul de hazard seismic într-un amplasament este descris prin probabilitatea de depășire în 50 de ani a accelerațiilor spectrale orizontale cauzate de acțiunea seismică la suprafața terenului. Răspunsul acceptat se descrie prin starea de degradare acceptată a clădirii.

2.2 Clase de importanță și de expunere la cutremur

- (1) Clădirile se împart în clase de importanță și expunere la cutremur în funcție de consecințele social-economice care pot fi provocate de un hazard natural și/sau antropoc major, precum și de rolul acestora în activitățile de răspuns post-hazard ale societății.

- (2) Împărțirea construcțiilor în clase de importanță și expunere se face conform prevederilor codului CR 0.

- (3) Fiecărei clase de importanță și de expunere la cutremur, definită conform prevederilor din [Tabelul 2.1](#), îi este asociat un factor de importanță și de expunere, $\gamma_{I,e}$. Prin intermediul factorilor de importanță și expunere se diferențiază nivelul de hazard seismic pentru clădiri, în funcție de clasa de importanță și expunere la cutremur.

Tabelul 2.1 Clase de importanță și expunere la cutremur

Clasa de importanță-expunere	Tipuri de clădiri
Clasa I	Clădiri având funcțiuni esențiale, pentru care păstrarea integrității pe durata cutremurelor este vitală pentru protecția civilă, cum sunt: (a) spitale și alte clădiri din sistemul de sănătate, care sunt dotate cu servicii de urgență/ambulanță și secții de chirurgie; (b) stații de pompieri, sedii ale poliției și jandarmeriei, parcaje supraterrane multietajate și garaje pentru vehicule ale serviciilor de urgență de diferite tipuri; (c) stații de producere și distribuție a energiei și/sau care asigură servicii esențiale pentru celelalte categorii de clădiri menționate aici; (d) clădiri care conțin gaze toxice, explozivi și/sau alte substanțe periculoase; (e) centre de comunicații și/sau de coordonare a situațiilor de urgență; (f) adăposturi pentru situații de urgență; (g) clădiri cu funcțiuni esențiale pentru administrația publică; (h) clădiri cu funcțiuni esențiale pentru ordinea publică, gestionarea situațiilor de urgență, apărarea și securitatea națională; (i) clădiri care adăpostesc rezervoare de apă și/sau stații de pompare esențiale pentru situații de urgență; (j) clădiri având înălțimea totală supraterrană mai mare de 45 m; și alte clădiri de aceeași natură.
Clasa a II-a	Clădiri care prezintă un pericol major pentru siguranța publică în cazul prăbușirii sau avarierii grave, cum sunt: (a) spitale și alte clădiri din sistemul de sănătate, altele decât cele din clasa I, cu o capacitate de peste 100 persoane în aria totală expusă; (b) școli, licee, universități sau alte clădiri din sistemul de educație, cu o capacitate de peste 250 persoane în aria totală expusă; (c) aziluri de bătrâni, creșe, grădinițe sau alte spații similare de îngrijire a persoanelor; (d) clădiri multietajate de locuit, de birouri și/sau cu funcțiuni comerciale, cu o capacitate de peste 300 de persoane în aria totală expusă; (e) săli de conferințe, spectacole sau expoziții, cu o capacitate de peste 200 de persoane în aria totală expusă, tribune de stadioane sau săli de sport; (f) clădiri din patrimoniul cultural național, muzee ș.a. ; (g) clădiri parter, inclusiv de tip mall, cu mai mult de 1000 de persoane în aria totală expusă; (h) parcaje supraterrane multietajate cu o capacitate mai mare de 500 autovehicule, altele decât cele din clasa I; (i) penitenciare; (j) clădiri a căror întrerupere a funcțiunii poate avea un impact major asupra populației, cum sunt: clădiri care deservește centrale electrice, stații de tratare, epurare, pompare a apei, stații de producere și distribuție a energiei, centre de telecomunicații, altele decât cele din clasa I; (k) clădiri având înălțimea totală supraterrană cuprinsă între 28 și 45m și alte clădiri de aceeași natură.

Clasa a III-a	Clădiri de tip curent, care nu aparțin celorlalte clase
Clasa a IV-a	Clădiri de mică importanță pentru siguranța publică, cu grad redus de ocupare și/sau de mică importanță economică, construcții agricole, construcții temporare etc.

(4) În interpretarea prevederilor din [Tabelul 2.1](#), aria totală expusă reprezintă suprafața construită desfășurată a clădirii și suprafața zonelor adiacente acesteia la care accesul și evacuarea de urgență se realizează prin clădire.

(5) În interpretarea prevederilor din [Tabelul 2.1](#), în cazul clădirilor alcătuite din mai multe tronsoane, numărul de persoane din aria totală expusă se poate determina distinct pentru fiecare tronson dacă tronsoanele sunt independente din punct de vedere al organizării circulației pentru evacuare de urgență și al instalațiilor pentru securitate la incendiu, dacă acestea sunt necesare conform reglementărilor tehnice specifice.

(6) În interpretarea prevederilor din [Tabelul 2.1](#), numărul de persoane din aria totală expusă se referă la capacitatea proiectată a clădirii.

(7) În interpretarea prevederilor din [Tabelul 2.1](#), înălțimea totală supratcrană reprezintă înălțimea clădirii măsurată ca diferența dintre cota celui mai de sus punct al clădirii, considerând totalitatea componentelor structurale și nestructurale, și cota cea mai de jos a terenului amenajat de pe perimetrul clădirii.

2.3 Stări limită

2.3.1 Starea Limită Ultimă

(1) Valoarea de proiectare a accelerației spectrale orizontale pentru verificări la starea limită ultimă, pentru o clădire din clasa a III-a de importanță și expunere la cutremur, corespunde unei probabilități de depășire în 50 de ani egală cu 10%.

(2) Starea unei clădiri, după incidența acțiunii seismice definită conform [\(1\)](#), dincolo de care se consideră că exigențele acestei stări limită nu mai sunt îndeplinite este:

(a) structura este degradată moderat, are deplasări orizontale și/sau verticale remanente și este stabilă sub încărcări gravitaționale;

(b) componentele nestructurale sunt degradate major dar sunt stabile sub încărcări gravitaționale.

(3) Valoarea de proiectare a accelerației spectrale orizontale pentru verificări la starea limită de ultimă, pentru clădiri din diferite clase de importanță și expunere la cutremur se modifică prin multiplicarea valorii menționate la [\(1\)](#) cu factorul de importanță și expunere la cutremur.

(4) La verificarea clădirilor la starea limită ultimă, efectele acțiunii seismice se combină cu efectele celorlalte acțiuni care se pot produce simultan cu acțiunea seismică, considerând coeficienții parțiali de siguranță pentru gruparea seismică stabiliți conform prevederilor reglementării tehnice CR 0.

2.3.2 Starea Limită de Serviciu

(1) Valoarea de proiectare a accelerației spectrale orizontale pentru verificări la starea limită de serviciu, pentru o clădire din clasa a III-a de importanță și expunere la cutremur, corespunde unei probabilități de depășire în 50 de ani egală cu 70%.

- (2) Starea unei clădiri, după incidența acțiunii seismice definită conform (1), dincolo de care se consideră că exigențele acestei stări limită nu mai sunt îndeplinite este:
- (a) structura este degradată minor, are deplasări orizontale și/sau verticale remanente neglijabile și este stabilă sub încărcări gravitaționale;
 - (b) componentele nestructurale au degradări moderate și sunt stabile sub greutatea proprie.
- (3) Valoarea de proiectare a accelerației spectrale orizontale pentru verificări la starea limită de serviciu, pentru clădiri din diferite clase de importanță și expunere la cutremur se modifică prin multiplicarea valorii menționate la (1) cu factorul de importanță și expunere la cutremur.
- (4) La verificarea clădirilor la starea limită de serviciu, efectele acțiunii seismice se combină cu efectele celorlalte acțiuni care se pot produce simultan cu acțiunea seismică, considerând coeficienții parțiali de siguranță pentru verificări la starea limită de serviciu în gruparea cvasi-permanentă stabiliți conform prevederilor reglementării tehnice CR 0. În această verificare efectele acțiunii seismice de proiectare, A_{Ed} , se combină considerând un coeficient parțial de siguranță egal cu 1,00.

3 Acțiunea seismică de proiectare

- (1) Acțiunea seismică de proiectare este o reprezentare convențională simplificată a acțiunii seismice pentru utilizare în proiectarea clădirilor.
- (2) Acțiunea seismică la suprafața terenului într-un amplasament se reprezintă pentru proiectare prin:
 - (a) spectrele de răspuns elastic ale accelerațiilor absolute pe două direcții orizontale ortogonale și pe direcție verticală, care se determină în conformitate cu prevederile din [3.1](#),
sau
 - (b) variația în timp a accelerației terenului, care se determină în conformitate cu prevederile din [3.2](#).
- (3) Pentru determinarea valorii de proiectare a acțiunii seismice, A_{Ed} , în conformitate cu prevederile din [3.1](#), se folosesc valorile de proiectare ale spectrelor de răspuns elastic ale accelerațiilor absolute pentru componentele orizontale și verticale ale mișcării terenului, la suprafața acestuia, în amplasament.
- (4) Valoarea de proiectare a acțiunii seismice dată în această reglementare tehnică este o valoare minimă pentru proiectare.

3.1 Spectru de răspuns elastic

- (1) Acțiunea seismică pentru proiectare este descrisă prin valorile de proiectare ale ordonatelor spectrelor de răspuns elastic ale accelerațiilor absolute pentru componentele orizontale sau verticale ale mișcării terenului din amplasament, $S_e(T)$, numite în continuare spectre ale accelerațiilor pentru proiectare.
- (2) Acțiunea seismică orizontală pentru proiectare este descrisă prin spectrul accelerațiilor orizontale pentru proiectare, notat $S_{e,h}(T)$.
- (3) Acțiunea seismică verticală pentru proiectare este descrisă prin spectrul accelerațiilor verticale pentru proiectare, notat $S_{e,v}(T)$.
- (4) Pentru verificări la starea limită ultimă și starea limită de serviciu sunt prevăzute spectre diferite ale accelerațiilor orizontale sau verticale pentru proiectare.
- (5) Spectrul accelerațiilor orizontale pentru proiectare pentru verificări la starea limită ultimă ale clădirilor din clasa a III-a de importanță și expunere la cutremur corespunde unei probabilități de depășire de 10% în 50 ani.
- (6) Spectrul accelerațiilor orizontale pentru proiectare pentru verificări la starea limită de serviciu ale clădirilor din clasa a III-a de importanță și expunere la cutremur corespunde unei probabilități de depășire de 70% în 50 ani.
- (7) Spectrul accelerațiilor pentru proiectare, $S_e(T)$, este definit generic astfel:

$$S_e(T) = \begin{cases} \gamma_{I,e} \eta F_T S_{ap} \frac{(0,6T + 0,4T_B)}{T_B}, & \text{pentru } 0 \leq T \leq T_B \\ \gamma_{I,e} \eta F_T S_{ap}, & \text{pentru } T_B < T \leq T_C \\ \gamma_{I,e} \eta F_T S_{ap} \frac{T_C}{T}, & \text{pentru } T_C < T \leq T_D \\ \gamma_{I,e} \eta F_T S_{ap} \frac{T_C T_D}{T^2}, & \text{pentru } T > T_D \end{cases} \quad (3.1)$$

unde:

T perioada de vibrație pe direcție orizontală a sistemului cu un grad de libertate dinamică și cu răspuns elastic (exprimată în secunde);

$\gamma_{I,e}$ factor de importanță și expunere la cutremur; valorile factorului de importanță și expunere la cutremur sunt date la (9);

η factor de corecție care ține cont de fracțiunea de amortizare critică a structurii proiectate; relațiile de calcul ale factorului de corecție sunt date la (10);

F_T factor de amplificare topografică; valorile factorului de amplificare topografică sunt date la (11)...(13);

S_{ap} valoarea accelerației spectrale absolute care corespunde palierului, cuprins între perioadele de colț T_B și T_C , de accelerații constante ale spectrului de răspuns elastic calculat pentru o fracțiune de amortizare critică ξ egală cu 5%; valorile S_{ap} pentru componentele orizontale ale mișcării terenului pentru verificări la SLU și SLS sunt prevăzute în Anexa A;

T_B, T_C, T_D perioade de colț (control) ale spectrului accelerațiilor pentru proiectare; valorile T_C pentru componentele orizontale ale mișcării terenului pentru verificări la SLU și SLS sunt prevăzute în Anexa A.

(8) Pentru selectarea valorilor factorului de importanță și expunere la cutremur, teritoriul României este împărțit convențional în două zone:

(a) zona 1 care include toate unitățile administrativ teritoriale din județele Alba, Arad, Bihor, Bistrița Năsăud, Brașov, Caraș Severin, Cluj, Hunedoara, Maramureș, Mureș, Sălaj, Satu Mare, Sibiu, Timiș;

(b) zona 2 care include toate unitățile administrativ teritoriale din județele Argeș, Bacău, Botoșani, Brăila, București, Buzău, Călărași, Constanta, Covasna, Dâmbovița, Dolj, Galați, Giurgiu, Gorj, Harghita, Ialomița, Iași, Ilfov, Mehedinți, Neamț, Olt, Prahova, Suceava, Teleorman, Tulcea, Vâlcea, Vaslui, Vrancea.

(9) Valorile factorului de importanță și expunere la cutremur pentru verificări la SLU și SLS, $\gamma_{I,e}^{SLU}$ și $\gamma_{I,e}^{SLS}$, sunt prevăzute în Tabelul 3.1.

Tabelul 3.1 Factori de importanță și expunere la cutremur

Clasa de importanță și expunere la cutremur a clădirii	SLU		SLS	
	Pentru amplasamente situate în județe din:			
	zona 1	zona 2	zona 1	zona 2
I	1,50	1,25	1,55	1,35
II	1,15	1,10	1,25	1,15
III	1,00	1,00	1,00	1,00
IV	0.70	0.80	0.75	0.80

(10) Valorile factorului de corecție care ține cont de fracțiunea de amortizare critică a clădirii se determină cu relația:

$$\eta = \begin{cases} \sqrt{\frac{10 + \left(1 - \frac{T}{T_B}\right)^3 (\xi - 5)}{\xi + 5}} & , \quad \text{pentru } T \leq T_B \\ \sqrt{\frac{10}{\xi + 5}} & , \quad \text{pentru } T > T_B \end{cases} \quad (3.2)$$

unde

ξ fracțiunea din amortizarea critică a clădirii care se alege conform prevederilor din capitolele 5-9, specifice structurilor realizate din diferite materiale, exprimată în %.

Pentru clădirile caracterizate de o fracțiune de amortizare critică egală cu 5%, valoarea factorului η este egală cu 1,0 pentru întreg domeniul de perioade de vibrație.

Valoarea factorului de corecție η se limitează inferior la 0,55.

(11) Factorul de amplificare topografică F_T are valoarea egală cu 1,00 dacă amplasamentul clădirii:

(a) este caracterizat de valori ale perioadei de colț T_C^{SLU} mai mari sau egale cu 1,20 s,

sau

(b) se află pe teren plat sau pe versanți cu panta medie mai mică de 15° sau înălțime mai mică de 30 m, sau pe crestele acestora.

(12) Pentru amplasamente caracterizate de valori ale perioadei de colț T_C^{SLU} mai mici decât 1,20 s, care nu se încadrează în prevederea de la (11), (b), valoarea factorului de amplificare topografică se stabilește astfel:

(a) dacă amplasamentele sunt situate pe crestele versanților cu panta medie cuprinsă între 15° și 30°, valoarea factorului de amplificare topografică F_T este 1,20;

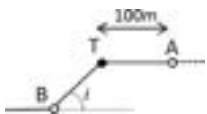
(b) dacă amplasamentele sunt situate pe crestele versanților cu panta medie mai mare de 30°, valoarea factorului de amplificare topografică F_T este 1,40;

(c) dacă amplasamentele sunt situate pe versant, valoarea factorului de amplificare topografică se determină prin interpolare liniară între valoarea 1,00, de la baza versantului, și valoarea 1,20 sau 1,40, stabilită conform (12) sau (b), în funcție de înălțimea la care se află amplasamentul față de baza versantului și înălțimea totală a versantului;

(d) dacă amplasamentele sunt situate pe culmea versantului la o distanță mai mare sau egală cu 100 m față de creasta acestuia, valoarea factorului de amplificare topografică este egală cu 1,00. Pentru amplasamente situate pe culmea versantului la o distanță mai mică de 100 m față de creasta acestuia, valoarea factorului de amplificare topografică se obține prin interpolare liniară între valoarea 1,00, la o distanță de 100 m față de creasta versantului, și valoarea 1,20 sau 1,40, stabilită conform (12) sau (b), pe creasta versantului, în funcție de distanța la care se află amplasamentul față de creasta versantului și 100 m.

(13) Modul de determinare a valorilor factorului de amplificare topografică pentru orice amplasament caracterizat de valori ale perioadei de colț T_C^{SLU} mai mici decât 1,2 s este prezentat în Tabelul 3.2.

Tabelul 3.2 Valorile factorului de amplificare topografică pentru $T_C^{SLU} < 1,20$ s

Descrierea topografiei	F_T	Schiță
Pentru orice amplasament aflat pe teren plat sau pe versanți cu panta medie mai mică de 15° sau înălțime mai mică de 30 m, sau pe crestele acestora	1,00	-
Pentru amplasamente aflate pe crestele versanților cu panta medie cuprinsă între 15° și 30°	1,20	
Crete cu lățimea la vârf mult mai mică decât la bază și pante medii $15^\circ < i < 30^\circ$	1,20	
Pentru amplasamente aflate pe crestele versanților cu panta medie mai mare de 30°	1,40	

Notă: Valorile F_T se referă la amplasamentele situate pe creastă, notată cu T în schițe. Pentru amplasamentele situate la bază, notată cu B în schițe, sau la distanța de 100 de metri de creastă, marcată cu A în schițe, valoarea F_T este egală cu 1,00. Pentru amplasamente situate între punctele B și T, sau T și A, valoarea lui F_T se determină prin interpolare liniară.

(14) Spectrul accelerațiilor pentru proiectare stabilit conform relației (3.1) este reprezentat în Figura 3.1.

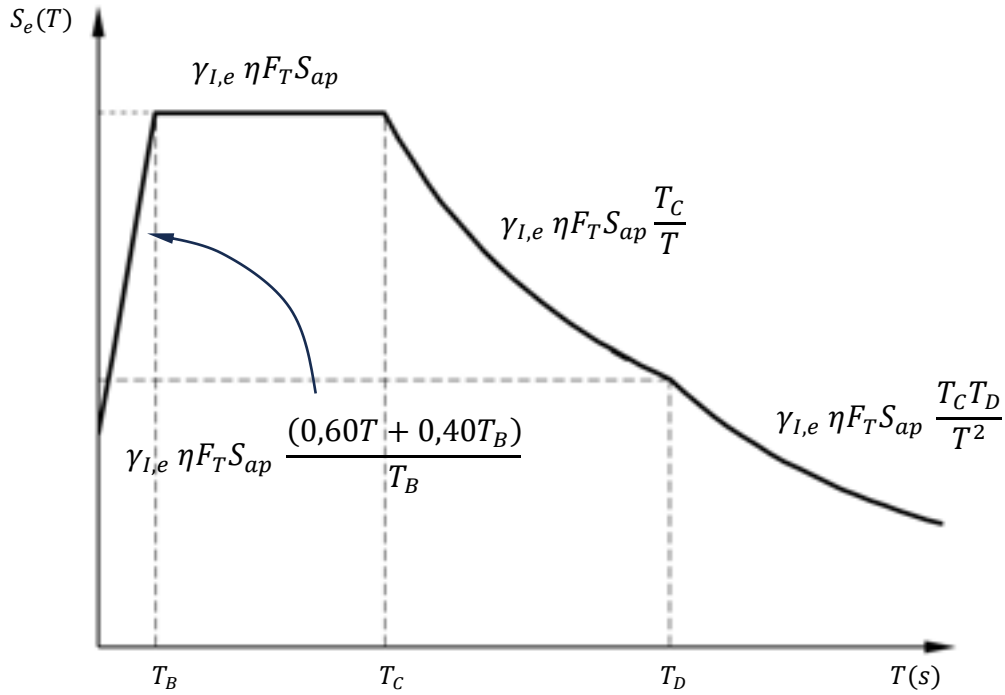


Figura 3.1 Spectrul accelerațiilor pentru proiectare

(15) În această reglementare tehnică, condițiile locale de teren sunt descrise simplificat prin valorile perioadei de colț T_C ale spectrelor accelerațiilor orizontale pentru proiectare în amplasamentul considerat.

3.1.2 Spectre ale accelerațiilor orizontale pentru proiectare

(1) Valorile ordonatelor spectrului accelerațiilor orizontale pentru proiectare în amplasament pentru verificări la SLU, $S_{e,h}^{SLU}(T)$ (în m/s^2), se determină conform relației (3.1) în care:

$$T_C = T_C^{SLU} \quad (3.3)$$

$$T_B = T_B^{SLU} = \begin{cases} 0,10 \text{ s}, & \text{dacă } T_C^{SLU} < 1,20 \text{ s} \\ 0,20 \text{ s}, & \text{dacă } T_C^{SLU} \geq 1,20 \text{ s} \end{cases} \quad (3.4)$$

$$T_D = T_D^{SLU} = 2T_C^{SLU} \quad (3.5)$$

$$S_{ap} = S_{ap,h}^{SLU} \quad (3.6)$$

unde:

$T_B^{SLU}, T_C^{SLU}, T_D^{SLU}$ perioade de colț (control) ale spectrului accelerațiilor orizontale pentru proiectare pentru verificări la SLU; valorile T_C^{SLU} sunt prevăzute în [Anexa A](#);

$S_{ap,h}^{SLU}$ valoarea accelerației spectrale orizontale absolute care corespunde palierului, cuprins între perioadele de colț T_B^{SLU} și T_C^{SLU} , de accelerații constante a spectrului de răspuns elastic calculat pentru o fracțiune de amortizare critică ξ egală cu 5%, pentru verificări la SLU, prevăzută în [Anexa A](#).

(2) Valorile ordonatelor spectrului accelerațiilor orizontale pentru proiectare în amplasament pentru verificări la SLS, $S_{e,h}^{SLS}(T)$ (în m/s^2), se stabilesc conform relației (3.1) în care:

$$T_C = T_C^{SLS} \quad (3.7)$$

$$T_B = T_B^{SLS} = 0,10 \text{ s} \quad (3.8)$$

$$T_D = T_D^{SLS} = 2T_C^{SLS} \quad (3.9)$$

$$S_{ap} = S_{ap,h}^{SLS} \quad (3.10)$$

unde:

$T_B^{SLS}, T_C^{SLS}, T_D^{SLS}$ perioade de colț (control) ale spectrului accelerațiilor orizontale pentru proiectare pentru verificări la SLS; valorile T_C^{SLS} se determină conform prevederilor din [Anexa A](#);

$S_{ap,h}^{SLS}$ valoarea accelerației spectrale orizontale absolute care corespunde palierului, cuprins între perioadele de colț T_B^{SLS} și T_C^{SLS} , de accelerații constante a spectrului de răspuns elastic calculat pentru o fracțiune de amortizare critică ξ egală cu 5%, pentru verificări la SLS, stabilită conform prevederilor din [Anexa A](#).

(3) Spectrul de răspuns elastic al deplasărilor relative pentru componentele orizontale ale mișcării terenului (numit în continuare spectrul deplasărilor orizontale pentru proiectare), $S_{De}(T)$ (în metri), este definit generic astfel:

$$S_{De}(T) = S_{e,h}(T) \left(\frac{T}{2\pi} \right)^2 \quad (3.11)$$

(4) Valorile ordonatelor spectrului deplasărilor orizontale pentru proiectare în amplasament pentru verificări la SLU, $S_{De}^{SLU}(T)$ (în metri), se determină conform relației [\(3.11\)](#) în care:

$$S_{e,h}(T) = S_{e,h}^{SLU}(T) \quad (3.12)$$

(5) Valorile ordonatelor spectrului deplasărilor orizontale pentru proiectare în amplasament pentru verificări la SLS, $S_{De}^{SLS}(T)$ (în metri), se determină conform relației [\(3.11\)](#) în care:

$$S_{e,h}(T) = S_{e,h}^{SLS}(T) \quad (3.13)$$

3.1.3 Spectre ale accelerațiilor verticale pentru proiectare

(1) Pentru determinarea valorilor ordonatelor spectrelor accelerațiilor verticale pentru proiectare în amplasament se folosesc cele două zone definite la [3.1](#), [\(8\)](#).

(2) Pentru unitățile administrativ teritoriale aflate în județele din zona 1, valorile ordonatelor spectrului accelerațiilor verticale pentru proiectare în amplasament pentru verificări la SLU, $S_{e,v}^{SLU}(T)$ (în m/s²), se stabilesc conform relației [\(3.1\)](#) în care:

$$T_C = T_{C,v}^{SLU} = 0,40 \text{ s} \quad (3.14)$$

$$T_B = T_{B,v}^{SLU} = 0,05 \text{ s} \quad (3.15)$$

$$T_D = T_{D,v}^{SLU} = 2T_{C,v}^{SLU} \quad (3.16)$$

$$S_{ap} = S_{ap,v}^{SLU} = 0,70 S_{ap,h}^{SLU} \quad (3.17)$$

unde:

$T_{B,v}^{SLU}, T_{C,v}^{SLU}, T_{D,v}^{SLU}$ perioade de colț (control) ale spectrului accelerațiilor verticale pentru proiectare pentru verificări la SLU;

$S_{ap,v}^{SLU}$ valoarea accelerației spectrale verticale care corespunde palierului, cuprins între perioadele de colț $T_{B,v}^{SLU}$ și $T_{C,v}^{SLU}$, de accelerații constante a spectrului de răspuns elastic calculat pentru o fracțiune de amortizare critică ξ egală cu 5%, pentru verificări la SLU.

(3) Pentru unitățile administrativ teritoriale aflate în județele din zona 1, valorile ordonatelor spectrului accelerațiilor verticale pentru proiectare în amplasament pentru verificări la SLS, $S_{e,v}^{SLS}(T)$ (în m/s^2), se stabilesc conform relației (3.1) în care:

$$T_C = T_{C,v}^{SLS} = 0,30 \text{ s} \quad (3.18)$$

$$T_B = T_{B,v}^{SLS} = 0,05 \text{ s} \quad (3.19)$$

$$T_D = T_{D,v}^{SLS} = 2T_{C,v}^{SLU} \quad (3.20)$$

$$S_{ap} = S_{ap,v}^{SLS} = 0,60S_{ap,h}^{SLS} \quad (3.21)$$

unde:

$T_{B,v}^{SLS}, T_{C,v}^{SLS}, T_{D,v}^{SLS}$ perioade de colț (control) ale spectrului accelerațiilor verticale pentru proiectare pentru verificări la SLS;

$S_{ap,v}^{SLS}$ valoarea accelerației spectrale verticale care corespunde palierului, cuprins între perioadele de colț $T_{B,v}^{SLS}$ și $T_{C,v}^{SLS}$, de accelerații constante a spectrului de răspuns elastic calculat pentru o fracțiune de amortizare critică ξ egală cu 5%, pentru verificări la SLS.

(4) Pentru unitățile administrativ teritoriale aflate în județele din zona 2, valorile ordonatelor spectrului accelerațiilor verticale pentru proiectare în amplasament pentru verificări la SLU, $S_{e,v}^{SLU}(T)$ (în m/s^2), se stabilesc conform relației (3.1) în care:

$$T_C = T_{C,v}^{SLU} = 0,60 \text{ s} \quad (3.22)$$

$$T_B = T_{B,v}^{SLU} = 0,05 \text{ s} \quad (3.23)$$

$$T_D = T_{D,v}^{SLU} = 2T_{C,v}^{SLU} \quad (3.24)$$

$$S_{ap} = S_{ap,v}^{SLU} = 0,60S_{ap,h}^{SLU} \quad (3.25)$$

unde:

$T_{B,v}^{SLU}, T_{C,v}^{SLU}, T_{D,v}^{SLU}$ perioade de colț (control) ale spectrului accelerațiilor verticale pentru proiectare pentru verificări la SLU;

$S_{ap,v}^{SLU}$ valoarea accelerației spectrale verticale care corespunde palierului, cuprins între perioadele de colț $T_{B,v}^{SLU}$ și $T_{C,v}^{SLU}$, de accelerații constante a spectrului de răspuns elastic calculat pentru o fracțiune de amortizare critică ξ egală cu 5%, pentru verificări la SLU.

(5) Pentru unitățile administrativ teritoriale aflate în județele din zona 2, valorile ordonatelor spectrului accelerațiilor verticale pentru proiectare în amplasament pentru verificări la SLS, $S_{e,v}^{SLS}(T)$ (în m/s^2), se stabilesc conform relației (3.1) în care:

$$T_C = T_{C,v}^{SLS} = 0,50 \text{ s} \quad (3.26)$$

$$T_B = T_{B,v}^{SLS} = 0,05 \text{ s} \quad (3.27)$$

$$T_D = T_{D,v}^{SLS} = 2T_{C,v}^{SLS} \quad (3.28)$$

$$S_{ap} = S_{ap,v}^{SLS} = 0,50 S_{ap,h}^{SLS} \quad (3.29)$$

unde:

$T_{B,v}^{SLS}, T_{C,v}^{SLS}, T_{D,v}^{SLS}$ perioade de colț (control) ale spectrului accelerațiilor verticale pentru proiectare pentru verificări la SLS;

$S_{ap,v}^{SLS}$ valoarea accelerației spectrale verticale care corespunde palierului, cuprins între perioadele de colț $T_{B,v}^{SLS}$ și $T_{C,v}^{SLS}$, de accelerații constante a spectrului de răspuns elastic calculat pentru o fracțiune de amortizare critică ξ egală cu 5%, pentru verificări la SLS.

3.2 Accelerograme

(1) Acțiunea seismică de proiectare în amplasament este reprezentată prin accelerograme care descriu variația în timp a accelerației terenului compatibile cu un spectru țintă.

(2) Spectrul țintă pentru verificări la starea limită ultimă este spectrul accelerațiilor orizontale pentru proiectare în amplasament pentru verificări la SLU, prevăzut la [3.1.2, \(1\)](#). Spectrul țintă pentru verificări la starea limită de serviciu este spectrul accelerațiilor orizontale pentru proiectare în amplasament pentru verificări la SLS, prevăzut la [3.1.2, \(2\)](#).

(3) Se pot utiliza accelerograme artificiale, înregistrate și/sau simulate.

(4) Acțiunea seismică în amplasament se reprezintă prin perechi de accelerograme acționând simultan pe două direcții ortogonale orizontale. Pe cele două direcții se utilizează accelerograme diferite.

(5) Calculul se efectuează utilizând un set de minim șapte perechi de accelerograme. Efectele acțiunii seismice se determină ca media aritmetică a valorilor maxime ale acestora determinate prin calcul dinamic pentru fiecare pereche de accelerograme în parte.

(6) Pentru selectarea, simularea sau generarea de accelerograme compatibile cu amplasamentul clădirii, spectrele de răspuns ale accelerogramelor se calculează pentru o fracțiune de amortizare critică egală cu 5% și se compară cu spectrul țintă.

3.2.1 Accelerograme artificiale

(1) Accelerogramele artificiale sunt accelerograme generate în acord cu spectrul țintă.

(2) Durata părții puternice a accelerogramelor artificiale se stabilește conform prevederilor din [Tabelul 3.3](#). Valorile T_C^{SLU} sunt caracteristice amplasamentului pentru care sunt generate accelerogramele artificiale.

Tabelul 3.3 Valorile convenționale ale magnitudinii cutremurului și ale duratei părții puternice a accelerogramelor artificiale

Pentru amplasamente situate în județe din:	Magnitudinea moment, M_w	Durata părții puternice a accelerogramelor artificiale		
		$T_C^{SLU} = 0,80 \text{ s}$	$T_C^{SLU} = 1,20 \text{ s}$	$T_C^{SLU} = 1,80 \text{ s}$
Zona 1	6,5	8,00 s	10,0 s	12,0 s

Zona 2	7,5	25,0 s	30,0 s	35,0 s

(3) Prin excepție de la (2), durata părții puternice a accelerogramelor artificiale se poate alege din studii de hazard seismic în amplasament, dacă acestea sunt disponibile.

(4) Accelerogramele artificiale se generează astfel încât spectrele de răspuns elastic ale unui set de accelerograme să îndeplinească cumulativ următoarele condiții:

(a) media aritmetică a valorilor maxime ale ordonatelor spectrelor elastice de răspuns ale accelerațiilor absolute corespunzând tuturor accelerogramelor artificiale din set este mai mare sau egală cu valoarea maximă din spectrul țintă;

(b) pentru fiecare perioadă spectrală cuprinsă între $0,2T_1$ și $1,5T_1$, unde T_1 este perioada fundamentală de vibrație a structurii, valoarea medie a ordonatelor spectrelor elastice de răspuns ale accelerațiilor absolute corespunzând tuturor accelerogramelor artificiale din set este mai mare sau egală cu 90% din valoarea corespunzătoare a spectrului țintă.

3.2.2 Accelerograme înregistrate

(1) Pentru efectuarea calculului structural printr-o metodă de calcul dinamic, se recomandă reprezentarea acțiunii seismice prin accelerogramele înregistrate, care sunt disponibile în baze de date acceptate, conform prevederii 3.3, (9).

(2) La selectarea accelerogramelor înregistrate se ține cont de compatibilitatea condițiilor de teren din amplasamentul clădirii și de la stațiile seismice care au făcut înregistrările. Magnitudinea se stabilește conform prevederilor din Tabelul 3.3. Clasa de teren se stabilește conform prevederilor specifice de la 3.3.

(3) Pentru a se realiza compatibilitatea unei accelerograme înregistrate cu spectrul țintă, valorile accelerațiilor pot fi multiplicare cu un factor de scalare unic cuprins între 0,50 și 2,00.

(4) Se consideră că setul de accelerograme înregistrate este compatibil cu spectrul țintă dacă sunt îndeplinite cumulativ următoarele condiții:

(a) în domeniul de perioade cuprins între $0,2T_1$ și $1,5T_1$, unde T_1 este perioada fundamentală de vibrație a sistemului în direcția pe care este aplicată accelerograma, raportul între valorile spectrului mediu calculat prin medierea aritmetică a ordonatelor spectrelor elastice de răspuns ale accelerațiilor absolute corespunzând tuturor accelerogramelor înregistrate și, eventual, scalate și valorile spectrului țintă are valori cuprinse între 0,75 și 1,30, iar valoarea medie a raportului este mai mare sau egală cu 0,95;

(b) în domeniul de perioade cuprins între $0,2T_1$ și $1,5T_1$, unde T_1 este perioada fundamentală de vibrație a structurii în direcția pe care este aplicată accelerograma, valorile spectrelor de răspuns pentru fiecare accelerogramă înregistrată și, eventual, scalată sunt mai mari sau egale cu 50% din valorile corespunzătoare ale spectrului țintă.

3.2.3 Accelerograme simulate

(1) Accelerogramele simulate se utilizează atunci când accelerogramele înregistrate disponibile nu acoperă varietatea mecanismelor de sursă și condițiile de directivitate de

la sursă la amplasament. Accelerogramele se simulează astfel încât să acopere intervalul de perioade de interes pentru clădirea proiectată definit la (2).

(2) Se consideră că setul de accelerograme simulate este compatibil cu spectrul țintă dacă sunt îndeplinite cumulativ următoarele condiții:

(a) în domeniul de perioade cuprins între $0,2T_1$ și $1,5T_1$, unde T_1 este perioada fundamentală de vibrație a sistemului în direcția pe care este aplicată accelerograma, raportul între valorile spectrului mediu calculat prin medierea aritmetică a ordonatelor spectrelor elastice de răspuns ale accelerațiilor absolute corespunzând tuturor accelerogramelor simulate și valorile spectrului țintă are valori cuprinse între 0,75 și 1,30, iar valoarea medie a raportului este mai mare sau egală cu 0,95;

(b) în domeniul de perioade cuprins între $0,2T_1$ și $1,5T_1$, unde T_1 este perioada fundamentală de vibrație a structurii în direcția pe care este aplicată accelerograma, valorile spectrelor de răspuns pentru fiecare accelerogramă simulată sunt cel puțin egale cu 50% din valorile corespunzătoare ale spectrului.

3.3 Alte prevederi

(1) Convențional, teritoriul României este împărțit în zone seismice delimitate în funcție de nivelurile de seismicitate definite de valorile $S_{ap,h}^{SLU}$, după cum urmează:

(a) seismicitate mică – valori $S_{ap,h}^{SLU} \leq 3,00 \text{ m/s}^2$;

(b) seismicitate moderată – valori $3,00 \text{ m/s}^2 < S_{ap,h}^{SLU} < 7,50 \text{ m/s}^2$;

(c) seismicitate mare – valori $S_{ap,h}^{SLU} \geq 7,50 \text{ m/s}^2$.

(2) Apartenența unităților administrativ-teritoriale la aceste zone este stabilită conform prevederilor din [Anexa A](#).

(3) În amplasamentele cu seismicitate mare, clădirile din clasa I de importanță și expunere la cutremur se instrumentează seismic cu accelerometre digitale amplasate minimal:

(a) pe planșeul de peste ultimul etaj al clădirii;

(b) pe planșeul de la cota $\pm 0,00$ al clădirii;

(c) în câmp liber, la distanță de minim 10,0 m de perimetrul exterior al amprenteii clădirii pe teren.

Înregistrările obținute în timpul cutremurelor cu magnitudinea moment mai mare sau egală cu 4,00, conform raportării Institutului Național de Cercetare Dezvoltare pentru Fizica Pământului, se pun la dispoziția autorității de reglementare în domeniul construcțiilor.

(4) Pentru clădirile din clasa I de importanță și expunere la cutremur se recomandă studii specifice pentru caracterizarea seismică a condițiilor de teren în amplasament. Aceste studii trebuie să conțină:

(a) profilul vitezei undelor de forfecare V_s și al undelor de compresiune V_p , pentru toate stratele de teren de la suprafață până la roca de bază seismică; simplificat și convențional, profilul poate fi determinat pentru 30 metri adâncime;

(b) stratigrafia amplasamentului : grosimea, densitatea și tipul terenului;

(c) valoarea medie ponderată a vitezei undelor de forfecare pentru stratigrafia considerată, $\overline{V}_S$:

$$\overline{V}_S = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad (3.30)$$

unde

h_i grosimea stratului i ;

$V_{s,i}$ viteza undelor de forfecare pentru stratul i .

(5) Mărimea $\overline{V}_S$ se calculează pentru o adâncime egală cu cea mai mică valoare dintre 30 m și H_{800} , unde H_{800} (m) este adâncimea la care apare roca de bază seismică care este identificată convențional printr-o valoare $V_{s,i}$ mai mare sau egală cu 800 m/s.

(6) Pe baza valorilor H_{800} și a vitezei medii ponderate în stratigrafia superficială $\overline{V}_S$, condițiile de teren se clasifică în clase, conform prevederilor din [Tabelul 3.4](#).

Tabelul 3.4 Clase de teren conform valorilor H_{800} și $\overline{V}_S$

H_{800}	$400 \text{ m/s} \leq \overline{V}_S \leq 800 \text{ m/s}$	$250 \text{ m/s} \leq \overline{V}_S < 400 \text{ m/s}$	$150 \text{ m/s} \leq \overline{V}_S < 250 \text{ m/s}$
$H_{800} \leq 5 \text{ m}$	A	A	E
$5 \text{ m} < H_{800} \leq 30 \text{ m}$	B	E	E
$30 \text{ m} < H_{800} \leq 100 \text{ m}$	B	C	D
$100 \text{ m} < H_{800}$	B	F	F

(7) Estimarea frecvenței fundamentale de vibrație a pachetului de strate de teren de grosime $h = \min(30 \text{ m}, H_{800})$ de la suprafața terenului, f_0 , se poate face simplificat cu relația:

$$f_0 = \frac{\overline{V}_S}{4h} \quad (3.31)$$

(8) Dacă nu există informații asupra valorii H_{800} pentru amplasament, clasele de teren se pot determina prin considerarea simultană a valorilor $\overline{V}_S$ și f_0 din amplasament, conform prevederilor din [Tabelul 3.5](#).

Tabelul 3.5 Clase de teren conform valorilor f_0 și $\overline{V}_S$

Valori f_0 (Hz) și $\overline{V}_S$ (m/s)	Clasa de teren
$f_0 \geq 10$ Hz și $\overline{V}_S \geq 250$ m/s	A
$f_0 < 10$ Hz și $400 \text{ m/s} \leq \overline{V}_S < 800$ m/s	B
$\overline{V}_S/250 \leq f_0 < \overline{V}_S/120$ și $250 \text{ m/s} \leq \overline{V}_S < 400$ m/s	C
$\overline{V}_S/250 \leq f_0 < \overline{V}_S/120$ și $150 \text{ m/s} \leq \overline{V}_S < 250$ m/s	D
$\overline{V}_S/120 \leq f_0 < 10$ Hz și $150 \text{ m/s} \leq \overline{V}_S < 400$ m/s sau $f_0 \geq 10$ Hz și $150 \text{ m/s} \leq \overline{V}_S < 250$ m/s	E
$f_0 < \overline{V}_S/250$ și $150 \text{ m/s} \leq \overline{V}_S < 400$ m/s	F

(9) Se consideră baze de date acceptate pentru selectarea accelerogramelor înregistrate, următoarele baze de date: Engineering Strong Motion Database (<https://esm-db.eu/#/home>), PEER Strong Motion Database (<https://peer.berkeley.edu/peer-strong-ground-motion-databases>), Italian Accelerometric Archive (https://itaca.mi.ingv.it/ItacaNet_40/), Turkish Accelerometric Database and Analysis System (<https://tadas.afad.gov.tr/login>), Strong-motion Seismograph Networks (<https://www.kyoshin.bosai.go.jp/>).

4 Proiectarea seismică

4.1 Generalități

- (1) În acest capitol sunt prevăzute criteriile de performanță seismică pentru clădiri.
- (2) Clădirile se proiectează la acțiuni seismice pentru îndeplinirea cerințelor fundamentale prevăzute în capitolul 2.

4.1.1 Componente ale clădirilor

- (1) Din punct de vedere al protecției seismice, criteriile de performanță seismică pentru o clădire sunt stabilite diferențiat pentru trei categorii de componente ale acesteia:
 - (a) componente structurale principale;
 - (b) componente structurale secundare;
 - (c) componente nestructurale.
- (2) În aplicarea acestei reglementări tehnice în construcții, o componentă a unei clădiri se încadrează într-o singură categorie.
- (3) Rigiditatea și rezistența componentelor structurale secundare și componentelor nestructurale care interacționează cu structura sunt neglijate la calculul structurii principale la acțiuni seismice dacă influența acestora asupra răspunsului structurii favorizează îndeplinirea cerințelor fundamentale ale proiectării seismice. În caz contrar, influența acestora este luată în considerare la calculul structurii principale.

4.1.2 Clase de ductilitate

- (1) Criteriile de performanță seismică pentru clădiri sunt stabilite diferențiat în funcție de clasa de ductilitate pentru care acestea sunt proiectate.
- (2) O clădire, în ansamblul său, se proiectează pentru una dintre următoarele clase de ductilitate:
 - (a) clasa de ductilitate mare (DCH);
 - (b) clasa de ductilitate moderată (DCM);
 - (c) clasa de ductilitate mică (DCL).
- (3) Clasa de ductilitate se asociază capacității structurii principale de a disipa energie prin deformații plastice, capacității de rezistență a structurii la acțiuni seismice orizontale, nivelului de degradare seismică acceptat și seismicității amplasamentului.
- (4) În cazul clasei de ductilitate mare, DCH, sau al clasei de ductilitate moderată, DCM, structura principală se realizează în acord cu principiile metodei ierarhizării capacităților de rezistență astfel încât răspunsul seismic favorabil să fie obținut prin formarea unui mecanism plastic optim, cu capacitate adecvată de disipare a energiei indusă de acțiunea seismică orizontală.

Notă: Structurile pentru clădiri pot fi proiectate pentru una dintre cele două clase de ductilitate, clasa ductilitate mare (DCH) sau clasa de ductilitate moderată (DCM), în funcție de capacitatea de disipare a energiei și de rezistență la forțe orizontale. Structurile proiectate pentru DCH au ductilitate de ansamblu și locală mai mare decât cele proiectate pentru DCM. Pentru a reduce cerințele de ductilitate, structurile din clasa de ductilitate moderată au o capacitate de rezistență superioară celor din DCH.

- (5) Mecanismul plastic optim al structurii se stabilește în acord cu capacitatea componentelor structurale principale de a disipa energia seismică prin deformații plastice, capacitatea de deformare plastică și supra-rezistența acestora, conform prevederilor din capitolele 5-9, specifice structurilor realizate din diferite materiale.
- (6) Componentele structurale care se deformează plastic ca urmare a acțiunii seismice suferă degradări care pot necesita lucrări de reparație post-cutremur.
- (7) La clădirile din clasa de ductilitate DCL proiectarea se realizează pentru obținerea și controlul unui răspuns structural cvasi-elastic la acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime.
- (8) Toate componentele structurale principale ale unei clădiri se proiectează pentru aceeași clasă de ductilitate.

4.2 Criterii privind alcătuirea structurilor

4.2.1 Configurația structurii

- (1) Structura clădirii se alcătuiește din subsisteme structurale complete de rezistență la forțe orizontale și verticale.
- (2) Structura se realizează astfel încât se asigură un traseu continuu de echilibrare a încărcărilor, de la punctul de aplicare către reazeme, cu rigiditate și rezistență adecvate.
- (3) Se recomandă ca structura principală să se organizeze minimal după două direcții principale orizontale ortogonale, formând planuri de contravântuire verticale după aceste direcții.
- (4) Se recomandă ca planșeele să fie realizate ca diafragme rigide.
- (5) Structura principală se realizează astfel încât să aibă o comportare predictibilă la acțiunea seismică cu respectarea cumulativă a prevederilor privind verificarea:
- (a) prin calcul a structurii;
 - (b) condițiilor de alcătuire.
- (6) Rigiditatea, rezistența și capacitatea de disipare a energiei ale structurii principale se reglează coroborat pentru a se asigura un răspuns adecvat la acțiunea seismică de proiectare, în limitele admise de deformații și forțe.
- (7) Structurile principale ale clădirilor se alcătuiesc în acord cu tipurile structurale și cu limitările privind utilizarea acestora definite în capitolele 5-9, specifice structurilor realizate din diferite materiale.
- (8) Clădirile situate în amplasamente cu seismicitate moderată sau mare se proiectează pentru un răspuns elasto-plastic la acțiunea seismică de proiectare, cu rigiditate, rezistență și ductilitate adecvate, pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM.
- (9) Clădirile la care structurile principale nu sunt alcătuite în acord cu tipurile structurale, materialele structurale și, după caz, tehnologiile de realizare definite în capitolele 5-9, specifice structurilor realizate din diferite materiale, se proiectează pentru clasa de ductilitate DCL.
- (10) Prin excepție de la (8), clădirile care din cauza alcătuirii arhitecturale nu pot îndeplini criteriile de proiectare specifice clasei de ductilitate DCH sau DCM se proiectează pentru clasa de ductilitate DCL astfel încât capacitatea lor de rezistență de ansamblu la acțiuni seismice orizontale, corespunzătoare răspunsului elastic, să fie mai

mare decât cerința seismică corespunzătoare spectrului de proiectare al accelerațiilor orizontale, indiferent de amplasament.

4.2.2 Regularitatea structurii

4.2.2.1 Regularitatea în plan orizontal

(1) Pentru asigurarea unui răspuns favorabil și pentru creșterea predictibilității comportării clădirii la acțiunea seismică se recomandă ca aceasta să fie regulată din punct de vedere al alcătuirii în plan orizontal printr-o proiectare arhitecturală care favorizează satisfacerea optimă a condițiilor date la (2), (a) și (b).

(2) O clădire poate fi considerată regulată din punct de vedere al alcătuirii în plan orizontal dacă, la fiecare nivel situat deasupra cotei convenționale de încastrare, sunt îndeplinite cumulativ următoarele condiții:

- (a) clădirea este aproximativ simetrică în plan orizontal, din punct de vedere al formei planșeelor și al distribuției maselor, în raport cu două direcții orizontale ortogonale;
- (b) aria cuprinsă între conturul fiecărui planșeu și înfășurătoarea sa poligonală convexă nu depășește 10% din aria totală a planșeului;
- (c) structura este aproximativ simetrică în plan orizontal, în raport cu două direcții orizontale ortogonale, din punct de vedere al distribuției rigidității și capacității de rezistență la acțiuni orizontale;
- (d) structura principală este organizată astfel încât echilibrarea acțiunii seismice orizontale să se realizeze prin minim două planuri verticale de contravântuire situate la stânga și la dreapta centrului de masă, aliniate cu două direcții orizontale ortogonale, cu proprietăți similare de rigiditate, rezistență și ductilitate;
- (e) componentele structurale principale au rezemare directă;
- (f) planșeele sunt alcătuite ca diafragme rigide, conform 4.2.6;
- (g) pe perimetrul clădirii de la oricare nivel, deplasarea orizontală maximă în gruparea seismică, în direcția forței, nu depășește cu mai mult de 30% media deplasărilor orizontale maxime și minime.

(3) Clădirile care nu îndeplinesc prevederea de la (2) sunt neregulate în plan orizontal.

(4) Clădirile neregulate în plan orizontal se proiectează pentru asigurarea unei capacități de rezistență mai mare. Se recomandă verificarea acestora prin calcul structural dinamic liniar sau neliniar.

4.2.2.2 Regularitatea în plan vertical

(1) Pentru asigurarea unui răspuns favorabil și pentru creșterea predictibilității comportării clădirii la acțiunea seismică se recomandă ca aceasta să fie regulată din punct de vedere al alcătuirii în plan vertical printr-o proiectare arhitecturală care favorizează satisfacerea optimă a condițiilor date la (2), (a) și (b).

(2) O clădire etajată poate fi considerată regulată din punct de vedere al alcătuirii în plan vertical dacă la fiecare nivel sunt îndeplinite cumulativ următoarele condiții:

- (a) aria de nivel a clădirii nu variază cu mai mult de 20% față de aria clădirii de la nivelul învecinat, superior sau inferior;

- (b) masa de nivel a clădirii nu variază cu mai mult de 20% față de masa nivelului adiacent superior sau inferior;
- (c) rigiditatea de nivel la acțiuni orizontale a clădirii nu variază cu mai mult de 20% față de rigiditatea clădirii de la nivelul adiacent superior sau inferior;
- (d) capacitatea de rezistență a clădirii la acțiuni orizontale nu variază cu mai mult de 20% față de capacitatea de rezistență de la nivelul adiacent superior sau inferior, cu excepția situațiilor prevăzute explicit în această reglementare tehnică;

și

- (e) componentele structurale principale verticale sunt continue de la fundații până la partea de sus a clădirii;

(3) La stabilirea regularității în plan vertical a clădirilor multietajate, pentru verificarea condițiilor (a), (b), (c) și (d) de la (2) se consideră numai partea de structură situată deasupra secțiunii de încastrare convențională, definită conform 4.2.7.

(4) În aplicarea prevederii de la 4.2.2.2, (2), (c), rigiditatea de nivel se determină ca raportul dintre forța tăietoare de nivel și deplasarea relativă a nivelului determinate prin calculul structurii încărcate cu forțe orizontale egale cu unitatea, dispuse în centrul de masă al planșeelor de la fiecare nivel, pe direcția de calcul.

(5) În aplicarea prevederii de la 4.2.2.2, (2), (c), poate fi neglijată scăderea rigidității de nivel de la nivelul situat imediat deasupra secțiunii de încastrare convențională la cel deasupra sa, dacă această variație este determinată de natura legăturilor pe care componentele structurale le au în dreptul secțiunii de încastrare convențională.

(6) La stabilirea regularității în plan vertical a clădirilor multietajate se poate neglija alcătuirea nivelului cel mai de sus, dacă acesta adăpostește exclusiv spații tehnice și aria sa este mai mică decât 30% din aria clădirii de la nivelul imediat inferior.

(7) La stabilirea regularității în plan vertical a clădirilor cu regim de înălțime parter se poate neglija planșeul intermediar parțial dacă aria acestuia este mai mică sau egală cu 10% din aria construită a clădirii și structura sa este realizată cu grinzi rezemate articulat pe stâlpii care constituie componente structurale principale.

(8) La stabilirea regularității în plan vertical a clădirilor se poate neglija alcătuirea nivelurilor situate sub secțiunea de încastrare convențională dacă prin modul de alcătuire a acestora, la fiecare dintre acestea, se asigură o rigiditate și o rezistență de nivel la acțiuni orizontale mai mari decât a nivelurilor situate deasupra secțiunii de încastrare convențională.

(9) Construcțiile care nu îndeplinesc condiția de la (2) sunt neregulate în plan vertical.

(10) Clădirile neregulate în plan vertical se proiectează pentru asigurarea unei capacități de rezistență mai mare. Se recomandă verificarea acestora prin calcul structural dinamic liniar sau neliniar.

(11) În completarea prevederii de la (9) sunt considerate neregulate în plan vertical următoarele tipuri de clădiri:

- (a) clădirile cu structura în cadre care au pereți de compartimentare și închidere din zidărie de orice tip sau din beton, dacă la parterul acestora sunt organizate spații comerciale deschise sau parcări;

(b) clădirile cu structura cu pereți, dacă există pereți întrerupți și rezemați indirect, deasupra secțiunii de încastrare convențională .

(12) Clădirile amplasate în zone cu seismicitate mare sau moderată la care rigiditatea de nivel la acțiuni orizontale crește cu mai mult de 20% de la un nivel la cel adiacent superior nu sunt permise.

4.2.3 Rigiditatea la torsiune de ansamblu

(1) Pentru asigurarea unui răspuns favorabil și pentru creșterea predictibilității comportării la acțiunea seismică se recomandă ca clădirea să nu aibă flexibilitate mare la torsiune de ansamblu.

(2) O structură are flexibilitate mare la torsiune de ansamblu dacă este îndeplinită oricare dintre următoarele două condiții:

(a) pentru fiecare direcție principală orizontală, cea mai mare masă modală nu aparține primului sau celui de-al doilea mod propriu de vibrație;

(b) perioada primului mod propriu de vibrație de torsiune este mai mare decât perioadele modurilor proprii de vibrație de translație în cele două direcții principale orizontale.

(3) În verificarea condițiilor de (2) nu se consideră modurile de vibrație locale sau ale echipamentelor.

(4) Prin excepție de la (2), se pot considera ca neavând flexibilitate mare la torsiune de ansamblu structurile care îndeplinesc cumulativ următoarele condiții:

(a) respectă prevederile date la 4.2.2.1, (2), (f) și (g);

(b) au în componență, pe fiecare direcție principală, cel puțin două subsisteme structurale de contravântuire verticale situate la stânga și la dreapta centrului de masă, cu distanța minimă dintre ele mai mare sau egală cu 0,50 din dimensiunea maximă a clădirii măsurată perpendicular pe direcția considerată;

(c) subsistemele structurale de contravântuire verticale situate la stânga și la dreapta centrului de masă, considerate în verificarea îndeplinirii prevederii de la (b), asigură cel puțin 30% din rigiditatea structurii la forțe orizontale pe direcția considerată.

Notă: Subsistemele structurale de contravântuire verticale sunt subsisteme structurale plane sau spațiale cu rigiditate și rezistență mare la acțiuni orizontale cum sunt: cadre cu noduri rigide, cadre contravântuite sau pereți structurali.

(5) Clădirile cu flexibilitate mare la torsiune de ansamblu se proiectează pentru asigurarea unei capacități de rezistență la acțiuni seismice orizontale mai mare și se verifică prin calcul dinamic.

4.2.4 Redundanța structurală

(1) Prin proiectarea seismică se recomandă realizarea de structuri cu redundanță mare.

(2) Structurile cu grad de nedeterminare statică mai mare au redundanță mai mare. La stabilirea gradului de nedeterminare statică, în sensul acestui aliniat, se consideră numai componentele structurale principale.

(3) În cazul unei clădiri proiectate seismic pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM, mecanismul plastic se realizează cu suficiente zone plastice cu ductilitate

adecvată care permit exploatarea rezervelor de rezistență ale structurii și disiparea avantajoasă a energiei seismice.

(4) În cazul clădirilor etajate se recomandă ca echilibrarea acțiunii seismice orizontale să se realizeze prin minim două subsisteme structurale de contravântuire verticale situate la stânga și la dreapta centrului de masă, în raport cu fiecare direcție de acțiune seismică, cu proprietăți similare de rigiditate, rezistență și ductilitate.

4.2.5 Distanțe între clădiri

(1) Clădirile și/sau tronsoanele de clădire se amplasează distanțat pentru a permite oscilația orizontală independentă sau pentru a limita efectele eventualelor ciocniri cauzate de acțiunea seismică.

(2) Amplasamentul clădirilor se stabilește astfel încât distanța minimă dintre clădiri sau tronsoane de clădire adiacente care sunt parte a aceluiași imobil să fie mai mare decât valoarea maximă a radicalului din suma pătratelor deplasărilor orizontale maxime ale acestora sub acțiunea seismică de proiectare corespunzătoare stării limită ultime, la fiecare nivel.

$$d_{min} \geq \sqrt{d_{Ed,1}^{SLU^2} + d_{Ed,2}^{SLU^2}} \quad (4.1)$$

d_{min} distanța minimă dintre două clădiri sau tronsoane de clădire adiacente care sunt parte a aceluiași imobil;

$d_{Ed,1}^{SLU}$, $d_{Ed,2}^{SLU}$ valorile de proiectare ale deplasării orizontale maxime, cauzată de acțiunea seismică de proiectare corespunzătoare stării limită de ultime, pentru fiecare tronson sau clădire, stabilite conform [4.3.1.2.2](#), (6).

(3) Amplasamentul se stabilește astfel încât proiecția în plan orizontal a clădirii la nivelul terenului, în situația oscilației orizontale maxime cauzată de acțiunea seismică de proiectare corespunzătoare stării limită ultime, pe orice direcție, se situează în interiorul limitei de proprietate a imobilului.

(4) În cazul clădirilor sau tronsoanelor de clădire etajate învecinate, care au același regim de înălțime, planșee situate la aceleași cote pe verticală și caracteristici dinamice similare, valoarea minimă a distanței dintre clădiri stabilită conform (2) se poate reduce cu 30%. Pentru aprecierea similarității caracteristicilor dinamice se ține seama minimal de perioadele de vibrație și formele proprii de vibrație în modurile cu contribuție semnificativă la răspunsul seismic total al structurii stabilite conform [4.5.1.4](#), (3).

(5) Piese de rost și dispozitive de mascare a rostului dintre două clădiri adiacente și/sau prinderile lor se realizează astfel să nu influențeze oscilațiile clădirilor cauzate de acțiunea seismică.

4.2.6 Diafragme orizontale

(1) Diafragmele orizontale ale unei clădiri se încadrează într-una din următoarele categorii:

- (a) diafragme rigide;
- (b) diafragme semi-rigide;
- (c) diafragme flexibile.

- (2) La realizarea calculului structurii se consideră influența rigidității diafragmelor asupra răspunsului structural de ansamblu la acțiuni seismice.
- (3) Prin excepție de la (2), influența diafragmelor flexibile asupra răspunsului de ansamblu al structurii la acțiuni seismice orizontale poate fi neglijată în calcul.
- (4) Prin excepție de la (2), diafragmele rigide pot fi modelate în calcul pentru determinarea răspunsului de ansamblu al structurii la acțiuni seismice orizontale ca diafragme infinit rigide și rezistente la acțiuni în planul lor. În această situație, masele clădirii care generează forțele de inerție în direcție orizontală pot fi considerate simplificat ca fiind concentrate în centrele de masă ale diafragmelor.
- (5) Diafragmele la care deformația proprie maximă în direcție orizontală sub acțiunea seismică aplicată pe aceeași direcție este mai mare decât dublul deplasării relative medii a componentelor structurale principale verticale la nivelul imediat inferior se încadrează în categoria diagramelor flexibile.
- (6) Diafragmele la care deformația proprie maximă în direcție orizontală sub acțiunea seismică aplicată pe aceeași direcție este mai mică decât jumătate din deplasarea relativă medie a componentelor structurale principale verticale de la nivelul delimitat superior de diafragmă se încadrează în categoria diafragmelor rigide.
- (7) Diafragmele care nu îndeplinesc condițiile (5) și (6) se încadrează în categoria diafragmelor semi-rigide.
- (8) Diafragmele realizate din platelaj metalic fără suprabetonare, la structuri din oțel sau compozite contravântuite în plan vertical, la structuri cu pereți de beton armat sau compoziți oțel -beton pot fi considerate flexibile în calcul, fără evaluarea prevăzută la (5).
- (9) Diafragmele realizate din plăci de beton armat executate monolit, cu grosimea mai mare de 100 mm, sau prefabricat cu monolitizare cu grosimea mai mare de 60 mm, care nu sunt slăbite prin goluri mari, pot fi considerate rigide în calcul. Fac excepție diafragmele situate imediat sub secțiunea convențională de încastrare la structuri cu pereți de beton armat, la structuri cu pereți compoziți și la structuri metalice contravântuite care se modelează pentru calcul cu rigiditatea lor efectivă.
- (10) În cazul structurilor cu stâlpi în consolă realizați din beton, oțel și/sau compoziți, diafragmele orizontale care sunt realizate din grinzi dispuse pe una sau două direcții ortogonale și platelaj metalic, fără contravântuiri dispuse în plan orizontal, nu pot fi încadrate în categoria diafragmelor rigide indiferent de rezultatele evaluării prin calcul conform (6).

4.2.7 Secțiunea de încastrare convențională

- (1) Secțiunea de încastrare convențională a clădirii este secțiunea de la care se consideră că acțiunea seismică orizontală este transmisă structurii.
- (2) Secțiunea de încastrare convențională se stabilește prin raționament ingineresc în funcție de:
- tipul fundațiilor;
 - existența nivelurilor subterane cu structura semnificativ mai rigidă și rezistentă în raport cu cea a nivelurilor supraterane;
 - înălțimea totală a nivelurilor subterane;

- distanța dintre nivelul terenului și nivelul diafragmelor orizontale din clădire aflate în proximitatea terenului;
- caracteristicile terenului din vecinătatea clădirii;
- localizarea și tipul rosturilor seismice;
- distanța față de clădirile învecinate și natura infrastructurii acestora;
- panta terenului în amplasament.

(3) Nivelurile situate integral deasupra terenului se situează deasupra secțiunii convenționale de încastrare.

(4) În cazul în care rigiditatea și rezistența structurii situată sub nivelul terenului nu sunt semnificativ mai mari decât cele ale structurii situată deasupra, secțiunea de încastrare convențională a clădirii se consideră la nivelul fundațiilor.

(5) În cazul clădirilor proiectate pentru clasa DCH sau DCM, prin mecanismul plastic proiectat se antrenează întreaga parte de structură situată deasupra secțiunii de încastrare convențională.

(6) Partea de structură situată sub secțiunea de încastrare convențională se proiectează pentru răspuns exclusiv cvasi-elastic la acțiunea seismică de proiectare.

(7) Precizări suplimentare privind modul de stabilire a secțiunii de încastrare convențională sunt date în capitolele [5-9](#), specifice structurilor realizate din diferite materiale, sau în secțiunea de comentarii.

4.2.8 Mecanismul plastic optim

(1) În cazul clădirilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM structurile se proiectează astfel încât să poată dezvolta un mecanism de plastificare optim sub acțiunea seismică orizontală.

(2) Mecanismul plastic optim se dezvoltă prin apariția de deformații plastice în componentele structurale principale sau în legăturile dintre acestea.

(3) Mecanismul plastic optim se dezvoltă exclusiv în partea de structură situată deasupra secțiunii de încastrare convențională. Partea structurii situată sub secțiunea de încastrare convențională răspunde elastic la acțiunea seismică de proiectare.

(4) Mecanismul plastic optim, având capacitate optimă de disipare a energiei indusă de acțiunea seismică orizontală, are următoarele caracteristici:

- (a) antrenează structura, în ansamblul ei, deasupra secțiunii de încastrare convențională;
- (b) deformațiile plastice sunt moderate și distribuite uniform în ansamblul structurii principale;
- (c) deformațiile plastice se produc în componentele structurale principale sau în legăturile dintre acestea care au capacitate de deformare plastică suficientă, în raport cu deformațiile plastice cauzate de acțiunea seismică de proiectare, în condițiile unei comportări histeretice stabile;
- (d) deformațiile plastice sunt reversibile;
- (e) componentele structurale principale și legăturile dintre acestea sunt alcătuite astfel încât se evită orice tip de rupere fragilă.

(5) Componentele structurale principale care răspund elasto-plastic la acțiunea seismică de proiectare corespunzătoare stării limită ultime se selectează astfel încât să poată fi inspectate după cutremur pentru stabilirea stării de degradare și efectuarea reparațiilor necesare.

(6) Componentele structurale principale care nu pot fi inspectate sau reparate după cutremur se proiectează pentru răspuns elastic la acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime.

(7) Structurile clădirilor etajate se proiectează astfel încât să nu formeze mecanisme de nivel.

(8) Prevederi specifice privind configurația mecanismului plastic optim pentru diferite tipuri de structuri sunt date în capitolele [5-9](#), specifice structurilor realizate din diferite materiale.

4.3 Criterii de performanță seismică pentru structura principală

(1) Acest paragraf conține prevederi privind criteriile de performanță seismică pentru structura principală, pentru componentele structurale principale și pentru legăturile dintre acestea.

(2) Structura principală se realizează astfel încât să îndeplinească criteriile de performanță seismică date în acest paragraf pentru oricare direcție orizontală de acțiune seismică.

(3) Valoarea de proiectare a unui efect al acțiunii seismice reprezintă valoarea maximă a acelui efect cauzată de acțiunea seismică de proiectare, incluzând și efectele celorlalte acțiuni concomitente cu aceasta, conform prevederilor reglementării tehnice CR 0.

(4) În cazul structurilor cu răspuns elasto-plastic sub acțiunea seismică de proiectare, valorile de proiectare ale efectelor acțiunii seismice se stabilesc prin:

(a) transformarea valorilor rezultate din calculul structurii printr-o metodă de calcul liniar pentru a cuantifica neliniaritatea răspunsului structural cauzat de acțiunea seismică de proiectare, în acord cu principiile metodei ierarhizării capacităților de rezistență, conform prevederilor specifice fiecărei clase de ductilitate,

sau,

(b) prin calcul structurii printr-o metodă de calcul neliniar.

(5) În cazul structurilor cu răspuns exclusiv elastic sub acțiunea seismică de proiectare, valorile de proiectare ale efectelor acțiunii seismice se stabilesc prin calculul structurii printr-o metodă de calcul liniar.

(6) Valoarea de proiectare a efectului acțiunii seismice, E_d , se limitează la valoarea de proiectare admisă a efectului acțiunii, R_d , conform relației:

$$E_d \leq R_d \quad (4.2)$$

(7) Pentru determinarea valorilor de proiectare ale efectelor acțiunii seismice, calculul structurii se realizează conform prevederilor de la [4.5](#).

4.3.1 Starea limită ultimă

- (1) Structurile clădirilor solicitate la acțiuni seismice și rezemarea lor pe teren se verifică la starea limită ultimă în acord cu prevederile [2.3.1](#).
- (2) La proiectarea seismică a structurilor pentru clădiri la starea limită ultimă se verifică următoarele caracteristici ale acestora:
 - (a) rezistență;
 - (b) ductilitate;
 - (c) stabilitate.
- (3) Prin excepție de la [\(2\)](#), la proiectarea seismică a structurilor pentru clădiri din clasa de ductilitate DCL la starea limită ultimă se verifică rezistența și stabilitatea acestora.
- (4) Verificarea caracteristicilor structurii conform [\(2\)](#) și [\(3\)](#) se realizează considerând acțiunea seismică de proiectare pentru starea limită ultimă, stabilită conform prevederilor capitolului [3](#).
- (5) Structura principală se proiectează la starea limită ultimă conform prevederilor specifice date în capitolele [5-9](#), pentru structurile realizate din diferite materiale.
- (6) La proiectarea seismică a clădirilor la starea limită ultimă, rezistența, rigiditatea și ductilitatea acestora se reglează coroborat, ținând seama de influența cumulată a acestor proprietăți asupra răspunsului structural de ansamblu, în acord cu clasa de ductilitate în care este încadrată clădirea.
- (7) Verificarea rezemării pe teren la starea limită ultimă se face conform reglementărilor tehnice specifice și a principiilor și prevederilor suplimentare date în această reglementare tehnică.

4.3.1.1 Rezistență

- (1) Structura se realizează astfel încât valoarea de proiectare a capacității de rezistență a structurii principale la acțiuni orizontale să fie mai mare sau egală cu forța tăietoare de bază corespunzătoare acțiunii seismice de proiectare stabilită conform prevederilor [4.5.1.3](#), [\(3\)](#).

Pentru această verificare, valoarea de proiectare a capacității de rezistență a structurii în ansamblu la acțiuni orizontale corespunde valorilor de proiectare ale rezistențelor materialelor și acțiunii unor forțe orizontale aplicate static, distribuite conform rezultatelor analizei modale pentru modul fundamental de vibrație, pe fiecare direcție considerată, și este conformă cu situația de acțiuni din gruparea seismică.

Notă: Această condiție se poate considera îndeplinită dacă pentru toate componentele structurale principale și pentru legăturile dintre acestea este îndeplinită condiția [\(4.2\)](#), exprimată în termeni de rezistență, unde valoarea E_d este rezultată din calculul structurii prin metoda forțelor laterale statice echivalente conform [4.5.1.3](#).

- (2) Prevederea de la [\(1\)](#) nu se aplică structurilor izolate seismic.
- (3) Structura se realizează astfel încât pentru fiecare componentă structurală principală este îndeplinită condiția [\(4.2\)](#) exprimată în termeni de rezistență, unde E_d este valoarea de proiectare a efortului în gruparea seismică, ținând seama și de efectele de ordinul 2, atunci când acestea sunt semnificative, și R_d este valoarea de proiectare a

capacității de rezistență, calculată cu valorile de proiectare ale rezistențelor materialelor, pe baza modelelor mecanice specifice.

(4) Condiția de la (3) se îndeplinește pentru toate componentele structurale principale, pe toată lungimea acestora, și pentru toate legăturile acestora.

(5) Valorile de proiectare ale eforturilor se stabilesc din condiții de echilibru considerând formarea zonelor plastice conform configurației mecanismului plastic optim și mobilizarea supra-rezistențelor în zonele plastice.

(6) Valorile de proiectare ale eforturilor se stabilesc ținând seama de incertitudinea evaluării, prin multiplicare cu coeficienți parțiali de siguranță supraunitari. Fac excepție eforturile care produc deformațiile plastice în zonele plastice poziționate conform configurației mecanismului plastic optim, pentru clădirile proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM.

(7) Prevederi suplimentare privind modul de determinare a valorilor de proiectare ale eforturilor pentru verificări la starea limită ultimă sunt date în capitolele 5-9, specifice structurilor realizate din diferite materiale, pentru diferite tipuri de structuri și metode de calcul structural.

(8) Prevederi privind modul de determinare a valorilor de proiectare ale capacităților de rezistență sunt date în capitolele 5-9, pentru diferite materiale structurale și tipuri de structuri.

(9) Componentele structurale principale se proiectează cu capacitate suficientă de rezistență astfel încât să fie posibil un traseu complet, fără întreruperi și cât mai scurt, al încărcărilor de la locul unde sunt aplicate până la terenul de fundare.

4.3.1.2 Ductilitate

(1) Ductilitatea structurii principale la acțiuni seismice orizontale se asigură prin:

- (a) ierarhizarea capacităților de rezistență ale componentelor structurale;
- (b) limitarea deformațiilor plastice ale structurii principale cauzate de acțiunea seismică de proiectare;
- (c) asigurarea ductilității locale a componentelor structurale principale care se deformează în domeniul plastic.

4.3.1.2.1 Ierarhizarea capacităților de rezistență

(1) Prin ierarhizarea capacităților de rezistență se limitează eforturile care pot produce ruperi de tip fragil și se dirijează în mod convenabil poziția zonelor de deformare plastică, în acord cu configurația mecanismului plastic optim.

(2) Pentru oricare tip de rupere fragilă se asigură capacități de rezistență ale componentelor structurale principale sau ale legăturilor acestora mai mari decât eforturile corespunzătoare fiecărui tip de rupere, care se pot dezvolta la incidența acțiunii seismice de proiectare.

4.3.1.2.2 Limitarea deplasărilor relative de nivel

(1) Pentru structura seismică principală, se îndeplinește condiția (4.2) exprimată în termeni de deplasări relative de nivel, astfel:

$$d_{Ed,r}^{SLU} \leq d_{Rd,r}^{SLU} \quad (4.3)$$

unde:

$d_{Ed,r}^{SLU}$ valoarea de proiectare a deplasării relative de nivel în direcție orizontală, în gruparea seismică de acțiuni la starea limită ultimă, ținând seama și de efectele de ordinul doi, atunci când acestea sunt semnificative;

$d_{Rd,r}^{SLU}$ valoarea de proiectare a deplasării relative de nivel admisă pentru verificări la starea limită de ultimă.

(2) Valoarea de proiectare a deplasării relative de nivel admisă pentru verificări la starea limită de ultimă, $d_{Rd,r}^{SLU}$, este egală cu $0,025h_s$, unde h_s este înălțimea totală de nivel.

(3) Prin excepție de la (2), valori de proiectare particulare ale deplasării relative de nivel admise pentru verificări la starea limită ultimă pot fi prevăzute în capitolele 5-9, specifice structurilor realizate din diferite materiale.

(4) Deplasarea relativă de nivel este egală cu valoarea absolută a diferenței dintre deplasările orizontale ale punctelor de intersecție ale unei drepte verticale cu cele două diafragme orizontale consecutive care mărginesc superior și inferior nivelul.

În cazul nivelului situat imediat deasupra secțiunii de încastrare convențională, la clădiri la care deformațiile infrastructurii și fundațiilor în direcție orizontală pot fi neglijate, deplasarea relativă de nivel este egală cu deplasarea în direcție orizontală a unui punct situat la intersecția unei drepte verticale cu diafragma orizontală care mărginește superior nivelul.

(5) Îndeplinirea condiției (4.3) se verifică la toate nivelurile și în orice punct al diafragmelor, indiferent de tipul acestora.

(6) În cazul în care calculul structurii este realizat printr-o metodă de calcul static liniar, valoarea de proiectare a deplasării orizontale, d_{Ed}^{SLU} , a unui punct din structură se determină cu relația:

$$d_{Ed}^{SLU} = cq d_{Ed}'^{SLU} \quad (4.4)$$

unde:

d_{Ed}^{SLU} valoarea de proiectare a deplasării orizontale a punctului cauzată de acțiunea seismică de proiectare corespunzătoare stării limită de ultime;

$d_{Ed}'^{SLU}$ valoarea deplasării punctului determinată prin calculul structurii printr-o metodă de calcul static liniar la starea limită ultimă;

q factorul de comportare utilizat la calculul valorii de proiectare a forței seismice, stabilit conform 4.5.1.1, pentru starea limită ultimă;

c factor de amplificare al deplasărilor pentru starea limită de ultimă, prevăzut în capitolele 5-9, specifice structurilor realizate din diferite materiale.

(7) În cazul în care calculul structurii este realizat prin metoda de calcul dinamic liniar, valoarea de proiectare a deplasării orizontale a unui punct din structură, d_{Ed}^{SLU} , este valoarea absolută maximă a deplasării orizontale a acelui punct determinată prin calcul sub acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime, multiplicată cu factorul c stabilit conform (10).

(8) În cazul în care calculul structurii este realizat prin metoda de calcul dinamic neliniar, valoarea de proiectare a deplasării orizontale a unui punct din structură, d_{Ed}^{SLU} ,

este valoarea absolută maximă a deplasării orizontale a acelui punct determinată prin calcul sub acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime.

(9) În cazul aplicării metodei de calcul static neliniar, valoarea de proiectare a deplasării orizontale a unui punct din structură, d_{Ed}^{SLU} , este valoarea deplasării acelui punct asociată deformării clădirii cauzată de acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită de ultime.

(10) Prevederi privind modul de determinare a factorului de amplificare a deplasărilor, c , pentru verificări la starea limită de ultimă sunt date în capitolele 5-9, pentru diferite materiale structurale și tipuri de structuri.

(11) La verificarea fațadelor cortină vitrate sau a altor fațade agățate de structură, valoarea de proiectare a deplasărilor orizontale se consideră cu 30% mai mare decât cea determinată conform prevederilor de la (6), (7), (8) sau (9). Valorile de proiectare ale deplasărilor orizontale astfel stabilite constituie date de temă pentru proiectantul sistemului de fațadă.

(12) În cazul în care calculul structurii se face considerând interacțiunea teren-structură, valorile de proiectare ale deplasărilor orizontale includ și componenta cauzată de rotirea pe teren a clădirii.

4.3.1.2.3 Limitarea deformațiilor componentelor structurale principale

(1) Pentru componentele structurale seismice principale sau, după caz, pentru legăturile acestora, se îndeplinește condiția (4.2) exprimată în termeni de deformații, unde E_d reprezintă valoarea de proiectare a deformației în gruparea seismică, ținând seama și de efectele de ordinul doi, atunci când acestea sunt semnificative, și R_d reprezintă valoarea de proiectare a deformației admise la starea limită considerată.

(2) Prevederea de la (1) se aplică diferențiat în funcție metoda de calcul structural, de materialul din care este realizată structura și tipul structurii, conform prevederilor din capitolele 5-9.

(3) Verificarea prevăzută la (1) se aplică pentru:

- (a) structuri de beton armat, indiferent de metoda de calcul structural utilizată în proiectare;
- (b) structuri compozite, de oțel, de zidărie sau de lemn, dacă la proiectare s-a utilizat o metodă de calcul neliniar.

(4) În cazul în care, pentru o structură de beton armat, calculul structurii este realizat printr-o metodă de calcul static liniar, valoarea de proiectare a rotirii componentelor structurale principale care se deformează plastic din încovoiere se poate determina simplificat cu relația:

$$\theta_{Ed}^{SLU} = c q \theta'_{Ed}^{SLU} \quad (4.5)$$

unde:

c factorul de amplificare al deplasărilor stabilit conform 4.3.1.2.2, (10).

θ_{Ed}^{SLU} rotirea de bară reprezentată de unghiul între secantă și axul barei la extremitatea unde intervine curgerea produsă de acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime;

θ'_{Ed}^{SLU} rotirea de bară reprezentată de unghiul între secantă și axul barei la extremitatea unde intervine curgerea determinată prin calcul static liniar în gruparea seismică:

$$\theta'_{Ed}^{SLU} = \frac{d_V}{L_V} \quad (4.6)$$

L_V distanța de la capătul considerat al elementului la punctul de inflexiune al deformatelor acestuia;

d_V deplasarea în dreptul punctului de inflexiune măsurată perpendicular pe axul elementului nedeformat, față de capătul considerat al acestuia.

În cazul grinzilor structurilor tip cadru, mărimile θ'_{Ed}^{SLU} se pot aproxima prin raportul între deplasarea relativă de nivel $d_{Ed,r}^{SLU}$ și înălțimea nivelului h_s :

$$\theta'_{Ed}^{SLU} = \frac{d_{Ed,r}^{SLU}}{h_s} \quad (4.7)$$

(5) Valorile de proiectare ale deformațiilor admise ale componentelor structurale sau, după caz, a legăturilor acestora, pentru verificări la starea limită ultimă, se stabilesc conform prevederilor capitolele [5-9](#).

(6) Asigurarea ductilității locale a elementelor structurale care se deformează în domeniul plastic se realizează prin măsuri constructive de alcătuire și prin limitarea eforturilor care reduc capacitatea de deformare plastică.

4.3.1.3 Stabilitate

(1) Structura în ansamblu, diferitele subansamble și componente structurale se realizează astfel încât să fie stabile geometric. În acest scop componentele structurale și structurile se realizează cu forme și dimensiuni potrivite, în acord cu valorile de proiectare ale acțiunilor.

(2) Structura se realizează astfel încât fie stabilă la răsturnare și la lunecare, prin utilizarea unui sistem de fundare adecvat caracteristicilor fizico-mecanice ale terenului de fundare.

4.3.2 Starea limită de serviciu

(1) Structurile clădirilor solicitate la acțiuni seismice și rezemarea lor pe teren se verifică la starea limită de serviciu în condițiile menționate la [2.3.2](#).

(2) La proiectarea structurilor pentru clădiri pentru starea limită de serviciu se verifică rigiditatea structurii.

(3) Verificarea rigidității structurii conform [\(2\)](#) se realizează considerând acțiunea seismică de proiectare corespunzătoare stării limită serviciu, stabilită conform prevederilor capitolului [3](#).

(4) Condițiile de verificare privind rezistența și stabilitatea la starea limită de serviciu se consideră îndeplinite dacă acestea sunt îndeplinite la starea limită ultimă, conform prevederilor de la [4.3.1.1](#) și [4.3.1.3](#).

(5) Verificarea rezemării pe teren la starea limită de serviciu se face conform reglementărilor tehnice specifice și a principiilor și prevederilor suplimentare date în această reglementare tehnică.

(6) Structura principală se proiectează la starea limită de serviciu conform prevederilor din capitolele 5-9, specifice structurilor realizate din diferite materiale.

4.3.2.1 Limitarea deplasărilor relative de nivel

(1) Structura principală se realizează cu o rigiditate la acțiuni orizontale suficient de mare pentru limitarea deplasărilor orizontale ale acesteia corespunzătoare răspunsului elastic sau cvasi-elastic, prin îndeplinirea condiției (4.2) exprimată în termeni de deplasări relative de nivel:

$$d_{Ed,r}^{SLS} \leq d_{Rd,r}^{SLS} \quad (4.8)$$

unde:

$d_{Ed,r}^{SLS}$ valoarea de proiectare a deplasării relative de nivel în direcție orizontală în gruparea seismică, la starea limită de serviciu, ținând seama și de efectele de ordinul 2, atunci când acestea sunt semnificative;

$d_{Rd,r}^{SLS}$ valoarea de proiectare a deplasării relative de nivel admisă pentru verificări la starea limită de serviciu.

Notă: Această condiție asigură că la nivelul clădirii, în ansamblu, degradările componentelor nestructurale sunt limitate. Totuși, pot apărea local degradări mai mari ale componentelor nestructurale din cauza distribuției neuniforme a deformațiilor la fiecare nivel.

(2) Valoarea de proiectare a deplasării relative de nivel admisă pentru verificări la starea limită de serviciu este:

(a) $0,005h_s$ pentru clădiri care conțin componente nestructurale care pot avea degradări semnificative ca urmare a deformațiilor orizontale ale structurii;

(b) $0,0075h_s$ pentru clădiri care nu sunt de tipul (a).

unde

h_s înălțimea totală de nivel.

(3) Clădirile cu pereți nestructurali de zidărie se încadrează în categoria menționată la (2), (a), cu excepția celor la care pereții nestructurali de zidărie sunt utilizați numai local pentru delimitarea nișelor de ventilație sau a celor pentru instalații.

(4) Clădirile cu fațade cortină, agățate de structură, și/sau alte componente nestructurale care, prin natura sistemului constructiv propriu, inclusiv a prinderilor de structură, pot urmări deformațiile orizontale ale structurii în condiții de degradare limitată se încadrează în categoria prevăzută la (2), (b).

(5) În interpretarea prevederilor de la (2), prinderile sunt parte a componentelor nestructurale.

(6) Valoarea de proiectare a deplasării relative de nivel în direcție orizontală se determină conform prevederii de la 4.3.1.2.2, (4).

(7) Îndeplinirea condiției (4.8) se verifică la toate nivelurile și în orice punct al diaframelor, indiferent de tipul acestora.

(8) Prin excepție de la (2), valori de proiectare specifice ale deplasării relative de nivel admisă pentru verificări la starea limită de serviciu pot fi prevăzute în capitolele 5-9, specifice structurilor realizate din diferite materiale.

(9) În cazul în care calculul structurii se face printr-o metodă de calcul static liniar, valoarea de proiectare a deplasării orizontale a unui punct din structură se determină cu ecuația:

$$d_{Ed}^{SLS} = q d'_{Ed}^{SLS} \quad (4.9)$$

unde:

d_{Ed}^{SLS} valoarea de proiectare a deplasării orizontale a punctului cauzată de acțiunea seismică de proiectare corespunzătoare stării limită de serviciu;

d'_{Ed}^{SLS} valoarea deplasării punctului determinată prin calcul structural static liniar în gruparea seismică, la starea limită de serviciu;

q factorul de comportare utilizat la calculul valorii de proiectare a forței seismice, corespunzător stării limită de serviciu.

(10) În cazul în care calculul structurii se face prin metoda de calcul dinamic liniar sau neliniar, valoarea de proiectare a deplasării orizontale a unui punct din structură este valoarea absolută maximă a deplasării orizontale a acelui punct cauzată de acțiunea seismică de proiectare corespunzătoare stării limită de serviciu.

(11) În cazul în care calculul structurii se face prin metoda de calcul static neliniar, valoarea de proiectare a deplasării orizontale a unui punct din structură este valoarea deplasării acelui punct asociată deformării clădirii cauzată de acțiunea seismică de proiectare corespunzătoare stării limită de serviciu.

(12) La verificarea fațadelor cortină vitrate sau a altor fațade agățate de structură, valoarea de proiectare a deplasărilor orizontale se consideră cu 30% mai mare decât cea determinată conform prevederilor de la (9), (10) sau (11). Valorile de proiectare ale deplasărilor orizontale astfel stabilite constituie date de temă pentru proiectantul sistemului de fațadă.

(13) În cazul în care calculul structurii se face considerând interacțiunea teren-structură, valorile de proiectare ale deplasărilor orizontale includ și componenta cauzată de rotirea pe teren a clădirii.

4.4 Criterii de performanță seismică pentru alte componente

4.4.1 Componente structurale secundare

(1) Acest paragraf conține prevederi privind criteriile de performanță seismică pentru componentele structurale secundare.

(2) Structura se realizează astfel încât rigiditatea și rezistența ei la acțiuni orizontale, determinate considerând și aportul componentelor structurale secundare, sunt mai mari cu cel mult 15% decât rigiditatea și, respectiv, rezistența la acțiuni orizontale a structurii principale, determinată fără considerarea aportului componentelor structurale secundare.

(3) Componentele structurale secundare și legăturile lor se realizează astfel încât:

(a) nu modifică, prin rigiditatea și rezistența lor, caracterul regulat al structurii și nu sporesc neregularitatea acesteia în plan sau în elevație;

(b) nu influențează mecanismul plastic al structurii principale;

- (c) nu favorizează dezvoltarea ruperilor de tip fragil a componentelor structurale principale.
- (4) Componentele structurale secundare și legăturile lor cu componentele structurale principale se alcătuiesc astfel încât să se poată îndeplini condițiile privind limitarea efectelor acțiunilor, $R_d > E_d$, în situația deformării structurii cauzată de acțiunea seismică de proiectare, cu considerarea efectelor de ordinul doi.
- (5) Componentele structurale secundare și legăturile lor cu componentele structurale principale se realizează astfel încât să se asigure echilibrul și stabilitatea acestora și la incidența acțiunii seismice de proiectare.
- (6) Rolul funcțional al componentelor structurale secundare se asigură în acord cu cerințele specifice componentelor nestructurale date în capitolul [10](#).
- (7) Componentele structurale secundare se proiectează considerând forțele care le acționează direct și forțele de legătură cu celelalte componente structurale sau nestructurale.
- (8) Componentele structurale secundare care se deformează plastic în situația deformării structurii cauzată de acțiunea seismică de proiectare se detaliază pentru asigurarea ductilității conform prevederilor specifice componentelor structurale principale realizate din diferite materiale date în capitolele [5-9](#).
- (9) Componentele structurale secundare se realizează astfel încât să îndeplinească și prevederile specifice din reglementările tehnice în construcții pentru structuri realizate din diferite materiale expuse la alte tipuri de acțiuni decât acțiunea seismică.
- (10) La proiectarea componentelor structurale secundare se consideră și efectele acțiunii seismice verticale, conform prevederilor din această reglementare tehnică.

4.4.2 Componente nestructurale

- (1) Criteriile de performanță seismică pentru componentele nestructurale sunt date în capitolul [10](#).

4.5 Calculul structurii

- (1) Pentru proiectare se utilizează una sau mai multe dintre următoarele metode de calcul al structurilor:
- (a) calcul static liniar;
 - (b) calcul dinamic liniar;
 - (c) calcul static neliniar;
 - (d) calcul dinamic neliniar.
- (2) Calculul static liniar se poate realiza prin:
- (a) metoda forțelor laterale statice echivalente;
 - (b) metoda de calcul modal cu spectre de răspuns.
- (3) Pentru proiectarea structurilor se utilizează o metodă de calcul static liniar. În cazul structurilor neregulate în plan orizontal și/sau în elevație și pentru structurile cu flexibilitate mare la torsiune se utilizează metoda de calcul modal cu spectre de răspuns.

- (4) Metodele de calcul dinamic liniar, static neliniar și/sau dinamic neliniar se utilizează doar pentru verificarea comportării seismice a structurilor cu comportare elasto-plastică la acțiunea seismică de proiectare.
- (5) Pentru clădiri din clasele I, a II-a sau a III-a de importanță și expunere la cutremur, calculul structurilor se realizează cu metoda elementului finit utilizând modele spațiale.
- (6) Prin excepție de la (5), calculul structurilor clădirilor din clasa a III-a de importanță și expunere la cutremur se poate realiza pe modele plane, pentru anumite tipuri de sisteme structurale și materiale, dacă în capitolele 5-9 sunt incluse prevederi specifice.
- (7) În calculul structurii direcțiile de acțiune seismică se stabilesc astfel încât să se determine valorile cele mai defavorabile ale efectelor acesteia.
- (8) În calculul structurii, acțiunea seismică orizontală se reprezintă bidirecțional. Reprezentarea bidirecțională se face prin considerarea simultană a acțiunii seismice pe două direcții orizontale ortogonale, astfel:
- (a) în cazul aplicării unei metode de calcul static liniar, prin combinarea efectelor acțiunilor conform prevederilor 4.5.1.6.
- (b) în cazul aplicării unei metode de calcul dinamic, prin îndeplinirea prevederii de la 3.2, (4).
- (9) Prin excepție de la (8), acțiunea seismică orizontală se poate reprezenta unidirecțional pentru:
- (a) clădirile care aparțin clasei a III-a de importanță și expunere la cutremur, amplasate în zone de seismicitate mică sau moderată, care îndeplinesc prevederea de la 4.2.2.1, (2), (d).
- (b) clădirile care aparțin clasei a II-a sau a III-a de importanță și expunere la cutremur, regulate în plan orizontal și în plan vertical.

4.5.1 Calcul static liniar

- (1) În calculul static liniar efectele acțiunii seismice în direcție orizontală se determină considerând că structura răspunde exclusiv elastic și este acționată seismic de:
- (a) forțe statice, orizontale și/sau verticale, dispuse în dreptul maselor care pot oscila sub acțiunea seismică;
- (b) momente de torsiune, având vectorul moment orientat în direcție verticală.

4.5.1.1 Spectrul redus

- (1) În calculul structurii printr-o metodă de calcul static liniar, valoarea de proiectare a forței tăietoare de bază se calculează pe baza spectrului redus al accelerațiilor orizontale, $S_{r,h}(T)$.
- (2) Valoarea unei ordonate a spectrului redus al accelerațiilor orizontale, $S_{r,h}(T)$, corespunzătoare unei perioade de vibrație T , se calculează cu relația:

$$S_{r,h}(T) = \frac{S_{e,h}(T_B)}{q} \text{ pentru } 0 < T \leq T_B \quad (4.10)$$

$$S_{r,h}(T) = \frac{S_{e,h}(T)}{q} \text{ pentru } T > T_B \quad (4.11)$$

unde:

q factorul de comportare al structurii pentru oscilații seismice în direcție orizontală, denumit în această reglementare tehnică „factor de comportare”;

$S_{e,h}(T)$ ordonata spectrului accelerațiilor orizontale pentru proiectare, corespunzătoare perioadei .

(3) Valorile ordonatelor spectrului redus al accelerațiilor orizontale $S_{r,h}(T)$ pentru verificări la starea limită ultimă, determinate conform relațiilor (4.10) sau (4.11), se limitează inferior prin respectarea cumulativă a condițiilor:

$$S_{r,h}(T) \geq 0,08 S_{ap,h}^{SLU} \quad (4.12)$$

$$S_{r,h}(T) \geq 0,25 \text{ m/s}^2 \quad (4.13)$$

unde:

$S_{ap,h}^{SLU}$ valoarea accelerației spectrale orizontale absolute care corespunde palierului, cuprins între perioadele de colț T_B^{SLU} și T_C^{SLU} , de accelerații constante a spectrului de răspuns elastic calculat pentru o fracțiune de amortizare critică ξ egală cu 5%, pentru verificări la starea limită ultimă.

(4) Valoarea factorului de comportare, q , se stabilește în funcție de capacitatea de disipare a energiei, capacitatea de deformare și supra-rezistența structurii.

(5) Valoarea maximă a factorului de comportare se stabilește conform prevederilor din capitolele 5-9, pentru diferite materiale structurale sau tipuri de structuri.

(6) Pentru stabilirea factorului de comportare, construcțiile neregulate în plan orizontal, conform 4.2.2.1, se încadrează în categoria structurilor cu flexibilitate mare la torsiune.

(7) Prin excepție de la (6), în cazul construcțiilor neregulate în plan orizontal sau al structurilor cu flexibilitate mare la torsiune care satisfac condițiile de la 4.2.2.1, (2), (f) și (g), valoarea maximă a factorului de comportare, q , este valoarea stabilită în acord cu tipul structurii conform prevederilor din capitolele 5-9, pentru diferite materiale structurale, redusă cu 20%. Această reducere se aplică suplimentar față de alte reduceri stabilite conform prevederilor acestui cod.

(8) În cazul clădirilor neregulate în plan vertical valoarea maximă a factorului de comportare, q , este valoarea stabilită în acord cu tipul structurii conform prevederilor din capitolele 5-9, pentru diferite materiale structurale, redusă cu 20%. Această reducere se aplică suplimentar față de alte reduceri stabilite conform prevederilor acestui cod.

(9) La proiectarea structurilor cu redundanță mică pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM se asigură o capacitate de rezistență la acțiuni seismice orizontale mai mare, prin considerarea unui factor de comportare mai mic.

(10) În cazul clădirilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCL amplasate într-o zonă de seismicitate moderată sau mare, în condițiile specificate la [4.2.1 \(9\)](#) și [\(10\)](#) factorul de comportare, q , este egal cu 1,00.

(11) Dacă tipul sistemului structural principal este diferit pe cele două direcții orizontale ortogonale principale, la calculul structurii pentru cele două direcții pot fi considerați factori de comportare diferiți.

(12) Valorile de proiectare ale efectelor acțiunii seismice verticale se calculează pe baza spectrului redus pentru componenta verticală a mișcării terenului.

(13) Valoarea redusă a unei ordonate a spectrului redus al accelerațiilor verticale $S_{r,v}(T)$, corespunzătoare unei perioade de vibrație T , se calculează cu relația:

$$S_{r,v}(T) = \frac{S_{e,v}(T)}{q_v} \text{ pentru } T > T_B \quad (4.14)$$

q_v factorul de comportare al structurii pentru oscilații seismice în direcție verticală, care este egal cu 1,50;

$S_{e,v}(T)$ ordonata spectrului de proiectare al accelerațiilor seismice în direcție verticală.

4.5.1.2 Modelare pentru calcul

(1) Calculul structurii se realizează cu metode raționale bazate pe principiile general acceptate ale mecanicii structurilor.

(2) Pentru verificarea structurii se construiește un model matematic și se evaluează acest model pentru stabilirea efectelor acțiunii seismice de proiectare.

(3) În calculul structurii prin metoda de calcul static liniar se consideră toate sursele semnificative de rigiditate și amortizare.

(4) Modelarea rigidității și amortizării componentelor structurale și a îmbinărilor dintre acestea se face în acord cu prevederile reglementărilor tehnice specifice sau a agrementelor tehnice, după caz.

(5) La determinarea efectelor acțiunilor asupra componentelor structurale se iau în considerare condițiile de echilibru, de stabilitate generală și de compatibilitate geometrică a deformațiilor.

(6) La determinarea efectelor acțiunilor asupra componentelor structurale se ține seama de proprietățile de scurtă durată și de lungă durată ale materialelor, după caz.

(7) În cazul în care nu este identificat un model cu care să se poată calcula valori acoperitoare ale eforturilor și/sau deformațiilor în toate elementele structurale, se utilizează mai multe modele, bazate pe strategii de modelare diferite, pentru determinarea celor mai defavorabile situații de solicitare ale componentelor structurii, în strict acord cu regulile metodei de ierarhizare a capacităților de rezistență.

4.5.1.3 Metoda forțelor laterale statice echivalente

(1) Metoda forțelor laterale statice echivalente se poate aplica la clădiri care îndeplinesc simultan următoarele condiții:

(a) planșeele orizontale sunt diafragme rigide, conform prevederilor de la [4.2.6](#);

(b) masele clădirii pot fi considerate concentrate la nivelul planșeelor, din punct de vedere al oscilațiilor în direcție orizontală ale clădirii în ansamblu;

- (c) clădirea este regulată în plan și elevație;
- (d) perioada de vibrație a structurii în modul fundamental pe fiecare direcție orizontală de calcul este mai mică sau egală cu 1,50 s.
- (e) clădirea este încadrată în clasa a III-a sau a IV-a de importanță și expunere la cutremur.

(2) În metoda forțelor laterale statice echivalente, efectele acțiunii seismice în direcție orizontală se determină prin calcul static liniar considerând structura acționată de:

- (a) forțe orizontale, aplicate static, pe direcția de calcul, dispuse în centrul de masă al planșeelor de la fiecare nivel;
- (b) momente de torsiune accidentală, având vectorul moment orientat în direcție verticală, dispuse în centrul de masă al planșeelor de la fiecare nivel.

(3) Valoarea de proiectare a forței tăietoare de bază cauzată de acțiunea seismică, pentru fiecare direcție orizontală de calcul, se determină cu relația:

$$F_b = S_{r,h}(T_1)\lambda m \quad (4.15)$$

unde:

T_1 perioada fundamentală de vibrație a clădirii pentru oscilații în direcția orizontală de calcul;

$S_{r,h}(T_1)$ ordonata spectrului redus al accelerațiilor orizontale corespunzătoare perioadei fundamentale, T_1 ;

m masa totală a clădirii;

λ factor de corecție:

$$\lambda = 0,85 \text{ dacă } T_1 \leq \min(T_C, 1,20 \text{ s}) \text{ și clădirea are mai mult de două niveluri} \quad (4.16)$$

sau

$$\lambda = 1,00 \text{ în celelalte situații.}$$

(4) Perioada de vibrație a structurii pe fiecare direcție principală se determină în acord cu principiile generale ale dinamicii structurilor, prin analiza dinamică a structurii în ansamblu.

(5) Forța seismică orizontală statică care se aplică în dreptul planșeului de la fiecare nivel al clădirii se determină cu relația:

$$F_i = F_b \frac{m_i \varphi_i}{\sum_{j=1}^n m_j \varphi_j} \quad (4.17)$$

unde:

F_i forța seismică orizontală statică de la nivelul i ;

F_b valoarea de proiectare a forței tăietoare de bază;

φ_i, φ_j ordonata formei fundamentale de vibrație pe direcția de calcul la nivelul i sau j ;

n numărul de niveluri al clădirii;

m_i masa la nivelul i ;

m_j masa nivelului j .

(6) Momentele de torsiune accidentală se determină cu relația:

$$M_{ai} = F_i e_{ai} \quad (4.18)$$

în care,

M_{ai} moment de torsiune aplicat la nivelul i , având vectorul orientat în direcție verticală;

e_{ai} excentricitate accidentală a masei de la nivelul i ;

F_i forța seismică orizontală statică aplicată la nivelul i .

(7) Momentele de torsiune accidentală se determină distinct pentru fiecare direcție orizontală principală considerată în calculul clădirii.

(8) Excentricitatea accidentală se calculează cu expresia:

$$e_{ai} = \pm 0,05 L_i \quad (4.19)$$

unde

e_{ai} excentricitatea accidentală a masei de la nivelul i față de poziția calculată a centrului maselor, aplicată pe aceeași direcție la toate nivelurile;

L_i dimensiunea maximă a înfășurătoarei poligonale convexe a planșeului măsurată perpendicular pe direcția acțiunii seismice.

4.5.1.4 Metoda de calcul modal cu spectre de răspuns

(1) În metoda de calcul modal cu spectre de răspuns efectele acțiunii seismice în direcție orizontală sunt determinate prin calcul static liniar considerând structura acționată de:

(a) forțe orizontale, aplicate static, pe direcția de calcul, dispuse în dreptul maselor care oscilează în direcție orizontală;

(b) momente de torsiune accidentală, având vectorul moment orientat în direcție verticală, dispuse în dreptul maselor care oscilează în direcție orizontală.

(2) În metoda de calcul modal cu spectre de răspuns efectele acțiunii seismice sunt determinate distinct prin calculul structurii pentru fiecare mod propriu de vibrație al acesteia considerat în calcul.

(3) În calcul se consideră modurile proprii de vibrație cu contribuție semnificativă la răspunsul seismic total al structurii. Pentru fiecare direcție de calcul, această condiție se consideră îndeplinită dacă:

(a) suma maselor modale efective pentru modurile proprii de vibrație considerate reprezintă cel puțin 90% din masa totală a structurii,

(b) sunt considerate în calcul toate modurile proprii de vibrație cu masă modală efectivă mai mare de 5% din masa totală.

(4) Valoarea de proiectare a forței tăietoare de bază, $F_{b,k}$ aplicată pe direcția de acțiune a mișcării seismice în modul propriu de vibrație k se determină cu relația:

$$F_{b,k} = S_{r,h}(T_k) m_k \quad (4.20)$$

unde

$S_{r,h}(T_k)$ ordonata spectrului de proiectare pentru componentele orizontale ale mișcării terenului corespunzătoare perioadei T_k ;

m_k masa modală efectivă asociată modului propriu de vibrație k care este stabilită cu relația:

$$m_k = \frac{(\sum_{i=1}^n m_i \varphi_{i,k})^2}{\sum_{i=1}^n m_i \varphi_{i,k}^2} \quad (4.21)$$

m_i masa i ;

T_k perioada proprie în modul propriu de vibrație k ;

$\varphi_{i,k}$ componenta vectorului propriu în modul de vibrație k pe direcția gradului de libertate dinamică de translație, la nivelul i .

(5) Valoarea maximă a efectelor acțiunii seismice se determină prin combinarea valorilor obținute pentru fiecare mod propriu de vibrație considerat.

(6) Dacă toate modurile proprii de vibrație sunt independente, valoarea maximă a efectului acțiunii seismice se determină ca radical din suma pătratelor efectelor obținute pentru fiecare mod propriu de vibrație considerat, cu relația:

$$E_E = \sqrt{\sum E_{E,k}^2} \quad (4.22)$$

unde:

E_E efectul acțiunii seismice;

$E_{E,k}$ efectul acțiunii seismice corespunzătoare modului propriu de vibrație k .

(7) Răspunsurile modale pentru două moduri proprii de vibrație consecutive, k și $k+1$, se consideră independente dacă perioadele proprii de vibrație T_k și T_{k+1} , cu $T_{k+1} \leq T_k$, îndeplinesc următoarea condiție:

$$\frac{T_k - T_{k+1}}{T_k + T_{k+1}} > \xi_k + \xi_{k+1} \quad (4.23)$$

unde:

T_k perioada de vibrație a structurii în modul propriu k ;

T_{k+1} perioada de vibrație a structurii în modul propriu $k + 1$;

ξ_k fracțiunea din amortizarea critică corespunzătoare modului k ;

ξ_{k+1} fracțiunea din amortizarea critică corespunzătoare modului $k + 1$.

(8) Dacă există moduri de proprii de vibrație care nu sunt independente, valoarea maximă a efectului acțiunii seismice se determină prin combinație quadratică completă, cu relația:

$$E_E = \sqrt{\sum E_{E,i} r_{ij} E_{E,j}} \quad (4.24)$$

unde:

E_E efectul acțiunii seismice;

$E_{E,i}$ efectul acțiunii seismice corespunzătoare modului propriu de vibrație i ;

$E_{E,j}$ efectul acțiunii seismice corespunzătoare modului propriu de vibrație j ;

r_{ij} factorul de corecție determinat cu relațiile:

$$r_{ij} = \frac{1}{1 + \left(\frac{\alpha_{ij}}{\xi}\right)^2} \text{ pentru } \xi = \xi_i = \xi_j \quad (4.25)$$

$$r_{ij} = \frac{8\sqrt{\xi_i \xi_j}(\xi_i + \rho_{ij}\xi_j)\rho_{ij}^{3/2}}{(1 - \rho_{ij}^2)^2 + 4\xi_i \xi_j \rho_{ij}(1 + \rho_{ij}^2) + 4(\xi_i^2 + \xi_j^2)\rho_{ij}^2} \quad (4.26)$$

ξ_i fracțiunea din amortizarea critică corespunzătoare modului i ;

ξ_j fracțiunea din amortizarea critică corespunzătoare modului j ;

$$\alpha_{ij} = \frac{T_i - T_j}{T_i + T_j} \quad (4.27)$$

$$\rho_{ij} = \frac{T_i}{T_j} \quad (4.28)$$

T_i perioada de vibrație a structurii în modul propriu i ;

T_j perioada de vibrație a structurii în modul propriu j .

(9) Efectele torsiunii accidentale se evaluează prin aplicarea statică a unui moment de torsiune accidentală. Efectele torsiunii accidentale se combină cu efectele acțiunii seismice determinate conform [\(5\)-\(13\)](#).

(10) Momentele de torsiune accidentală se calculează cu relația:

$$M_{ai} = F_i e_{ai} \quad (4.29)$$

unde:

M_{ai} moment de torsiune aplicat la nivelul i , având vectorul orientat în direcție verticală;

e_{ai} excentricitate accidentală a masei de la nivelul i ;

F_i forța seismică orizontală statică aplicată asupra masei i .

(11) Momentele de torsiune accidentală se determină distinct pentru fiecare direcție orizontală principală considerată în calculul clădirii.

(12) Excentricitatea accidentală se determină conform [4.5.1.3](#), [\(8\)](#).

(13) Dacă forța tăietoare de bază rezultată în urma combinării modale a eforturilor imediat deasupra secțiunii de încastrare convențională, $F_{b,t}$, este mai mică decât forța tăietoare de bază, F_b , calculată conform [4.5.1.3](#), efectele acțiunii seismice, eforturile și deformațiile, rezultate din calculul structurii se amplifică cu factorul $F_b/F_{b,t}$.

4.5.1.5 Componenta verticală a acțiunii seismice

(1) Componentele structurale principale și secundare care sunt sensibile la oscilațiile seismice verticale se verifică ținând seama de componenta verticală a acțiunii seismice.

(2) Următoarele tipuri de componente structurale principale sau secundare se verifică ținând seama de componenta verticală a acțiunii seismice:

(a) elemente orizontale sau aproximativ orizontale cu deschiderea mai mare de 20 m;

- (b) elemente orizontale sau aproximativ orizontale cu schema statică de consolă cu lungimea mai mare de 4,00 m;
- (c) componente structurale orizontale sau aproximativ orizontale precomprimate;
- (d) componente structurale care asigură rezemarea indirectă a unor componente structurale verticale.

4.5.1.6 Combinarea efectelor componentelor acțiunii seismice

(1) Efectul acțiunii seismice cauzat de combinarea a două componente orizontale perpendiculare ale acțiunii seismice se determină ca radical din suma pătratelor valorilor aceluiași efect determinat pentru fiecare componentă orizontală.

(2) Alternativ prevederii de la (1), efectul acțiunii seismice cauzat de combinarea componentelor orizontale ale acțiunii seismice poate fi determinat utilizând următoarele reguli de combinare:

$$E_{Edx} „+” 0,30E_{Edy} \quad (4.30)$$

$$0,30E_{Edx} „+” E_{Edy} \quad (4.31)$$

unde

„+” înseamnă „a se combina cu”;

E_{Edx} reprezintă efectul acțiunii seismice în direcția axei orizontale x alese pentru structură,

E_{Edy} reprezintă efectul acțiunii seismice în direcția axei orizontale y , perpendiculară pe axa x .

(3) Prevederea privind combinarea eforturilor dată la (1) poate fi extinsă pentru toate cele trei componente ale acțiunii seismice. Alternativ, efectul acțiunii seismice cauzat de combinarea componentelor orizontale și verticale ale acțiunii seismice poate fi determinat utilizând următoarele reguli de combinare:

$$0,30E_{Edx} „+” 0,30E_{Edy} „+” E_{Edz} \quad (4.32)$$

$$E_{Edx} „+” 0,30E_{Edy} „+” 0,30E_{Edz} \quad (4.33)$$

$$0,30E_{Edx} „+” E_{Edy} „+” 0,30E_{Edz} \quad (4.34)$$

unde

„+” înseamnă „a se combina cu”;

E_{Edx} și E_{Edy} definite conform (2);

E_{Edz} efectul acțiunii seismice verticale.

(4) Semnul fiecărei componente în combinațiile de mai sus se alege astfel încât efectul acțiunii considerate să fie defavorabil.

(5) În cazul structurilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM, la combinarea componentelor orizontale ale acțiunii seismice se consideră echilibrul structurii în faza de mecanism plastic.

Notă: Pentru determinarea eforturilor generate de acțiunea seismică în partea de structură antrenată în mecanismul plastic de ansamblu se recomandă combinarea eforturilor care produc curgerea în zonele plastice prin regulile enunțate la (1)-(4), și determinarea celorlalte tipuri de eforturi din condiția de echilibru a structurii în faza de mecanism plastic.

4.5.2 Calcul static neliniar

(1) Prin calcul static neliniar se determină legea de răspuns forță – deplasare orizontală prin încărcarea structurii cu deplasări monoton crescătoare într-o direcție orizontală, unde:

- (a) forța reprezintă suma proiecțiilor pe direcția de calcul ale forțelor tăietoare care se dezvoltă în componentele structurale imediat deasupra cotei de încastrare convențională;
- (b) deplasarea reprezintă deplasarea orizontală în direcția și sensul forței, măsurată în punctul de control al deplasărilor.

(2) Punctul de control al deplasărilor coincide cu centrul de masă al diafragmei orizontale rigide situată cel mai sus pe înălțimea clădirii, cu excepția diagramelor orizontale care mărginesc superior nivelurile tehnice retrase.

(3) Modelarea răspunsului neliniar al elementelor structurale se realizează astfel încât să se poată identifica mecanismul plastic al structurii sub acțiuni seismice.

(4) Calculul static neliniar se aplică în cazul clădirilor cu diafragme rigide. În această situație, masa clădirii se consideră compusă din mase concentrate dispuse în centrele de masă ale diaframelor.

(5) Suma maselor dispuse în centrele de masă ale diaframelor îndeplinește condiția:

$$m = \sum_{i=1}^n m_i \quad (4.35)$$

unde

m_i masa dispusă concentrat în centrul de masă al diagramei „i”;

m masa totală a clădirii, deasupra secțiunii teoretice de încastrare.

(6) Pe o direcție de acțiune seismică, încărcarea structurii cu deplasări monoton crescătoare se face pentru ambele sensuri, în cazuri de încărcare distincte. Încărcarea se face considerând distribuții ale forțelor seismice orizontale normalizate acționând la nivelul diaframelor.

(7) Acțiunea seismică se modelează utilizând minimal următoarele două moduri de distribuție a forțelor seismice orizontale normalizate:

- (a) un mod de distribuție în care forțele laterale sunt proporționale cu masele de nivel;

$$F_i = \frac{m_i}{m} \quad (4.36)$$

unde

F_i forța seismică normalizată la nivelul diafragmei „i” ;

m_i masa dispusă concentrat în centrul de masă al diagramei „i”;

m masa totală a clădirii.

- (b) un mod de distribuție rezultat din analiza modală pentru modul fundamental de vibrație pentru oscilații orizontale pe direcția de calcul:

$$F_i = \frac{m_i \varphi_i}{\sum_{j=1}^n m_j \varphi_j} \quad (4.37)$$

unde

- F_i forța seismică normalizată care acționează la nivelul diafragmei „i”;
 m_i masa dispusă concentrat în centrul de masă al diagramei „i”;
 m_j masa dispusă concentrat în centrul de masă al diagramei „j”;
 n numărul total al diaframelor orizontale;
 φ_i ordonata formei de vibrație în modul fundamental în dreptul masei m_i .

(8) Alternativ prevederii de la (7), (b), în cazul clădirilor având masele de nivel aproximativ egale pe înălțime, se poate utiliza o distribuție simplificată a forțelor seismice orizontale normalizate considerând o formă liniară a modului fundamental de vibrație:

$$F_i = \frac{m_i z_i}{\sum_{j=1}^n m_j z_j} \quad (4.38)$$

- F_i forța seismică normalizată la nivelul diafragmei i
 z_i distanța măsurată pe verticală între diagrama orizontală i și cota de încastrare convențională;
 z_j distanța măsurată pe verticală între diagrama orizontală j și cota de încastrare convențională.

(9) Forțele seismice orizontale se aplică în planul diaframelor orizontale rigide, la distanțe egale cu excentricitățile accidentale stabilite conform 4.5.1.3, (8) față de centrele de masă ale diaframelor, măsurate perpendicular pe direcția forțelor.

(10) Încărcarea cu deplasări monoton crescătoare se face până la atingerea deplasării de control care este egală cu cea mai mică dintre următoarele valori:

- (a) ținta de deplasare orizontală, adică deplasarea orizontală a clădirii cauzată de acțiunea seismică de proiectare, multiplicată cu 1,50;
(b) deplasarea orizontală capabilă a clădirii, adică deplasarea orizontală minimă corespunzătoare cedării unei componente structurale principale, ca urmare a depășirii capacității de deformare plastică, a rușii fragile sau a pierderii stabilității.

(11) Deplasarea orizontală clădirii cauzată de acțiunea seismică de proiectare se determină pe baza valorilor ordonatelor spectrelor de deplasare pentru răspuns elasto-plastic, specifice amplasamentului, considerând proprietățile dinamice și de rezistență ale sistemului cu un grad de libertate dinamică echivalent.

(12) Masa sistemului cu un grad de libertate echivalent, m^{SDOF} , se determină cu relația:

$$m^{SDOF} = \sum_{i=1}^n m_i \varphi_i \quad (4.39)$$

unde

m_i masa dispusă la nivelul diagramei orizontale „ i ” a sistemului cu mai multe grade de libertate dinamică;

φ_i ordonata formei de vibrație în modul fundamental în dreptul masei m_i , pentru sistemul cu mai multe grade de libertate dinamică.

(13) Proprietățile de rezistență și deformabilitate ale sistemului cu un grad de libertate dinamică echivalent se stabilesc prin transformarea legii de răspuns forță-deplasare a sistemului cu mai multe grade de libertate dinamică, determinată prin calcul static neliniar, cu relațiile:

$$F^{SDOF} = \frac{F_b}{\Gamma} \quad (4.40)$$

$$d^{SDOF} = \frac{d_n}{\Gamma} \quad (4.41)$$

unde:

F^{SDOF} forța orizontală care încarcă sistemul cu un grad de libertate dinamică echivalent;

d^{SDOF} deplasarea orizontală a sistemului cu un grad de libertate echivalent;

F_b forța tăietoare de bază determinată prin calcul static neliniar pe sistemul cu mai multe grade de libertate dinamică conform (1) corespunzătoare deplasării d_n ;

d_n deplasarea orizontală a punctului de control al deplasărilor pe sistemul cu mai multe grade de libertate dinamică;

Γ factor de transformare care se stabilește cu relația:

$$\Gamma = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \varphi_i}{\sum_{i=1}^n m_i \varphi_i^2} \quad (4.42)$$

m_i masa dispusă la nivelul diagramei orizontale „ i ” a sistemului cu mai multe grade de libertate dinamică;

φ_i ordonata formei de vibrație în modul fundamental în dreptul masei m_i a sistemului cu mai multe grade de libertate dinamică.

(14) Legea de răspuns forță orizontală – deplasare orizontală a sistemului cu un singur grad de libertate dinamică se transformă în format biliniar. Transformarea se realizează prin identificarea valorilor convenționale ale forțelor orizontale și deplasărilor orizontale asociate curgerii de ansamblu a structurii și cerinței de deplasare la starea limită considerată. Legea de răspuns forță deplasare se alcătuiește din două segmente, astfel:

- un segment cu punctul de plecare în origine care trece prin punctul ale căror coordonate corespund primei curgeri a sistemului cu mai multe grade de libertate dinamică;
- un segment paralel cu axa deplasărilor poziționat astfel încât ariile situate sub cele două legi de răspuns să fie egale.

Punctul de curgere corespunzător legii de răspuns în format biliniar corespunde intersecției dintre cele două segmente.

Punctul ultim corespunzător legii de răspuns în format biliniar corespunde capătului segmentului paralel cu axa deplasărilor corespunzător deplasării maxime.

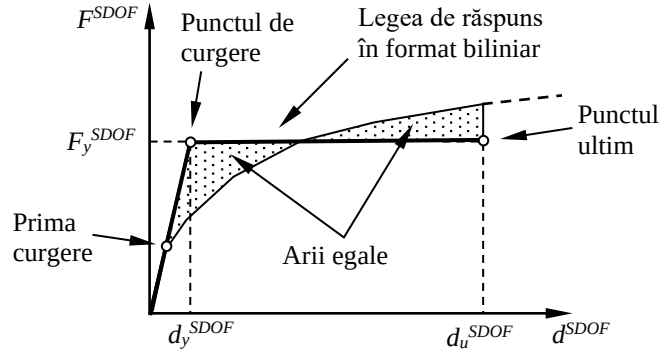


Figura 4.1 Schematizarea legii de răspuns forță orizontală – deplasare orizontală

(15) Rigiditatea sistemului cu un grad de libertate dinamică echivalent, k^{SDOF} , se determină cu relația:

$$k^{SDOF} = \frac{F_y^{SDOF}}{d_y^{SDOF}} \quad (4.43)$$

unde

d_y^{SDOF} deplasarea orizontală de curgere a sistemului cu un singur grad de libertate dinamică care corespunde deplasării orizontale minime asociată intrării în curgere a unei componente structurale principale a sistemului cu mai multe grade de libertate dinamică;

F_y^{SDOF} forța orizontală de curgere a sistemului cu un grad de libertate dinamică echivalent care corespunde deplasării d_y^{SDOF} .

(16) Perioada de vibrație a sistemului cu un grad de libertate dinamică echivalent, T^{SDOF} , se determină cu relația:

$$T^{SDOF} = 2\pi \sqrt{\frac{m^{SDOF}}{k^{SDOF}}} \quad (4.44)$$

unde:

k^{SDOF} rigiditatea sistemului cu un grad de libertate dinamică echivalent;

m^{SDOF} masa sistemului cu un grad de libertate echivalent.

(17) Deplasarea orizontală a sistemului cu un grad de libertate dinamică echivalent cauzată de acțiunii seismice de proiectare, d_t^{SDOF} , se determină cu relația:

$$\begin{aligned} d_t^{SDOF} &= S_{De}(T^{SDOF}) \text{ dacă } T^{SDOF} > T_c \\ d_t^{SDOF} &= \frac{1+(u-1)\frac{T_c}{T^{SDOF}}}{u} S_{De}(T^{SDOF}) \leq 3S_{De}(T^{SDOF}) \text{ dacă } T^{SDOF} \leq T_c \end{aligned} \quad (4.45)$$

unde:

$S_{De}(T^{SDOF})$ valoarea ordonatei spectrului de răspuns elastic al deplasărilor relative pentru componentele orizontale ale mișcării terenului corespunzătoare perioadei T^{SDOF} ;

T^{SDOF} perioada de vibrație a sistemului cu un grad de libertate dinamică echivalent;

- T_C perioada de colț a spectrului accelerațiilor pentru proiectare;
- u raportul dintre valoarea ordonatei spectrului accelerațiilor orizontale al sistemului elastic, $S_e(T^{SDOF})$, și accelerația orizontală a sistemului cu răspuns elasto-plastic, având aceeași perioadă de vibrație și amortizare;

$$u = S_e(T^{SDOF}) \frac{m^{SDOF}}{F_y^{SDOF}} \quad (4.46)$$

m^{SDOF} masa sistemului cu un grad de libertate dinamică echivalent;

F_y^{SDOF} forța orizontală de curgere a sistemului cu un grad de libertate echivalent, stabilită conform (15) considerând valorile medii ale rezistențelor materialelor.

(18) Deplasarea orizontală a sistemului cu mai multe grade de libertate dinamică cauzată de acțiunea seismică de proiectare în punctul de control al deplasărilor se determină cu relația:

$$d_t = d_t^{SDOF} \Gamma \sqrt{1 + \left(\frac{\Gamma'}{\Gamma}\right)^2} \quad (4.47)$$

unde:

d_t^{SDOF} deplasarea orizontală a sistemului cu un grad de libertate dinamică echivalent cauzată de acțiunea seismică de proiectare;

Γ factorul de transformare stabilit conform (13);

Γ' factorul de transformare pentru modul de vibrație perpendicular pe modul de vibrație corespunzător direcției pentru care se face calculul static neliniar, dacă are masă modală nenulă.

Notă: Dacă structura nu are moduri de vibrație perpendiculare pe modul de vibrație corespunzător direcției pe care se face calculul static neliniar, factorul $\sqrt{1 + \left(\frac{\Gamma'}{\Gamma}\right)^2}$ este egal cu 1,0.

(19) Deplasarea orizontală a unui anumit punct al clădirii, aflat la distanța x față de punctul de control al deplasărilor, măsurată perpendicular pe direcția de calcul, se determină prin amplificarea deplasării determinată prin calcul static neliniar, corespunzătoare deplasării țintă d_t cu factorul:

$$c_p = \left(1 + 0,6 \frac{x}{L_e}\right) \quad (4.48)$$

unde:

L_e dimensiunea maximă a clădirii măsurată perpendicular pe direcția de calcul;

x distanța dintre punctul considerat și punctul de control al deplasărilor, măsurată perpendicular pe direcția de calcul.

(20) Prin excepție de la (19), în cazul sistemelor cu flexibilitate mare la torsiune sau la care distanța între centrul de masă și centrul de rigiditate nu este mai mică decât 10% din dimensiunea maximă a clădirii pe fiecare direcție ortogonală principală, la fiecare nivel, determinarea deplasării orizontale cauzată de acțiunea seismică de proiectare se face prin calcul dinamic neliniar.

(21) Verificarea componentelor structurale principale pentru îndeplinirea condiției generale de verificare dată la (4.2) exprimată în termeni de deformații conform 4.3.1.2.3

se face utilizând valorile de proiectare ale deformațiilor în grupările seismice, E_d , corespunzătoare deplasărilor calculate conform prevederii (19).

4.5.3 Calcul dinamic liniar

- (1) Prin calcul dinamic liniar se determină variația în timp a efectelor acțiunii seismice asupra structurii.
- (2) Variația în timp a efectelor acțiunii seismice a structurii se obține prin integrarea directă a ecuațiilor diferențiale ale mișcării.
- (3) Acțiunea seismică de proiectare se reprezintă prin accelerograme care conțin valori numerice discrete ale accelerațiilor orizontale ale terenului în timpul cutremurului. Accelerogramele se selectează conform prevederilor de la 3.2.
- (4) Frațiunea din amortizarea critică, care se alege în funcție de materialul din care este alcătuită structura și tipul de structură, conform prevederilor capitolelor 5-9, este mai mică sau egală cu 5% pentru toate modurile de vibrație considerate în analiză.
- (5) În calculul structurii este considerată torsiunea accidentală prin deplasarea centrului de masă de la planșeului cu o distanță egală cu 5% din dimensiunea maximă a clădirii măsurată perpendicular pe direcția acțiunii seismice.
- (6) Structura este acționată simultan pe două direcții orizontale ortogonale.
- (7) Se realizează minim șapte analize, utilizând șapte seturi de accelerograme.
- (8) Pentru un set de accelerograme, valoarea maximă a unui efect al acțiunii seismice se determină ca valoarea maximă a acestui efect determinată prin calcul la fiecare pas de timp al analizei.
- (9) Valorile efectelor acțiunii seismice se determină, pentru fiecare set de accelerograme, astfel încât să se asigure îndeplinirea condiției de 4.3.1.1, (1), și să se cuantifice răspunsul neliniar previzibil, astfel:

(a) se calculează factorii de scalare:

$$\eta_x = \frac{F_{b,x}}{V_{t,x}} \geq 1,0 \quad (4.49)$$

$$\eta_y = \frac{F_{b,y}}{V_{t,y}} \geq 1,0 \quad (4.50)$$

unde:

$F_{b,x}$ valoarea de proiectare a forței tăietoare de bază calculată conform 4.5.1.3, (3), pentru direcția ox a structurii;

$F_{b,y}$ valoarea de proiectare a forței tăietoare de bază calculată conform 4.5.1.3, (3), pentru direcția oy a structurii;

$V_{t,x}$ forța tăietoare de bază rezultată din analiza dinamică liniară fără considerarea torsiunii accidentale, pe direcția ox;

$V_{t,y}$ forța tăietoare de bază rezultată din analiza dinamică liniară fără considerarea torsiunii accidentale, pe direcția oy;

(b) se calculează valorile scalate ale efectelor acțiunii seismice:

- pentru răspuns seismic în direcția ox :

$$E_{dx} = \frac{\eta_x (E'_{dx})_x}{q_x} + \frac{\eta_y (E'_{dx})_y}{q_y} \quad (4.51)$$

unde:

q_x factorul de comportare al structurii în direcția ox ;

q_y factorul de comportare al structurii în direcția oy ;

E_{dx} valoarea de proiectare a efectului acțiunii seismice în direcția ox ;

$(E'_{dx})_x$ valoarea efectului acțiunii seismice în direcția ox rezultată din calculul dinamic liniar în direcția ox , cu considerarea torsiunii accidentale;

$(E'_{dx})_y$ valoarea efectului acțiunii seismice în direcția ox rezultată din calculul dinamic liniar în direcția oy fără considerarea torsiunii accidentale.

- pentru răspuns seismic în direcția oy :

$$E_{dy} = \frac{\eta_x (E'_{dy})_x}{q_x} + \frac{\eta_y (E'_{dy})_y}{q_y} \quad (4.52)$$

unde:

q_x factorul de comportare al structurii în direcția ox ;

q_y factorul de comportare al structurii în direcția oy ;

E_{dy} valoarea de proiectare a efectului acțiunii seismice în direcția oy ;

$(E'_{dy})_x$ valoarea efectului acțiunii seismice în direcția oy rezultată din calculul dinamic liniar în direcția ox , fără considerarea torsiunii accidentale.

$(E'_{dy})_y$ valoarea efectului acțiunii seismice în direcția oy rezultată din calculul dinamic liniar în direcția oy , cu considerarea torsiunii accidentale.

(10) Efectul acțiunii seismice stabilit pe baza setului de șapte analize se determină ca media valorilor maxime determinate pentru fiecare set de accelerograme în parte.

4.5.4 Calcul dinamic neliniar

(1) La efectuarea calculului dinamic neliniar se aplică prevederile de la [4.5.3 \(1\)](#), [\(2\)](#), [\(3\)](#), [\(5\)](#), [\(6\)](#), [\(7\)](#), [\(8\)](#) și [\(10\)](#) împreună cu prevederile suplimentare date în acest paragraf.

(2) Pentru determinarea efectelor acțiunii seismice, acțiunea seismică de proiectare se reprezintă prin accelerograme care:

(a) îndeplinesc criteriile date la [3.2](#);

și

(b) generează o valoare maximă a forței tăietoare de bază, stabilită prin calculul dinamic neliniar imediat deasupra secțiunii de încastrare convențională, mai mare sau egală cu forța tăietoare de bază stabilită conform prevederilor [4.5.1.3](#).

(3) Amortizarea se modelează în calcul considerând o fracțiunea din amortizarea critică mai mică sau egală cu 2,5% pentru toate modurile de vibrație considerate în analiză.

(4) În calculul dinamic neliniar se consideră legi de răspuns forță generalizată-deplasare generalizată pentru componentele structurale principale care descriu în mod realist rigiditatea, capacitatea de deformare plastică și capacitatea de disipare a energiei.

Notă: Legile de comportare alese țin seama de degradarea de rigiditate, de degradarea de rezistență și de lunecările care afectează răspunsul elementului ca urmare a incursiunilor ciclice repetate în domeniul plastic de răspuns.

4.5.5 Efecte de ordinul doi

(1) Efectele acțiunii seismice se determină ținând seama de efectele de ordin doi.

(2) Prin excepție de la (1), efectele de ordinul doi pot fi neglijate în calcul dacă la fiecare este îndeplinită condiția:

$$\theta = \frac{P_{tot} d_{Ed,r}^{SLU}}{V_{tot} h_s} \leq 0,10 \quad (4.53)$$

unde:

θ coeficientul de sensibilitate al deplasării relative de nivel

P_{tot} încărcarea gravitațională totală de la nivelul considerat și de la cele de deasupra, în gruparea seismică;

$d_{Ed,r}^{SLU}$ deplasarea relativă de nivel care corespunde deplasării orizontale maxime a structurii la acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime;

V_{tot} forța tăietoare de nivel care corespunde deplasării orizontale maxime a structurii la incidența acțiunii seismice de proiectare, corespunzător stării limită ultime;

h_s înălțimea de etaj.

(3) Dacă $0,10 < \theta \leq 0,20$, unde θ este definit conform (2), efectele de ordinul doi pot fi luate în considerare în mod aproximativ, multiplicând valorile efectelor acțiunii seismice rezultate din calculul structurii cu factorul $1/(1 - \theta)$.

(4) Dacă $0,20 < \theta \leq 0,30$, unde θ este definit conform (2), efectele acțiunii seismice sunt determinate prin calcul structural care ține seama de ne-liniaritatea geometrică, cu considerarea echilibrului pe poziția deformată a structurii.

(5) Clădirea se proiectează astfel încât la toate nivelurile să fie îndeplinită condiția:

$$\theta \leq 0,30 \quad (4.54)$$

(6) Prin excepție de la (2), prevederi particulare pentru cuantificarea efectelor de ordin II pot fi prevăzute în capitolele 5-9, specifice structurilor realizate din diferite materiale.

4.6 Proiectarea clădirilor

(1) Pentru proiectarea seismică a clădirilor cu structura principală din beton se aplică prevederile date în capitolul 5.

- (2) Pentru proiectarea seismică a clădirilor cu structura principală din oțel se aplică prevederile date în capitolul [6](#).
- (3) Pentru proiectarea seismică a clădirilor cu structura principală compozită din oțel și beton se aplică prevederile date în capitolul [7](#).
- (4) Pentru proiectarea seismică a clădirilor cu structura principală din zidărie se aplică prevederile date în capitolul [8](#).
- (5) Pentru proiectarea seismică a clădirilor cu structura principală din lemn se aplică prevederile date în capitolul [9](#).
- (6) Pentru proiectarea seismică a componentelor nestructurale se aplică prevederile date în [10](#)
- (7) Pentru proiectarea seismică a clădirilor echipate cu dispozitive seismice se aplică prevederile date în capitolul [11](#).

5 Structuri de beton armat

5.1 Generalități

5.1.1 Obiect și domeniu de aplicare

(1) Acest capitol conține prevederi pentru proiectarea la acțiunea seismică a clădirilor cu structura principală din beton armat, executate din beton monolit, prefabricat sau parțial monolit – parțial prefabricat, fără precomprimare, numite în continuare structuri de beton armat.

(2) Prevederile din acest capitol se aplică și pentru componentele structurale principale realizate din beton precomprimat, fără precomprimare în zonele critice.

(3) Pentru proiectarea structurilor de beton armat la alte tipuri de acțiuni decât cea seismică se utilizează reglementările tehnice specifice și standardele SR EN 1992-1-1 și SR EN 1992-1-2.

5.1.2 Definiții

(1) Termenii specifici acestui capitol sunt:

Cadru: subansamblu structural alcătuit din grinzi și stâlpi conectați rigid în noduri (noduri care restricționează rotirea relativă a grinzilor și stâlpilor în secțiunile învecinate nodului). În sensul acestei definiții, stâlpii au axul longitudinal vertical sau, dacă există abateri, unghiul format de axul stâlpului cu verticala este mai mic de 0,10 rad.

Grindă: componentă structurală din beton armat, sollicitată preponderent la moment încovoietor și forță tăietoare, la care efortul axial mediu normalizat este mai mic decât 0,10, având raportul dintre deschidere și înălțimea secțiunii transversale mai mare decât 3.

Stâlp: componentă structurală verticală sau aproximativ verticală care susține încărcări gravitaționale preponderent prin compresiune axială, având raportul dintre înălțimea liberă și înălțimea secțiunii transversale mai mare decât 2, pe ambele direcții orizontale.

Perete: componentă structurală verticală, cu raportul dimensiunilor laturilor secțiunii transversale $l_w/b_{w0} \geq 4$.

Perete ductil: perete cu rotirea restricționată la bază, dimensionat și alcătuit pentru a disipa energie prin deformații plastice de încovoiere în zona critică de la baza lui.

Perete scurt: perete la care deschiderea normalizată de forță tăietoare este mai mică decât 2.

Perete izolat: perete conectat de restul structurii prin elemente orizontale, plăci sau grinzi, cu rigiditate și rezistență mică la încovoiere.

Perete cuplat: perete, parte dintr-un ansamblu de elemente verticale de care acesta este conectat prin grinzi ductile, dispuse regulat, astfel încât cuplul forțelor axiale care se dezvoltă în elementele verticale ca urmare a acțiunilor orizontale este mai mare sau egal cu 30% din momentul de răsturnare al ansamblului, în faza de mecanism plastic, pe direcția de calcul.

Sistem structural tip pereți: sistem structural la care acțiunile orizontale sunt preluate de pereți, cuplați sau izolați, contribuția pereților la preluarea forței tăietoare la nivelul secțiunii de încastrare convențională fiind mai mare decât 75% din forța tăietoare de bază.

Sistem structural de tip pereți, cu pereți izolați: sistem structural la care acțiunile orizontale sunt preluate de pereți izolați, contribuția pereților la preluarea forței tăietoare la nivelul secțiunii de încastrare convențională fiind mai mare decât 75% din forța tăietoare de bază.

Sistem structural de tip pereți, cu pereți cuplați: sistem structural la care acțiunile orizontale sunt preluate de pereți cuplați, contribuția pereților la preluarea forței tăietoare la nivelul secțiunii de încastrare convențională fiind mai mare decât 75% din forța tăietoare de bază.

Sistem structural tip cadru: sistem structural la care acțiunile verticale și orizontale sunt preluate în principal de cadre.

Sistem structural dual: sistem structural la care acțiunile orizontale sunt preluate parțial de cadre și parțial de pereți structurali, individuali sau cuplați.

Sistem structural dual cu pereți predominanți: sistem structural dual în care contribuția pereților la preluarea forței tăietoare la baza clădirii este mai mare decât 50% din forța tăietoare de bază, iar cadrele preiau cel puțin 25% din momentul de răsturnare de ansamblu la nivelul secțiunii de încastrare convențională.

Sistem structural dual cu cadre predominante: sistem dual în care contribuția cadrelor la preluarea forței tăietoare, la baza clădirii, depășește 50% din forța tăietoare de bază.

Structură flexibilă la torsiune: structură cu rigiditate și rezistență insuficientă la torsiune de ansamblu.

Sistem tip pendul inversat: sistem structural principal în care peste 50% din masă este concentrată în treimea superioară a structurii sau la care disiparea de energie se realizează în principal la baza unui singur element al clădirii.

Sistem structural cu stâlpi în consolă: sistem structural principal alcătuit din stâlpi așezați în direcție verticală, cu schema statică de consolă sub acțiuni orizontale, și diafragme orizontale.

Nod: Zona de legătura dintre stâlpii și grinzile structurilor, cuprinsă între secțiunile transversale de la capetele acestor elemente care o delimitează.

Nod de capăt: nodul în care intră o singură grindă în direcția de calcul.

5.2 Principii de proiectare

5.2.1 Clase de ductilitate

(1) Clădirile cu structura de beton armat se proiectează pentru una dintre cele trei clase de ductilitate definite la [4.1.2](#).

(2) Structurile de beton armat proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM se realizează astfel încât să aibă capacitate adecvată și stabilă de disipare de energie în regim de solicitare ciclică, fără reducerea semnificativă a rezistenței la forțe orizontale și verticale.

(3) Clădirile situate în zone cu seismicitate moderată sau mare se proiectează pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM.

(4) Prin excepție de la [\(3\)](#), în zonele cu seismicitate moderată sau mare se pot proiecta clădiri pentru clasa de ductilitate DCL dacă capacitatea lor de rezistență de

ansamblu la acțiuni seismice orizontale, corespunzătoare răspunsului elastic, este mai mare decât cerința seismică corespunzătoare spectrului de proiectare al accelerațiilor orizontale ($q = 1$), indiferent de amplasament, atunci când îndeplinirea criteriilor de proiectare specifice clasei de ductilitate DCH sau DCM nu este posibilă.

(5) Structurile principale se proiectează seismic pentru clasa de ductilitate DCL pe baza prevederilor din capitolele [1](#), [2](#), [3](#) și [4](#) din această reglementare tehnică și a prevederilor din SR EN 1992-1-1, împreună cu prevederile indicate explicit pentru această clasă de ductilitate din acest capitol.

5.2.2 Tipuri de structuri

(1) Clădirile cu structura de beton armat proiectate la acțiuni seismice au sistemul structural principal de tipul:

- (a) sistem structural de tip cadru;
- (b) sistem structural de tip pereți, cu pereți izolați;
- (c) sistem structural de tip pereți, cu pereți cuplați;
- (d) sistem structural de tip dual cu pereți predominanți;
- (e) sistem structural de tip dual cu cadre predominante;
- (f) sistem structural de tip pendul inversat;
- (g) sistem structural cu stâlpi în consolă.

(2) Prin excepție, o clădire cu structura de beton armat care nu se încadrează în tipurile structurale indicate la [\(1\)](#) se proiectează pentru clasa de ductilitate DCL astfel încât capacitatea sa de rezistență de ansamblu la acțiuni seismice orizontale, corespunzătoare răspunsului elastic, să fie mai mare decât cerința seismică corespunzătoare spectrului de proiectare al accelerațiilor orizontale ($q = 1$).

(3) Clădirile cu structura de beton armat pot avea sisteme structurale de tipuri diferite pe cele două direcții principale orizontale ortogonale. În proiectarea lor se utilizează regulile de proiectare specifice fiecărui tip de sistem structural, pe direcția corespunzătoare.

(4) Dacă în lungul unei direcții principale orizontale, clădirea are un sistem structural principal alcătuit din două tipuri, la proiectarea structurii pe această direcție se utilizează valoarea cea mai mică a factorului de comportare corespunzătoare celor două tipuri de structuri.

(5) Prin excepție de la [\(3\)](#), pentru clădirile de beton armat având structură cu flexibilitate mare la torsiune, conform [4.2.3 \(2\)](#), se folosește același tip de sistem structural pe cele două direcții orizontale ortogonale.

(6) Pe fiecare direcție orizontală principală, sistemul structural principal se alcătuiește dintr-un singur tip în direcție verticală. Pot face excepție, unul sau două niveluri de la partea de sus a clădirilor multietajate dacă înălțimea totală a acestor niveluri este mai mică decât 10% din înălțimea clădirii măsurată deasupra secțiunii de încastrare convențională.

(7) La configurarea structurilor principale cu pereți de beton armat, se poate considera că zonele de capăt ale pereților de beton armat formează cadre plane împreună cu grinzile orientate perpendicular pe planul pereților numai dacă:

(a) zonele de capăt îndeplinesc prevederile specifice pentru stâlpi date în această reglementare tehnică;

și

(b) zonele de intersecție dintre grinzi și zonele de capăt ale pereților îndeplinesc prevederile specifice pentru noduri grindă-stâlp date în această reglementare tehnică.

(8) Structurile parter, cu stâlpi în consolă și grinzi articulate, la care efortul axial de compresiune mediu normalizat în stâlpi este mai mic decât 0,20, la care capetele de la partea de sus ale stâlpilor sunt conectate prin intermediul unui planșeu cu comportare de diafragmă orizontală rigidă, se proiectează pe baza unor prevederi specifice. Înelitoarea din tablă de oțel de diferite tipuri nu este componentă structurală principală și nu îndeplinește rolul de diafragmă orizontală.

(9) Structurile definite la (1) se realizează numai din componente structurale principale din beton armat neprecomprimat. Prin excepție, pot fi utilizate:

(a) plăci precomprimate, care îndeplinesc rolul de diafragmă orizontală;

(b) grinzi precomprimate, la clădirile cu cel mult două niveluri supraterane, dacă precomprimarea este aplicată în afara zonelor critice ale acestora și brațul de pârghie al forței tăietoare din acțiunea seismică de proiectare este mai mare sau egal cu 5,00 m.

(10) Structurile alcătuite din plăci, stâlpi și pereți care sunt dispuși localizat, într-o zonă a clădirii, fără cadre perimetrale (structură cu nucleu de pereți și planșee dală), se încadrează în categoria structurilor cu flexibilitate mare la torsiune.

(11) La clădirile situate în zone cu seismicitate moderată sau mare nu este permisă utilizarea sistemelor structurale alcătuite din plăci, stâlpi și pereți dispuși localizat într-o zonă a clădirii, fără cadre perimetrale.

(12) În interpretarea prevederilor de la (10) și (11), se consideră că pereții sunt dispuși localizat dacă în plan orizontal, pentru oricare direcție ortogonală principală, aria înfășurătoare poligonale convexe a tuturor pereților dispuși paralel cu direcția respectivă este mai mică decât 50% din aria de nivel.

(13) Sistemele structurale principale realizate din stâlpi și plăci nu sunt permise.

(14) Sistemele structurale principale ale clădirilor se încadrează în tipurile indicate la 5.2.2, (1) numai dacă sunt respectate următoarele condiții:

(a) structurile sunt realizate în acord cu definiția tipului de sistem structural dată la 5.1.2, (1);

(b) stâlpii, grinzile și nodurile sistemelor structurale tip cadru îndeplinesc prevederile specifice din această reglementare tehnică și din reglementarea tehnică NP 007;

(c) pereții și grinzile de cuplare ale sistemelor structurale tip pereți, duale sau tip pendul inversat îndeplinesc prevederile specifice din această reglementare tehnică și prevederile din reglementarea tehnică CR2-1-1.1;

(d) stâlpii, grinzile și nodurile sistemelor duale sau tip pendul inversat îndeplinesc prevederile specifice din această reglementare tehnică;

(e) stâlpii sistemelor structurale cu stâlpi în consolă îndeplinesc prevederile specifice din această reglementare tehnică.

(15) Structurile principale care nu îndeplinesc prevederea (14), se pot proiecta seismic conform prevederii 5.2.1, (2).

(16) Toate componentele structurale principale, indiferent de tipul sistemului structural, se proiectează pentru aceeași clasă de ductilitate.

5.2.3 Mecanismul plastic optim

(1) Pentru structurile proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM, răspunsul seismic favorabil la acțiunea seismică de proiectare corespunzătoare stării limită ultime este condiționat de formarea unui mecanism plastic optim cu capacitate adecvată de disipare a energiei indusă de acțiunea seismică orizontală.

(2) Structura se alcătuieste astfel încât deformările plastice ale componentelor structurale principale să se producă datorită depășirii deformației specifice de curgere a armăturilor longitudinale întinse ca urmare a încovoierii componentelor structurale, cu sau fără forță axială.

(3) La sistemele structurale tip cadru, mecanismul plastic optim se formează prin dezvoltarea zonelor plastice la capetele grinzilor și la baza stâlpilor, imediat deasupra secțiunii de încastrare convențională.

(4) La sistemele structurale tip pereți, mecanismul plastic optim se formează prin dezvoltarea zonelor plastice la baza pereților, imediat deasupra secțiunii de încastrare convențională, și în grinzile de cuplare, dacă există.

(5) La sistemele structurale duale, mecanismul plastic optim se formează prin dezvoltarea zonelor plastice la baza pereților și a stâlpilor, imediat deasupra secțiunii de încastrare convențională, în grinzile de cuplare, dacă există, și la capetele grinzilor de cadru.

(6) La sistemele structurale tip pendul inversat, mecanismul plastic optim se formează prin dezvoltarea de articulații plastice la baza elementelor structurale verticale, imediat deasupra secțiunii de încastrare convențională.

(7) La sistemele structurale cu stâlpi în consolă, mecanismul plastic optim se formează prin dezvoltarea articulațiilor plastice la baza stâlpilor, imediat deasupra secțiunii de încastrare convențională.

(8) Pentru controlul dezvoltării mecanismului plastic, proiectarea se realizează în acord cu principiile metodei ierarhizării capacităților de rezistență - metoda de proiectare la capacitate.

(9) Infrastructurile și fundații se proiectează astfel încât să răspundă în domeniul elastic la acțiunea seismică de proiectare corespunzătoare stării limită ultime.

(10) Prin excepție de la (9), în situații de proiectare în care nu poate fi asigurat un răspuns elastic al tuturor elementelor infrastructurii, se admit deformații plastice din încovoiere ale acestor elemente dacă este asigurat accesul pentru inspecție și reparație după cutremur. La stabilirea configurației mecanismului plastic se ține seama de deformația plastică a acestor elemente.

Notă: Elementele infrastructurii care sunt în contact direct cu terenul pe una sau mai multe laturi nu îndeplinesc condiția privind asigurarea accesului pentru inspecție și reparație.

5.2.4 Factori de comportare

5.2.4.1 Starea limită ultimă

(1) Factorul de comportare se alege în funcție de capacitatea structurii de disipare a energiei induse de cutremur. Valorile maxime ale factorului de comportare pentru acțiuni seismice orizontale pentru verificări la starea limită ultimă se aleg conform prevederilor din [Tabelul 5.1](#), cu excepțiile prevăzute la [5.2.1](#), [\(4\)](#) și [\(2\)](#).

Tabelul 5.1 Valori maxime ale factorului de comportare pentru acțiuni seismice orizontale

Tipul sistemului structural	Valoarea maximă a factorului de comportare		
	Clasa de ductilitate		
	DCH	DCM	DCL
Sistem structural de tip cadru	$4,50\alpha_u/\alpha_1$	$3,00\alpha_u/\alpha_1$	1,50
Sistem structural de tip pereți, cu pereți izolați	$3,50\alpha_u/\alpha_1$	$3,00\alpha_u/\alpha_1$	1,50
Sistem structural de tip pereți, cu pereți cuplați	$4,00\alpha_u/\alpha_1$	$3,00\alpha_u/\alpha_1$	1,50
Sistem structural dual cu pereți predominanți	$4,50\alpha_u/\alpha_1$	$3,00\alpha_u/\alpha_1$	1,50
Sistem structural dual cu cadre predominante	$4,50\alpha_u/\alpha_1$	$3,00\alpha_u/\alpha_1$	1,50
Sistem structural de tip pendul inversat	2,00	1,50	1,00
Sistem structural cu stâlpi în consolă*	2,50	2,00	1,00
Sistem structural cu stâlpi în consolă și acoperiș cu comportare de diafragmă rigidă, cu un singur nivel, la care efortul axial mediu de compresiune normalizat în stâlpi este mai mic decât 0,20	3,50	3,00	1,00

* Notă: Acesta este cazul structurilor halelor parter cu grinzi articulate la care planșeul este realizat fără un sistem de contravântuiri așezate în plan orizontal capabile să împiedice deplasările relative dintre capetele superioare ale stâlpilor, ținând seama de caracterul asincron al excitației seismice la baza acestora.

(2) Prin excepție de la [\(1\)](#), în cazul structurilor care se încadrează în tipurile indicate la:

(a) [5.2.2](#), [\(1\)](#), [\(a\)](#) - [\(e\)](#)

sau

(b) [5.2.2](#), [\(1\)](#), [\(g\)](#), având un singur nivel, la care efortul axial mediu de compresiune normalizat în stâlpi este mai mic decât 0,20,

care au flexibilitate mare la torsiune conform prevederii de la 4.5.1.1, (6) sau 4.2.3, (2) valorile maxime ale factorului de comportare pentru acțiuni seismice orizontale se aleg conform prevederilor din Tabelul 5.2.

Tabelul 5.2 Valori maxime ale factorului de comportare pentru acțiuni seismice orizontale pentru sisteme structurale cu flexibilitate mare la torsiune

Tipul sistemului structural	Valoarea maximă a factorului de comportare		
	DCH	DCM	DCL
Sistem structural cu flexibilitate mare la torsiune	2,50	2,00	1,00

(3) Valoarea raportului dintre capacitatea de rezistență la forțe orizontale a structurii și forța orizontală corespunzătoare producerii primei deformații plastice într-o componentă structurală principală, α_u/α_1 , se limitează superior și inferior conform relației:

$$1,0 \leq \alpha_u/\alpha_1 \leq 1,35 \quad (5.1)$$

(4) Valoarea raportului α_u/α_1 , pentru clădiri din clasa a III-a sau a IV-a de importanță și expunere la cutremur se determină conform prevederilor din Tabelul 5.3 sau prin calcul static neliniar, cu limitarea indicată la (3).

Tabelul 5.3 Valori ale raportului α_u/α_1 pentru utilizare în cazul clădirilor din clasa a III-a sau a IV-a de importanță și expunere la cutremur

Tipul sistemului structural	α_u/α_1
Sistem structural de tip cadru sau dual cu cadre predominante	
Clădiri cu un singur nivel	1,10
Clădiri cu mai multe niveluri și cu o singură deschidere:	1,20
Clădiri cu mai multe niveluri și mai multe deschideri	1,30
Sistem structural de tip pereți sau sistem structural dual cu pereți predominanți	
Sistem structural tip pereți izolați cu maxim doi pereți dispuși pe direcția ortogonală considerată	1,00
Sistem structural tip pereți izolați cu mai mult de doi pereți dispuși pe direcția ortogonală considerată	1,10
Sistem structural de tip pereți, cu pereți cuplați, sistem structural dual cu pereți predominanți	1,20

(5) Pentru clădirile din clasa de importanță și expunere la cutremur I sau a II-a, valoarea raportului α_u/α_1 se determină prin calcul static neliniar, cu limitarea indicată la (3). În cazul în care raportul α_u/α_1 nu se determină prin calcul static neliniar acesta se consideră egal cu 1,00.

(6) În cazul structurilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCM sau DCH care au în alcătuire pereți de beton armat, valoarea maximă a factorului de comportare se multiplică cu factorul k_w care exprimă efectul proporțiilor pereților asupra capacității lor de deformare plastică:

$$\begin{aligned} k_w &= 1 && \text{dacă } \alpha_0 \geq 2 \\ k_w &= (1 + \alpha_0)/3 \geq 0,50 && \text{dacă } \alpha_0 < 2 \end{aligned} \quad (5.2)$$

unde:

α_0 raportul predominant dintre înălțimea pereților și lungimea inimii acestora, pentru structură în ansamblul ei.

Dacă raportul laturilor h_{wi}/l_{wi} nu diferă semnificativ de la un perete la altul, α_0 se poate calcula cu relația:

$$\alpha_0 = \sum h_{wi} / \sum l_{wi} \quad (5.3)$$

unde:

h_{wi} înălțimea fiecărui perete „i”;

l_{wi} lungimea secțiunii transversale a fiecărui perete „i”, măsurată pe direcția de calcul.

Dacă raportul laturilor h_{wi}/l_{wi} diferă semnificativ de la un perete la altul, la determinarea factorului k_w se utilizează valoarea minimă a factorului α_0 stabilit pentru fiecare perete în parte, pe direcția considerată a acțiunii seismice.

În aplicarea acestei prevederi se consideră numai pereții de beton armat paraleli cu direcția de calcul.

(7) În cazul unei clădiri neregulate, valoarea maximă a factorului de comportare se reduce conform prevederilor de la [4.5.1.1](#).

(8) La determinarea valorilor spectrului redus pentru oricare direcție orizontală de calcul se utilizează o valoare unică a factorului de comportare. În cazul clădirilor cu structura de beton armat care au sisteme structurale de tipuri diferite pe două direcții orizontale, valoarea maximă a factorului de comportare este egală cu minimul valorilor corespunzătoare celor două tipuri de sisteme structurale.

(9) Clădirile cu structurile principale de tipul indicat la [5.2.2](#), [\(1\)](#), [\(a\)](#) - [\(g\)](#), care au pereți nestructurali interiori și/sau exteriori realizați din zidărie și/sau beton se proiectează considerând o valoare maximă a factorului de comportare redusă cu 20% față de valoarea maximă rezultată din aplicarea prevederilor acestui paragraf, pentru tipul sistemului structural utilizat.

(10) Structurile principale de tipul indicat la [5.2.2](#), [\(1\)](#), [\(a\)](#) - [\(f\)](#), care sunt realizate, integral sau parțial, din grinzi, stâlpi sau pereți prefabricați, se proiectează considerând o valoare maximă a factorului de comportare redusă cu 30% față de valoarea maximă rezultată din aplicarea prevederilor acestui paragraf, pentru tipul sistemului structural utilizat.

(11) Valoarea maximă a factorului de comportare rezultat din aplicarea prevederilor acestui paragraf se limitează inferior la 1,00.

5.2.4.2 Starea limită de serviciu

(1) Valoarea maximă a factorului de comportare pentru acțiuni seismice orizontale pentru verificări la starea limită de serviciu este egală cu 1,50, pentru clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCM sau DCH, și 1,00, pentru clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCL.

5.2.5 Efecte locale cauzate de interacțiunea cu componentele nestructurale

(1) Componentele structurale principale se proiectează astfel încât să îndeplinească criteriile de proiectare seismică de la [5.3](#) în situația încărcării cu forțele de legătură cu componentele nestructurale.

(2) Prin stabilirea poziției și alcătuirii componentelor nestructurale de tipul panourilor rigide și rezistente la acțiuni în planul lor, înrămate de către componentele structurale principale, cum sunt pereții de zidărie înrămați, se evită:

- (a) introducerea de neregularități structurale în plan orizontal sau în plan vertical;
- (b) formarea efectului de grindă scurtă sau stâlp scurt în componentele structurale adiacente.

(3) Pereții din zidărie înrămați se cuprind în modelul de calcul al structurii dacă sunt realizați ca panouri pline sau panouri cu un gol de ușă sau fereastră pentru care se poate identifica un sistem de diagonale comprimate care transmit eforturile la componentele structurale perimetrale.

(4) La structurile în cadre, la calculul structurii se consideră efectele nefavorabile posibile ale interacțiunii cu panourile de zidărie înrămate privind:

- (a) modificarea regularității structurale în plan orizontal și/sau vertical;
- (b) modificarea efectelor acțiunii seismice ca urmare a creșterii momentului de torsiune de ansamblu cauzat de modificarea poziției centrului de rigiditate în raport cu centrul de masă;
- (c) modificarea schemei geometrice de calcul a structurii prin modificarea lungimilor și/sau a condițiilor de rezemare ale componentelor structurale;
- (d) modificarea proprietăților dinamice ale clădirii;
- (e) apariția de eforturi locale cauzate de interacțiunea dintre cadru și panou, în particular la nodurile cadrului și la colțurile panoului.

(5) În proiectarea structurii principale nu se ține seama de efectele favorabile posibile datorate prezenței panourilor de zidărie înrămate.

(6) Valorile de proiectare ale forțelor care acționează în planul panourilor de zidărie înrămate în cadre se calculează considerând ansamblul format din cadru și panourile din zidărie modelat ca un sistem triangulat, cu diagonale articulate la capete. Lățimea activă a diagonalei panoului de zidărie, d_p , se stabilește cu relația:

$$d_p = 0,1D_p \quad (5.4)$$

unde:

D_p lungimea diagonalei panoului din zidărie.

(7) În cazul sistemului structural cu stâlpi în consolă, cu sau fără diafragmă rigidă la acțiuni în planul său, nu se dispun pereți nestructurali de compartimentare sau închidere

realizați din beton sau zidărie, în contact direct cu stâlpii astfel încât să restricționeze oscilația acestora. În cazul utilizării unor astfel de componente nestructurale, acestea se izolează de structura principală prin rosturi suficient de mari pentru a permite oscilația liberă a stâlpilor paralel cu planul pereților și se proiectează pentru evitarea pierderii stabilității proprii sub acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime.

5.2.6 Fundații și infrastructuri

(1) La proiectarea infrastructurilor și fundațiilor se aplică prevederile reglementărilor tehnice specifice împreună cu prevederile suplimentare date în acest capitol.

(2) Structurile principale de beton armat se realizează având în componență sisteme de fundare de tipul:

(a) fundații de suprafață, conform accepțiunii din reglementarea tehnică NP 112;

sau

(b) fundații pe piloți, conform accepțiunii din reglementarea tehnică NP 123.

Notă: Prin denumirea generică de „piloți” se înțelege și „barete” dacă acestea îndeplinesc condițiile date în reglementarea tehnică NP 123.

(3) Componentele fundațiilor și/sau infrastructurilor care asigură echilibrarea eforturilor generate de acțiunea seismică se proiectează ca componente structurale principale.

(4) Prin excepție de la prevederile reglementării tehnice „Normativ privind proiectarea fundațiilor de suprafață”, indicativ NP 112, paragraful I.6.1.1., alin. 3.2, în cazul clădirilor cu un singur nivel fundația se dimensionează astfel încât aria comprimată a bazei fundației în gruparea seismică să fie mai mare sau egală cu 0,50 din aria totală a bazei fundației. În cazul aplicării acestei excepții, efectele acțiunilor la baza fundației se determină considerând interacțiunea teren-structură.

(5) Prevederi suplimentare privind proiectarea infrastructurilor și fundațiilor pentru construcții cu pereți de beton armat sunt date în reglementare tehnică CR 2-1-1.1.

(6) Prevederi suplimentare privind proiectarea infrastructurilor și fundațiilor pentru construcții în cadre de beton armat sunt date în reglementare tehnică NP 007.

5.2.7 Structuri prefabricate

(1) La proiectarea structurilor prefabricate se utilizează prevederile reglementărilor tehnice specifice împreună cu prevederile suplimentare date în această reglementare tehnică.

(2) Structurile prefabricate se realizează astfel încât să îndeplinească cerințele generale privind proiectarea seismică prevăzute în capitolul 4.

(3) În cazul clădirilor proiectate pentru clasele de ductilitate DCH sau DCM, continuitatea elementelor prefabricate în zonele critice se realizează numai prin îmbinări umede de beton armat sau prin procedee de îmbinare cu comportare similară cu îmbinărilor umede, demonstrată prin agrement tehnic care îndeplinește prevederile de la [1.1](#), [\(14\)](#).

(4) Armătura dispusă în zonele de îmbinare dintre elementele prefabricate se proiectează pentru un răspuns exclusiv elastic la incidența acțiunii seismice de proiectare corespunzătoare stării limită ultime. Pot face excepție:

(a) armăturile verticale ale stâlpilor și pereților care se deformează plastic ca urmare a încovoierii acestora, conform configurației mecanismului plastic optim, dacă este asigurată transmiterea integrală a eforturilor sub acțiunea seismică de proiectare, fără degradarea îmbinării;

(b) armăturile orizontale ale grinzilor și armăturile orizontale sau înclinate ale grinzilor de cuplare care se deformează plastic ca urmare a încovoierii acestora, conform configurației mecanismului plastic optim, dacă este asigurată transmiterea integrală a eforturilor sub acțiunea seismică de proiectare, fără degradarea îmbinării.

(5) În cazul îmbinărilor dintre elementele prefabricate unde este necesară echilibrarea eforturilor de întindere din armături, prin măsurile de alcătuire a elementelor prefabricate și a îmbinărilor se realizează o comportare structurală similară cu cea a structurilor realizate monolit.

(6) Planșeul alcătuit parțial sau integral din panouri prefabricate, se realizează astfel încât să se asigure comportarea lui ca diafragmă rigidă și rezistentă în planul ei.

5.2.8 Modelare pentru calcul

(1) Pentru clădirile cu structura de beton armat, la calculul valorii de proiectare a acțiunii seismice, fracțiunea din amortizarea critică a clădirii, ξ , pentru toate modurile de vibrație, se consideră egală cu 5%:

$$\xi = 5\% \quad (5.5)$$

(2) Prin excepție de la (1), pentru calcul dinamic nelinier fracțiunea din amortizarea critică se consideră egală cu 2,5% pentru toate modurile de vibrație.

(3) Modelarea rigidității componentelor structurale se face pe baza caracteristicilor geometrice ale secțiunilor transversale brute de beton ale acestora, cu considerarea efectelor fisurării betonului.

(4) Rigiditatea la încovoiere pentru pereți, grinzi lungi, grinzi de cuplare, stâlpi și plăci de beton armat se consideră egală cu jumătate din valoarea corespunzătoare secțiunii transversale brute, nefisurată.

(5) Rigiditatea la forță axială în planul lor a plăcilor componente ale planșeelor se consideră egală cu 0,70 din valoarea corespunzătoare secțiunii transversale brute, nefisurată.

(6) Prin excepție de la (4) și (5), la calculul eforturilor în structuri de beton armat, se pot alege valori diferite ale factorului de reducere a rigidității la încovoiere și la forță axială ca urmare a fisurării betonului, dacă acestea se determină pe baza modelelor de calcul date în SR EN 1992-1-1, pe baza alcătuirii efective a fiecărui element și a stării de eforturi așteptate.

(7) Valorile modului de elasticitate mediu al betonului, E_{cm} , pentru utilizare la modelarea structurii pentru verificarea deplasărilor orizontale conform 4.3.1.2.2 și 4.3.2.1, se stabilesc conform prevederilor SR EN 1992-1-1 și se limitează superior la valorile indicate în Tabelul 5.4.

Tabelul 5.4 Modulul de elasticitate mediu al betonului, pentru verificări ale deplasărilor orizontale

	Clasa de rezistență a betonului						
	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$E_{cm}(N/mm^2)$	30000	31000	33000	34000	35000	36000	37000

5.3 Criterii de performanță seismică

5.3.1 Generalități

- (1) Prevederile acestui paragraf se aplică structurii principale, cu rol în echilibrarea acțiunii seismice.
- (2) La proiectarea seismică a structurilor de beton armat, prevederile date în acest capitol se aplică împreună cu prevederile specifice celorlalte reglementări tehnice pentru proiectarea clădirilor de beton armat, conform [5.1.1](#), [\(3\)](#).

5.3.2 Rezistență

- (1) Clădirile cu structura de beton armat se realizează astfel încât să îndeplinească condiția de rezistență la acțiuni orizontale prevăzută la [4.3.1.1](#), [\(1\)](#) și [\(3\)](#).
- (2) Valoarea de proiectare a capacității de rezistență este mai mare sau egală cu valoarea de proiectare a efortului din secțiunea considerată. Această condiție este îndeplinită pentru toate componentele structurale principale, pe toată lungimea acestora.
- (3) Componentele structurale principale solicitate la încovoiere, cu sau fără forță axială, și forță tăietoare se realizează astfel încât să fie îndeplinite condițiile:

$$M_{Rd} \geq M_{Ed} \quad (5.6)$$

$$V_{Rd} \geq V_{Ed} \quad (5.7)$$

unde

M_{Rd} valoarea de proiectare a capacității de rezistență la încovoiere;

M_{Ed} valoarea de proiectare a momentului încovoiitor;

V_{Rd} valoarea de proiectare a capacității de rezistență la forță tăietoare;

V_{Ed} valoarea de proiectare a forței tăietoare.

- (4) În cazul componentelor structurale principale solicitate la încovoiere cu forță axială, valoarea de proiectare a capacității de rezistență la moment încovoiitor se determină ținând seama de valoarea de proiectare a forței axiale. Evaluarea se face distinct pentru fiecare direcție și sens de acțiune seismică.
- (5) Verificarea elementelor de beton armat la compresiune excentrică oblică poate fi făcută în mod simplificat pe fiecare direcție principală considerând valoarea capacității de rezistență la compresiune excentrică dreaptă redusă cu 30%.
- (6) Componentele structurale se alcătuiesc astfel încât cedarea secțiunilor din încovoiere, cu sau fără forță axială, să nu se producă prin zdrobirea betonului comprimat înainte de curgerea armăturii longitudinale întinse. Această prevedere se aplică pentru clădirile proiectate pentru clasa de ductilitate DCH, DCM sau DCL.

(7) În cazul componentelor structurale principale solicitate la forță axială centrică de compresiune, condiția de rezistență se asigură prin limitarea efortului axial normalizat conform prevederilor acestei reglementări tehnice.

(8) Stabilitatea, rezistența și rigiditatea la acțiuni seismice orizontale ale structurilor nu se asigură prin răspunsul la torsiune al componentelor structurale. Rezistența și rigiditatea la torsiune a componentelor structurale se neglijează în proiectarea seismică. Pot face excepție unele sisteme structurale de tip pendul inversat unde răspunsul la torsiune a componentelor structurale este necesar pentru asigurarea stabilității, rezistenței și rigidității la acțiuni seismice orizontale și capacitatea de rezistență la torsiune trebuie verificată explicit.

(9) Structurile principale se realizează astfel încât la fiecare nod grindă – stâlp să fie îndeplinită condiția:

$$\sum M_{Rd,c} \geq \gamma_{Rd} \sum M_{Rd,b} \quad (5.8)$$

unde:

$\sum M_{Rd,c}$ suma valorilor de proiectare ale capacităților de rezistență la încovoiere cu forță axială ale stâlpilor care intră în nod, calculate pe direcția considerată, în secțiunile învecinate nodului;

Notă: În această verificare sunt considerate valorile minime ale capacităților de rezistență la încovoiere cu forță axială ale stâlpilor, corespunzătoare variației posibile a forțelor axiale în gruparea seismică.

$\sum M_{Rd,b}$ suma valorilor de proiectare ale capacităților de rezistență la încovoiere ale grinzilor care intră în nod pe direcția considerată, în secțiunile învecinate nodului;

γ_{Rd} coeficient parțial de siguranță care evaluează incertitudinile din modelul de calcul al capacității de rezistență, cauzate în principal de efectul de consolidare post-elastică a oțelului:

$$\begin{aligned} \gamma_{Rd} &= 1,35 \text{ pentru DCH} \\ \gamma_{Rd} &= 1,25 \text{ pentru DCM} \end{aligned} \quad (5.9)$$

Notă: Stâlpii la care prevederea de (9) nu este îndeplinită se consideră în proiectare componente structurale secundare.

(10) Prin excepție de la (9), condiția (5.8) poate să nu fie îndeplinită la clădirile cu un singur nivel și la capătul de la partea de sus a stâlpilor de la ultimul nivel al clădirilor etajate.

(11) În cazul structurilor cu grinzi dispuse paralel cu mai multe direcții orizontale, condiția (5.8) se verifică distinct pentru fiecare dintre aceste direcții și pentru fiecare sens de acțiune seismică în direcția considerată, ținând seama de compunerea momentelor încovoiitoare din grinzi în dreptul nodului.

(12) În cazul structurilor cu grinzi dispuse paralel cu o singură direcție orizontală, condiția (5.8) se verifică pentru acea direcție, pentru fiecare dintre cele două sensuri de acțiune seismică, distinct.

(13) În condițiile menționate la (9), (11) și (12) condiția (5.8) se verifică și în cazul intersecției dintre grinzi și pereți, atunci când grinzile sunt paralele cu planul inimii pereților.

(14) Prin excepție de la (9), nu este obligatorie îndeplinirea condiției (5.8) la nodurile grindă-stâlp ale structurilor duale cu pereți predominanți, pe direcția acestora, dacă se verifică prin calcul static nelinier și/sau calcul dinamic nelinier evitarea formării unui mecanism plastic de etaj la o valoare a deplasării orizontale egală cu deplasarea cauzată de acțiunea seismică de proiectare corespunzătoare Stării Limită Ultime multiplicată cu 1,50.

5.3.3 Ductilitate

(1) Clădirile cu structura de beton armat se realizează astfel încât să îndeplinească condițiile de ductilitate sub acțiunea seismică orizontală date la 4.3.1.2.

(2) Valoarea de proiectare a deplasării relative de nivel admisă pentru verificări la starea limită ultimă se stabilește conform prevederilor de la 4.3.1.2.2, (2).

(3) Prin excepție (2), în cazul structurilor principale la care deasupra cotei de încastrare convențională există plăci care reazemă direct pe stâlpi, valoarea de proiectare a deplasării relative de nivel admisă pentru verificări la starea limită de ultimă, $d_{Rd,r}^{SLU}$, este egală cu $0,015h_s$, unde h_s este înălțimea totală de nivel.

(4) Factorul de amplificare al deplasărilor pentru starea limită de ultimă, c , se determină cu relația:

$$\left\{ \begin{array}{l} c = 1 + 2 \left(1 - 1,1 \frac{T_1}{T_C^{SLU}} \right) \left(\frac{\sqrt{qT_C^{SLU}}}{1,65} - 1 \right) \\ c \geq 1 \\ c \leq \frac{\sqrt{qT_C^{SLU}}}{1,65} \end{array} \right. \quad (5.10)$$

unde

T_1 perioada fundamentală de vibrație a clădirii pentru oscilații în direcția orizontală de calcul;

T_C^{SLU} perioada de colț (control) ale spectrului accelerațiilor orizontale pentru proiectare pentru verificări la SLU.

q factorul de comportare al structurii.

5.3.4 Stabilitate

(1) Clădirile de beton armat se realizează astfel încât să îndeplinească condițiile de stabilitate sub acțiunea seismică date la 4.3.1.3.

5.3.5 Rigiditate

(1) Clădirile de beton armat se realizează astfel încât să îndeplinească condițiile de rigiditate sub acțiunea seismică orizontală date la 4.3.2.1.

(2) Valoarea de proiectare a deplasării relative de nivel admisă se stabilește conform prevederilor 4.3.2.1, (2).

5.4 Valori de proiectare ale eforturilor

(1) Acest capitol conține prevederi privind determinarea valorilor de proiectare ale eforturilor care se dezvoltă în componentele structurale principale pentru verificări de rezistență.

5.4.1 Clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM

(1) Valoarea de proiectare a unui efort cauzat de acțiunea seismică reprezintă valoarea maximă a acelui efort care se dezvoltă ca urmare a incidenței acțiunii seismice de proiectare. Fac excepție zonele în care se dezvoltă deformații plastice din încovoiere, conform configurației mecanismului plastic optim, la care valoarea de proiectare a momentului încovoietor este valoarea corespunzătoare încărcării structurii cu acțiunea seismică de proiectare.

(2) Valorile de proiectare ale eforturilor care pot genera ruperi fragile ale elementelor structurale se stabilesc ținând seama de incertitudinea evaluării prin multiplicarea cu un coeficient parțial de siguranță supraunitar.

(3) La stabilirea valorilor de proiectare ale eforturilor, momentele încovoietoare maxime care se dezvoltă în zonele plastice se determină prin multiplicarea valorilor de proiectare ale capacităților de rezistență la încovoiere cu un coeficient parțial de siguranță.

(4) Valorile de proiectare ale eforturilor se determină prin:

(a) transformarea eforturilor rezultate din calculul structurii efectuat printr-o metodă de calcul static liniar, pentru a cuantifica neliniaritatea răspunsului structural cauzat de acțiunea seismică de proiectare, în acord cu principiile metodei de ierarhizare a capacităților de rezistență;

sau,

(b) direct, prin calcul neliniar.

(5) Determinarea valorilor de proiectare ale eforturilor din componentele structurale principale, pe baza eforturilor rezultate din calculul structurii printr-o metodă de calcul static liniar, se realizează conform prevederilor de la [5.4.1.1](#), [5.4.1.2](#), [5.4.1.3](#), [5.4.1.4](#), [5.4.1.5](#) și [5.4.1.6](#).

(6) În cazul clădirilor la care calculul structurii se efectuează printr-o metodă de calcul static liniar, la determinarea valorilor de proiectare sunt admise redistribuiri ale eforturilor între elementele structurale principale conform prevederilor de la [5.4.1.7](#).

(7) Determinarea valorilor de proiectare ale eforturilor pe baza eforturilor rezultate din calculul structurii prin metoda de calcul static neliniar se realizează conform prevederilor de la [5.4.1.8](#).

5.4.1.1 Grinzi

5.4.1.1.1 Momente încovoietoare

(1) Valorile de proiectare ale momentelor încovoietoare în zonele plastice ale grinzilor sunt egale cu valorile obținute din calculul structurii în gruparea seismică.

(2) Valorile de proiectare ale momentelor încovoietoare în zona de răspuns elastic a grinzilor se stabilesc din echilibrul grinzii în situația formării mecanismului plastic

optim, considerând și încărcările care acționează transversal pe axul grinzii din gruparea seismică.

5.4.1.1.2 Forțe tăietoare

- (1) Valorile de proiectare ale forțelor tăietoare în grinzi se stabilesc din echilibrul grinzii în situația formării mecanismului plastic optim, considerând și încărcările care acționează transversal pe axul grinzii din gruparea seismică.
- (2) Calculul valorilor de proiectare ale forțelor tăietoare se face distinct pentru fiecare deschidere a grinzii și pentru fiecare sens de acțiune seismică.
- (3) Valorile momentelor încovoietoare maxime care încarcă grinda la capete în situația formării mecanismului plastic, $M_{d,b}^i$, se calculează cu relația:

$$M_{d,b}^i = \gamma_{Rd} M_{Rd,b}^i \min \left(1, \frac{\sum M_{Rd,c}}{\sum M_{Rd,b}} \right) \quad (5.11)$$

unde:

$M_{Rd,b}^i$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență la încovoiere a grinzii la capătul i , pentru sensul de rotire corespunzător sensului de acțiune a forțelor orizontale;

$\sum M_{Rd,b}$ suma valorilor de proiectare ale capacităților de rezistență la încovoiere ale grinzilor care intră în nodul capătului i al grinzii, pe direcția de acțiune seismică, pentru sensul de rotire corespunzător sensului de acțiune a forțelor orizontale;

$\sum M_{Rd,c}$ suma valorilor de proiectare ale capacităților de rezistență la încovoiere cu forță axială ale stâlpilor care intră în nodul învecinat capătului i al grinzii, pentru sensul de rotire corespunzător sensului de acțiune a forțelor orizontale, calculate considerând valorile de proiectare ale forței axiale din stâlp pentru sensul considerat al acțiunii seismice;

γ_{Rd} coeficient parțial de siguranță stabilit conform relației (5.9).

- (4) Valorile de proiectare ale forțelor tăietoare se limitează inferior la valorile corespunzătoare celor rezultate din calculul structurii în gruparea seismică, la care partea cauzată de acțiunea seismică este multiplicată cu γ_{Rd} .

5.4.1.2 Stâlpi.

5.4.1.2.1 Forțe axiale

- (1) Valoarea de proiectare a forței axiale din stâlpi se determină din echilibrul stâlpului în situația formării mecanismului plastic considerând:

- (a) forțele tăietoare din grinzi asociate încărcării acestora cu momentele încovoietoare maxime cauzate de acțiunea seismică orizontală;
- (b) forțele tăietoare din grinzi sau plăci din acțiuni gravitaționale din gruparea seismică de acțiuni;
- (c) greutatea proprie a stâlpului;
- (d) alte forțe din gruparea seismică care încarcă direct stâlpul.

- (2) În cazul în care, conform configurației mecanismului plastic, se dezvoltă zone plastice la ambele capete ale grinzilor și valorile de proiectare ale momentelor capabile

din grinzi nu depășesc cu mai mult de 10% valorile momentelor încovoietoare rezultate din calculul structurii, în fiecare zonă plastică, valoarea de proiectare a forței axiale se poate considera egală cu valoarea forței axiale rezultată din calculul structurii în gruparea seismică.

(3) Prevederi suplimentare privind determinarea valorilor de proiectare ale forțelor axiale din stâlpi sunt date în reglementarea tehnică NP 007.

5.4.1.2.2 Momente încovoietoare

(1) Valorile de proiectare ale momentelor încovoietoare în zonele plastice ale stâlpilor, conform configurației mecanismului plastic optim, sunt egale cu valorile momentelor încovoietoare rezultate din calculul structurii în gruparea seismică.

(2) Valorile de proiectare ale momentelor încovoietoare din stâlpi, în zona de răspuns elastic, se stabilesc din echilibrul stâlpului în situația formării mecanismului plastic, considerând și încărcările care acționează transversal pe axul stâlpului în gruparea seismică, dacă există.

5.4.1.2.3 Forțe tăietoare

(1) Valorile de proiectare ale forțelor tăietoare în stâlpi se stabilesc din echilibrul stâlpului în situația formării mecanismului plastic, considerând și încărcările care acționează transversal pe axul stâlpului din gruparea seismică, dacă există.

(2) Calculul valorilor de proiectare ale forțelor tăietoare din stâlpi, se face la fiecare nivel, distinct pentru fiecare sens de acțiune seismică și pentru fiecare direcție de calcul.

(3) Valorile momentelor încovoietoare maxime care încarcă stâlpul la capete în situația formării mecanismului plastic, $M_{d,c}^i$, se calculează cu relația:

$$M_{d,c}^i = \gamma_{Rd} M_{Rd,c}^i \min \left(1, \frac{\sum M_{Rd,b}}{\sum M_{Rd,c}} \right) \quad (5.12)$$

unde:

$M_{Rd,c}^i$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență la încovoiere a stâlpului la capătul i , pentru sensul de rotire corespunzător sensului de acțiune a forțelor orizontale;

$\sum M_{Rd,c}$ suma valorilor de proiectare ale capacităților de rezistență la încovoiere cu forță axială ale stâlpilor care intră în nodul învecinat capătului i al stâlpului considerat, pentru sensul de rotire corespunzător sensului de acțiune a forțelor orizontale, calculate considerând valorile de proiectare ale forțelor axiale din stâlp;

$\sum M_{Rd,b}$ suma valorilor de proiectare ale capacităților de rezistență la încovoiere ale grinzilor care intră în nodul capătului i al stâlpului, pentru sensul de rotire corespunzător sensului de acțiune a forțelor orizontale.

γ_{Rd} coeficient parțial de siguranță stabilit conform relației (5.9).

(4) Valorile de proiectare ale forțelor tăietoare se limitează inferior la valorile rezultate din calculul structurii în gruparea seismică, la care partea cauzată de acțiunea seismică este multiplicată cu γ_{Rd} .

(5) În cazul stâlpilor aflați în contact direct cu componente nestructurale rigide și rezistente, dacă înălțimea panoului este mai mică decât înălțimea liberă de nivel,

valoarea de proiectare a forței tăietoare din stâlp se determină considerând un model de calcul cu zone plastice dezvoltate la cele două extremități ale golului.

Notă: Astfel de panouri sunt, de exemplu, parapetele de zidărie.

5.4.1.3 Noduri

(1) Acest paragraf conține prevederi privind calcul valorilor de proiectare ale forțelor tăietoare care încarcă nodurile grindă – stâlp.

(2) Valoarea de proiectare a forței tăietoare din nod se stabilește din echilibrul acestuia în situația formării mecanismului plastic, în mod distinct pentru fiecare sens de acțiune seismică și pentru fiecare direcție de calcul.

(3) Valoarea de proiectare a forței tăietoare în nod poate fi stabilită cu următoarele expresii simplificate:

(a) pentru toate nodurile, cu excepția celor de capăt:

$$V_{Ed,j} = \gamma_{Rd}(A_{s1} + A_{s2})f_{yd} - V_{Ed,c} \quad (5.13)$$

(b) pentru noduri de capăt:

$$V_{Ed,j} = \gamma_{Rd}A_{s1}f_{yd} - V_{Ed,c} \quad (5.14)$$

unde:

A_{s1}, A_{s2} ariile armăturilor întinse de la partea superioară și, respectiv, inferioară a grinzilor care intră în nod în direcția considerată a acțiunii seismice, stabilite în funcție de sensul acțiunii seismice;

$V_{Ed,c}$ valoarea de proiectare a forței tăietoare din stâlpul de deasupra nodului pentru direcția și sensul considerat al acțiunii seismice;

γ_{Rd} coeficient parțial de siguranță stabilit conform relației (5.9).

5.4.1.4 Pereți și grinzi de cuplare

(1) Valorile de proiectare ale eforturilor pentru pereți și grinzi de cuplare se stabilesc conform prevederilor CR 2-1-1.1.

5.4.1.5 Diafragme

(1) Prevederile din acest paragraf se aplică la stabilirea eforturilor de proiectare în diafragmele constituite de planșeele solicitate la încărcări în planul lor median.

(2) Valorile de proiectare ale eforturilor în diafragme sunt egale cu eforturile asociate mobilizării mecanismului plastic de ansamblu al structurii înmulțite cu un coeficient parțial de siguranță $\gamma_{Rd} = 1,20$.

(3) Eforturile într-o diafragmă se stabilesc considerând echilibrul acesteia sub acțiunea forțelor orizontale și a valorilor de proiectare ale forțelor tăietoare din elementele structurale verticale care încarcă diafragma în direcție orizontală.

5.4.1.6 Infrastructuri și fundații

(1) Valorile de proiectare ale eforturilor și deformațiilor în elementele infrastructurii și fundațiilor se determină considerând echilibrul acestora sub eforturile de legătură cu suprastructura și eforturile de rezemare pe teren.

(2) La proiectarea infrastructurii și fundațiilor și la verificarea terenului de fundare se consideră valorile maxime ale eforturilor de legătură cu suprastructura, corespunzătoare situației formării mecanismului plastic optim sub acțiunea seismică de proiectare, și încărcările care acționează direct asupra acestora.

(3) Valorile de proiectare ale eforturilor și deformațiilor în elementele infrastructurii și fundații se obțin considerând interacțiunea teren-structură.

(4) Pentru calculul eforturilor în infrastructură și fundații, în cazul clădirilor cu fundații de suprafață, rezemarea pe teren se modelează minimal prin resorturi unidirecționale solicitate numai la compresiune. Rigiditatea echivalentă a resorturilor se stabilește în acord cu caracteristicile terenului de fundare pentru valori ale deformațiilor specifice ale acestuia corespunzătoare răspunsului structurii sub acțiunea seismică de proiectare, în gruparea seismică, pentru regim dinamic de încărcare.

(5) În cazul clădirilor cu fundații pe piloți, la verificarea fiecărui pilot se ține seama de valorile de proiectare ale forțelor de legătură ale acestuia cu restul structurii, corespunzătoare răspunsului de ansamblu al clădirii sub acțiunea seismică de proiectare, în gruparea seismică.

(6) Pentru calculul structural cu considerarea interacțiunii teren-structură, piloții se modelează minimal prin resorturi unidirecționale orientate în direcție verticală. Rigiditatea echivalentă a resorturilor se stabilește în acord cu caracteristicile pilotului și ale terenului pentru valori ale deplasărilor în direcție verticală corespunzătoare răspunsului structurii sub acțiunea seismică de proiectare, în gruparea seismică, pentru regim dinamic de încărcare.

(7) În cazul elementelor cu fundații izolate, valorile de proiectare ale eforturilor de la baza zonei plastice a componentelor structurale verticale, E_{Fd} , se pot determina prin transformarea valorilor eforturilor rezultate din calculul static liniar cu ecuația:

$$E_{Fd} = E_{F,G} + \gamma_{Rd} \Omega E_{F,E} \quad (5.15)$$

unde:

$E_{F,G}$ efortul secțional produs de alte acțiuni decât acțiunea seismică care sunt incluse în gruparea seismică;

$E_{F,E}$ efortul secțional rezultat din calculul la acțiunea seismică de proiectare;

Ω factor de suprarezistență la încovoiere al peretelui;

γ_{Rd} coeficient parțial de siguranță care ține seama de incertitudinea cuprinsă în evaluarea capacității de rezistență, care se alege conform relației (5.9).

(8) Prevederi suplimentare privind stabilirea valorilor de proiectare ale eforturilor pentru clădiri cu structura în cadre de beton armat sunt date în reglementarea tehnică NP 007.

(9) Prevederi suplimentare privind stabilirea valorilor de proiectare ale eforturilor pentru clădiri cu structura cu pereți de beton armat sunt date în reglementarea tehnică CR 2-1-1.1.

5.4.1.7 Redistribuirea eforturilor

(1) Redistribuirea eforturilor rezultate din calculul structurii efectuat printr-o metodă de calcul static liniar se aplică numai dacă la modelarea structurii pentru calcul s-au considerat valorile factorilor de reducere a rigidității conform 5.2.8, (4) și (5).

- (2) Redistribuirea se realizează numai pentru elementele structurale cu răspuns ductil la acțiunea seismică. Redistribuirea se aplică exclusiv pentru partea structurii în care se formează mecanismul plastic de ansamblu.
- (3) Redistribuirea eforturilor se realizează pentru:
- (a) considerarea impactului modificării proprietăților de rigiditate ale elementelor structurale de beton armat după fisurare asupra stării de eforturi în structură;
 - (b) uniformizarea soluțiilor de alcătuire și armare;
 - (c) realizarea unei stări de eforturi asociată mobilizării mecanismului plastic care favorizează răspunsul ductil al structurii și evitarea ruperilor cu caracter fragil.
- (4) Redistribuirea se realizează cu respectarea condițiilor de echilibru de ansamblu și local. Momentul global de răsturnare al structurii la acțiuni orizontale se păstrează neschimbat după redistribuire.
- (5) Prevederi privind redistribuirea eforturilor la structuri în cadre de beton armat sunt date în reglementarea tehnică NP 007.
- (6) Prevederi privind redistribuirea eforturilor la construcții cu pereți de beton armat sunt date în reglementarea tehnică CR 2-1-1.1.

5.4.1.8 Metoda de calcul static neliniar

- (1) Valorile de proiectare ale eforturilor se stabilesc pe baza eforturilor corespunzătoare rezultate din calculul static neliniar al structurii în ansamblu, pentru cele două moduri de distribuție a forțelor seismice date la [4.5.2](#).
- (2) Verificarea capacității de rezistență a elementelor conform [5.3.2](#), [\(2\)](#), se realizează distinct pentru fiecare mod de distribuție a forței seismice.
- (3) Valorile de proiectare ale eforturilor care pot determina cedări de tip ductil sunt valorile eforturilor corespunzătoare cerinței de deplasare la starea limită ultimă.

Notă: Acestea este cazul general al curgerii armăturilor longitudinale ca urmare a acțiunii momentului încovoietor (cu excepția elementelor sub-armate sau supra-armate longitudinal care pot avea cedări fragile din moment încovoietor) și al curgerii armăturilor diagonale ale grinzilor de cuplare.

- (4) Valorile de proiectare ale eforturilor care pot determina cedări de tip fragil sunt valorile eforturilor corespunzătoare cerinței de deplasare la starea limită ultimă multiplicată cu 1,50.

Notă: În general, cedările de tip ductil pot fi obținute prin acțiunea momentului încovoietor, în condițiile asigurării ductilității de rotire a elementului structural, sau prin curgerea armăturilor diagonale ale grinzilor de cuplare. Toate celelalte moduri de rupere trebuie să fie considerate fragile în proiectare.

- (5) Valorile de proiectare ale eforturilor din infrastructură și fundații, pentru toate elementele componente, sunt valorile eforturilor corespunzătoare cerinței de deplasare la structurii la starea limită ultimă multiplicată cu 1,50.

Notă: Această prevedere se aplică tuturor elementelor structurale situate sub secțiunea de încastrare convențională.

- (6) Prin excepție de la [\(2\)](#), verificarea capacității de rezistență la încovoiere a componentelor structurale principale în zonele unde se produc deformațiile plastice în acord cu configurația mecanismului plastic optim, se poate realiza prin verificarea capacității de rezistență a structurii la acțiuni orizontale conform [5.3.2](#), [\(1\)](#).

Notă: În cazul efectuării calculului static nelinier, această verificare se realizează prin compararea forței F_y din legea de răspuns bi-liniară cu forța tăietoare de bază stabilită conform prevederilor cap. 4. Pentru această verificare, forța F_y se determină utilizând valorile de proiectare ale rezistențelor materialelor.

5.4.2 Clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCL

- (1) Valorile de proiectare ale eforturilor se stabilesc prin transformarea eforturilor rezultate din calculul structurii printr-o metodă de calcul liniar.
- (2) Valorile de proiectare ale momentelor încovoietoare și forțelor tăietoare din grinzi sunt egale cu cele rezultate din calculul structurii printr-o metodă de calcul liniar, în gruparea seismică.
- (3) Valorile de proiectare ale momentelor încovoietoare și forțelor axiale din stâlpi sunt egale cu cele rezultate din calculul structurii printr-o metodă de calcul liniar, în gruparea seismică.
- (4) Valorile de proiectare ale forțelor tăietoare din stâlpi și noduri sunt egale cu forțele tăietoare din calculul structurii printr-o metodă de calcul liniar în gruparea seismică, multiplicată cu 1,20:

$$V_{Ed} = 1,2V'_{Ed} \quad (5.16)$$

unde:

V_{Ed} valoarea de proiectare a forței tăietoare;

V'_{Ed} valoarea forței tăietoare rezultată din calculul structurii în gruparea seismică.

- (5) Valorile de proiectare ale eforturilor în diafragme, constituite de planșeele solicitate la încărcări paralele cu planul lor median, sunt egale cu eforturile rezultate din calculul static liniar al structurii, multiplicată cu 1,20.
- (6) Valorile de proiectare ale eforturilor în infrastructură și fundații sunt egale cu eforturile rezultate din calculul static liniar, multiplicată cu 1,20.
- (7) Prevederi privind determinarea valorilor de proiectare ale eforturilor care se dezvoltă în pereți, grinzi de cuplare, diafragme orizontale, fundații și infrastructuri, după caz, la structuri cu pereți de beton armat sunt date în reglementarea tehnică CR 2-1-1.1.

5.5 Capacitate de rezistență

5.5.1 Grinzi

- (1) Capacitatea de rezistență la moment încovoietor și forță tăietoare a grinzilor se determină pe baza prevederilor SR EN 1992-1-1, împreună cu prevederile suplimentare date în acest paragraf.

5.5.1.1 Moment încovoietor

- (1) La calculul capacității de rezistență la moment încovoietor a grinzilor turnate monolit împreună cu placa se consideră toate armăturile din grindă și armăturile din placă paralele cu grinda, dispuse în zona activă de placă. Efortul unitar de întindere din armături se stabilește în funcție de lungimea de ancorare a acestora față de secțiunea de calcul.

(2) Lățimea activă de placă a grinzilor care conlucrează cu placa, în stânga și dreapta inimii, b_{eff} , se determină cu relația:

$$b_{eff} = b_w + \min(8h_f, d_0, 0,125l_{cl}) \quad (5.17)$$

unde:

b_w lățimea inimii grinzii;

b_{eff} lățimea de placă activă;

h_f grosimea plăcii;

d_0 lățimea aferentă de placă pentru grinda în discuție, rezultată din geometria planșeului, ținând seama de grinzile paralele și de marginea efectivă a plăcii;

l_{cl} deschiderea liberă a grinzii.

(3) Lățimea activă de placă a grinzilor care conlucrează cu placa, pe o singură parte a inimii, b_{eff} , se determină cu relația:

$$b_{eff} = b_w + \min(4h_f, d_0, 0,08l_{cl}) \quad (5.18)$$

unde:

b_w lățimea inimii grinzii;

b_{eff} lățimea de placă activă;

h_f grosimea plăcii;

d_0 lățimea aferentă de placă pentru grinda în discuție, rezultată din geometria planșeului, ținând seama de grinzile paralele și de marginea efectivă a plăcii;

l_{cl} deschiderea liberă a grinzii.

(4) La calculul capacității de rezistență la moment încovoietor a grinzilor care conlucrează cu plăci prefabricate integral sau parțial, contribuția armăturilor din placă plasate în interiorul zonei active se stabilește ținând seama de modul de conectare al plăcilor cu grinda.

(5) La calculul capacității de rezistență la moment încovoietor a grinzilor care conlucrează cu plăci precomprimate se ține seama de efortul de compresiune transmis grinzilor prin precomprimarea plăcilor.

5.5.1.2 Forță tăietoare

(1) În zonele critice ale grinzilor, înclinarea diagonalelor comprimate în modelul de grindă cu zăbrele se consideră egală cu 45° .

(2) În acord cu prevederea de la (1), capacitatea de rezistență la forță tăietoare a grinzilor este determinată cu relația:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rd,max}, V_{Rd,s}) \quad (5.19)$$

unde

$V_{Rd,max}$ forța tăietoare din grindă care corespunde cedării diagonalei comprimate de beton, în N;

$$V_{Rd,max} = 0,75b_w d \sqrt{f_{cd}} \quad (5.20)$$

- b_w lăţimea inimii secţiunii transversale a grinzii;
 d înălţimea utilă a secţiunii transversale a grinzii;
 f_{cd} valoarea de proiectare a rezistenţei betonului la compresiune, în N/mm^2 ;
 $V_{Rd,s}$ forţa tăietoare din grindă care poate fi suspendată prin intermediul armăturii transversale;

$$V_{Rd,s} = 0,9A_{sw}^{tot}f_{yd} \quad (5.21)$$

- A_{sw}^{tot} aria totală a braţelor verticale ale armăturii transversale a grinzii, intersectate de o fisură înclinată la 45° ;
 f_{yd} valoarea de proiectare a limitei de curgere a oţelului din care sunt confecţionate armăturile transversale.

5.5.2 Stâlpi

5.5.2.1 Moment încovoietor şi forţă axială

- (1) Se consideră acţiunea simultană a forţei axiale şi momentului încovoietor pentru fiecare combinaţie seismică de proiectare.

5.5.2.2 Forţă tăietoare

- (1) În zonele critice ale stâlpilor, înclinarea diagonalelor comprimate în modelul de grindă cu zăbrele se consideră egală cu 45° .
 (2) În acord cu prevederea de la (1), capacitatea de rezistenţă la forţă tăietoare a stâlpilor se determină cu relaţia:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rd,max}, V_{Rd,s}) \quad (5.22)$$

unde

$V_{Rd,max}$ forţa tăietoare din stâlp care corespunde cedării diagonalei comprimate de beton, în N;

$$V_{Rd,max} = 0,83b_wd\sqrt{f_{cd}} \quad (5.23)$$

- b_c lăţimea secţiunii transversale a stâlpului;
 d înălţimea utilă a secţiunii transversale a stâlpului;
 f_{cd} valoarea de proiectare a rezistenţei betonului la compresiune, în N/mm^2 ;
 $V_{Rd,s}$ forţa tăietoare din stâlp care poate fi suspendată prin intermediul armăturii transversale;

$$V_{Rd,s} = 0,9A_{sw}^{tot}f_{yd} \quad (5.24)$$

- A_{sw}^{tot} aria totală a braţelor armăturii transversale a stâlpului paralele cu direcţia de calcul, intersectate de o fisură înclinată la 45° ;
 f_{yd} valoarea de proiectare a limitei de curgere a oţelului din care sunt confecţionate armăturile transversale.

5.5.3 Noduri grindă-stâlp

(1) Un nod grindă stâlp se consideră confinat prin efectul grinzilor transversale care intră în nod pe direcție perpendiculară pe direcția de acțiune seismică dacă sunt îndeplinite cumulativ următoarele condiții:

- (a) de la ambele fețe ale nodului, grinzile transversale se dezvoltă pe o lungime mai mare decât înălțimea secțiunii transversale a lor;
- (b) lățimea grinzilor este mai mare decât $\frac{3}{4}$ din dimensiunea secțiunii transversale a stâlpului perpendiculară pe direcția de acțiune seismică;
- (c) grinzile îndeplinesc condițiile minime de armare pentru zona critică a componentelor seismice principale date în acest capitol.

La confinarea nodului participă și grinzile transversale cu schema statică de consolă.

(2) Un nod grindă stâlp se consideră confinat prin efectul stâlpilor care intră în nod dacă sunt îndeplinite cumulativ următoarele condiții:

- (a) de la fața superioară a nodului, stâlpul se dezvoltă pe o lungime mai mare decât înălțimea secțiunii sale transversale;
- (b) stâlpul de la partea superioară îndeplinește condițiile minime pentru zona critică a componentelor seismice principale date în acest capitol;
- (c) secțiunea transversală a stâlpului de deasupra nodului îndeplinește condițiile din această reglementare tehnică privind reducerea secțiunilor de la un nivel la altul.

La confinarea nodului participă și extensiile stâlpilor de deasupra nodurilor.

(3) Un nod grindă stâlp se consideră confinat prin efectul grinzilor longitudinale care intră în nod pe direcția de acțiune seismică dacă sunt îndeplinite cumulativ următoarele condiții:

- (a) de la ambele fețe ale nodului, grinzile longitudinale se dezvoltă pe o lungime mai mare decât înălțimea secțiunii transversale a lor;
- (b) grinzile îndeplinesc condițiile minime de armare pentru zona critică a componentelor seismice principale date în acest capitol.

La confinarea nodului participă și grinzile longitudinale cu schema statică de consolă.

(4) Valoarea de proiectare a capacității de rezistență la forță tăietoare corespunzătoare zdrobiri betonului din diagonala comprimată, în N, se determină cu relațiile:

(a) pentru noduri confinate prin efectul stâlpilor, al grinzilor longitudinale și transversale care intră în nod:

$$V_{Rd} = 1,75b_jh_j\sqrt{f_{cd}} \quad (5.25)$$

(b) pentru noduri confinate prin efectul stâlpilor și al grinzilor longitudinale sau transversale care intră în nod sau pentru noduri confinate numai prin efectul grinzilor longitudinale și transversale care intră în nod:

$$V_{Rd} = 1,25b_jh_j\sqrt{f_{cd}} \quad (5.26)$$

(c) pentru noduri confinate numai prin efectul stâlpilor, grinzilor longitudinale sau grinzilor transversale care intră în nod:

$$V_{Rd} = 1,00b_jh_j\sqrt{f_{cd}} \quad (5.27)$$

(d) pentru noduri neconfinat prin efectul stâlpilor și grinzilor care intră în nod:

$$V_{Rd} = 0,75b_jh_j\sqrt{f_{cd}} \quad (5.28)$$

unde:

h_j dimensiunea secțiunii orizontale prin nod măsurată în direcția de acțiune seismică care se ia egală cu înălțimea secțiunii transversale a stâlpului;

b_j lățimea de proiectare a nodului:

$$b_j = \min(b_c; b_w + 0,5h_j; b_w + 2e) \quad (5.29)$$

b_w lățimea minimă a inimii grinzilor aliniate cu direcția de acțiune seismică;

b_c dimensiunea secțiunii transversale a stâlpului măsurată perpendicular pe axul grinzii;

e distanța minimă pe orizontală dintre fața laterală a grinzii și fața laterală a stâlpului aflate de aceeași parte a inimii grinzii, măsurată perpendicular pe axa grinzii;

f_{cd} valoarea de proiectare a rezistenței betonului la compresiune, în N/mm^2 .

5.5.4 Pereți și grinzi de cuplare

(1) Capacitatea de rezistență la moment încovoietor, cu sau fără forță axială, și capacitatea de rezistență la forță tăietoare a pereților și grinzilor de cuplare se stabilește conform reglementării tehnice CR 2-1-1.1.

5.5.5 Planșee dală

(1) Planșeele dală fără armătură transversală se proiectează astfel încât efortul unitar de străpungere în lungul perimetrului de control, generat de încărcările perpendiculare pe planul plăcii din gruparea seismică, să fie mai mic sau egal cu 0,40 din valoarea $V_{Rd,c}$ stabilită conform SR EN 1992-1-1.

(2) În cazul planșeelor dală cu armătură transversală, capacitatea de rezistență la străpungere și perimetrul de calcul, dincolo de care nu mai sunt necesare armături de străpungere, se determină conform SR EN 1992-1-1, considerând în calcul 0,40 din valoarea $V_{Rd,c}$ stabilită conform prevederilor acestui standard.

(3) În verificarea la străpungere a plăcilor armate transversal se consideră numai armăturile transversale ancorate față de poziția potențială a suprafeței de străpungere.

5.6 Capacitate de deformare

(1) Valorile admisibile ale rotirilor, θ_{Rd}^{SLU} , se determină prin calcul pe baza caracteristicilor de alcătuire și armare, conform prevederilor SR EN 1998-3, pentru Starea Limită de Degradare Semnificativă, cu metoda bazată pe modelul de confinare din SR EN 1992-1-1.

(2) Prin excepție de la (1), pentru componentele structurale principale alcătuite conform acestei reglementări tehnice, în cazul în care rotirile cauzate de acțiunea seismică de proiectare se determină prin metoda de calcul static liniar, valorile admisibile ale rotirilor, θ_{Rd}^{SLU} , pentru verificări la starea limită ultimă, se pot stabili conform prevederilor din [Tabelul 5.5](#).

Tabelul 5.5 Valori admisibile ale rotirilor, θ_{Rd}^{SLU}

Componenta structurală principală	Valori admisibile ale rotirilor θ_{Rd}^{SLU} (rad)	
	Clasa de ductilitate	
	DCH	DCM
Grindă	3,00%	2,50%
Grindă de cuplare armate cu bare ortogonale	1,50%	1,50%
Grindă de cuplare armate cu carcase diagonale	4,00%	4,00%
Stâlp	2,50%	2,00%
Perete	1,00%	0,75%

5.7 Alcătuire și armare

(1) Componentele structurale principale se alcătuiesc astfel încât să îndeplinească prevederile de alcătuire și armare date în acest paragraf.

(2) Geometria secțiunii de beton, cantitatea de armătură longitudinală și modul de dispunere a acesteia se stabilesc coroborat astfel încât cedarea secțiunilor din încovoiere, cu sau fără forță axială, să nu se producă prin zdrobirea betonului comprimat înainte de curgerea armăturii longitudinale întinse. Această condiție se aplică pentru grinzi, stâlpi și pereți, pentru clădirile proiectate pentru clasa de ductilitate la DCH, DCM sau DCL.

(3) Prevederile privind calitatea materialelor, alcătuirea și armarea componentelor structurale principale sunt stabilite diferențiat pentru:

(a) zone critice;

(b) zone curente.

(1) Lungimea și poziția zonelor critice ale componentelor structurale principale se stabilește diferențiat în funcție de tipul elementului, starea de solicitare și clasa de ductilitate, în acord cu prevederile acestui paragraf. Partea din element care este situată în afara zonelor critice se consideră zonă curentă.

(2) Prin excepție de la (1), în cazul grinzilor precomprimate utilizate în condițiile prevăzute la [5.2.2](#), [\(9\)](#), [\(b\)](#), prevederile paragrafului [5.7](#) se aplică numai în zonele critice ale acestora.

5.7.1 Calitatea materialelor

5.7.1.1 Beton

(1) Valoarea caracteristică a rezistenței la compresiune a betonului din componentele structurale principale îndeplinește condiția:

$$25 \text{ N/mm}^2 \leq f_{ck} \leq 50 \text{ N/mm}^2 \text{ pentru DCH} \quad (5.30)$$

$$20 \text{ N/mm}^2 \leq f_{ck} \leq 60 \text{ N/mm}^2 \text{ pentru DCM} \quad (5.31)$$

$$20 \text{ N/mm}^2 \leq f_{ck} \text{ pentru DCL} \quad (5.32)$$

(2) La alegerea calității betonului se iau în considerare și cerințele specifice privind durabilitatea date în reglementările tehnice specifice.

(3) Elementele de beton armat se realizează cu îndeplinirea prevederilor din reglementările tehnice NE 012/1 și NE 012/2.

5.7.1.2 Oțel

(1) Componentele structurale se armează cu bare de oțel cu clasa de ductilitate B sau C, conform clasificării date în SR EN 1992-1-1, astfel:

(a) în zonele critice ale componentelor structurale principale proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM se utilizează oțeluri de clasă C;

(b) în zonele curente ale componentelor structurale principale proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM și în componentele structurale principale proiectate pentru clasa de ductilitate DCL se utilizează oțel din clasa B sau C.

(2) Valoarea caracteristică a limitei de curgere a oțelului din componentele structurale principale îndeplinește condiția:

$$400 \text{ N/mm}^2 \leq f_{yk} \leq 500 \text{ N/mm}^2 \text{ pentru DCH și DCM} \quad (5.33)$$

$$400 \text{ N/mm}^2 \leq f_{yk} \leq 600 \text{ N/mm}^2 \text{ pentru DCL} \quad (5.34)$$

(3) Pentru componentele structurale principale ale clădirilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM, raportul dintre valoarea caracteristică efectivă a limitei de curgere a oțelului, $f_{yk,act}$, și valoarea caracteristică specificată a limitei de curgere, f_{yk} , îndeplinește condiția:

$$1,00 \leq f_{yk,act}/f_{yk} \leq 1,15 \quad (5.35)$$

unde valoarea caracteristică efectivă a limitei de curgere a oțelului este determinată prin încercări pe șarjele de la turnare.

(4) Componentele structurale principale se armează numai cu bare din oțel profilat.

(5) Prevederile date în acest paragraf nu se referă la armătura pentru precomprimare.

5.7.2 Secțiune de beton

5.7.2.1 Grinzi

(1) Înălțimea secțiunii transversale a grinzilor, h_w , îndeplinește condițiile:

$$l_{cl}/16 \leq h_w \leq l_{cl}/4 \text{ pentru DCH} \quad (5.36)$$

$$l_{cl}/16 \leq h_w \leq l_{cl}/3 \text{ pentru DCM} \quad (5.37)$$

unde l_{cl} este deschiderea liberă a grinzii.

(2) Lăţimea secţiunii transversale a grinzii îndeplineşte condiţiile:

$$b_w \geq h_w/3 \text{ şi } b_w \geq 250 \text{ mm pentru DCH} \quad (5.38)$$

$$b_w \geq h_w/4 \text{ şi } b_w \geq 200 \text{ mm pentru DCM} \quad (5.39)$$

unde h_w este înălţimea secţiunii transversale a grinzii.

(3) În cazul nodurilor grindă-stâlp, raportul între distanţa dintre axa longitudinală a grinzii şi axa secţiunii transversale a stâlpului, de pe direcţia axei grinzii, şi lăţimea secţiunii transversale a stâlpului măsurată perpendicular pe axul grinzii este mai mic sau egal cu:

(a) 1/4 pentru DCH;

(b) 1/3 pentru DCM.

5.7.2.2 Stâlpi

(1) În cazul clădirilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCH, DCM sau DCL, dimensiunile laturilor secţiunii transversale ale stâlpului sunt mai mari sau egale cu 300 mm.

(2) Stâlpul se realizează astfel încât pe oricare direcţie orizontală, este îndeplinită condiţia:

$$\frac{l_{cl}}{h_c} \geq 2,5 \quad (5.40)$$

unde:

l_{cl} înălţimea liberă a stâlpului;

h_c înălţimea secţiunii transversale a stâlpului, care reprezintă dimensiunea secţiunii transversale măsurată în direcţia de calcul.

(3) În cazul clădirilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCH, stâlpii se realizează cu secţiunea transversală de formă dreptunghiulară, circulară sau poligon regulat cu numărul laturilor mai mare sau egal cu 4. Această prevedere nu se aplică în cazul clădirilor cu sistem structural de tip pereţi, cu pereţi izolaţi sau cu pereţi cuplaţi.

(4) Raportul dintre cea mai mare dimensiune a secţiunii transversale a stâlpului şi dimensiunea măsurată pe direcţie perpendiculară mai mic sau egal cu:

(a) 2,5 pentru DCH;

(b) 4,0 pentru DCM şi DCL.

Cea mai mare dimensiune a secţiunii transversale a stâlpului este valoarea maximă a măsurată în lungul oricărei drepte care trece prin centrul de greutate al secţiunii.

(5) Prin excepţie de la (4), în cazul clădirilor cu sistem structural de tip pereţi, cu pereţi izolaţi sau cu pereţi cuplaţi, proiectate pentru clasa de ductilitate DCH, DCM sau

DCL, raportul dintre cea mai mare dimensiune a secțiunii transversale a stâlpului și dimensiunea măsurată pe direcție perpendiculară, în dreptul centrului de greutate al secțiunii, este mai mic sau egal cu 4,0.

(6) Pentru fiecare latură a secțiunii transversale a stâlpului, raportul dintre dimensiunea totală a secțiunii transversale măsurată perpendicular pe această latură și lungimea laturii este mai mic sau egal cu 4,0.

(7) Efortul axial mediu normalizat în oricare combinație seismică de proiectare, v_d , îndeplinește condiția:

$$v_d \leq 0,45 \text{ pentru DCH} \quad (5.41)$$

$$v_d \leq 0,50 \text{ pentru DCM} \quad (5.42)$$

$$v_d \leq 0,55 \text{ pentru DCL} \quad (5.43)$$

(8) Prin excepție de la (7), în cazul clădirilor duale cu pereți predominanți, efortul axial mediu normalizat se poate limita superior la valori cu 10% mai mari decât cele indicate la (7) dacă rotirea capabilă a stâlpului, determinată utilizând modelul de comportare al elementelor de beton armat încovoiate, este mai mare decât cerința stabilită conform 4.3.1.2.3.

(9) În cazul sistemului structural de tip cadru, sistemului structural de tip dual cu cadre predominante sau sistemului structural cu stâlpi în consolă, dacă secțiunea transversală a unui stâlp variază de la un etaj la altul, proiecția în plan orizontal a secțiunii transversale a stâlpului de la nivelul de sus este interioară, la limită tangentă, secțiunii transversale a stâlpului de la nivelul de jos.

5.7.2.3 Noduri grindă-stâlp

(1) Proiecțiile în plan orizontal ale secțiunilor transversale ale stâlpilor care concură într-un nod sunt interioare sau, la limită, tangente la perimetrul secțiunii orizontale a nodului, pe toată înălțimea acestuia.

5.7.2.4 Pereți și grinzi de cuplare

(1) Pereții și grinzele de cuplare îndeplinesc prevederile date în reglementarea tehnică CR2-1-1.1.

5.7.2.5 Diafragme

(1) Grosimea plăcilor de beton armat executate monolit care pot îndeplini rolul de diafragmă rigidă este mai mare sau egală cu 100 mm.

(2) Planșeele pot fi realizate și ca elemente mixte, din dale prefabricate cu suprabetonare, cu condiția conectării adecvate a celor două straturi de beton. În acest caz, planșeul poate îndeplini rolul de diafragmă orizontală rigidă numai dacă grosimea suprabetonării este mai mare sau egală cu 60 mm.

(3) Planșeele realizate din plăci prefabricate, fără suprabetonare, pot îndeplini rolul de diafragmă orizontală rigidă numai dacă au grosimea mai mare sau egală cu 100 mm și dacă îmbinările dintre prefabricate sunt realizate în sistem umed, prin monolitizare, și prin modul de dispunere al elementelor se poate realiza inspecția vizuală a calității monolitizării.

(4) În cazul în care planșeul situat imediat sub cota de încastrare convențională este realizat din plăci prefabricate cu suprabetonare, suprabetonarea se realizează cu grosimea minimă 100 mm.

(5) Calculul eforturilor în diafragme se face pe baza prevederilor date în reglementările specifice diferitelor tipuri de structuri și capacitatea lor de rezistență se stabilește pe baza prevederilor din SR EN 1992-1-1.

5.7.2.6 Infrastructuri și fundații

(1) Fundațiile de suprafață se realizează conform prevederilor reglementării tehnice NP 112 și prevederilor suplimentare date în acest paragraf.

(2) Fundațiile pe piloți se realizează conform prevederilor reglementării tehnice NP 123 și prevederilor suplimentare date în acest paragraf.

(3) Elementele componente ale fundațiilor care asigură rezemarea pe teren a structurii principale se solidarizează în plan orizontal printr-o diafragmă sau tiranți.

(4) În cazul fundației pe piloți cu radier general, acesta se proiectează pentru a putea asigura rolul de diafragmă orizontală.

(5) Grinzile de fundare și grinzile de echilibrare care asigură echilibrarea momentului încovoietor care se dezvoltă la partea de jos a unei componente structurale verticale sub acțiunea seismică de proiectare se realizează cu respectarea condițiilor date pentru grinzi în acest capitol.

(6) Se recomandă ca fundațiile stâlpilor de tip bloc și cuzinet sau talpă să fie legate între ele prin grinzi de echilibrare care să conlucreze cu placa care mărginește la partea de jos nivelul situat imediat deasupra secțiunii de rezemare pe teren. Grinzile de echilibrare și/sau grinzile de fundare se dispun astfel încât să asigure conectarea părții de jos a stâlpilor și/sau pereților pe două direcții orizontale ortogonale.

(7) Prin excepție de la (3), în cazul halelor parter cu grinzi articulate, se pot realiza fundații izolate, fără conectare printr-o diafragmă rigidă sau tiranți, dacă deformațiile clădirii cauzate de deplasările relative în direcție orizontală între fundații, cauzate acțiunea seismică de proiectare, nu sunt de natură să împiedice respectarea cerințelor fundamentale ale proiectării seismice date în capitolul [2](#).

(8) În cazul fundațiilor stâlpilor de beton armat prefabricați realizate ca fundații izolate de tip tălpi armate sau fundații pahar la stabilirea forțelor de legătură pe talpa fundației nu se ia în considerare echilibrarea momentului sau forței tăietoare din stâlp prin intermediul eforturilor care se dezvoltă în pardoseala de la baza acestora ca urmare a frecării acestora pe stratul suport.

(9) Componentele structurii așezate în plan orizontal de la partea de jos a stâlpilor, situate sub secțiunea de încastrare convențională, se amplasează astfel încât să se evite formarea de stâlpi scurți, care nu respectă condiția dată la [5.7.2.2](#), [\(2\)](#).

(10) În cazul clădirilor cu niveluri subterane, placa planșeului de transfer, situat imediat sub secțiunea de încastrare convențională, se realizează cu grosimea mai mare sau egală cu 150 mm.

(11) În cazul structurilor principale cu fundații pe piloți, piloții care constituie componente structurale principale se realizează cu diametrul mai mare sau egal cu 400 mm.

(12) În cazul nivelurilor subterane, pereții de subsol perimetrali din beton armat au grosimea inimii mai mare sau egală cu 200 mm.

5.7.3 Armare

5.7.3.1 Grinzi

(1) Armarea grinzilor îndeplinește condițiile date la [5.7.3.1.1](#) și [5.7.3.1.2](#) pentru zone critice și zone curente.

(2) Zonele de la extremitățile grinzilor cu lungimea $l_{cr} = 1,50h_w$, măsurate de la fața stâlpilor, precum și zonele cu această lungime, situate de o parte și de alta a unei secțiuni din câmpul grinzii, unde poate interveni curgerea în gruparea seismică, sunt zone critice.

5.7.3.1.1 Armare longitudinală

(1) Armătura longitudinală din grinzi asigură îndeplinirea condiției de rezistență la moment încovoietor și forță tăietoare, conform [5.3.2](#).

(2) Armătura longitudinală stabilită conform prevederilor acestui paragraf se dispune în inima grinzii.

(3) Coeficientul de armare longitudinală din zona întinsă, ρ , pe toată deschiderea grinzii, îndeplinește condiția:

$$0,5(f_{ctm}/f_{yk}) \leq \rho \leq 0,02 \quad (5.44)$$

unde:

f_{ctm} valoarea medie a rezistenței la întindere a betonului;

f_{yk} valoarea caracteristică a limitei de curgere a oțelului;

$$\rho = \frac{A_s}{b_w d} \quad (5.45)$$

A_s aria de armătură longitudinală întinsă a grinzii;

b_w lățimea inimii grinzii;

d înălțimea utilă a secțiunii transversale a grinzii.

(4) Armăturile longitudinale întinse și comprimate sunt dimensionate astfel încât înălțimea zonei comprimate, x_u , în stadiul ultim îndeplinește condiția.

$$x_u \leq 0,25d \quad (5.46)$$

La calculul lui x_u se poate ține seama și de contribuția armăturilor din zona comprimată.

(5) Grinzile sunt armate longitudinal continuu, pe toată deschiderea, astfel:

(a) la partea de sus și de jos a grinzilor sunt prevăzute cel puțin câte două bare cu diametrul mai mare sau egal cu 14 mm;

(b) cel puțin un sfert din armătura din zona întinsă a grinzilor din secțiunea de moment încovoietor maxim se dispune pe toată lungimea grinzii.

(6) Pe toată lungimea grinzii, se dispune în zona comprimată cel puțin jumătate din aria de armătură din zona întinsă.

5.7.3.1.2 Armare transversală

(1) Armătura transversală din grinzi asigură îndeplinirea condiției de rezistență la forță tăietoare, conform 5.3.2.

(2) Pentru armarea transversală se utilizează etrieri închiși, realizați din bare de oțel cu diametrul mai mare sau egal cu 8 mm. Această prevedere se aplică pentru clasa de ductilitate DCH, DCM sau DCL.

(3) Armăturile transversale din zonele critice ale grinzilor se prevăd cu cârlige îndoite la un unghi de 135°, a căror lungime dreaptă este mai mare sau egală cu $10d_{bw}$, unde d_{bw} este diametrul barei de oțel din care este confecționată armătura.

(4) Distanța dintre capătul grinzii și primul etrier este mai mică sau egală cu 50 mm.

(5) Distanța dintre etrieri, în zona critică, pentru clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM, îndeplinește condiția:

$$s \leq \min \{h_w/4; 150 \text{ mm}; 6d_{bL}\} \text{ pentru DCH} \quad (5.47)$$

$$s \leq \min \{h_w/4; 150 \text{ mm}; 7d_{bL}\} \text{ pentru DCM} \quad (5.48)$$

unde d_{bL} este diametrul minim al armăturilor longitudinale.

(6) La capătul unei grinzi, se dispun armături înclinate pe două direcții, care fac un unghi de 45° cu axul longitudinal al grinzii, în situațiile în care sunt îndeplinite cumulativ condițiile:

$$\zeta = \frac{V_{Ed,min}}{V_{Ed,max}} \leq -0,50 \quad (5.49)$$

și

$$\frac{\max(|V_{Ed,min}|, |V_{Ed,max}|)}{b_w d f_{ctd}} \geq 2 + \zeta \quad (5.50)$$

unde

$V_{Ed,min}$ valoarea de proiectare minimă a forței tăietoare care acționează la capătul grinzii;

$V_{Ed,max}$ valoarea de proiectare maximă a forței tăietoare care acționează la capătul grinzii;

Notă: Dacă forțele tăietoare $V_{Ed,min}$ și $V_{Ed,max}$ au semne opuse, în calculul raportului ζ semnul minus se atribuie minimului dintre valorile absolute ale celor două forțe iar semnul plus se atribuie maximului. Raportul ζ se situează între -1 și 1. $\zeta=-1$ reprezintă situația cea mai defavorabilă de solicitare, când cele două forțe tăietoare au valori absolute egale și semne contrare, $\zeta=1$ reprezintă situația în care forța tăietoare cauzată de acțiunea seismică orizontală este nesemnificativă

(7) Armăturile înclinate dispuse conform (6) îndeplinesc condiția:

$$2A_{si} f_{yd} \sin \alpha \geq \max(|V_{Ed,min}|, |V_{Ed,max}|) \quad (5.51)$$

unde

- A_{si} aria armăturii înclinate dispuse pe una din cele două direcții și anume cea care traversează planul potențial de alunecare;
- α unghiul de înclinare al armăturii A_{si} ;
- f_{yd} valoarea de proiectare a limitei de curgere a oțelului din care sunt confecționate armăturile înclinate.
- (8) Armăturile înclinate stabilite conform (6) se dispun suplimentar față de armăturile transversale stabilite conform 5.3.2.

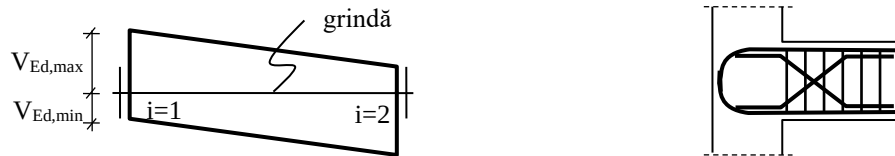


Figura 5.1 Reprezentare informativă privind semnificația mărimilor $V_{Ed,max}$ și $V_{Ed,min}$ și modul de dispunere a armăturii înclinate în zona critică a grinzilor

- (9) În zonele critice ale grinzilor, la fața de sus și la fața de jos, armăturile se dispun astfel încât distanța măsurată pe orizontală dintre barele longitudinale consecutive ale grinzii aflate la colțul unui etrier sau prinse cu agrafe este mai mică de 200 mm pentru DCH și 250 mm pentru DCM.
- (10) În zonele curente este dispusă o cantitate de etrieri cel puțin egală cu jumătate din cea din zona critică.
- (11) În cazul grinzilor structurilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCL distanța maximă dintre etrieri este de 300 mm.

5.7.3.2 Stâlpi

- (1) Armarea stâlpilor îndeplinește condițiile date la 5.7.3.2.1 și 5.7.3.2.2 pentru zone critice și zone curente.
- (2) Zonele de la extremitățile stâlpilor, la fiecare nivel, sunt considerate zone critice. Partea din element care nu este considerată zonă critică se consideră zonă curentă.
- (3) Lungimea fiecărei zone critice, l_{cr} , îndeplinește condițiile:
- (a) pentru zonele critice ale stâlpilor de la partea de jos a stâlpilor de la fiecare nivel:

$$l_{cr} \geq \max (1,5h_c; l_{cl}/6; 600 \text{ mm}) \text{ pentru DCH} \quad (5.52)$$

$$l_{cr} \geq \max (h_c; l_{cl}/6; 450 \text{ mm}) \text{ pentru DCM} \quad (5.53)$$

- (b) pentru zonele critice ale stâlpilor de la partea de sus a stâlpilor de la fiecare nivel:

$$l_{cr} \geq \max \{h_c; l_{cl}/6; 600 \text{ mm}\} \text{ pentru DCH} \quad (5.54)$$

$$l_{cr} \geq \max \{h_c; l_{cl}/6; 450 \text{ mm}\} \text{ pentru DCM} \quad (5.55)$$

unde

- h_c cea mai mare dimensiune a secțiunii transversale a stâlpului;
- l_{cl} înălțimea liberă a stâlpului, la nivelul considerat.

(4) Dacă la un anumit nivel $l_{cl}/h_c \leq 3$, întreaga lungime a stâlpului se consideră zonă critică.

(5) În plus față de zonele critice stabilite conform prevederilor de la (2), (3) și (4), în cazul stâlpilor care mărginesc componente nestructurale de tipul pereților de zidărie se consideră zonă critică întreaga lungime a stâlpilor dacă:

(a) peretele de zidărie este prevăzut cu un gol care este adiacent stâlpului;

sau

(b) pereții de zidărie sunt adiacenți numai pe una sau două laturi alăturate ale stâlpului.

(6) În cazul stâlpilor aflați în contact direct cu componente nestructurale rigide și rezistente, de tipul parapetelor de zidărie, zona stâlpului situată imediat deasupra și dedesubtul limitei superioare a parapetului pe o lungime egală cu l_{cr} se consideră zonă critică.

(7) În interiorul zonelor critice sunt prevăzute etrieri și agrafe care asigură ductilitatea necesară și împiedicarea flambajului local al barelor longitudinale. Armătura transversală este distribuită astfel încât să se realizeze o stare de solicitare triaxială eficientă. Condiții minime pentru a realiza aceste cerințe sunt cele date la 5.7.3.2.1 și 5.7.3.2.2.

5.7.3.2.1 Armare longitudinală

(1) Armătura longitudinală din stâlpi asigură îndeplinirea condiției de rezistență la moment încovoietor, cu sau fără forță axială, și forță tăietoare, conform 5.3.2.

(2) Coeficientul de armare longitudinală totală, ρ_t , pe toată lungimea stâlpului, îndeplinește condiția:

$$0,01 \leq \rho_t \leq 0,04 \text{ pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM} \quad (5.56)$$

$$0,008 \leq \rho_t \leq 0,04 \text{ pentru clasa de ductilitate DCL} \quad (5.57)$$

unde

$$\rho_t = \frac{A_{st}}{A_c} \quad (5.58)$$

A_{st} aria de armătură longitudinală totală din secțiunea transversală a stâlpului;

A_c aria secțiunii transversale a stâlpului.

(3) Între armăturile longitudinale din colțurile secțiunii transversale este prevăzută, pe fiecare latură, cel puțin o bară longitudinală intermediară.

(4) În cazul stâlpilor armați transversal cu fretă sau etrieri circulari se dispun minim șase bare longitudinale pe perimetru.

(5) În cazul sistemului structural de tip cadru, sistemului structural de tip dual cu cadre predominante sau sistemului structural cu stâlpi în consolă proiectat pentru clasa de ductilitate DCH, diametrul barelor de armătură se stabilește astfel încât lungimea de suprapunere a armăturilor longitudinale să fie mai mică decât $h_s/2$.

5.7.3.2 Armare transversală

(1) Armătura transversală din stâlpi asigură îndeplinirea condiției de rezistență la forță tăietoare, conform 5.3.2.

(2) Pentru armarea transversală se utilizează etrieri închiși, realizați din bare de oțel cu diametrul mai mare sau egal cu 8 mm. Această prevedere se aplică pentru stâlpii structurilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCH, DCM sau DCL.

(3) Armăturile transversale din zonele critice ale stâlpilor se prevăd cu cârlige îndoite la un unghi de 135°, a căror lungime dreaptă este mai mare sau egală cu $10d_{bw}$, unde d_{bw} este diametrul barei de oțel din care este confecționată armătura.

(4) În zonele critice de la baza stâlpilor, imediat deasupra secțiunii de încastrare convențională, pe ambele direcții orizontale principale, armătura transversală îndeplinește condițiile:

$$\rho_w \geq 0,005 \text{ pentru DCH} \quad (5.59)$$

$$\rho_w \geq 0,0035 \text{ pentru DCM} \quad (5.60)$$

$$\omega_{wd} \geq 0,12 \text{ pentru DCH} \quad (5.61)$$

$$\omega_{wd} \geq 0,08 \text{ pentru DCM} \quad (5.62)$$

unde:

ρ_w coeficientul de armare transversală;

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w s} \quad (5.63)$$

A_{sw} aria de armătură transversală pe direcția considerată;

b_w dimensiunea secțiunii transversale a stâlpului perpendiculară pe direcția considerată;

s distanța dintre etrieri;

ω_{wd} coeficientul mecanic de armare transversală:

$$\omega_{wd} = \frac{\text{volumul etrierilor de confinare}}{\text{volumul miezului de beton confinat}} \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \quad (5.64)$$

f_{yd} valoarea de proiectare a limitei de curgere a oțelului;

f_{cd} valoarea de proiectare a rezistenței la compresiune a betonului.

(5) În toate zonele critice cu excepția celor menționate la (1), pe ambele direcții orizontale principale, armătura transversală îndeplinește condițiile:

$$\rho_w \geq 0,0035 \text{ pentru DCH} \quad (5.65)$$

$$\rho_w \geq 0,0025 \text{ pentru DCM} \quad (5.66)$$

$$\omega_{wd} \geq 0,08 \text{ pentru DCH} \quad (5.67)$$

$$\omega_{wd} \geq 0,06 \text{ pentru DCM} \quad (5.68)$$

(6) Distanța dintre etrieri în zonele critice ale stâlpului îndeplinește condițiile:

$$s \leq \min (b_0/3; 125 \text{ mm}; 7d_{bL}) \text{ pentru DCH} \quad (5.69)$$

$$s \leq \min (b_0/2; 175 \text{ mm}; 8d_{bL}) \text{ pentru DCM} \quad (5.70)$$

unde

b_0 dimensiunea minimă a secțiunii utile, situată la interiorul etrierului perimetral;

d_{bL} diametrul minim al barelor longitudinale.

(7) Distanța dintre etrieri în zona critică situată imediat deasupra secțiunii de încastrare convențională îndeplinește condiția:

$$s \leq \min (b_0/3; 125 \text{ mm}; 6d_{bL}) \quad (5.71)$$

(8) În cazul stâlpilor structurilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCL, distanța dintre etrieri îndeplinește condiția:

$$s \leq \min (b_0/2; 300 \text{ mm}; 15d_{bL}) \quad (5.72)$$

(9) Armătura transversală se dispune astfel încât distanța măsurată în lungul perimetrului secțiunii transversale dintre barele longitudinale ale stâlpului consecutiv aflate la colțul unui etrier sau prinse cu agrafe este mai mică de 150 mm pentru DCH și 200 mm pentru DCM.

(10) Dacă, în vederea îndeplinirii condițiilor de la (1), (4), (5), (6) și (7), se utilizează mai multe tipuri de armături transversale, cum sunt etrieri sau agrafe cu diferite configurații geometrice, condițiile de la (6) și (7) se aplică distinct pentru fiecare tip de armătură transversală în parte.

(11) La primele două niveluri ale clădirilor cu peste 5 niveluri și la primul nivel în cazul clădirilor mai joase, deasupra zonei critice situată imediat deasupra secțiunii de încastrare convențională, sunt prevăzuți etrieri îndesiți pe o distanță egală cu jumătate din lungimea acesteia.

(12) La stâlpii structurilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCL, coeficientul de armare transversală este mai mare sau egal cu 0,003, pe fiecare direcție, pe o lungime egală cu dimensiunea maximă a secțiunii transversale a stâlpului, h_c , deasupra secțiunii de încastrare convențională. La celelalte niveluri coeficientul de armare transversală la partea de jos stâlpilor este mai mare sau egal cu 0,0025.

(13) În zonele curente este prevăzută o cantitate de armătură transversală cel puțin egală cu jumătate din cea din zona critică.

(14) În cazul stâlpilor care se află în contact cu componente nestructurale de tipul pereților de zidărie care au înălțime mai mică decât înălțimea liberă a stâlpului, dacă lungimea pe care stâlpul nu este în contact cu peretele de zidărie este mai mică de $1,5h_c$, forța tăietoare cauzată de acțiunea seismică acționând paralel cu planul peretelui se preia prin armături înclinate. Acestea se dispun suplimentar față de armăturile transversale dispuse conform prevederilor (2)..(13).

5.7.3.3 Noduri grindă-stâlp

- (1) Armătura verticală și orizontală din nodurile grindă-stâlp ale componentelor seismice principale îndeplinește prevederile date în acest paragraf.
- (2) Armătura verticală din nodurile grindă-stâlp este cel puțin egală cu armătura longitudinală dispusă în stâlpi, în zonele critice învecinate nodului.
- (3) Armătura orizontală în noduri se dispune sub formă de etrieri închiși sau agrafe așezate în plan orizontal.
- (4) Armătura orizontală în nodurile grindă-stâlp este mai mare sau egală cu armătura transversală dispusă în zonele critice adiacente ale stâlpilor care intră în nod.
- (5) Aria totală de armătură orizontală din nod, A_{sh} , îndeplinește condițiile:
- (a) la toate nodurile cu excepția celor de capăt:

$$A_{sh} \geq 0,8(A_{s1} + A_{s2})(1 - 0,8v_d) \quad (5.73)$$

unde

A_{s1} și A_{s2} ariile armăturilor întinse de la partea superioară și, respectiv, inferioară ale grinzilor care intră în nod în direcția considerată a acțiunii seismice, stabilite în funcție de sensul acțiunii seismice;

v_d valoarea de proiectare a efortului axial mediu normalizat din stâlpul de la partea de jos a nodului;

- (b) la noduri de capăt:

$$A_{sh} \geq 0,8A_{s2}(1 - 0,8v_d) \quad (5.74)$$

unde

A_{s2} aria armăturilor întinse ale grinzii care intră în nod în direcția considerată a acțiunii seismice, stabilite în funcție de sensul acțiunii seismice.

(6) În cazul în care pentru armarea orizontală și verticală a nodului se utilizează oțeluri de calitate diferită, cantitatea de armătură determinată conform (5.73) sau (5.74) se multiplică cu raportul f_{yd} / f_{ywd} unde f_{yd} este limita de curgere a oțelului din care sunt confecționate armăturile longitudinale ale grinzii și f_{ywd} este limita de curgere a oțelului din care sunt confecționate armăturile orizontale din nod.

(7) Aria totală de armătură orizontală din nod, A_{sh} , rezultată prin aplicarea relației (5.73) sau (5.74) este distribuită uniform pe înălțimea nodului.

(8) În cazul nodurilor exterioare armătura, A_{sh} , rezultată prin aplicarea relației (5.73) sau (5.74), este majorată cu 20%.

(9) În cazul nodurilor exterioare, armăturile longitudinale din grindă sunt întoarse în interiorul etrierilor nodului, în vecinătatea laturii opuse a acestora față de secțiunea de capăt a grinzii.

(10) Armăturile longitudinale ale grinzilor care se opresc în noduri prin îndoire au ciocul orientat către axul longitudinal al grinzii. Armăturile longitudinale ale stâlpilor care se opresc în noduri prin îndoire au ciocul orientat către axul longitudinal al stâlpului.

5.7.3.4 Pereți și grinzi de cuplare

(1) Pereții și grinzile de cuplare îndeplinesc prevederile date în reglementarea tehnică CR2-1-1.1.

5.7.3.5 Planșee dală

(1) Acest paragraf cuprinde prevederi suplimentare pentru realizarea planșeelor realizate din plăci rezemate direct pe componentele structurale verticale.

(2) Proiectarea planșeelor rezemate direct pe componentele structurale verticale se face conform prevederilor SR EN 1992-1-1. Prevederile din acest paragraf conțin condiții minimale de alcătuire care se aplică coroborat cu prevederile SR EN 1992-1-1.

(3) Placa se realizează cu grosimea mai mare sau egală cu 150 mm.

(4) Pentru toate armăturile longitudinale de la partea de jos a plăcii situate în interiorul fâșiilor de reazem se asigură continuitatea pe toată lungimea plăcii. Înădăirea armăturilor se proiectează considerând un efort de întindere egal cu valoarea de proiectare a limitei de curgere a oțelului. Pentru fiecare direcție principală, lățimea fâșiei de reazem se calculează ca suma dintre dimensiunea secțiunii transversale a componentei structurale verticale și 25% din deschiderile libere ale plăcii, din stânga și dreapta stâlpului, perpendiculare pe direcția fâșiei.

(5) La nodurile placă-componentă structurală verticală se dispun armături longitudinale de integritate pe ambele direcții orizontale principale la partea de jos a plăcii. Pe fiecare direcție, armătura de integritate se realizează din minim două bare de diametru 14 mm. Armăturile de integritate traversează neîntrerupte nodul, la interiorul carcasei de armături a componentei structurale verticale. Prin modul de detaliere, se asigură continuitatea armăturii de integritate pe toată lungimea plăcii considerând un efort de întindere egal cu valoarea de proiectare a limitei de curgere a oțelului. Armătura de la partea de jos a plăcii poate fi considerată armătură de integritate dacă acesta îndeplinește condițiile pentru armătura de integritate date în acest paragraf.

(6) Armăturile longitudinale de integritate se dispun astfel încât aria tuturor armăturilor de integritate care intersectează suprafața perimetrală verticală a nodului îndeplinește condiția:

$$\sum A_s \geq \frac{V_{Ed}}{2,00\sqrt{f_{yd}f_{cd}}} \quad (5.75)$$

unde:

$\sum A_s$ aria tuturor armăturilor de integritate care intersectează suprafața perimetrală verticală a nodului;

V_{Ed} valoarea de proiectare a forței tăietoare din placă care se echilibrează prin nodul placă-stâlp;

f_{yd} valoarea de proiectare a limitei de curgere a armăturilor;

f_{cd} valoarea de proiectare a rezistenței la compresiune a betonului.

(7) În cazul rezemării directe a plăcii pe stâlpi, în interiorul perimetrului critic de străpungere u_1 , stabilit conform prevederilor SR EN 1992-1-1, placa se realizează continuă, fără goluri.

(8) Prin excepție de la (7), se poate realiza un singur gol în interiorul perimetrului critic de străpun gere, tangent la acesta sau care îl intersectează, dacă sunt îndeplinite condițiile:

$$\begin{aligned} l_g &\leq 0,25d \\ l_g &\leq 0,10c \end{aligned} \quad (5.76)$$

unde

l_g dimensiunea maximă a golului în plan orizontal;

d înălțimea utilă minimă a secțiunii transversale a plăcii pe perimetrul golului;

c dimensiunea minimă a secțiunii transversale a componentei structurale verticale care constituie reazem pentru placă.

(9) Marginile plăcilor se armează conform detaliului din Figura 5.2.

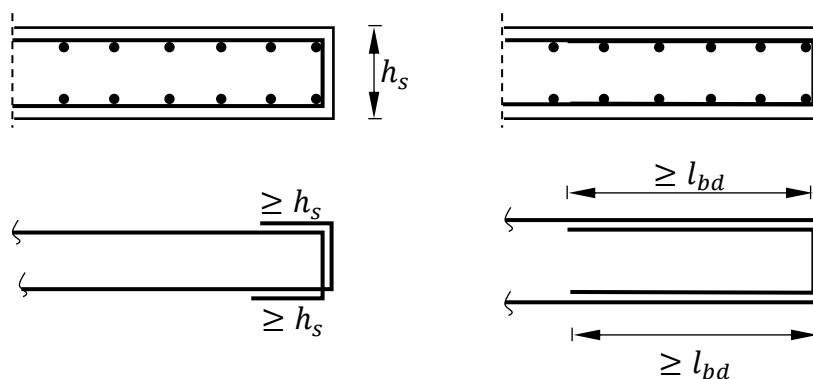


Figura 5.2 Detaliu de armare a marginilor plăcii

(10) Armarea transversală a plăcii în zona de rezemare pe componentele structurale verticale se realizează numai cu armături verticale.

(11) Zonele de placă situate în vecinătatea stâlpilor sau a zonelor de capăt ale pereților, până la o distanță egală cu $4,00d$ măsurată față de perimetrul acestora, unde d este înălțimea utilă a secțiunii transversale a plăcii, se armează transversal. Armătura transversală se stabilește astfel încât coeficientul de armare transversală, ρ_w , îndeplinește condiția:

$$\rho_w \geq 0,08 \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} \quad (5.77)$$

unde:

f_{yk} valoarea caracteristică a limitei de curgere a oțelului din care sunt confecționate armăturile transversale;

f_{ck} valoarea caracteristică a rezistenței la compresiune a betonului.

Notă: Armătura stabilită conform relației (5.77) constituie o cantitate minimă de armătură transversală care se suplimentează, după caz, astfel încât să fie îndeplinită condiția de rezistență la străpun gere conform SR EN 1992-1-1.

5.7.3.6 Ancorarea și înădirea armăturilor

- (1) La proiectarea ancorajelor și înădirilor armăturilor se aplică prevederile SR EN 1992-1-1 împreună cu prevederile suplimentare date în acest paragraf.
- (2) Lungimile de ancorare sau înădire prin suprapunere se stabilesc în funcție de valoarea efortului care se dezvoltă în bară în situația formării mecanismului plastic de ansamblu al structurii.
- (3) Lungimile de ancorare sau înădire prin suprapunere se stabilesc considerând că valoarea de proiectare a efortului de întindere care se dezvoltă în armăturile longitudinale pe toată lungimea zonelor critice este egal cu $1,20f_{yd}$.
- (4) Armăturile se ancorează în afara zonelor critice.
- (5) Înădirea armăturilor se recomandă să se realizeze în afara zonelor critice.
- (6) Înădirile prin suprapunere ale armăturilor longitudinale ale grinzilor se realizează în afara nodurilor, a zonelor critice ale grinzii și la o distanță mai mare de $1,5h_w$ față de secțiunile de capăt ale grinzii.
- (7) În cazul sistemului structural de tip cadru, sistemului structural de tip dual cu cadre predominante sau sistemului structural cu stâlpi în consolă proiectat pentru clasa de ductilitate DCH, înădirea prin suprapunere a barelor longitudinale ale stâlpilor se realizează în zona de mijloc a acestora, de la fiecare nivel.
- (8) Lungimea de ancorare determinată conform [5.7.3.6 \(2\)](#), se limitează conform relației:

$$l_{bd} \geq 40\varphi \quad (5.78)$$

unde φ este diametrul barei care se ancorează.

- (9) Lungimea de înădire determinată conform [5.7.3.6, \(2\)](#), se limitează inferior la valorile indicate în [Tabelul 5.6](#), unde φ este diametrul barei care se înădește. Pentru valori intermediare ale raportului dintre aria armăturilor înădite în secțiune și aria tuturor armăturilor se realizează interpolare liniară.

Tabelul 5.6 Valori minime ale lungimii de înădire prin suprapunere

Raportul dintre aria armăturilor înădite în secțiune și aria tuturor armăturilor	<0,25	33%	50%	>50%
Lungimea minimă de înădire prin suprapunere	40 φ	45 φ	55 φ	60 φ

Notă: În cazul elementelor încovoiate, prin aria tuturor armăturilor se înțelege aria armăturilor întinse sau comprimate dintr-o secțiune, după caz, dintre care face parte și bara care se înădește.

- (10) Dacă într-o combinație seismică de proiectare, valoarea de proiectare a forței axiale dintr-un stâlp este de întindere, lungimea de ancoraj sau înădire prin suprapunere a armăturilor longitudinale stabilită conform [5.7.3.6, \(2\)](#), se mărește cu 50%.
- (11) Forma unei bare de armătură longitudinală ancorată într-un nod grindă-stâlp se stabilește considerând lungimea de ancorare măsurată de la distanța $5d_{bL}$ de la fața elementului în care se realizează ancorarea, în interiorul acestuia, unde d_{bL} este diametrul barei care ancorează.
- (12) Barele longitudinale din grinzi care se opresc în nodurile grindă-stâlp sunt îndoite în interiorul carcsei stâlpului, în partea opusă față de secțiunea grinzii de la care

se realizează ancorarea. Partea dreaptă care se dezvoltă la capătul barei, paralel cu direcția armăturilor longitudinale din stâlpi, se realizează cu lungimea mai mare sau egală cu $12d_{bl}$, unde d_{bl} este diametrul barei care ancorează.

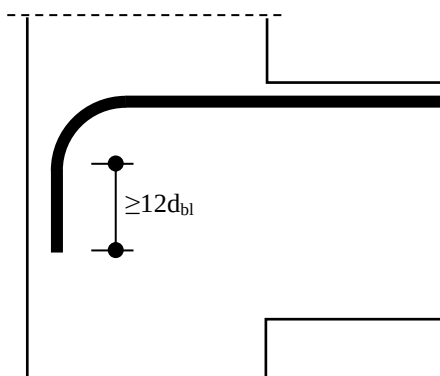


Figura 5.3 Lungimea minimă a ciocului pentru armăturile longitudinale din grinzi

(13) Lungimea de ancorare a armăturilor care se opresc în nodurile grindă-stâlp se asigură prin maxim o îndoire a acestora în interiorul nodului.

(14) Armăturile longitudinale din zona critică a stâlpilor nu se înnădesc prin suprapunere în nodurile grindă-stâlp.

(15) Diametrul armăturilor longitudinale ale grinzilor care trec prin nodurile grindă – stâlp se stabilește astfel încât să fie îndeplinite condițiile:

(a) în cazul nodurilor de capăt:

$$d_{bl} \leq 10(1 + 0,8v_d) \frac{f_{ctm}}{f_{yd}} h_c \quad (5.79)$$

(b) în celelalte cazuri:

$$d_{bl} \leq 10 \frac{1 + 0,8v_d}{1 + 0,75A_{s2}/A_{s1}} \frac{f_{ctm}}{f_{yd}} h_c \quad (5.80)$$

unde

h_c dimensiunea laturii stâlpului paralelă cu barele;

A_{s2} , A_{s1} aria de armătură comprimată și, respectiv, întinsă din grinzi care traversează nodul;

f_{ctm} valoarea medie a rezistenței la întindere a betonului

f_{yd} valoarea medie a limitei de curgere a oțelului

v_d valoarea de proiectare a efortului axial mediu normalizat în stâlpi în situația de proiectare seismică.

(16) În zonele critice ale stâlpilor unde se așteaptă deformații plastice semnificative, conform configurației mecanismului plastic optim, nu se realizează înnădiri prin suprapunere. În restul zonelor critice înnădirea prin suprapunere se recomandă să fie evitată.

(17) Armăturile stâlpilor, grinzilor și pereților nu se înnădesc prin sudură pe lungimea zonelor critice ale acestor elemente.

(18) Înnădirile prin sudură se proiectează la o valoare a efortului mediu unitar din bara de oțel mai mare sau egală cu $1,25f_{yd}$.

(19) Pentru înnădirea cap-la-cap a armăturilor cu dispozitive de cuplare se utilizează numai produse care au agrement tehnic care specifică explicit aptitudinea de utilizare în condiții de solicitare seismică, cu acțiuni dinamice aplicate ciclic, compatibile cu clasa de ductilitate utilizată la proiectarea clădirii. Pentru clădirile proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM se pot utiliza numai dispozitive de cuplare pentru care agrementul tehnic specifică că este asigurată curgerea barelor de armătură până la epuizarea capacității lor de deformare la solicitări ciclic alternante, fără cedarea îmbinării. Nu este permisă cedarea îmbinării.

(20) La clădiri etajate, în cazul în care la armarea stâlpilor și a elementelor de margine ale pereților barele de armătură longitudinală sunt înnădite prin suprapunere în zona critică de la partea inferioară a unui nivel, lungimea de înnădire l_0 se determină cu relația:

$$l_0 = 2\sqrt{A'_s/A_s} l_{bd} \leq 1,5l_{bd} \quad (5.81)$$

unde

A'_s/A_s raportul dintre aria armăturilor longitudinale care se înnădesc în secțiune și aria totală de armătură longitudinală;

l_{bd} lungimea de ancorare de bază calculată conform SR EN 1992-1-1.

(21) Distanța dintre armăturile transversale ale grinzilor, stâlpilor sau bulbilor pereților de beton în zonele de suprapunere a armăturilor longitudinale îndeplinește condiția:

$$s \leq \min\left(\frac{h}{4}, 100 \text{ mm}\right) \quad (5.82)$$

unde

h înălțimea secțiunii transversale a acestora.

(22) Aria A_{sw1} a secțiunii unei ramuri a armăturii transversale în zona de înnădire îndeplinește condiția:

$$A_{sw1} \geq s \frac{d_{bL}}{50} \frac{f_{yd}}{f_{ywd}} \quad (5.83)$$

unde

f_{yd} și f_{ywd} sunt valorile de proiectare ale rezistenței la curgere a armăturilor longitudinale și transversale;

d_{bL} diametrul armăturii longitudinale care se înnădește.

(23) Prevederi suplimentare privind ancorajelor și înnădirilor armăturilor din grinzi și stâlpi la structuri în cadre de beton armat sunt date în reglementarea tehnică NP 007.

(24) Prevederi suplimentare privind ancorajelor și înnădirilor armăturilor la pereți și grinzi de cuplare la construcții cu pereți de beton armat sunt date în reglementarea tehnică CR 2-1-1.1.

5.7.3.7 Infrastructuri și fundații

5.7.3.7.1 Fundații

- (1) La partea de sus și la partea de jos a grinzilor de echilibrare, de fundare și a tălpilor de legătură dintre fundații se prevăd armături continue pe toată lungimea acestora.
- (2) Zonele de intersecție dintre componentele structurale verticale și grinzile de fundare sau echilibrare se realizează ca noduri grindă – stâlp.
- (3) Radierul se armează cu cel puțin câte o plasă de armături de oțel la partea de sus și la partea de jos. Coeficientul de armare pentru fiecare dintre aceste două plase, pe fiecare direcție, este mai mare sau egal cu 0,002.
- (4) Pentru clădirile proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM, armarea transversală a piloților în zonele critice ale acestora îndeplinește prevederile pentru stâlpii din clasa de ductilitate DCM.
- (5) Lungimea zonei critice a piloților îndeplinește condiția:

$$l_{cr} \geq 2d \quad (5.84)$$

unde:

d diametrul pilotului.

La proiectare se consideră cel puțin o zonă critică situată la partea de sus a pilotului.

În cazul în care pilotul traversează interfața dintre două straturi de teren cu rigidități la forfecare foarte diferite, pentru care raportul modulelor de deformare la forfecare este mai mare sau egal cu 6,00, zonele cu lungimea l_{cr} situate deasupra și dedesubtul interfeței se consideră zone critice.

5.7.3.7.2 Pereți de subsol

- (1) Pereții perimetrali și interiori ai nivelurilor subterane se armează în direcție orizontală și verticală. Prin modul de realizare și dispunere se asigură continuitatea armăturilor orizontale și verticale pe toată suprafața pereților.
- (2) Armătura orizontală totală distribuită în inima pereților din infrastructură corespunde unui procent de armare mai mare sau egal cu 0,30%.
- (3) Distanța dintre barele orizontale distribuite în inima pereților este mai mică sau egală cu 250 mm.
- (4) Armătura verticală totală distribuită în inima pereților din infrastructură corespunde unui procent de armare mai mare sau egal cu 0,30%.
- (5) Distanța barele verticale distribuite în inima pereților este mai mică sau egală cu 300 mm.

5.7.3.7.3 Planșeele din infrastructură

- (1) La clădiri multietajate având unul sau mai multe niveluri subterane, plăcile de peste subsoluri sunt armate longitudinal la ambele fețe cu plase continue.

(2) Cantitatea de armătură din fiecare plasă, pe fiecare din cele două direcții orizontale, corespunde unui procent de armare mai mare de 0,25 % și este mai mare de 300 mm²/m.

5.7.3.8 Alte prevederi

(4) La stabilirea distanței dintre armăturile transversale în funcție de diametrul minim al armăturilor longitudinale nu se ține seama de diametrul armăturii de suprafață dispusă pentru prevenirea separării stratului de acoperire conform prevederilor SR EN 1992-1-1.

6 Structuri de oțel

6.1 Generalități

6.1.1 Obiect și domeniu de aplicare

- (1) Acest capitol conține prevederi pentru proiectarea seismică a clădirilor cu structura principală din oțel.
- (2) La proiectarea structurilor principale din oțel se utilizează și prevederile din standardele românești din seria SR EN 1993-1, conform indicațiilor din acest capitol.
- (3) Pentru proiectarea clădirilor cu structura din oțel la alte tipuri de acțiuni decât cea seismică se utilizează reglementările tehnice specifice și standardele din seria SR EN 1993-1.

6.1.2 Definiții

- (1) Termenii specifici acestui capitol sunt:

Bara disipativă: element structural component al cadrului contravântuit excentric, mărginit la cel puțin unul din capete de o diagonală a contravântuirii, conformat pentru a avea o capacitate mare de deformare plastică sub acțiunea forței tăietoare și/sau a momentului încovoietor.

Cadru: subansamblu structural alcătuit din stâlpi și grinzi;

Cadru cu noduri deplasabile: cadru care sub acțiunea încărcărilor orizontale exterioare, se deformează prin deplasări orizontale și rotații ale nodurilor; cadrele necontravântuite sunt cadre cu noduri deplasabile.

Cadrul cu noduri fixe: cadru care sub acțiunea forțelor exterioare, se deformează numai prin rotirea nodurilor. În această categorie sunt acceptate cadrele care, sub acțiunea forțelor exterioare orizontale, au deplasări orizontale limitate. Structurile cu cadre contravântuite sau cadre duale pot fi considerate cu noduri fixe în cazul în care sistemele de contravântuiri verticale, pereți de forfecare sau pereți structurali de beton armat reduc deplasările orizontale cu cel puțin 80%.

Contravântuiri cu flambaj împiedicat: elemente de contravântuire la care capacitatea de rezistență la compresiune este cel puțin egală cu cea la întindere.

Grindă: componentă structurală din oțel, solicitată preponderent la moment încovoietor și forță tăietoare.

Panouri de forfecare: panouri alcătuite dintr-o inimă realizată din panouri de tablă, rigidizată sau nu, prinsă pe tot conturul cu șuruburi sau sudură în relief de elemente de bordare verticale și orizontale.

Sistem structural tip cadru necontravântuit: sistem structural la care forțele orizontale sunt preluate prin încovoierea componentelor structurale;

Sistem structural tip cadru contravântuit centric: sistem structural alcătuit din cadre prevăzute cu diagonale amplasate astfel încât axele componentelor structurale să se intersecteze în același punct. Forțele orizontale din planul cadrului sunt preluate, în principal, prin eforturi axiale în diagonale. Contravântuirile pot fi proiectate ca:

- contravântuiri cu diagonale întinse active, la care forțele orizontale sunt preluate numai de diagonalele întinse, diagonalele comprimate putând fi neglijate;

- contravântuiri cu diagonale în V, la care forțele orizontale sunt preluate atât de diagonalele întinse cât și cele comprimate, punctul de intersecție al acestor diagonale este situat pe grindă, care trebuie să fie continuă.

Sistem structural tip cadru contravântuit excentric: sistem structural tip cadru cu diagonale amplasate astfel încât axele acestora să nu se intersecteze cel puțin la unul din capete în același punct pe grindă. Forțele orizontale sunt preluate, în principal, prin forfecarea și/sau încovoierea barelor disipative.

Sistem structural tip pendul inversat: sistem structural în care peste 50% din masă este concentrată în treimea superioară a structurii sau la care disiparea de energie se realizează în principal la baza unei singure componente structurale. Structurile parter necontravântuite, cu extremitățile superioare ale stâlpilor conectate printr-un sistem cu comportare de diafragmă rigidă, nu se încadrează în această categorie dacă forțele axiale din stâlpi îndeplinesc ecuația (6.1).

Sistem structural tip dual: sistem structural alcătuit din cadre necontravântuite și cadre contravântuite, conectate între ele prin diafragme orizontale rigide, la care cadrele necontravântuite preiau cel puțin 25% din forța orizontală.

Sistem structural tip cadru cu contravântuiri cu flambaj împiedicat: sistem structural alcătuit din cadre contravântuite cu bare cu flambaj împiedicat. Forțele orizontale sunt echilibrate prin întinderea sau compresiunea barelor cu flambaj împiedicat.

Stâlp: componentă structurală verticală sau puțin înclinată care susține încărcări gravitaționale preponderent prin compresiune axială.

Structură nedisipativă: structură care răspunde exclusiv elastic la acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime.

Zona potențial plastică: zonă special conformată a unui element structural în care se pot dezvoltă deformații în domeniul inelastic.

Zona disipativă: zonă plastică în care prin deformații plastice ciclice se disipă energia indusă de seism.

6.2 Principii de proiectare

6.2.1 Clase de ductilitate

- (1) Structurile seismice principale se proiectează seismic pentru:
 - (a) comportare disipativă înaltă sau medie;
 - (b) comportare slab disipativă;
 - (c) comportare nedisipativă.
- (2) Structurile cu comportare disipativă înaltă sau medie se proiectează pentru a răspunde elasto-plastic la acțiunea seismică de proiectare, deformațiile plastice fiind dirijate către zonele disipative. În această abordare, clădirile se proiectează pentru clasa de ductilitate DCM sau DCH, cu îndeplinirea prevederilor specifice acestor clase de ductilitate date în acest capitol.
- (3) Structurile cu comportare slab disipativă se proiectează pentru a răspunde elastic la acțiunea seismică de proiectare, fără a se produce incursiuni semnificative ale oțelului

în domeniul plastic. Aceste structuri se proiectează pentru clasa de ductilitate DCL, cu îndeplinirea prevederilor specifice acestei clase de ductilitate date în acest capitol.

(4) Clădirile cu structura de oțel se proiectează la acțiuni seismice pentru clasa de ductilitate DCH, DCM sau DCL.

(5) Clădirile situate în zone cu seismicitate moderată sau mare se proiectează pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM.

(6) Prin excepție de la (5), în zonele cu seismicitate moderată sau mare, atunci când îndeplinirea criteriilor de proiectare specifice clasei de ductilitate DCH sau DCM nu este posibilă, se pot proiecta clădiri pentru clasa de ductilitate DCL dacă capacitatea lor de rezistență de ansamblu la acțiuni seismice orizontale, corespunzătoare răspunsului elastic, este mai mare decât cerința seismică corespunzătoare spectrului de proiectare al accelerațiilor orizontale ($q = 1$).

(7) Structurile care nu se încadrează în tipurile indicate 6.2.4, (1), se proiectează la acțiuni seismice pentru clasa de ductilitate DCL, astfel încât capacitatea lor de rezistență de ansamblu la acțiuni seismice orizontale, corespunzătoare răspunsului elastic, să fie mai mare sau egală cu cerința seismică corespunzătoare spectrului de proiectare al accelerațiilor orizontale ($q = 1$).

(8) La alegerea conceptului de proiectare pentru calculul construcției la acțiuni seismice se îndeplinesc și prevederile din capitolul 4.1.2.

(9) Structurile în cadre la care contravântuirile se intersectează pe înălțimea liberă a stâlpilor se proiectează pentru clasa de ductilitate DCL.

(10) Structurile principale se proiectează seismic pentru clasa de ductilitate DCL pe baza prevederilor din capitolele 1, 2, 3 și 4 din această reglementare tehnică și a prevederilor din SR EN 1993-1-1, împreună cu prevederile indicate explicit pentru această clasă de ductilitate din acest capitol.

(11) La verificarea componentelor structurale se utilizează coeficienții parțiali de siguranță pentru proiectarea seismică a componentelor structurale din oțel și îmbinările acestora γ_M prevăzuți în SR EN 1993-1-1, SR EN 1993-1-3, SR EN 1993-1-5, SR EN 1993-1-8.

6.2.2 Clasa de secțiune

(1) Componentele structurale principale îndeplinesc prevederile specifice fiecărei clase de ductilitate în ceea ce privește clasa secțiunilor și capacitatea de deformare plastică.

(2) Pentru structurile proiectate pentru clasa de ductilitate DCH componentele structurale principale se realizează cu secțiuni de clasa 1.

(3) Pentru structurile proiectate pentru clasa de ductilitate DCM componentele structurale principale se realizează cu secțiuni de clasa 1 sau 2.

(4) Pentru structurile proiectate pentru clasa de ductilitate DCL componentele structurale principale se realizează cu secțiuni de clasa 1, 2, 3 sau 4.

(5) Pentru structurile proiectate pentru clasa de ductilitate DCL realizate din componente structurale cu secțiuni de clasă 1, 2 sau 3, valoarea maximă a factorului q se limitează superior la valoarea 1,50.

(6) Pentru structurile proiectate pentru clasa de ductilitate DCL realizate din elemente cu secțiuni de clasă 4, valoarea maximă a factorului q se limitează superior la valoarea 1,00.

(7) Componentele structurale principale îndeplinesc condițiile privind clasa de secțiune date în [Tabelul 6.1](#), în funcție de clasa de ductilitate a structurii și valoarea maximă a factorului de comportare.

Tabelul 6.1 Clasa de secțiune a elementelor disipative

Clasa de ductilitate a structurii	Valoarea maximă a factorului de comportare q	Clasa de secțiune	Observații
DCH	Conform 6.2.6	clasa 1	Structură cu comportare disipativă înaltă sau medie
DCM	Conform 6.2.6	clasa 1 sau 2	
DCL	$1,0 \leq q \leq 1,5$	clasa 1, 2 sau 3	Structură cu comportare slab disipativă sau nedisipativă
	$q = 1,0$	clasa 1, 2, 3 sau 4	

(8) Componentele structurale realizate din secțiuni de clasă 4 se proiectează conform SR EN 1993-1-1, SR EN 1993-1-3 și SR EN 1993-1-5.

6.2.3 Condiții privind materialele

(1) Oțelul din componentele structurale principale îndeplinește prevederile SR EN 1993 și SR EN 10025 și prevederile suplimentare date în acest paragraf specifice proiectării seismice.

(2) Oțelul din componentele structurale care se deformează plastic îndeplinește următoarele condiții:

(a) raportul dintre rezistența la rupere, f_u , și limita de curgere, f_y , mai mare sau egal cu 1,20;

(b) deformația specifică la rupere este mai mare 17%;

(c) are palier de curgere distinct; se utilizează mărcile de oțeluri prevăzute în [Tabelul 6.2](#).

(3) Componentele structurale sau părți ale acestora realizate din tablă de grosime mai mare de 16 mm, solicitate la eforturi unitare de întindere perpendiculare pe planul tablei, se controlează ultrasonic pe toată zona astfel solicitată.

Notă: Astfel de componente sunt, de exemplu, plăcile de capăt ale grinzilor sau flanșele.

(4) În cazul pieselor din alcătuirea îmbinărilor rigide grindă-stâlp solicitate la întindere perpendicular pe planul lor se efectuează încercări la tracțiune pe direcție perpendiculară pe suprafața acestora, conform SR EN ISO 6892-1.

(5) La realizarea componentelor structurale disipative sau a zonelor disipative se folosește oțel având limita de curgere efectivă mai mică sau egală cu $\omega_{rm}f_y$, valoare care se indică explicit în proiect.

(6) Îmbinările cu șuruburi ale structurilor principale se proiectează cu șuruburi grupele de caracteristici mecanice 8.8 și 10.9.

(7) Șuruburile și tije de ancoraj ale stâlpilor în fundații se realizează din oțel din grupele de calitate 4.6, 5.6 sau din oțel mărcile S235, S275, S355, S420 sau S460. Se pot utiliza și șuruburi sau tije cu caracteristici fizico-mecanice ale grupei de calitate 8.8 dacă sunt realizate din oțel slab aliat cu tratament termic de normalizare.

(8) Tenacitatea oțelului și a sudurilor satisface cerințele pentru acțiunea seismică la valoarea cvasi-permanentă a temperaturii de exploatare conform prevederilor SR EN 1993-1-10, pentru o valoare de proiectare a efortului unitar $\sigma_{Ed} = 0,75f_{y(t)}$.

(9) Grosimea maximă a pereților secțiunilor elementelor structurale întinse, încovoiate sau încovoiate și întinse, se stabilește conform SR EN 1993-1-10, în funcție de marca oțelului, valoarea KV a energiei de rupere (în J) și temperatura minimă de referință, T_{Ed} .

(10) Energia de rupere KV a oțelului și a îmbinărilor sudate este mai mare sau egală cu 27J la temperatura de exploatare considerată în gruparea de încărcări care include acțiunea seismică. Aceste valori se indică explicit în proiect.

(11) Pentru componentele structurale principale, clasa de calitate minimă a oțelului este corelată cu clasa de execuție a elementelor prevăzută în SR EN 1090-2, astfel:

(a) pentru clasa de execuție EXC2 se utilizează oțel de clasa de calitate egală sau superioară clasei JR;

(b) pentru clasa de execuție EXC3 se utilizează oțel de clasa de calitate egală sau superioară clasei J0;

(c) pentru clasa de execuție EXC4 se utilizează oțel de clasa de calitate egală sau superioară clasei J2.

(12) La verificările ierarhizării capacității de rezistență prevăzute în paragrafele [6.6-6.11](#), se ține seama de posibilitatea ca limita de curgere efectivă a oțelului să fie mai mare decât limita de curgere nominală, f_y , prin utilizarea factorului de suprarezistență la curgere a oțelului ω_{rm} , stabilit conform prevederilor din [Tabelul 6.2](#).

Notă: Valoarea limitei de curgere a oțelului poate varia față de limita de curgere nominală.

Tabelul 6.2 Factorul de suprarezistență la curgere a oțelului, ω_{rm}

Marca oțelului	Factorul de suprarezistență, ω_{rm}
S235	1,45
S275	1,35
S355, S420	1,25
S460	1,20

6.2.4 Tipuri de structuri

(1) Clădirile cu structura de oțel proiectate la acțiuni seismice au sistemul structural principal de tipul:

(a) sistem structural tip cadru necontravântuit;

(b) sistem structural tip cadru contravântuit centric;

- (c) sistem structural tip cadru contravântuit excentric;
 - (d) sistem structural tip pendul inversat;
 - (e) sistem structural tip dual;
 - (f) sistem structural tip cadru cu contravântuiri cu flambaj împiedicat;
 - (g) sistem structural tip cadru necontravântuit cu panouri de forfecare din oțel.
- (2) Clădirile cu structura de oțel pot avea sisteme structurale diferite pe cele două direcții principale orizontale ortogonale. În proiectarea acestor structuri se utilizează regulile de proiectare specifice fiecărui sistem structural, pe direcția corespunzătoare.
- (3) Prin excepție de la (2), pentru structurile de oțel cu flexibilitate mare la torsiune se folosește același tip de sistem structural pe cele două direcții ortogonale orizontale.
- (4) Sistemele structurale principale ale clădirilor se încadrează în se încadrează în tipurile indicate la 6.2.4, (1), numai dacă sunt respectate următoarele condiții:
- (a) structurile sunt realizate în acord cu definiția tipului de sistem structural dată la 6.1.2, (1);
 - (b) toate componentele structurale principale, îmbinările dintre acestea și prinderile de fundații îndeplinesc prevederile specifice din această reglementare tehnică.
- (5) Structurile principale care nu îndeplinesc prevederea (4), se pot proiecta seismic conform prevederii 6.2.1, (7).
- (6) Toate componentele structurale principale, indiferent de tipul sistemului structural, se proiectează pentru aceeași clasă de ductilitate.

6.2.5 Mecanisme plastice

- (1) Structurile din oțel proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM se proiectează astfel încât să formeze următoarele tipuri de mecanisme plastice optime, la incidența acțiunii seismice de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime:
- (a) structuri tip cadru necontravântuit: mecanismul plastic optim se formează prin dezvoltarea deformațiilor plastice la capetele grinzilor, în vecinătatea îmbinării grindă-stâlp, ca urmare a încovoierii; pentru formarea mecanismului plastic optim deformații plastice din încovoiere se pot forma și:
 - la partea de jos a stâlpilor, imediat deasupra secțiunii de încastrare convențională, și la partea de sus a stâlpilor de la ultimul nivel al clădirilor etajate;
 - la partea de sus și la partea de jos stâlpilor clădirilor cu un singur nivel, dacă este îndeplinită condiția:

$$N_{Ed}/N_{pl,Rd} \leq 0,30 \quad (6.1)$$

unde

N_{Ed} valoarea de proiectare a forței axiale în stâlp în gruparea seismică;

$N_{pl,Rd}$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență plastică a secțiunii la forță axială.

- (b) structuri de tip cadru contravântuit centric: mecanismul plastic optim se formează prin dezvoltarea deformațiilor plastice în contravântuirile diagonale care sunt solicitate la întindere sau, după caz, la întindere și compresiune;
- (c) structuri de tip cadru contravântuit excentric: mecanismul plastic optim se formează prin dezvoltarea deformațiilor plastice în barele disipative, create prin prinderea excentrică a diagonalelor pe grindă, ca urmare a încovoierii sau forței tăietoare ciclice.
- (d) structuri de tip pendul inversat: mecanismul plastic optim se formează prin dezvoltarea deformațiilor plastice preponderent la partea de jos a unei singure componente structurale verticale, imediat deasupra secțiunii de încastrare convenționale;
- (e) structuri duale alcătuite din cadre necontravântuite și cu cadre contravântuite, mecanismul plastic se formează distinct, corespunzător fiecărui tip de cadru;
- (f) structuri tip cadru cu contravântuiri cu flambaj împiedicat: mecanismul plastic optim se formează prin dezvoltarea deformațiilor plastice în contravântuirile cu flambaj împiedicat, prin eforturi de întindere sau compresiune.
- (g) cadre necontravântuite cu panouri de forfecare din oțel: mecanismul plastic se formează prin deformarea postelastă a câmpurilor diagonale de tensiune formate în inima panourilor de forfecare.

6.2.6 Factori de comportare

- (1) Factorul de comportare se alege în funcție de capacitatea structurii de disipare a energiei induse de cutremur. Valorile maxime ale factorului de comportare pentru diferite tipuri de structuri și clase de ductilitate sunt indicate în [Tabelul 6.3](#). Utilizarea valorilor maxime este condiționată de îndeplinirea condițiilor privind regularitatea clădirii prevăzute în capitolul 4 și a prevederilor din acest capitol de la [6.3](#) ÷ [6.10](#).
- (2) Dacă clădirea este neregulată în plan orizontal sau în plan vertical, valorile factorului de comportare se reduc conform prevederilor de la [4.5.1.1](#) în raport cu valorile determinate conform prevederii de la [\(1\)](#).
- (3) Pentru structurile cu flexibilitate mare la torsiune, conform definiției de la [4.2.3](#), valorile factorului de comportare se reduc cu 20% față de valorile stabilite conform prevederilor de la [\(1\)](#) și [\(2\)](#).
- (4) Valoarea raportului dintre forța orizontală capabilă a structurii și forța orizontală corespunzătoare intrării în domeniul plastic de răspuns a primului element structural, α_u/α_1 , se determină prin calcul static neliniar și se limitează superior la 1,30.

Pentru clădirile din clasele de importanță și expunere la cutremur I sau a II-a, în cazul în care valoarea α_u/α_1 nu se determină prin calcul static neliniar aceasta se considera egală cu 1,0.

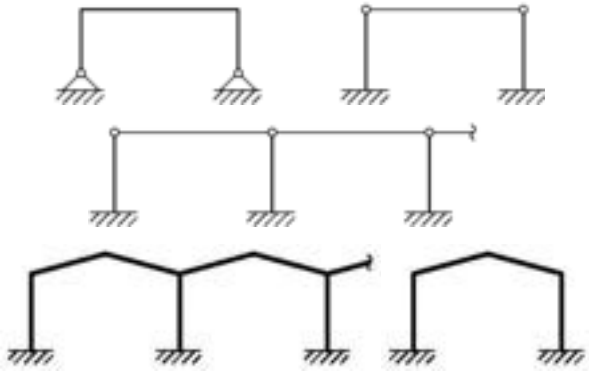
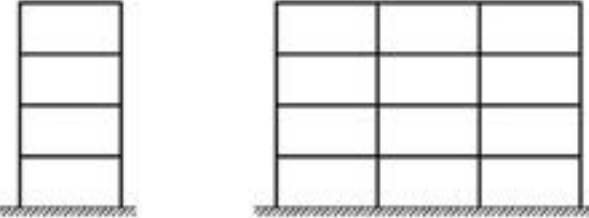
Pentru clădirile din clasele de importanță și expunere la cutremur a III-a sau a IV-a se pot utiliza valorile α_u/α_1 specificate în [Tabelul 6.3](#), fără determinarea acestora prin calcul static neliniar.

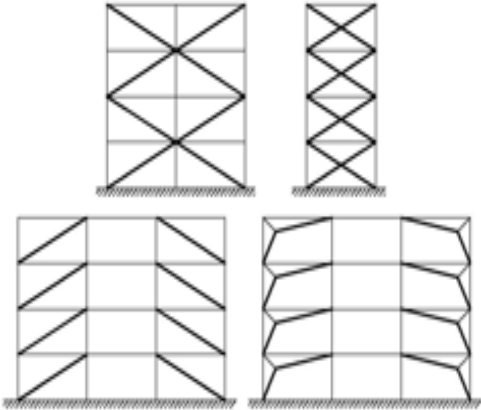
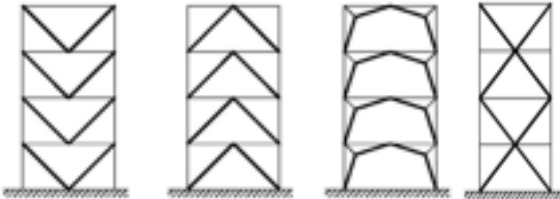
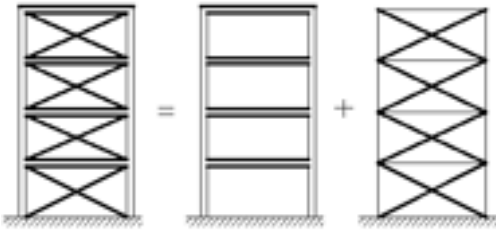
Notă: Forța orizontală capabilă a structurii reprezintă forța corespunzătoare formării unui număr suficient de zone plastice care aduce structura în pragul situației de mecanism cinematic. Forța orizontală corespunzătoare curgerii primului element structural reprezintă forța orizontală corespunzătoare apariției primei zone plastice prin atingerea capacității de rezistență în primul element al structurii

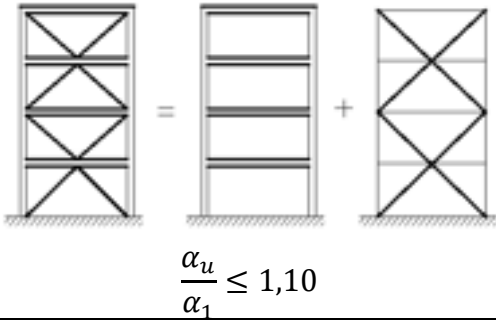
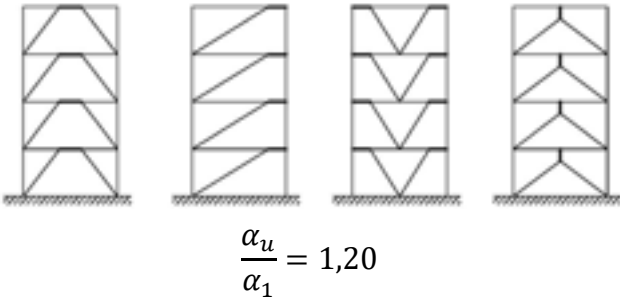
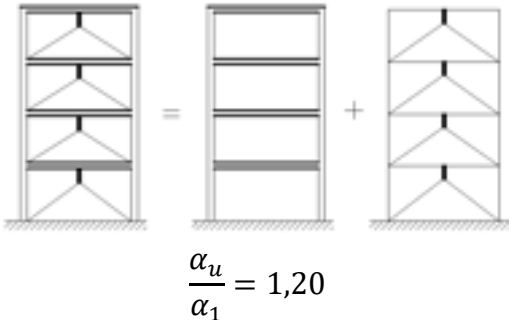
(5) Structura se conformează astfel încât să aibă capacitatea de deformare în domeniul inelastic cât mai apropiată pe ambele direcții.

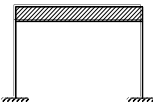
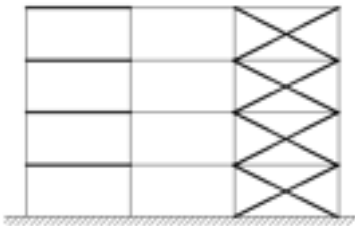
(6) În cazul în care clădirea are sisteme structurale de tip diferit pe cele două direcții ortogonale, factorul de comportare se stabilește distinct pe fiecare direcție, în raport cu tipul sistemului structural utilizat.

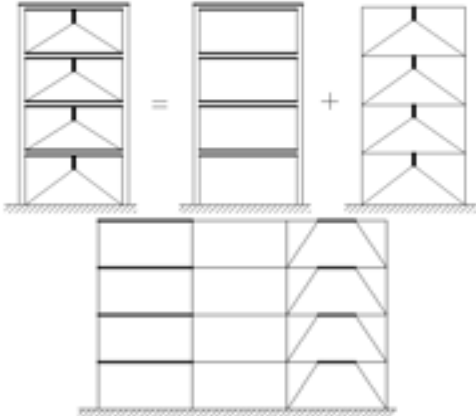
Tabelul 6.3 Valoarea maximă a factorului de comportare, q

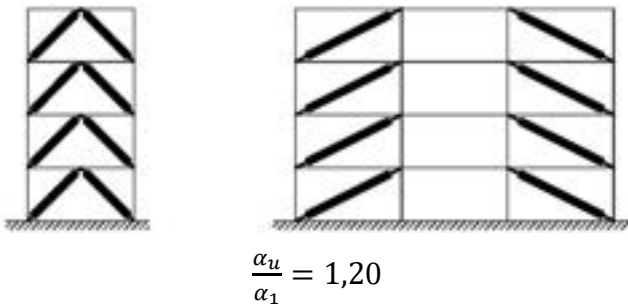
Tipuri de structuri	Clasa de ductilitate a structurii		
	DCH	DCM	DCL
(a) Sistem structural tip cadru necontravântuit (i) Clădiri cu un singur nivel  $\frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 1,10$ $\frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 1,00$	2,50	2,00	1,00
	3,00	2,50	1,50
	$5 \frac{\alpha_u}{\alpha_1}$	3,00	1,50
(ii) Clădiri cu mai multe niveluri  $\frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 1,20$ $\frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 1,30$	$5 \frac{\alpha_u}{\alpha_1}$	3,50	1,50

Tipuri de structuri	Clasa de ductilitate a structurii		
	DCH	DCM	DCL
(b) Sistem structural tip cadru contravântuit centric (i) Contravântuiri cu diagonale la care zonele plastice se formează numai diagonalele întinse  (ii) Contravântuiri cu diagonale în V sau X pe două niveluri la care zonele plastice se formează în diagonalele întinse și comprimate  (iii) Contravântuiri cu diagonale în X pe un nivel la care zonele plastice se formează în diagonalele întinse și la capetele grinzilor  $\frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 1,10$	4,00	2,50	1,50
	2,50	2,00	1,50
	$4 \frac{\alpha_u}{\alpha_1}$	3,00	1,50

Tipuri de structuri	Clasa de ductilitate a structurii		
	DCH	DCM	DCL
(iv) Contravântuiri cu diagonale în V la care zonele plastice se formează în diagonalele întinse și comprimate și la capetele grinzilor  $\frac{\alpha_u}{\alpha_1} \leq 1,10$	$2,5 \frac{\alpha_u}{\alpha_1}$	2,00	1,50
(c) Sistem structural tip cadru contravântuit excentric (i) Cadre contravântuite excentric la care zonele plastice se formează în barele disipative încovoiate sau forfecate  $\frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 1,20$ (ii) Cadre contravântuite excentric la care zonele plastice se formează în bare disipative încovoiate sau forfecate și la capetele grinzilor  $\frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 1,20$	$5 \frac{\alpha_u}{\alpha_1}$	3,0	1,50
	$5 \frac{\alpha_u}{\alpha_1}$	3,50	1,50

Tipuri de structuri	Clasa de ductilitate a structurii		
	DCH	DCM	DCL
(d) Structuri de tip pendul inversat (i) Structuri la care zonele plastice se formează la baza stâlpilor  $\frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 1,00$	$2 \frac{\alpha_u}{\alpha_1}$	2,00	1,00
(ii) Structuri la care zonele plastice se formează la ambele capete ale stâlpilor și forța axială din stâlpi îndeplinește condiția $\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} > 0,3$  $\frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 1,10$	$2 \frac{\alpha_u}{\alpha_1}$	2,00	1,00
(e) Sistem structural tip dual (i) Cadre duale alcătuite din cadre necontravântuite conectate prin diafragme rigide cu cadre contravântuite în X și alternante la care zonele plastice se formează în cadrele necontravântuite și în diagonalele întinse  $\frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 1,20$	$4 \frac{\alpha_u}{\alpha_1}$	3,00	1,50

Tipuri de structuri	Clasa de ductilitate a structurii		
	DCH	DCM	DCL
(ii) Cadre duale alcătuite din cadre necontravântuite conectate prin diafragme rigide cu cadre contravântuite în V la care zonele plastice se formează în cadrele necontravântuite și în diagonale  $\frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 1,10$	$2,50 \frac{\alpha_u}{\alpha_1}$	2,00	1,50
(iii) Cadre duale alcătuite din cadre necontravântuite conectate prin diafragme rigide cu cadre contravântuite excentric la care zonele plastice se formează în cadrele necontravântuite și în barele disipative încovoiate sau forfecate  $\frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 1,20$	$5 \frac{\alpha_u}{\alpha_1}$	3,50	1,50
(iv) Cadre duale alcătuite din cadre necontravântuite și cadre contravântuite cu contravântuiri cu flambaj împiedicat $\frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 1,20$	$5 \frac{\alpha_u}{\alpha_1}$	3,50	1,50

Tipuri de structuri	Clasa de ductilitate a structurii		
	DCH	DCM	DCL
(f) Sistem structural tip cadru cu contravântuiri cu flambaj împiedicat  $\frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 1,20$	$5 \frac{\alpha_u}{\alpha_1}$	-	-
(g) Sistem structural tip cadru cu panouri de forfecare	4,00	3,00	1,50

(7) În urma penalizării valorii factorului de comportare pentru neregularități în plan orizontal, în plan vertical sau pentru sensibilitate mare la torsiune, valoarea factorului de comportare q se limitează inferior la 1,50, pentru structuri proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM, și 1,00, pentru structuri proiectate pentru clasa de ductilitate DCL.

6.3 Calculul structural

(1) Calculul structurii se realizează în ipoteza că toate componentele structurale principale sunt active.

(2) Prin excepție de la (1), în cazul calculului structurilor în cadre contravântuite centric, cu diagonale în „X” sau alternante, printr-o metodă de calcul liniar, se consideră că diagonala comprimată nu participă la preluarea acțiunii seismice.

(3) Pentru clădirile cu structura de oțel, la calculul valorii de proiectare a acțiunii seismice, fracțiunea din amortizarea critică a clădirii, ξ , se consideră egală cu 3%.

(4) Valoarea de proiectare a deplasării relative de nivel admisă pentru verificări la starea limită de serviciu se stabilește conform prevederilor 4.3.2.1, (2). Prin excepție, în cazul clădirilor care nu au componente nestructurale care pot să fie degradate ca urmare a deplasărilor orizontale ale structurii, valoarea de proiectare a deplasării relative de nivel admisă pentru verificări la starea limită de serviciu se stabilește cu relația:

$$d_{Rd,r}^{SLS} = 0,01h_s \quad (6.2)$$

(5) Factorul de amplificare a deplasărilor pentru verificări la starea limită ultimă pentru structuri de oțel, c , se stabilește cu relația:

$$c = \begin{cases} \frac{\Omega_T}{q} + \left(1 - \frac{\Omega_T}{q}\right) \frac{T_C}{T_1} \leq 3 \text{ dacă } T_1 < T_C \\ 1 \text{ dacă } T_1 \geq T_C \end{cases} \quad (6.3)$$

unde

- T_1 perioada proprie fundamentală de vibrație a clădirii;
- T_C perioada de control a spectrului de răspuns.
- q factorul de comportare;
- Ω_T factorul de suprazistență stabilit în funcție de tipul sistemului structural.
- (6) Prin excepție de la [4.3.1.2.2](#), (2), valoarea de proiectare a deplasării relative de nivel admisă la starea limită de ultimă pentru:
- (a) structuri tip cadru necontravântuit;
 - (b) structuri tip cadre duale;
 - (c) structuri tip cadru cu contravântuiri cu flambaj împiedicat;
 - (d) structuri tip cadru cu panouri de forfecare;
- se stabilește cu relația:

$$d_{Rd,r}^{SLU} = 0,020h_s \quad (6.4)$$

unde

$d_{Rd,r}^{ULS}$ valoarea de proiectare a deplasării relative de nivel admisă pentru verificări la starea limită de ultimă;

h_s înălțimea totală de nivel.

- (7) Prin excepție de la [4.3.1.2.2](#), (2), valoarea de proiectare a deplasării relative de nivel admisă la starea limită de ultimă pentru:
- (a) structuri tip cadru contravântuit centric;
 - (b) structuri tip cadru contravântuit excentric;
 - (c) structuri tip pendul inversat;

se stabilește cu relația:

$$d_{Rd,r}^{SLU} = 0,015h_s \quad (6.5)$$

unde

$d_{Rd,r}^{ULS}$ valoarea de proiectare a deplasării relative de nivel admisă pentru verificări la starea limită de ultimă;

h_s înălțimea totală de nivel.

- (8) Calculul structurii se realizează ținând seama de efectele de ordinul II conform prevederilor de la [4.5.5](#).

- (9) Planșeele se proiectează ca diafragme orizontale conform prevederilor de la [4.2.6](#).

- (10) Pentru clădirile de tip hală parter se acceptă utilizarea calculului pe modele plane, pentru determinarea stării de eforturi și deformații în componentele structurii. Calculul plan se poate aplica numai la halele care nu sunt echipate cu mijloace de ridicare cum sunt podurile rulante sau grinzile de rulare sau, dacă există, acestea au o capacitate de ridicare mai mică sau egală cu 10t. Calculul se efectuează ținând seama de excentricitatea adițională dată de poziția centrului maselor în raport cu centrul de rigiditate al structurii.

6.4 Proiectarea structurilor pentru clasa de ductilitate DCL

- (1) Clădirile se proiectează pentru clasa de ductilitate DCL astfel încât să îndeplinească cerințele fundamentale ale proiectării seismice date în capitolul 2.
- (2) Capacitatea de rezistență a componentelor structurale și a îmbinărilor acestora se determină în conformitate cu SR EN 1993-1-1, SR EN 1993-1-3 și SR EN 1993-1-8.

6.5 Proiectarea structurilor pentru clasa de ductilitate DCM sau DCH

6.5.1 Generalități

- (1) Criteriile de proiectare date la 6.5.2 se aplică zonelor sau barelor structurilor proiectate conform conceptului de comportare disipativă a structurii la acțiunea seismică.
- (2) Criteriile de proiectare date la 6.5.2 se consideră satisfăcute dacă sunt respectate regulile date la 6.5.3 și 6.5.5.

6.5.2 Criterii de proiectare

- (1) Structurile se proiectează astfel încât deformarea în domeniul plastic, pierderea stabilității locale sau alte fenomene datorate comportării histeretice să nu conducă la pierderea stabilității generale a structurii.
- (2) Zonele plastice se dirijează în componentele structurale special concepute în acest scop, în acord cu configurația mecanismului plastic optim definit la 6.2.5.
- (3) Componentele structurale principale care se deformează plastic la acțiunea seismică, corespunzătoare stării limită ultime, în acord cu configurația mecanismului optim, se realizează astfel încât să îndeplinească criteriile de ductilitate și rezistență.
- (4) Componentele structurale principale care răspund elastic la acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime, se realizează astfel încât să aibă rezistență suficientă pentru a limita dezvoltarea deformațiilor plastice în zonele plastice stabilite conform mecanismului plastic optim.
- (5) Toate îmbinările dintre componentele structurale principale se proiectează pentru a răspunde elastic la acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime.
- (6) Prin excepție de la (5), la realizarea structurilor cu răspuns elasto-plastic la acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime, se pot utiliza îmbinări cu componente disipative. Acestea se selectează pentru utilizare în proiect pe baza unui agrement tehnic care conține prevederi privind utilizarea lor în condiții de solicitare seismică. În această situație, componentele structurale principale se proiectează astfel încât prin rezistența acestora să se favorizeze dezvoltarea deformațiilor plastice ciclice în îmbinările respective.

6.5.3 Reguli de proiectare pentru elemente disipative supuse la compresiune și/sau încovoiere

- (1) Elementele care se deformează plastic la acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime, din cauza compresiunii și/sau încovoierii se proiectează astfel încât să aibă ductilitate suficientă prin limitarea supleței pereților secțiunii, conform claselor de secțiuni transversale definite SR EN 1993-1-1.

6.5.4 Reguli de proiectare pentru elemente întinse

- (1) Cerințele de ductilitate pentru elemente întinse sunt date în SR EN 1993-1-1.
- (2) Pentru verificarea elementelor supuse la întindere se utilizează prevederile SR EN 1993-1-1.

6.5.5 Reguli de proiectare pentru îmbinări în zone disipative

- (1) Alcătuirea constructivă a îmbinărilor în vecinătatea zonelor plastice se realizează astfel încât să se limiteze apariția tensiunilor reziduale mari, defectelor de execuție și să se dirijeze dezvoltarea deformațiilor plastice în zonele special conformate în acest scop.
- (2) Îmbinările elementelor disipative realizate cu sudură sau cu tije se proiectează astfel încât să îndeplinească condiția:

$$F_{Rd,j} \geq \omega_{rm} \omega_{sh} F_{Rd,pl} \quad (6.6)$$

unde,

$F_{Rd,j}$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență a îmbinării, corespunzătoare efortului la care este supusă, determinată conform prevederilor SR EN 1993-1-8;

$F_{Rd,pl}$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență plastică a elementului care se îmbină, corespunzătoare efortului la care acesta este supus, determinată conform prevederilor din 6.6.2, 6.7.3 și 6.8.2 utilizând valoarea nominală a limitei de curgere a oțelului;

ω_{rm} factorul de suprazistență care ține seama de variația limitei de curgere a oțelului, stabilit conform prevederilor din Tabelul 6.2;

ω_{sh} factorul de suprazistență care ține seama de efectul de consolidare a oțelului, a cărui valoare se stabilește conform prevederilor din Tabelul 6.4.

Tabelul 6.4 Valori ale factorului de suprazistență ω_{sh}

Tipuri de sistem structural	Zone plastice	Efortul care produce deformarea plastică	ω_{sh}
Tip cadru necontravântuit	grinzi	încovoiere	$\frac{(f_y + f_u)}{2f_y} \leq 1,2$
	baza stâlpilor		
Tip cadru contravântuit centric sau tip dual cu cadre contravântuite centric	bare diagonale	forță axială	1,10
	celelalte componente structurale	încovoiere	1,10
Tip cadru contravântuit excentric sau tip dual cu cadre contravântuite excentric	bară disipativă scurtă	forță tăietoare $e \leq M_{p, link} / V_{p, link}$ (bară disipativă foarte scurtă)	1,80
		forță tăietoare $M_{p, link} / V_{p, link} < e$	1,50

		$e \leq 1,60M_{p, link} / V_{p, link}$ (bară disipativă scurtă)	
	bară disipativă intermediară	încovoiere și forță tăietoare $e \leq 2,60M_{p, link} / V_{p, link}$	1,50
		încovoiere și forță tăietoare $2,60M_{p, link} / V_{p, link} < e$ $e \leq 3,00M_{p, link} / V_{p, link}$	1,35
	bară disipativă lungă	încovoiere $3,00M_{p, link} / V_{p, link} < e$ $e \leq 5,00M_{p, link} / V_{p, link}$	1,25
		încovoiere $e > 5,00M_{p, link} / V_{p, link}$	$\omega_{sh} = \frac{(f_y + f_u)}{2f_y} \leq 1,2$
	nod grindă-stâlp	încovoiere	1,10
Cadre cu contravântuiri cu flambaj împiedicat sau structuri duale cu cadre cu contravântuiri cu flambaj împiedicat	contravântuiri cu flambaj împiedicat	axial	$\omega_{sh} \leq 1,50$ Conform prevederilor de la 6.10
	nod grindă-stâlp	încovoiere	1,20
Cadre cu panouri de forfecare	inima panourilor de forfecare	câmpul diagonal de eforturi unitare de întindere	1,10
unde:			
$M_{p, link}$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență la încovoiere a barei disipative;			
$V_{p, link}$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență la forță tăietoare a barei disipative;			
e lungimea barei disipative;			
f_y valoarea nominală a limitei de curgere a oțelului.			

(3) Supra-rezistența îmbinărilor elementelor disipative realizate cu sudură în adâncime cu pătrundere completă, nivel de acceptare B, conform reglementărilor tehnice în vigoare privind calitatea îmbinărilor sudate din oțel ale construcțiilor, se stabilește în acord cu prevederile acordului tehnic al procedurii de sudare.

(4) Îmbinările cu șuruburi solificate în planul îmbinării, perpendicular pe tije, se realizează cu șuruburi din clasele de calitate 8.8 sau 10.9 ca:

- (a) Îmbinări care lucrează prin lunecare împiedicată, din categoriile B, conform SR EN 1993-1-8, sau
- (b) Îmbinări care lucrează prin contactul dintre piese și tije, prin forfecarea tijei și presiune pe pereții găurii, fără prelucrarea suprafețelor aflate în contact, forța de pretensionare a tijelor fiind egală cu cel puțin 50% din forța capabilă de pretensionare a șuruburilor. Nu se ia în considerare efectul pretensionării la calculul capacității de rezistență a îmbinării.
- (5) Îmbinările cu șuruburi solicitate în planul îmbinării se realizează astfel încât rezistența la forfecare a fiecărui șurub să fie mai mare cel puțin 20% decât rezistența la presiune pe pereții găurii.
- (6) Îmbinările cu șuruburi solicitate la întindere perpendicular pe planul îmbinării, se realizează cu șuruburi din clasele de calitate 8.8 sau 10.9 pretensionate astfel încât forța de pretensionare să fie mai mare sau egală cu 50% din forța capabilă de pretensionare a șuruburilor. Se folosesc îmbinări din categoria E conform prevederilor SR EN 1993-1-8. Nu este necesară prelucrarea suprafețelor de contact.
- (7) Îmbinările cu șuruburi supuse la solicitări complexe, în planul îmbinării și perpendicular pe planul acesteia, se realizează cu șuruburi din clasele de calitate 8.8 sau 10.9. Sunt admise îmbinări din categoriile B și C, conform prevederilor SR EN 1993-1-8, cu pretensionare completă sau îmbinări fără prelucrarea suprafețelor aflate în contact dar la care tijele sunt pretensionate astfel încât forța de pretensionare să fie mai mare sau egală cu 50% din forța capabilă de pretensionare a șuruburilor. Nu se ia în considerare efectul pretensionării la calculul capacității de rezistență a îmbinării.
- (8) La îmbinările cu șuruburi nu se utilizează și cordoane de sudură pentru echilibrarea eforturilor.

6.5.6 Reguli de proiectare pentru îmbinări în zone nedisipative

- (1) Îmbinărilor în zone nedisipative se alcătuiesc astfel încât să se prevină dezvoltarea deformațiilor plastice și apariția tensiunilor reziduale mari.
- (2) Îmbinările elementelor nedisipative realizate cu sudură sau cu tije se realizează astfel încât să se îndeplinească prevederile din SR EN 1993-1-8.
- (3) Îmbinările elementelor nedisipative se realizează astfel încât să se îndeplinească cerința:

$$F_{Rd,j} \geq \omega_{rm} F_{Rd,pl} \quad (6.7)$$

unde,

- $F_{Rd,j}$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență a îmbinării, corespunzătoare efortului la care este supusă, determinată conform prevederilor SR EN 1993-1-8;
- $F_{Rd,pl}$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență plastică a elementului care se îmbină, corespunzătoare efortului la care acesta este supus, determinată utilizând valoarea nominală a limitei de curgere a oțelului;
- ω_{rm} factorul de suprazistență care ține seama de variația limitei de curgere a oțelului, stabilit conform prevederilor din [Tabelul 6.2](#).

6.5.7 Reguli de proiectare pentru prinderea stâlpilor în fundații

(1) Șuruburile de ancoraj se proiectează astfel încât valoarea de proiectare a capacității lor de rezistență la întindere să fie mai mare sau egală cu efortul maxim de întindere care se poate dezvolta în șurub la incidența acțiunii seismice de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime.

(2) Valorile de proiectare ale efectelor acțiunilor la baza stâlpului se determină cu relația:

$$E_{Fd} = E_{Fd,G} + \Omega_T \cdot E_{Fd,E} \quad (6.8)$$

unde

E_{Fd} valoarea de proiectare a efectului acțiunilor din gruparea seismică de acțiuni;

$E_{Fd,G}$ valoarea de proiectare a efectului acțiunilor neseismice din gruparea seismică de acțiuni;

$E_{Fd,E}$ valoarea de proiectare a efectului acțiunii seismice din gruparea seismică de acțiuni, corespunzătoare stării limită ultime

Ω_T valoarea suprarezistenței structurii la acțiuni orizontale:

$$\Omega_T = \omega_{rm} \cdot \omega_{sh} \cdot \Omega_d \quad (6.9)$$

ω_{rm} factorul de suprarezistență care ține seama de variația limitei de curgere a oțelului, conform prevederilor din [Tabelul 6.2](#);

ω_{sh} factorul de suprarezistență care ține seama de efectul de consolidare a oțelului, a cărui valoare se stabilește conform prevederilor din [Tabelul 6.4](#).

Ω_d valoarea minimă a raportului dintre valoarea de proiectare a capacității de rezistență a zonei plastice și valoarea de proiectare a efectului acțiunilor din gruparea seismică, pentru solicitarea relevantă; Ω_d se calculează în funcție de tipul sistemului structural pentru fiecare direcție principală a structurii.

(3) Valoarea suprarezistenței sistemului structural Ω_T poate fi limitată astfel încât să fie îndeplinită condiția $\Omega_T \leq q$, unde q este factorul de comportare al structurii utilizat la determinarea valorilor de proiectare ale efectelor acțiunii seismice.

(4) La proiectarea clădirilor din clasa de importanță și expunere la cutremur a III-a sau a IV-a, pentru determinarea valorilor Ω_T se pot utiliza prevederile din [Tabelul 6.5](#).

Tabelul 6.5 Valori ale suprarezistenței sistemului structural, Ω_T

Sistem structural de tipul:	Ω_T		
	DCH	DCM	DCL
Cadru necontravântuit, cu un singur nivel	2,50	1,70	1,50
Cadru necontravântuit, cu mai multe niveluri	3,50	2,00	1,50
Cadru contravântuit centric, cu contravânturi în „X” sau diagonal	2,50	1,50	1,50
Cadru contravântuit centric, cu contravântuiri în „V” inversat	2,00	1,50	1,50

Cadru contravântuit excentric	3,00	2,00	1,50
Pendul inversat	2,20	1,70	1,50
Cadru cu contravântuiri împiedicate la flambaj	3,00 γ_{CT}	-	-
Dual, alcătuit din:			
- cadre necontravântuite și cadre contravântuite centric, cu diagonalele în „X”	3,00	1,70	1,50
- cadre necontravântuite și cadre contravântuite centric, cu diagonalele în „V,,	2,50	1,70	1,50
- cadre necontravântuite și cadre contravântuite excentric	3,00	2,00	1,50
- cadre necontravântuite și cadre contravântuite cu contravântuiri cu flambaj împiedicat	3,50	-	-
Cadru cu panouri de forfecare	2,50	2,00	1,50
unde γ_{CT} este factorul de corecție pentru rezistența la compresiune a contravântuirii.			

(5) Pentru evitarea ruperii fragile, detaliul de prindere a stâlpilor se realizează astfel încât să se asigure o zonă de deformare liberă a șuruburilor de ancoraj de minim $5d$, unde d este diametrul tijei șurubului.

(6) Se recomandă ca transmiterea forțelor tăietoare între stâlpi și fundații sau infrastructură să nu se realizeze prin intermediul șuruburilor de ancoraj. Pentru aceasta, se poate utiliza una din următoarele soluții constructive:

(a) înglobarea bazei stâlpului într-o suprabetonare armată pe o înălțime egală cu cel puțin 40 cm sau 0,50 din înălțimea secțiunii transversale a stâlpului;

(b) prevederea unor elemente sudate sub placa de bază a stâlpului, care vor fi înglobate în goluri special executate în fundații sau infrastructură, odată cu subbetonarea bazei; aceste elemente se dimensionează astfel încât să poată transmite forța tăietoare de la baza stâlpului la fundație;

(c) înglobarea stâlpului în fundații sau infrastructură pe o înălțime care să îi asigure ancorarea directă, fără a fi necesare șuruburi de ancoraj.

(7) În cazul prinderi încastrate a stâlpului în fundații, la verificarea bazei stâlpului se îndeplinește condiția:

$$M_{Rd,j} \geq \omega_{rm} \cdot \omega_{sh} \cdot M_{N,Rd,c} \quad (6.10)$$

unde

$M_{Rd,j}$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență la moment încovoiator a prinderii stâlpului de fundație;

ω_{rm} factorul de suprazistență care ține seama de variația limitei de curgere a oțelului, conform prevederilor din [Tabelul 6.2](#);

ω_{sh} factorul de suprazistență care ține seama de efectul de consolidare a oțelului, a cărui valoare se stabilește conform prevederilor din [Tabelul 6.4](#);

$M_{N,Rd,c}$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență la moment încovoietor, în prezența forței axiale, a secțiunii transversale a stâlpului.

6.5.8 Îmbinările de continuitate ale stâlpilor

- (1) Îmbinările de continuitate se realizează astfel încât să asigure continuitatea rigidității și rezistenței stâlpilor.
- (2) Îmbinările de continuitate ale stâlpilor se amplasează astfel încât să se respecte cumulativ următoarele condiții:
 - (a) distanța de la îmbinarea de continuitate până la partea de jos a stâlpului de la nivelul respectiv este egală aproximativ 1/3 din înălțimea de etaj;
 - (b) distanța de la îmbinarea de continuitate până la îmbinarea grindă -stâlp cea mai apropiată este mai mare sau egală cu 1,20 m.
- (3) Îmbinările de continuitate ale stâlpilor se realizează cu sudură sau cu șuruburi.
- (4) Valorile de proiectare ale eforturilor din îmbinare se iau mai mari sau egale decât valorile de proiectare ale capacităților de rezistență ale tronsoanelor de stâlp care se îmbină.
- (5) Valorile de proiectare ale capacităților de rezistență ale îmbinărilor de continuitate se determină conform prevederilor SR EN 1993-1-8.
- (6) Îmbinările de continuitate ale stâlpilor se realizează astfel încât să se îndeplinească următoarea condiție, pe ambele direcții principale orizontale ale secțiunii stâlpului:

$$V_{Rd,c} \geq \frac{2M_{N,Rd,c}}{h_s} \quad (6.11)$$

unde:

$V_{Rd,c}$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență la forță tăietoare a îmbinării de continuitate a stâlpului;

$M_{N,Rd,c}$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență la moment încovoietor a secțiunii stâlpului în prezența forței axiale;

h_s înălțimea de nivel.

6.5.9 Lungimi de flambaj ale stâlpilor structurilor multietajate

- (1) Prevederile din acest paragraf se aplică pentru determinarea lungimilor de flambaj ale stâlpilor structurilor multietajate realizate cu bare cu secțiune constantă pe lungimea lor.
- (2) Prevederile din acest paragraf se aplică dacă în reglementările tehnice specifice privitoare la structuri metalice de diferite tipuri pentru clădiri nu sunt incluse prevederi specifice pentru determinarea lungimilor de flambaj ale stâlpilor.
- (3) În aplicarea prevederilor acestui paragraf, cadrele structurilor contravântuite, duale sau cu pereți de forfecare pot fi considerate cu noduri fixe dacă sistemele de contravântuiri verticale sau pereți de forfecare reduc deplasările orizontale ale cadrului cu cel puțin 80%.
- (4) În aplicarea prevederilor acestui paragraf, se consideră că:

- (a) în cazul stâlpilor, lungimea barei, L , este egală cu înălțimea de nivel;
- (b) în cazul grinzilor, lungimea barei, L , se consideră egală cu deschiderea grinzii.
- (5) Raportul dintre lungimea de flambaj, L_{cr} , și lungimea barei, L , pentru un stâlp dintr-un cadru cu noduri fixe, de la un anumit nivel, se stabilește utilizând diagrama dată în [Figura 6.1](#).
- (6) Raportul dintre lungimea de flambaj, L_{cr} , și lungimea barei, L , pentru un stâlp dintr-un cadru cu noduri deplasabile, de la un anumit nivel, se stabilește utilizând diagrama dată în [Figura 6.2](#).
- (7) În aplicarea prevederilor de la [\(5\)](#) și [\(6\)](#), factorii de distribuție a rigidității se determină cu relațiile:

$$\eta_1 = \frac{K_C + K_1}{K_C + K_1 + K_{11} + K_{12}} \quad (6.12)$$

$$\eta_2 = \frac{K_C + K_2}{K_C + K_2 + K_{21} + K_{22}} \quad (6.13)$$

unde

η_1, η_2 factorii de distribuție a rigidității nodurilor de la capătul de sus și capătul de jos al stâlpului;

K_C factorul de rigiditate al stâlpului de la nivelul considerat, stabilit conform [\(15\)](#);

K_1 factorul de rigiditate al stâlpului de la nivelul de deasupra nivelului considerat, stabilit conform [\(15\)](#);

K_2 factorul de rigiditate al stâlpului de la nivelul de dedesubtul nivelului considerat, stabilit conform [\(15\)](#);

K_{11}, K_{12} factorii de rigiditate ai grinzilor care intersectează stâlpul la partea de sus a acestuia, în planul de solicitare, stabiliți conform prevederilor de la [\(9\)](#), [\(10\)](#), [\(11\)](#) și [\(12\)](#);

K_{21}, K_{22} factorii de rigiditate ai grinzilor care intersectează stâlpul la partea de jos a acestuia, în planul de solicitare, stabiliți conform prevederilor de la [\(9\)](#), [\(10\)](#), [\(11\)](#) și [\(12\)](#);

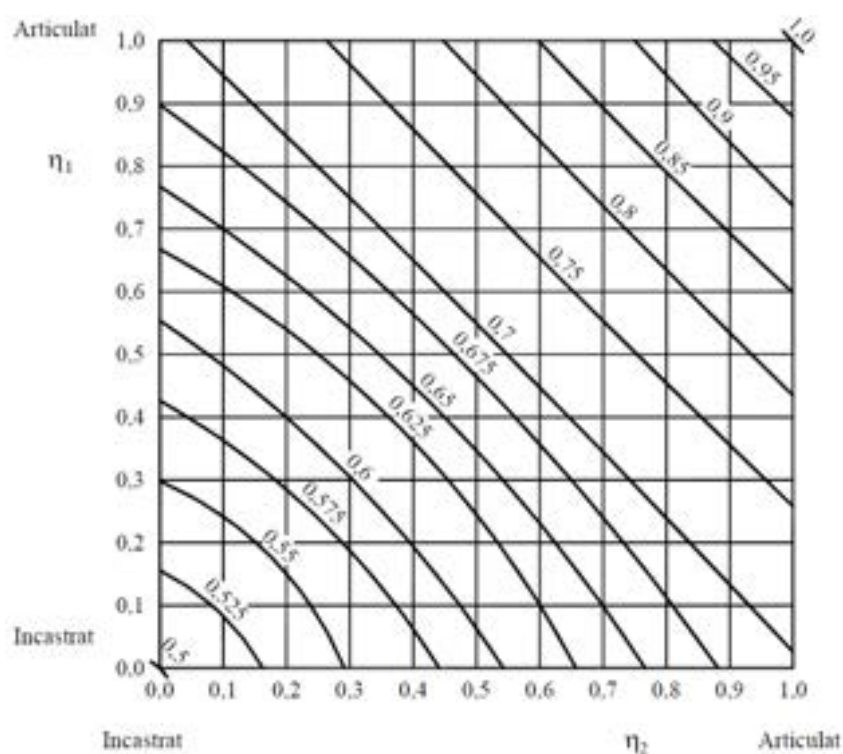


Figura 6.1 Raportul dintre lungimea de flambaj și lungimea barei, L_{cr}/L , pentru un stâlp dintr-un cadru cu noduri fixe

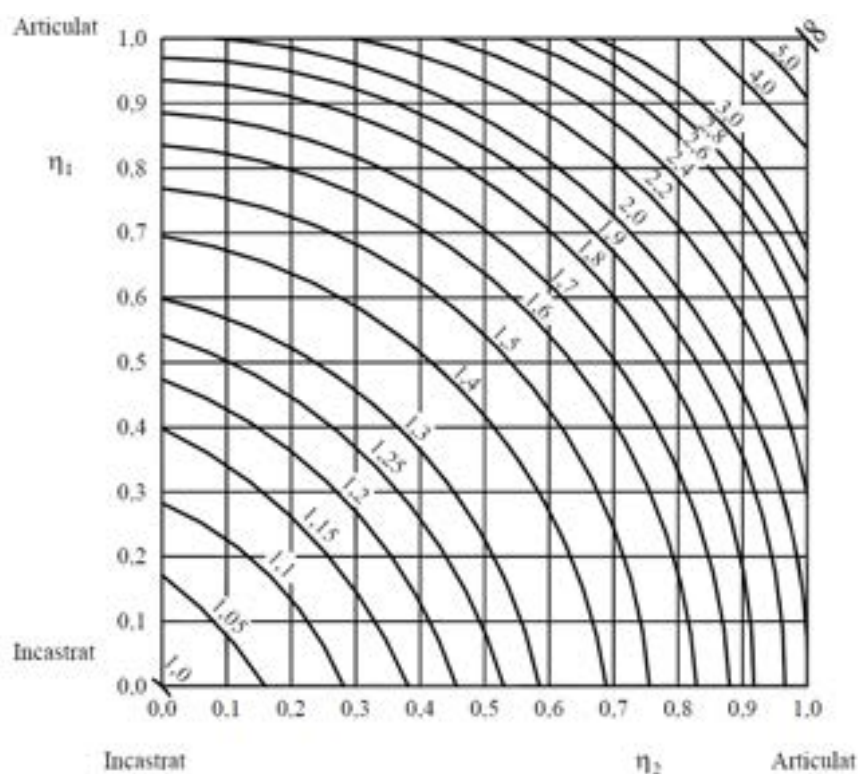


Figura 6.2 Raportul dintre lungimea de flambaj și lungimea barei, L_{cr}/L , pentru un stâlp dintr-un cadru cu noduri deplasabile

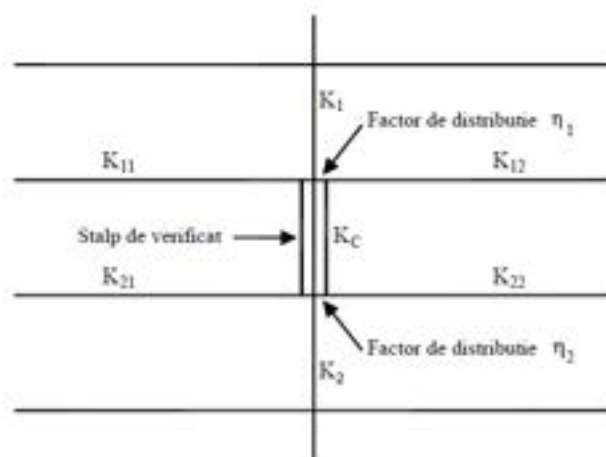


Figura 6.3 Factori de distribuție pentru stâlpii continui

(8) Alternativ prevederii de la (5) sau (6), raportul dintre lungimea de flambaj, L_{cr} , și lungimea barei, L , pentru un stâlp se poate determina cu relația:

(a) pentru cadre cu noduri fixe:

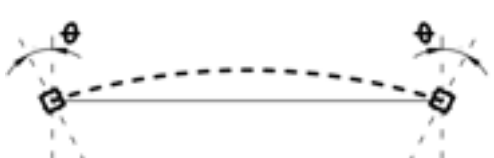
$$\frac{L_{cr}}{L} = \left[\frac{1 + 0,145(\eta_1 + \eta_2) - 0,265\eta_1\eta_2}{2 - 0,364(\eta_1 + \eta_2) - 0,247\eta_1\eta_2} \right] \quad (6.14)$$

(b) pentru cadre cu noduri deplasabile:

$$\frac{L_{cr}}{L} = \left[\frac{1 - 0,2(\eta_1 + \eta_2) - 0,12\eta_1\eta_2}{2 - 0,8(\eta_1 + \eta_2) - 0,60\eta_1\eta_2} \right]^{0,5} \quad (6.15)$$

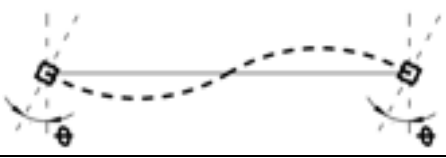
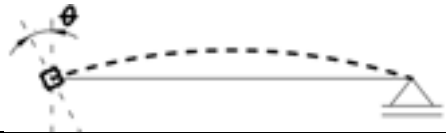
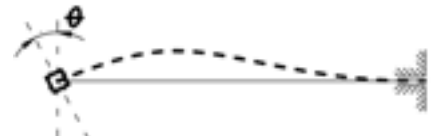
(9) Factorii de rigiditate ai grinzilor cu răspuns elastic, parte din cadre cu noduri fixe, care nu sunt sollicitate la forță axială, se determină conform prevederilor din Tabelul 6.6.

Tabelul 6.6 Factorul de rigiditate al grinzilor cadrelor cu noduri fixe

Caz	Factorul de rigiditate K al grinzilor în cazul cadrelor cu noduri fixe	
1		$K = 0,50 \frac{I}{L}$
2		$K = 0,75 \frac{I}{L}$
3		$K = 1,00 \frac{I}{L}$
unde:		
I	momentul de inerție al secțiunii grinzii în raport cu axa față de care se produce încovoierea;	
L	lungimea față de care se manifestă flambajul barei.	

(10) Factorii de rigiditate ai grinzilor cu răspuns elastic, parte din cadre cu noduri fixe, care nu sunt solicate la forță axială, se determină conform prevederilor din [Tabelul 6.7](#).

Tabelul 6.7 Factorul de rigiditate al grinzilor în cazul cadrelor cu noduri deplasabile

Caz	Factorul de rigiditate K al grinzilor în cazul cadrelor cu noduri deplasabile	
1		$K = 1,5 \frac{I}{L}$
2		$K = 0,75 \frac{I}{L}$
3		$K = 1,0 \frac{I}{L}$
unde:		
I	momentul de inerție al secțiunii grinzii în raport cu axa față de care se produce încovoierea;	
L	lungimea față de care se manifestă flambajul barei.	

(11) În cazul clădirilor în cadre rectangulare cu planșee din beton, cu topologia structurii regulată și încărcare uniformă, factorii de rigiditate ai grinzilor se pot determina conform prevederilor din [Tabelul 6.8](#).

Tabelul 6.8 Factorul de rigiditate al unei grinzi în dintr-o structură cu planșee de beton armat

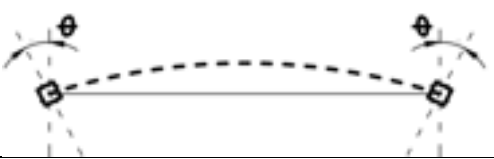
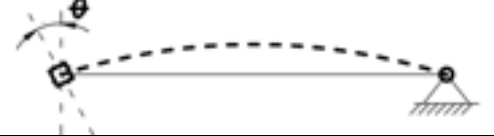
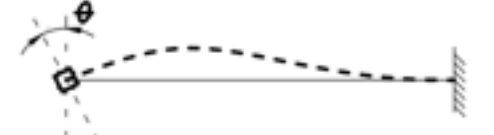
Factorul de rigiditate K al unei grinzi dintr-o structură cu planșee de beton armat		
Condiții de încărcare pentru grindă	Structură cu noduri fixe	Structură cu noduri deplasabile
Grinzi care suportă direct planșeul din beton armat	$K = 1,0 \frac{I}{L}$	$K = 1,0 \frac{I}{L}$
Alte grinzi încărcate direct	$K = 0,75 \frac{I}{L}$	$K = 1,0 \frac{I}{L}$
Grinzi supuse numai la acțiunea momentelor de la extremități	$K = 0,5 \frac{I}{L}$	$K = 1,5 \frac{I}{L}$
unde:		
I	momentul de inerție al secțiunii grinzii în raport cu axa față de care se produce încovoierea;	
L	lungimea față de care se manifestă flambajul barei.	

(12) Dacă valoarea de proiectare a momentului încovoietor într-o secțiune este mai mare decât capacitatea de rezistență elastică la moment încovoietor, $W_{el} \cdot f_y$, în aplicarea prevederilor (9) și (10), grinda poate fi considerată articulată în secțiunea respectivă.

(13) În cazul grinzilor solicitate la forță axială, valoarea factorului de rigiditate se corectează utilizând funcții de stabilitate.

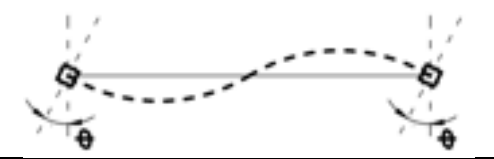
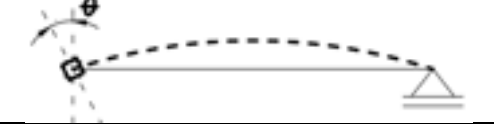
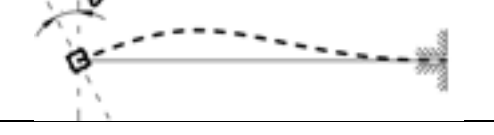
(14) Alternativ prevederii de (13), valoarea factorului de rigiditate pentru grinzi solicitate la forță axială se poate determina conform prevederilor din Tabelul 6.9, pentru cadre cu noduri fixe, și Tabelul 6.10, pentru cadre cu noduri deplasabile.

Tabelul 6.9 Factorul de rigiditate al grinzilor cadrelor cu noduri fixe

Caz	Factorul de rigiditate K al grinzilor în cazul cadrelor cu noduri fixe	
1		$K = 0,5 \frac{I}{L} \left(1 - 1,0 \frac{N}{N_E} \right)$
2		$K = 0,75 \frac{I}{L} \left(1 - 1,0 \frac{N}{N_E} \right)$
3		$K = 1,0 \frac{I}{L} \left(1 - 1,0 \frac{N}{N_E} \right)$

unde $N_E = \pi^2 E I / L^2$ și N este forța axială din grindă în gruparea seismică de încărcări utilizată pentru verificarea stâlpilor

Tabelul 6.10 Factorul de rigiditate al grinzilor cadrelor cu noduri deplasabile

Caz	Factorul de rigiditate K al grinzilor în cazul cadrelor cu noduri deplasabile	
1		$K = 1,5 \frac{I}{L} \left(1 - 0,2 \frac{N}{N_E} \right)$
2		$K = 0,75 \frac{I}{L} \left(1 - 1,0 \frac{N}{N_E} \right)$
3		$K = 1,0 \frac{I}{L} \left(1 - 0,4 \frac{N}{N_E} \right)$

unde $N_E = \pi^2 E I / L^2$ și N este forța axială din grindă în gruparea seismică de încărcări utilizată pentru verificarea stâlpilor

(15) Factorul de rigiditate al stâlpilor K se determină cu relațiile date pentru grinzi în Tabelul 6.9 și Tabelul 6.10, considerând cazul 1 de legături la capete.

(16) La primul nivel al clădirii, factorul de rigiditate al stâlpilor se determină considerând că factorul de distribuție a rigidității nodului de la capătul de jos al stâlpului η_2 este egal cu 0.

6.6 Cadre necontravântuite

6.6.1 Criterii de proiectare

- (1) Cadrele necontravântuite trebuie proiectate astfel încât articulațiile plastice să se formeze în grinzi. Se acceptă formarea articulațiilor plastice și în stâlpi conform [6.2.5](#), [\(1\)](#), [\(a\)](#).
- (2) În funcție de zonele disipative alese, se aplică prevederile de la [6.5.2 \(4\)](#), respectiv [6.5.2 \(4\)](#).
- (3) Formarea articulațiilor plastice în zonele special conformate în structură poate fi obținută respectând [6.6.2](#) și [6.6.3](#).

6.6.2 Grinzi

- (1) Pentru verificarea și conformarea grinzilor la stabilitate generală se utilizează prevederile SR EN 1993-1-1 considerând ipoteza că numai la unul din capete s-a format o articulație plastică, iar la celălalt capăt se dezvoltă momentul încovoietor generat de încărcările din gruparea seismică de proiectare. Pentru verificarea de stabilitate generală a grinzii, la capătul mai puțin solicitat se consideră valoarea de proiectare a momentului încovoietor cauzat de încărcările din gruparea seismică, iar la celălalt capăt se consideră un moment încovoietor egal cu capacitatea de rezistență plastică a secțiunii grinzii.
- (2) În zonele plastice ale grinzilor, conform configurației mecanismului plastic optim prevăzută la [6.2.5](#), inima grinzilor se realizează fără goluri. Aceeași prevedere se aplică și pentru zonele de la capetele grinzii măsurate pe o distanță egală cu $3h_w$, în raport cu fața stâlpilor de reazem, unde h_w este înălțimea inimii grinzii. În cazul utilizării în zona plastică a unei grinzi a unei secțiuni reduse, distanța se măsoară de la mijlocul lungimii acestei zone.
- (3) Pierderea stabilității generale a grinzii poate fi împiedicată prin prevederea de legături laterale la talpa comprimată așezate la distanțe care respectă prevederile pentru $L_{stabilă}$ din SR EN 1993 1-1.
- (4) Grinda se realizează astfel încât să îndeplinească în zonele potențial plastice următoarele condiții:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1,00 \quad (6.16)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 0,15 \quad (6.17)$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,50 \quad (6.18)$$

unde

N_{Ed} , M_{Ed} , V_{Ed} valorile de proiectare ale forței axiale, momentului încovoietor și forței tăietoare, în gruparea de încărcări care include acțiunea seismică;

$$V_{Ed} = V_{Ed,G} + V_{Ed,M} \quad (6.19)$$

$V_{Ed,G}$ forța tăietoare din acțiunile neseismice conținute în gruparea de încărcări care include acțiunea seismică;

$V_{Ed,M}$ forța tăietoare care corespunde încărcării grinzii în zonele plastice „A” și „B” de la capete, cu momentele încovoietoare care corespund valorilor de proiectare ale capacităților de rezistență la încovoiere, cu semn opus:

$$V_{Ed,M} = (M_{pl,Rd}^A + M_{pl,Rd}^B)/L_{AB} \quad (6.20)$$

L_{AB} distanța dintre zonele plastice care dezvoltă în aceeași deschidere a grinzii, dar nu mai mult de 0,90 din deschiderea liberă a grinzii măsurată între fețele laterale stâlpilor;

$N_{pl,Rd}$, $M_{pl,Rd}$, $V_{pl,Ed}$ valorile de proiectare ale capacității de rezistență la forță axială, moment încovoietor și forță tăietoare.

(5) În situația în care relațiile (6.17) sau (6.18) nu sunt îndeplinite, valoarea momentului $M_{pl,Rd}$ din relația (6.16) se înlocuiește cu o valoare diminuată a acestuia, care să țină seama de influența forței axiale sau/și a forței tăietoare, conform prevederilor din SR EN 1993 1-1.

(6) Pentru secțiuni de clasă 3, în relația (6.16) se înlocuiește $M_{pl,Rd}$ cu $M_{el,Rd}$ și se aplică relațiile de verificare din SR EN 1993-1-1.

(7) La capetele zonelor potențial plastice și în zonele unde sunt aplicate încărcări concentrate se realizează rezemări laterale pentru ambele tălpi ale grinzilor

(8) În cazul planșeelor cu grinzi care conlucrează cu placa de beton armat, pe lungimea zonei potențial plastice considerate nu se amplasează conectori pentru asigurarea conlucrării.

(9) Elementele de rezemare laterală stabilite conform (7) în zonele plastice ale grinzilor se realizează astfel încât să poată echilibra o forță orizontală mai mare sau egală cu $0,06\omega_{rm}f_y t_f b$. Celelalte elementele de rezemare laterală se realizează astfel încât să poată echilibra o forță orizontală mai mare sau egală $0,02\omega_{rm}f_y t_f b$.

(10) Pentru dirijarea articulațiilor plastice în grindă, se poate reduce lățimea tălpilor în vecinătatea îmbinării grindă-stâlp conform 6.6.2. (11). Secțiunea redusă se verifică la starea limită ultimă considerând eforturile de proiectare din gruparea de încărcări care include acțiunea seismică.

(11) Îmbinarea grindă-stâlp cu secțiune redusă se obține prin decuparea tălpilor în zona adiacentă stâlpului, pentru a dirija formarea articulației plastice în zona cu secțiune redusă a grinzii, cu respectarea condițiilor:

$$\begin{aligned} 0,50 b_{bf} &\leq a \leq 0,75 b_{bf} \\ 0,65 d &\leq b \leq 0,85 d \\ 0,10 &\leq c \leq 0,25 b_{bf} \\ R &= (b^2 + 4c^2)/8c. \end{aligned} \quad (6.21)$$

unde:

a distanța de la fața stâlpului la zona redusă;

- b lungimea zonei reduse;
 c reducerea maximă a tălpii grinzii;
 d înălțimea secțiunii grinzii;
 b_{bf} lățimea tălpii nereduse a secțiunii grinzii;
 R raza de tăiere.

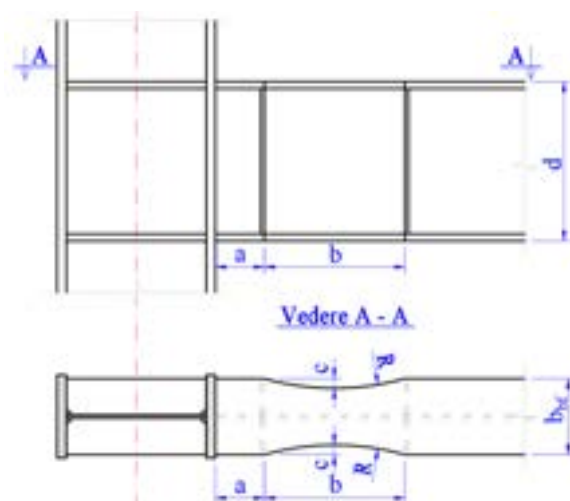


Figura 6.4 Îmbinarea unei grinzi cu secțiune redusă

(12) Decuparea tălpilor se efectuează printr-un procedeu tehnologic care asigură o tăietură netedă, astfel încât să nu apară creștături sau alte defecte care să constituie amorse pentru fisuri. Tăietura se realizează astfel încât rugozitatea suprafeței decupate este mai mică sau egală cu $13 \mu\text{m}$ și racordarea dintre decupare și talpa nemodificată se rotunjește. Muchiile tălpilor în zonele decupate polizează.

6.6.3 Stâlpi

(1) Capacitatea de rezistență a stâlpilor se verifică în fiecare combinație seismică de încărcări. Verificările de rezistență și stabilitate se realizează pe baza prevederilor SR EN1993-1-1. Valorile de proiectare ale eforturilor se determină cu relațiile:

$$N_{Ed} = N_{Ed,G} + \Omega_T N_{Ed,E} \quad (6.22)$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,G} + \Omega_T M_{Ed,E} \quad (6.23)$$

$$V_{Ed} = V_{Ed,G} + \Omega_T V_{Ed,E} \quad (6.24)$$

unde:

N_{Ed}, M_{Ed}, V_{Ed} valorile de proiectare ale forței axiale, momentului încovoietor și forței tăietoare;

$N_{Ed,G}, M_{Ed,G}, V_{Ed,G}$ forța axială, momentul încovoietor și forța tăietoare, din acțiunile neseismice din gruparea de încărcări care include acțiunea seismică;

$N_{Ed,E}, M_{Ed,E}, V_{Ed,E}$ forța axială, momentul încovoietor și forței tăietoare, din acțiunea seismică de proiectare;

Ω_T valoarea suprarezistenței sistemului structural, care se determină cu relația:

$$\Omega_T = \omega_{rm} \cdot \omega_{sh} \cdot \Omega_d \quad (6.25)$$

Ω_d valoarea minimă a raportului $\Omega_{M,i} = M_{pl,Rd,i} / M'_{Ed,i}$ calculată pentru toate grinzile dimensionate din gruparea de încărcări ce cuprinde acțiunea seismică;

$M_{pl,Rd,i}$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență plastică la moment încovoietor a grinzii "i";

$M_{Ed,i}$ valoarea momentului încovoietor în grinda "i", rezultată din calculul structurii în gruparea de acțiuni care include acțiunea seismică.

Pentru fiecare grindă a structurii, se calculează o singură valoare a raportului $\Omega_{M,i}$, la capătul grinzii unde valoarea absolută a momentului încovoietor $|M_{Ed,i}|$ are valoarea maximă.

Valoarea lui Ω_d se calculează pentru fiecare combinație seismică de proiectare.

Notă: Valorile eforturilor N_{Ed} , M_{Ed} , V_{Ed} se pot obține din grupările seismice, unde acțiunea seismică unidirecțională se multiplică cu Ω_T .

(2) Valoarea suprarezistenței Ω_T se poate limita superior, astfel încât să fie îndeplinită condiția $\Omega_T \leq q$, unde q este factorul de comportare al structurii. La proiectarea clădirilor încadrate în clasa a III-a sau a IV-a de importanță și expunere la cutremur se pot utiliza valorile suprarezistenței Ω_T prevăzute în [Tabelul 6.5](#).

(3) Pentru fiecare direcție ortogonală orizontală a structurii, grinzile se realizează astfel încât diferența dintre valoarea maximă și valoarea minimă a raportului $\Omega_{M,i}$, stabilit conform (1), să fie mai mică sau egală 25% din valoarea maximă.

(4) Prin excepție de la (3), în cazul în care nu se poate asigura o diferență dintre valoarea maximă și valoarea minimă a raportului $\Omega_{M,i}$, stabilit conform (1), mai mică sau egală 25% din valoarea maximă, mecanismul plastic al structurii se verifică prin calcul neliniar, static sau dinamic.

(5) În zonele plastice stabilite în acord cu prevederile 6.2.5, stâlpii se realizează cu clasa de secțiune stabilită în conformitate cu prevederile din [Tabelul 6.1](#). În zonele de răspuns elastic, stâlpii se realizează cu clasa de secțiune 1, 2 sau 3.

(6) În cazul proiectării structurii în clasa de ductilitate DCH, stâlpii și grinzile se realizează astfel încât să fie îndeplinită condiția:

$$\sum M_{N,pl,Rd,c} \geq \sum [\omega_{rm} \omega_{sh} (M_{pl,Rd,b} + s_{h,c} V_{Ed,M}) + s_{h,c} V_{Ed,G}] \quad (6.26)$$

unde:

$\sum M_{N,pl,Rd,c}$ suma capacităților de rezistență la încovoiere a secțiunilor stâlpului care intră în nod, în prezența forței axiale;

$$M_{N,pl,Rd,c} = M_{pl,Rd,c} (1 - n) / (1 - 0,5a) \quad \text{condiționat de } M_{N,pl,Rd,c} = \frac{M_{pl,Rd}}{M_{pl,Rd}} \quad (6.27)$$

$$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd}$$

$$a = A_v / A \quad \text{condiționat de } a \leq 0,5$$

$\sum M_{pl,Rd,b}$ suma capacităților de rezistență plastică la moment încovoietor a secțiunilor grinzilor care intră în nod;

$V_{Ed,M}$ forța tăietoare care corespunde încărcării grinzii în zonele plastice, cu momentele încovoietoare care corespund valorilor de proiectare ale capacităților de rezistență, cu semn opus (vezi 6.6.2, (4));

$V_{Ed,G}$ forța tăietoare cauzată de acțiunile neseismice în gruparea de încărcări care include acțiunea seismică (vezi 6.6.2, (4));

ω_{rm} factorul de suprarezistență care ține seama de variația limitei de curgere a oțelului, conform prevederilor din Tabelul 6.2;

ω_{sh} factorul de suprarezistență care ține seama de efectul de consolidare a oțelului, a cărui valoare se stabilește conform prevederilor din Tabelul 6.4;

$s_{h,c}$ distanța măsurată pe orizontală dintre mijlocul zonei plastice a grinzii și axul vertical al stâlpului.

(7) În zonele plastice ale stâlpilor, raportul dintre forța tăietoare rezultată din calculul structurii, V'_{Ed} , și valoarea de proiectare a capacității de rezistență plastică la forță tăietoare îndeplinește condiția:

$$\frac{V'_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (6.28)$$

(8) Zveltețea stâlpului îndeplinește condiția:

(a) în planul cadrelor în care grinzile pot forma articulații plastice:

$$\lambda \leq 0,85\pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad (6.29)$$

(b) în planul cadrelor în care nu se pot forma articulații plastice în grinzi:

$$\lambda \leq 1,30\pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad (6.30)$$

unde

λ zveltețea stâlpului;

E modulul de elasticitate al oțelului;

f_y valoarea de proiectare a limitei de curgere a oțelului.

6.6.4 Îmbinările grindă-stâlp

(1) Îmbinările grindă – stâlp se proiectează în acord cu prevederile SR EN 1993-1-8.

(2) La structurile la care mecanismul plastic optim conform 6.2.5 se formează prin dezvoltarea deformațiilor plastice în grinzi, îmbinările grindă-stâlp și panourile de inimă de stâlp din zona îmbinării se realizează astfel încât să fie îndeplinită condiția:

$$M_{con,Rd} \geq \omega_{rm}\omega_{sh}(M_{b,pl,Rk} + s_{h,con}V_{Ed,M}) + s_{h,con}V_{Ed,G} \quad (6.31)$$

unde:

$M_{con,Rd}$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență la încovoiere a îmbinării;

$M_{b,pl,Rk}$ valoarea caracteristică a momentului capabil plastic al grinzii din îmbinarea grindă-stâlp;

$s_{h,con}$ distanța măsurată pe orizontală dintre mijlocul zonei plastice a grinzii și axul vertical al îmbinării;

(3) Transferul eforturilor de la grinzi la stâlpi se face în ipoteza de îmbinare grindă-stâlp rigidă. Pe inima stâlpului, în dreptul tălpilor grinzilor, se prevăd perechi de rigidizări transversale, cu grosimea cel puțin egală cu cea a tăpii grinzii și lățimea totală cel puțin egală cu a tăpii grinzii.

(4) Panourile de inimă ale stâlpilor din zona îmbinărilor grindă-stâlp sunt realizate pentru îndeplinirea condiției:

$$V_{wp,Ed} \leq V_{wp,Rd} \quad (6.32)$$

unde:

$V_{wp,Ed}$ valoarea de proiectare a forței tăietoare în panou:

$$V_{wp,Ed} = \frac{M_{pl,Rd,i}^{cor} + M_{pl,Rd,j}^{cor}}{h_b - t_{fb}} \quad (6.33)$$

$M_{pl,Rd,i}^{cor}$ valorile de proiectare ale capacităților de rezistență plastică la moment încovoietor din zonele plastice ale grinzilor adiacente, corectate prin proiectarea la fața stâlpului;

t_{fb} grosimea tăpii grinzii;

h_b înălțimea totală a secțiunii grinzii;

$V_{wp,Rd}$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență la forță tăietoare a panoului inimii stâlpului, determinată conform SR EN 1993-1-8, care se limitează conform condiției:

$$V_{wp,Rd} \leq V_{wb,Rd} \quad (6.34)$$

$V_{wb,Rd}$ valoarea de proiectare a capacității de voalare a panoului de inimă supus la eforturi tangențiale, determinată conform SR EN 1993-1-8.

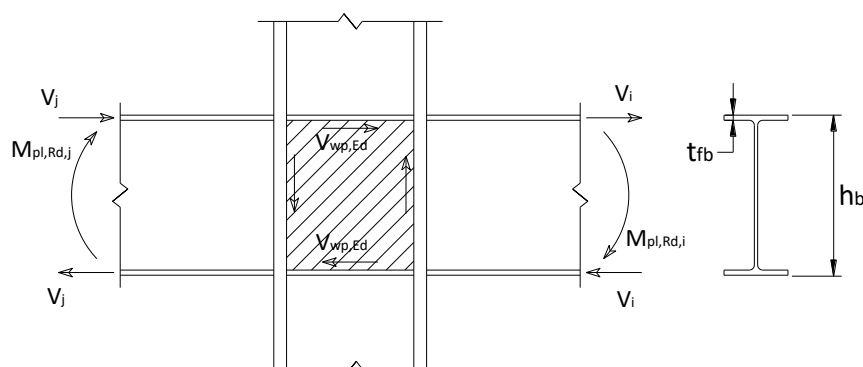


Figura 6.5 Îmbinare grindă – stâlp: panoul de inimă al stâlpului.

(5) Grosimea totală a tablelor panoului de inimă t se alege astfel încât să fie îndeplinită condiția:

$$t = (t_w + t_{wsp}) \geq \frac{[(h_b - 2t_{bf}) + d_c - 2t_{c,f}]}{90} \quad (6.35)$$

unde:

- t_w grosimea inimii stâlpului (profil laminat);
- t_{wsp} grosimea tablei de dublare a inimii nodului grindă-stâlp;
- h_b înălțimea totală a secțiunii grinzii;
- t_{bf} grosimea tălpii grinzii;
- d_c lățimea secțiunii stâlpului;
- $t_{c,f}$ grosimea tălpii stâlpului.

(6) În cazul în care condiția (6.35) nu este îndeplinită, panoul de inimă se rigidizează suplimentar cu rigidizări având grosimea mai mare sau egală cu $0,80t_w$, unde t_w este grosimea inimii stâlpului

(7) Când îmbinarea grindă-stâlp se realizează prin sudarea directă de tălpile stâlpului a tălpilor grinzilor, se dispun rigidizări de continuitate pe inima stâlpului în dreptul tălpilor grinzii. Aceste rigidizări se realizează cu tablă cu grosimea mai mare sau egală cu grosimea tălpii grinzii.

(8) Prinderea rigidizărilor de continuitate de tălpile stâlpului se face cu sudură în adâncime, cu pătrunderea completă, sau cu suduri în relief, pe ambele fețe. Îmbinările sudate se dimensionează astfel încât să aibă capacitatea de rezistență mai mare sau egală cu minimul dintre:

- capacitatea de rezistență a rigidizărilor de continuitate;
- efortul maxim din tălpile grinzii.

(9) Prinderile rigidizărilor de continuitate de inima stâlpului se dimensionează astfel încât să aibă capacitatea de rezistență mai mare sau egală cu:

- capacitatea de rezistență a rigidizărilor de continuitate;
- efortul efectiv care este transmis de rigidizare.

(10) În zona îmbinării grindă-stâlp, tălpile stâlpului se leagă lateral, la nivelul tălpii superioare a grinzilor. Fiecare rezemare laterală se proiectează la o forță egală cu $0,02f_y t_{bf} b$, unde t_{bf} și b sunt dimensiunile tălpii grinzii.

(11) Dacă structura este proiectată să formeze zone plastice în grinzi, în conformitate cu mecanismul plastic optim stabilit conform 6.2.5, îmbinările grinzilor cu stâlpii se realizează astfel încât să răspundă în domeniul elastic la incidența acțiunii seismice de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime. Valorile de proiectare ale eforturilor se stabilesc în funcție de capacitatea de rezistență plastică a grinzii $M_{pl,Rd}$ și de forța tăietoare asociată formării zonelor plastice în grindă, V_{Ed} , evaluate conform 6.6.2, (4).

(12) Capacitatea de rotire totală a nodului grindă-stâlp θ_{Rd}^{SLU} la Starea Limită Ultimă trebuie să fie cel puțin egală cu 0,04 rad, pentru structurile din clasa de ductilitate DCH, respectiv 0,03 rad pentru cele din clasa DCM.

Capacitatea de rotire totală θ trebuie să fie asigurată la încărcări ciclice, fără degradări ale rezistenței și rigidității mai mari de 20%. Această cerință este valabilă indiferent de amplasarea zonelor disipative luate în considerare la proiectare.

$$\theta = \frac{\delta}{0,5L} \quad (6.36)$$

unde δ și L sunt săgeata grinzii la mijlocul deschiderii și, respectiv, deschiderea grinzii ([Figura 6.6](#)).

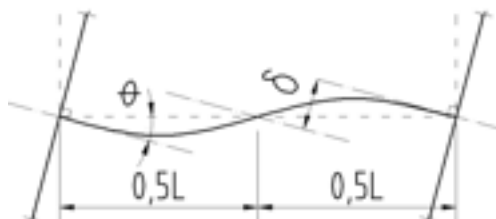


Figura 6.6 Semnificația deformației δ care se ia în considerare pentru calculul rotirii θ

6.6.5 Prinderea stâlpilor în fundații

(1) La structurile clădirilor proiectate în clasele de ductilitate DCM și DCH, în vecinătatea bazei stâlpilor se pot dezvolta deformații plastice; zona potențial plastică situată în vecinătatea bazei stâlpului trebuie să asigure rotiri plastice compatibile cu deformațiile globale, dar cel puțin de 0,04 rad.

(2) Prinderea stâlpului de fundație se realizează astfel încât să se asigure transmiterea forțelor tăietoare de pe ambele direcții principale ale secțiunii calculate cu relația ([6.37](#)):

$$V_{Ed,j} = \frac{2 M_{N,Rd,c}}{h_s} \quad (6.37)$$

unde:

$V_{Ed,j}$ valoarea de proiectare a forței tăietoare din prindere;

$M_{N,Rd,c}$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență plastică la moment încovoiător plastic, în prezența forței axiale;

h_s înălțimea de nivel.

6.7 Cadre contravântuite centric

6.7.1 Criterii de proiectare

(1) Cadrele contravântuite centric trebuie proiectate astfel încât deformarea în domeniul plastic a diagonalelor întinse să se producă înainte de cedarea îmbinărilor, de formarea zonelor plastice în grinzi și stâlpi sau de pierderea stabilității generale a grinzilor și a stâlpilor.

(2) Diagonalele contravântuirilor se amplasează astfel încât structura să aibă deplasări laterale cu valori apropiate, la fiecare nivel și pe orice direcție contravântuită, pentru ambele sensuri ale mișcării seismice.

(3) La fiecare nivel se respectă condiția:

$$\frac{|A^+ - A^-|}{A^+ + A^-} \leq 0,05 \quad (6.38)$$

unde:

A^+ și A^- ariile proiecțiilor pe plan vertical ale secțiunilor transversale ale diagonalelor întinse, când acțiunea seismică orizontală are sensuri diferite ([Figura 6.7](#)).

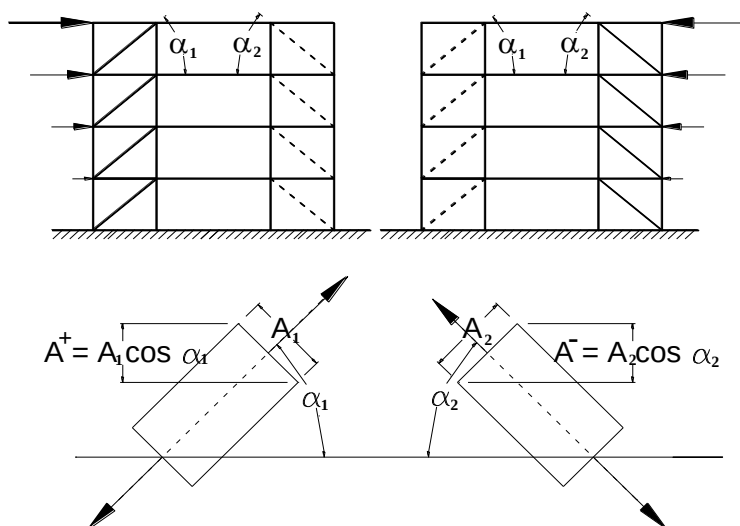


Figura 6.7 Reprezentare exemplificativă a prevederilor de la [6.7.2. \(3\)](#)

- (4) Prinderea excentrică a contravântuirii față de nodul de intersecție grindă - stâlp în raport cu una dintre axe, se limitează la cel mult înălțimea secțiunii grinzii. De acest aspect se ține seama în calculul structurii.
- (5) Nu este permisă utilizarea caburilor pentru elementele diagonalelor calculate în conceptul de comportare înalt, medie sau slab disipativă.

6.7.2 Particularități de calcul

- (1) Structura se realizează astfel încât capacitatea sa de rezistență este suficient de mare pentru ca toate componentele structurale și îmbinările dintre acestea să răspundă elastic sub acțiunile corespunzătoare stării limită ultime, altele decât acțiunea seismică.
- (2) În cazul clădirilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM, sistemul structural se realizează astfel încât să îndeplinească condițiile de rezistență la starea limită ultimă, corespunzătoare grupării fundamentale de încărcări, fără aportul contravântuirilor.
- (3) La realizarea calculului structurii printr-o metodă de calcul static liniar se consideră că:
 - (a) pentru structurile în cadre cu contravântuiri în „X” sau alternante, la care diagonalele întinse și cele comprimate nu se intersectează, (vezi [Figura 6.7](#)), încadrate în clasa DCM de ductilitate, se pot lua în considerare numai diagonalele întinse; diagonalele comprimate pot fi neglijate numai în situația în care capacitatea de rezistență la compresiune a barei este cel mult jumătate din capacitatea de rezistență la întindere a acesteia. Cadrele contravântuite centric, pentru care la proiectarea în clasa de ductilitate DCM se pot lua în considerare numai diagonalele întinse, sunt indicate în tabelul [Tabelul 6.3](#), [\(b\)](#), [\(i\)](#).

- (b) pentru structurile în cadre cu contravântuiri în „V” sau în „X” pe două niveluri încadrate în clasa DCM de ductilitate, se iau în considerare atât diagonalele întinse cât și cele comprimate.
- (c) pentru structurile în cadre contravântuite centric, încadrate în clasa DCH de ductilitate, se iau în considerare atât diagonalele întinse cât și cele comprimate.
- (4) Calculul structurii pentru sistemele structurale tip cadru contravântuit centric cu contravântuiri continue dezvoltate mai mult de două deschideri și niveluri, care nu sunt cuprinse în [Tabelul 6.3](#), (b), se realizează prin calcul static neliniar sau calcul dinamic neliniar.
- (5) La calculul structurii cu orice tip de de contravântuiri centrice, pentru clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM, se pot lua în considerare diagonalele întinse și comprimate dacă se îndeplinesc următoarele condiții:
- (a) se efectuează un calcul static sau dinamic neliniar;
- (b) discretizarea diagonalelor se face cu elemente finite care să modeleze flambajul diagonalelor comprimate.

6.7.3 Calculul diagonalelor

(1) Secțiunile transversale ale diagonalelor trebuie să se încadreze în clasa 1 de secțiuni pentru proiectarea în clasa DCH de ductilitate, respectiv în clasa 1 sau 2 de secțiuni pentru proiectarea în clasa DCM de ductilitate, în conformitate cu prevederile din SR EN 1993-1-1. În cazul proiectării în clasa DCH de ductilitate, trebuie respectate suplimentar condițiile:

- (a) pentru diagonale tubulare cu secțiuni circulare:

$$D/t \leq 47,4\varepsilon^2/\omega_{rm} \quad (6.39)$$

unde:

D diametrul exterior al diagonalei;

t grosimea peretelui secțiunii transversale a diagonalei;

$$\varepsilon = \left(\frac{235}{f_y} \right)^{0,5} \quad (6.40)$$

- (b) pentru diagonale tubulare cu secțiuni rectangulare sau pătrate:

$$c/t \leq 19,4\varepsilon/\omega_{rm}^{0,5} \quad (6.41)$$

unde:

c lățimea peretelui secțiunii transversale a diagonalei;

t grosimea peretelui secțiunii transversale a diagonalei.

- (2) Lungimea diagonalei se consideră egală cu lungimea interax a barei:

Notă: Aceasta este distanța între nodurile teoretice; nodurile se consideră a fi intersecțiile axei diagonalei cu axele stâlpilor sau a grinzilor.

- (3) Lungimea de flambaj a diagonalei se consideră:

- (a) egală cu lungimea barei, perpendicular pe planul cadrului contravântuit;
- (b) egală cu 0,8 din lungimea barei, în planul cadrului contravântuit;
- (c) egală cu 0,8 din lungimea barei, perpendicular pe planul cadrului contravântuit, în cazul diagonalelor în X;
- (d) egală cu 0,5 din lungimea barei, în planul cadrului contravântuit, în cazul diagonalelor în X;
- (4) Prin excepție de la (3), în cazul unor date obținute din studii sau încercări experimentale se pot adopta și alte valori pentru lungimile de flambaj.
- (5) La cadrele contravântuite centric cu contravântuiri cu diagonale în „X”, la clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCM, în cazul în care se iau în considerare numai barele întinse, zveltețea se limitează conform condiției:

$$1,3\pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} \leq \lambda \leq 2,5\pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad (6.42)$$

- (6) La cadrele contravântuite centric cu contravântuiri cu diagonale în X, în cazul în care se iau în considerare atât barele întinse cât și cele comprimate, zveltețea se limitează conform condițiilor:

$$\begin{aligned} \lambda &\leq 2,0\pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} \text{ pentru clasa de ductilitate DCH} \\ \lambda &\leq 2,5\pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} \text{ pentru clasa de ductilitate DCM} \end{aligned} \quad (6.43)$$

- (7) La cadrele contravântuite centric cu contravântuiri care lucrează la întindere dar nu sunt dispuse în „X”, conform reprezentării din [Tabelul 6.3, \(b\), \(i\)](#) și [Figura 6.7](#), zveltețea se limitează conform relației:

$$\lambda \leq 2,0\pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad (6.44)$$

- (8) La cadrele contravântuite centric cu contravântuiri în „V” și „V” inversat, zveltețea se limitează conform relației:

$$\lambda \leq 2,0\pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad (6.45)$$

- (9) La cadrele contravântuite centric cu cel mult două niveluri nu se aplică nici o limitare suplimentară pentru zveltețe, indiferent de modul de dispunere a contravântuirilor.

- (10) Diagonalele întinse se realizează astfel încât să îndeplinească relația:

$$N_{pl,Rd} \geq N_{Ed} \quad (6.46)$$

unde:

N_{Ed} valoarea de proiectare a forței axiale de întindere din diagonală din gruparea seismică de încărcări;

$N_{pl,Rd}$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență plastică la întindere a secțiunii transversale brute a diagonalei, determinată conform SR EN 1993-1-1.

(11) Verificarea rezistenței diagonalelor comprimate se face pe baza prevederilor SR EN 1993-1-1.

(12) Pentru cadre contravântuite centric din [Tabelul 6.3](#), (b), (i), se pot utiliza diagonale pe lungimea cărora sunt prevăzute zone cu secțiune redusă, cu respectarea cumulativă a condițiilor:

(a) zonele cu secțiune redusă sunt amplasate către extremitățile barei pentru a nu afecta capacitatea de rezistență la flambaj a diagonalei;

(b) lungimea zonei cu secțiunea redusă a diagonalei, L_r , îndeplinește condiția:

$$L_r \geq 2c + 5,65\sqrt{t_f(b_{bf} - 2c)} \quad (6.47)$$

unde:

L_r lungimea zonei cu secțiunea redusă a diagonalei;

A_{rs} aria secțiunii zonei reduse $A_{rs} = t_f(b_{bf} - 2c)$;

t_f, b_{bf}, c se stabilesc conform reprezentării din [Figura 6.8](#).

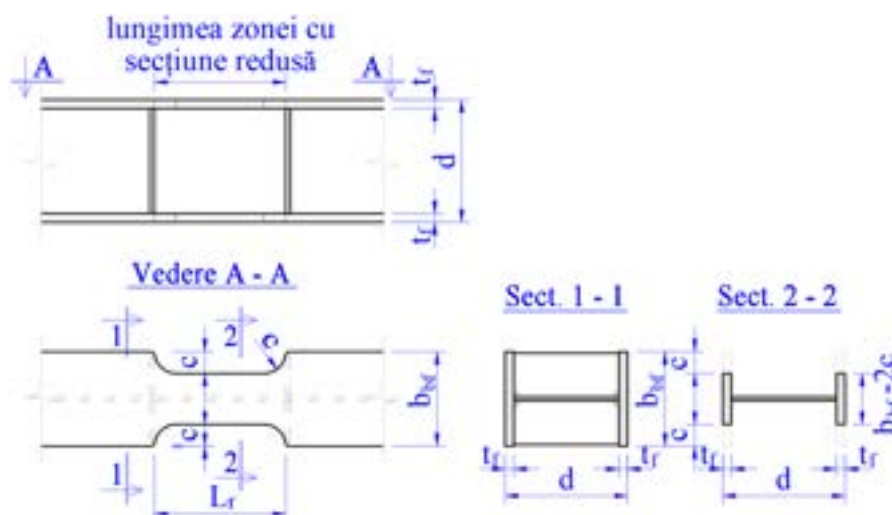


Figura 6.8 Geometria zonei cu secțiune redusă amplasată la extremitățile barei

(c) zona redusă este realizată cu secțiune de clasă 1;

(d) decuparea tălpilor este efectuată printr-o procedură care să asigure o tăietură netedă, astfel încât să nu apară creștături sau alte defecte care să constituie amorse de fisură; rugozitatea suprafeței decupate este mai mică sau egală cu $13 \mu\text{m}$, racordările dintre decupare și talpa nemodificată se rotunjesc și muchiile tălpilor în zonele decupate se vor polizează;

(e) capacitatea de deformare axială a zonelor cu secțiune redusă este mai mare decât cerința de deformare corespunzătoare deplasării structurii sub acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime, determinată prin calcul nelinier.

6.7.4 Calculul grinzilor și stâlpilor

(1) Capacitatea de rezistență a stâlpilor și grinzilor se verifică în fiecare combinație seismică de încărcări. Verificările de rezistență și stabilitate se realizează pe baza

prevederilor SR EN1993-1-1. Valorile de proiectare ale eforturilor se determină cu relațiile:

$$N_{Ed} = N_{Ed,G} + \Omega_T N_{Ed,E} \quad (6.48)$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,G} + \Omega_T M_{Ed,E} \quad (6.49)$$

$$V_{Ed} = V_{Ed,G} + \Omega_T V_{Ed,E} \quad (6.50)$$

unde:

N_{Ed} , M_{Ed} , V_{Ed} valorile de proiectare ale forței axiale, momentului încovoietor și forței tăietoare;

$N_{Ed,G}$, $M_{Ed,G}$, $V_{Ed,G}$ forța axială, momentul încovoietor și forța tăietoare, din acțiunile neseismice din gruparea de încărcări care include acțiunea seismică;

$N_{Ed,E}$, $M_{Ed,E}$, $V_{Ed,E}$ forța axială, momentului încovoietor și forței tăietoare, din acțiunea seismică de proiectare;

Ω_T valoarea suprarezistenței sistemului structural, care se determină cu relația:

$$\Omega_T = \omega_{rm} \omega_{sh} \Omega_d \quad (6.51)$$

Ω_d este valoarea minimă a raportului $\Omega_{N,i} = N_{pl,Rd,i} / N'_{Ed,i}$ calculată pentru diagonalele întinse ale sistemului de contravântuiri al cadrului

$N_{pl,Rd,i}$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență plastică la forță axială a diagonalei "i";

$N'_{Ed,i}$ valoarea forței axiale în diagonala "i", rezultată din calculul structurii în gruparea de acțiuni care include acțiunea seismică.

Valoarea lui Ω_d se calculează pentru fiecare combinație seismică de proiectare.

Notă: Valorile eforturilor N_{Ed} , M_{Ed} , V_{Ed} se pot obține din grupările seismice, unde acțiunea seismică unidirecțională se multiplică cu Ω_T .

(2) Valoarea suprarezistenței Ω_T se poate limita superior, astfel încât să fie îndeplinită condiția $\Omega_T \leq q$, unde q este factorul de comportare al structurii. La proiectarea clădirilor încadrate în clasa a III-a sau a IV-a de importanță și expunere la cutremur se pot utiliza valorile suprarezistenței Ω_T prevăzute în [Tabelul 6.5](#).

(3) Pentru fiecare direcție ortogonală orizontală a structurii, diagonalele se realizează astfel încât diferența dintre valoarea maximă și valoarea minimă a raportului $\Omega_{N,i}$, stabilit conform (1), să fie mai mică sau egală 25% din valoarea maximă.

(4) Prin excepție de la (3), în cazul în care nu se poate asigura o diferență dintre valoarea maximă și valoarea minimă a raportului $\Omega_{N,i}$, stabilit conform (1), mai mică sau egală 25% din valoarea maximă, mecanismul plastic al structurii se verifică prin calcul neliniar, static sau dinamic.

(5) La cadre cu contravântuiri în „V” sau similare, grinzile se proiectează pentru a prelua eforturile produse de acțiunea seismică aplicată grinzii de către contravântuiri după flambajul diagonalei comprimate. Aceste eforturi se calculează considerând:

- o forță de întindere egală cu $\omega_{rm} \omega_{sh} N_{pl,Rd}$ în diagonala întinsă, unde $N_{pl,Rd}$ este valoarea de proiectare a capacității de rezistență plastică la întindere a diagonalei;

- o forță de compresiune egală cu $0,3N_{b,Rd}$ în diagonală comprimată, unde $N_{b,Rd}$ este capacitatea de rezistență a diagonalei comprimate determinată conform prevederilor SR EN 1993-1-1.

(6) În secțiunea de intersecție cu diagonalele, se prevăd legături laterale pentru grindă, atât la talpa superioară cât și la talpa inferioară, capabile să echilibreze o forță laterală egală cu $0,02b_{tf}f_y$.

(7) La cadrele cu diagonale alternante ([Figura 6.7](#)), stâlpii se proiectează considerând forțele axiale care se dezvoltă în ei la atingerea capacității de rezistență la flambaj a diagonalelor, având în vedere abaterile de rezistență ale materialului, $\omega_{rm}N_{b,Rd}$.

(8) Zveltețea stâlpilor în planul contravântuit, se limitează la

$$\lambda \leq 1,3\pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad (6.52)$$

unde

λ zveltețea stâlpului;

E modulul de elasticitate al oțelului;

f_y valoarea de proiectare a limitei de curgere a oțelului.

(9) Îmbinările de continuitate ale stâlpilor se realizează la aproximativ 1/3 din înălțimea de etaj și se vor proiecta în conformitate cu prevederile SR EN 1993-1-8.

(10) În cazul cadrelor contravântuite centric cu contravântuiri în „V” sau în „X” pe două niveluri, proiectate pentru clasa de ductilitate DCM sau DCH, grinzile cadrului contravântuit se realizează astfel încât rigiditatea lor la încovoiere, k_b , să respecte condițiile:

$$k_b \leq 0,2 \cdot k_{br} \quad (6.53)$$

$$k_b = (48 \cdot \zeta \cdot E_s \cdot I_b / L_b^3) \quad (6.54)$$

$$k_{br} = 2 \frac{A_{br}E_s}{L_{br}} \sin^2 \alpha \quad (6.55)$$

în care:

k_b rigiditatea la încovoiere a grinzii;

k_{br} rigiditatea diagonalelor care se intersectează cu grinda;

E_s modulul de elasticitate al oțelului;

I_b momentul de inerție al secțiunii grinzii în raport cu axa de încovoiere;

L_b lungimea grinzii (deschiderea);

ζ factor care ține seama de legăturile de la capetele grinzii: $\zeta = 1$, pentru bară articulată, sau $\zeta = 4$, pentru bară încastrată;

L_{br} lungimea diagonalelor;

A_{br} aria secțiunii transversale a diagonalelor;

α unghiul pe care bara diagonală îl face cu direcția orizontală.

(11) În cazul cadrelor contravântuite centric cu prinderi rigide grindă-stâlp, la proiectarea stâlpilor și grinzilor se verifică condiția privind ierarhizarea capacităților de rezistență la moment încovoietor dată la [6.6.3](#), [\(6\)](#).

Notă: Pentru îndeplinirea acestei prevederi se pot aplica măsuri constructive care să asigure împotriva apariției deformațiilor plastice în stâlpi. Astfel de măsuri, sunt, de exemplu: secțiuni reduse la capetele riglelor în cazul prinderilor rigide dintre riglele și stâlpi.

6.7.5 Îmbinările grindă-stâlp

- (1) În deschiderea contravântuită îmbinarea poate fi realizată articulată sau rigidă.
- (2) Atunci când se realizează articulată, îmbinarea trebuie să permită dezvoltarea unei rotiri libere de 0,02 rad.
- (3) Atunci când se realizează rigidă, îmbinarea trebuie realizată ca îmbinare nedisipativă cu îndeplinirea prevederilor [\(4\)](#) și [\(5\)](#).
- (4) La îmbinări nedisipative, capacitatea de rezistență la încovoiere a prinderii grindă-stâlp îndeplinește condiția:

$$M_{j,Rd} \geq \omega_{rm} \omega_{sh} M_{pl,Rd} \quad (6.56)$$

unde:

$M_{j,Rd}$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență la moment încovoietor a îmbinării determinată conform prevederilor SR EN 1993-8;

$M_{pl,Rd}$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență plastică la moment încovoietor a grinzii determinată conform prevederilor SR EN 1993-1.

- (5) La îmbinări nedisipative, în situația în care grinda de la ultimul nivel este poziționată deasupra stâlpului, îmbinarea stâlp-grindă respectă următoarea condiție:

$$M_{j,Rd} \geq \omega_{rm} \omega_{sh} M_{N,Rd} \quad (6.57)$$

unde:

$M_{N,Rd}$ momentul capabil al stâlpului, în prezența forței axiale.

6.7.6 Îmbinările barelor de contravântuire

- (1) Sistemul de prindere al barelor de contravântuire vor avea capacitatea de rezistență pentru a prelua forțele axiale dezvoltate în diagonalele întinse intrate în curgere, $N_{pl,Rd}$, și ținând seama de suprazistență, ω_{rm} , și consolidarea materialului, ω_{sh} .

- (2) Sistemul de prindere al barelor de contravântuire se verifică la eforturile date de relațiile [\(6.58\)](#), [\(6.59\)](#) și [\(6.60\)](#):

$$N_{T,j,Ed} = \omega_{rm} \omega_{sh} N_{pl,Rd} \quad (6.58)$$

$$N_{C,j,Ed} = \omega_{rm} N_{b,Rd} \quad (6.59)$$

$$M_{j,Ed} = \omega_{rm} \omega_{sh} M_{pl,Rd} \quad (6.60)$$

unde:

$N_{T,j,Ed}$, $N_{C,j,Ed}$, $M_{j,Ed}$ eforturile de proiectare, respectiv forța axială de întindere ($N_{T,j,Ed}$), forța axială de compresiune ($N_{C,j,Ed}$) și momentul încovoietor din planul cadrului contravântuit ($M_{j,Ed}$), utilizate pentru dimensionarea îmbinărilor;

$N_{pl,Rd}$ capacitatea de rezistență plastică la efort axial de întindere a contravântuirii;

$N_{b,Rd}$ capacitatea de rezistență la flambaj a diagonalei;

$M_{pl,Rd}$ momentul capabil plastic al secțiunii contravântuirii evaluat în planul cadrului contravântuit.

6.8 Cadre contravântuite excentric

6.8.1 Criterii de proiectare

(1) Cadrele contravântuite excentric se proiectează în așa fel încât barele disipative, elemente special amplasate în structură, să fie capabile să disipeze energia prin formarea de mecanisme plastice de încovoiere și/sau de forfecare.

(2) Structura se proiectează astfel încât să se obțină o comportare disipativă de ansamblu cât mai uniformă.

(3) Regulile date în continuare sunt menite să asigure că formarea articulațiilor plastice în barele disipative va avea loc înainte de pierderea stabilității generale sau apariția articulațiilor plastice în alte elemente structurale cum sunt stâlpii, contravântuirile și/sau segmentele de grinzi adiacente barelor disipative.

(4) Barele disipative pot fi orizontale sau verticale.

6.8.2 Calculul barelor disipative

(1) Barele disipative se realizează cu secțiuni de tip dublu „T” realizate din profile laminate la cald, „I” și/sau „H”, sau table sudate.

(2) Bara disipativă se realizează cu inima plină, fără plăci de dublare, goluri sau găuri.

(3) Barele disipative sunt clasificate în 3 categorii în funcție de modul de dezvoltare al mecanismului plastic:

- bare disipative scurte, care consumă energia predominant prin deformarea în domeniul postelastice a barei din forță tăietoare (eforturi principale);
- bare disipative lungi, care consumă energia predominant prin deformarea în domeniul postelastice a secțiunii din moment încovoietor;
- bare disipative intermediare, la care deformarea în domeniul postelastice a secțiunii este produsă de moment încovoietor și forța tăietoare.

(4) Capacitatea de rezistență a barelor disipative se calculează cu relațiile (6.61) și (6.63):

$$M_{p,link} = f_y b t_f (d - t_f) \quad (6.61)$$

$$V_{p,link} = (f_y / \sqrt{3}) t_w (d - t_f) \quad (6.62)$$

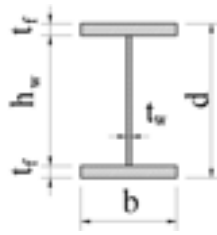


Figura 6.9 Notatii pentru bara disipativă

(5) Dacă $N_{Ed} / N_{pl,Rd} \leq 0,15$ la ambele capete ale barei disipative vor fi satisfăcute condițiile:

$$V_{Ed} \leq V_{pl,link} \quad (6.63)$$

$$M_{Ed} \leq M_{pl,link} \quad (6.64)$$

unde,

M_{Ed} , M_{Ed} , V_{Ed} sunt eforturile de proiectare (forța axială, momentul încovoiător și forța tăietoare) la ambele capete ale barei disipative, rezultate din gruparea de încărcări care include acțiunea seismică

(6) Dacă $N_{Ed} / N_{pl,Rd} > 0,15$, în relațiile (6.63) și (6.64) se utilizează valorile reduse $V_{pl,link,r}$ și $M_{pl,link,r}$ în locul valorilor $V_{pl,link}$ și $M_{pl,link}$:

$$V_{pl,link,r} = V_{pl,link} \left[1 - (N_{Ed} / N_{pl,Rd})^2 \right]^{0,5} \quad (6.65)$$

$$M_{pl,link,r} = 1,18 M_{pl,link} \left[1 - (N_{Ed} / N_{pl,Rd}) \right] \quad (6.66)$$

(7) Dacă $N_{Ed} / N_{pl,Rd} \geq 0,15$ lungimea barei disipative, e , trebuie să satisfacă relația (6.67) dacă $R < 0,3$ și relația (6.68) dacă $R \geq 0,3$:

$$e \leq 1,60 M_{pl,link} / V_{pl,link} \quad (6.67)$$

$$e \leq (1,15 - 0,5R) 1,60 M_{pl,link} / V_{pl,link} \quad (6.68)$$

Coeficientul R are expresia:

$$R = N_{Ed} t_w \frac{d - 2 t_f}{V_{Ed} A} \quad (6.69)$$

unde A este aria secțiunii brute a barei disipative.

(8) În situația în care, la ambele capete ale barei disipative se dezvoltă simultan momente încovoiătoare cvasi egale (Figura 6.10, a), barele disipative, indiferent de tipul secțiunii transversale, vor fi clasificate în funcție de lungimea e , după cum urmează:

(a) dacă $e < 1,60 M_{pl,link} / V_{pl,link}$, bara disipativă este scurtă;

(b) dacă $e > 3,0 M_{pl,link} / V_{pl,link}$, bara disipativă este lungă;

(c) dacă $3,0 M_{pl,link} / V_{pl,link} \geq e \geq 1,60 M_{pl,link} / V_{pl,link}$, bara disipativă este intermediară.

(9) În situația în care, momente încovoietoare de la capetele barei disipative diferă (Figura 6.10, b, c și d), barele disipative, indiferent de tipul secțiunii transversale, vor fi clasificate în funcție de lungimea e , după cum urmează :

- (a) dacă $e < 0,80(1 + \alpha) M_{pl,link} / V_{pl,link}$, bara disipativă este scurtă;
- (b) dacă $e > 1,50(1 + \alpha) M_{pl,link} / V_{pl,link}$, bara disipativă este lungă;
- (c) dacă $1,50(1 + \alpha) M_{pl,link} / V_{pl,link} \geq e \geq 0,80(1 + \alpha) M_{pl,link} / V_{pl,link}$, bara disipativă este intermediară.

$$\alpha = \frac{|M_{Ed,A}|}{|M_{Ed,B}|} \quad (6.70)$$

unde $M_{Ed,A}$ și $M_{Ed,B}$ sunt valorile de proiectare ale momentelor încovoietoare la capetele barei disipative, în gruparea de încărcări care include acțiunea seismică, cu $|M_{Ed,A}| < |M_{Ed,B}|$.

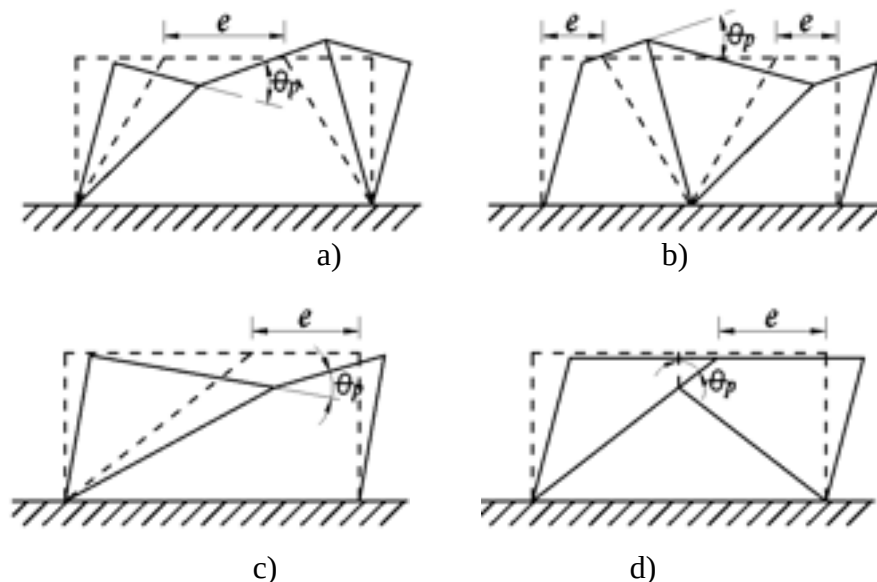


Figura 6.10 Configurații de cadre contravântuite excentric cu momente egale la capetele barei disipative (a) sau momente inegale la capetele barei disipative (b , c și d), reprezentări exemplificative

(10) Unghiul de rotație inelastică al barei disipative, θ_p , format între bara disipativă și elementul din afara acesteia, conform semnificației din Figura 6.10, rezultat în urma unui calcul neliniar, se limitează conform relațiilor:

- (a) $\theta_p \leq 0,08$ rad, pentru barele disipative scurte;
- (b) $\theta_p \leq 0,02$ rad, pentru barele disipative lungi;
- (c) θ_p va avea o valoare determinată prin interpolare liniară între valorile de mai sus, pentru barele disipative intermediare.

(11) La capetele barei disipative, în dreptul contravântuirii, se vor prevedea perechi de rigidizări pe toată înălțimea inimii pe ambele fețe ale acesteia, la distanța p una de cealaltă. Aceste rigidizări trebuie să aibă o lățime însumată de cel puțin $(b - 2t_w)$, grosimea $t_{st} \geq t_w$ sau $t_{st} \geq t_{fd}$, atunci când tălpile diagonalei de grosime t_{fd} sunt în contact cu rigla de cadru, dar cel puțin de 10 mm. În situația în care tălpile diagonalei de sunt în contact cu rigla de cadru, sudura de prindere a acestor rigidizări de tălpile

grinzii se face cu același tip de sudură și cel puțin aceleași dimensiuni ca și cele ale prinderii dintre tălpile diagonalei de grindă.

(12) Barele disipative cu secțiuni dublu „T” se prevăd cu rigidizări pe întreaga înălțime a inimii, după cum urmează:

(a) barele disipative scurte ([Figura 6.11](#)), trebuie să fie prevăzute cu rigidizări intermediare amplasate pe inimă la distanțe a care trebuie să respecte condițiile:

$$\begin{aligned} a &\leq (30 t_w - h_w/5) \text{ pentru } \theta_p = 0,08 \text{ rad} \\ a &\leq (52 t_w - h_w/5) \text{ pentru } \theta_p = 0,02 \text{ rad} \end{aligned} \quad (6.71)$$

Pentru $0,02 \text{ rad} < \theta_p < 0,08 \text{ rad}$, valoarea a se determină prin interpolare liniară.

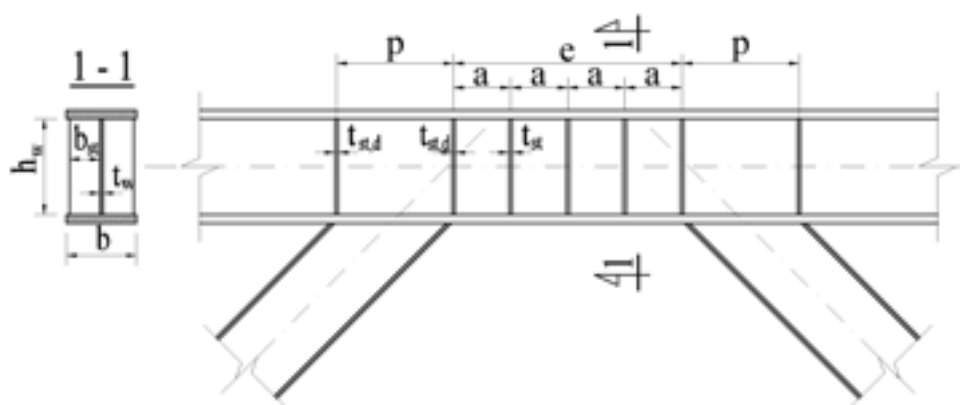


Figura 6.11 Dispunerea rigidizărilor transversale la bare disipative scurte

(b) barele disipative lungi ([Figura 6.12](#)) trebuie să fie prevăzute cu rigidizări intermediare pe ambele fețe ale inimii, amplasate la distanța de $\bar{c} \approx 1,5 b$ de la fiecare capăt al barei disipative, care delimitează zonele potențial plastice.

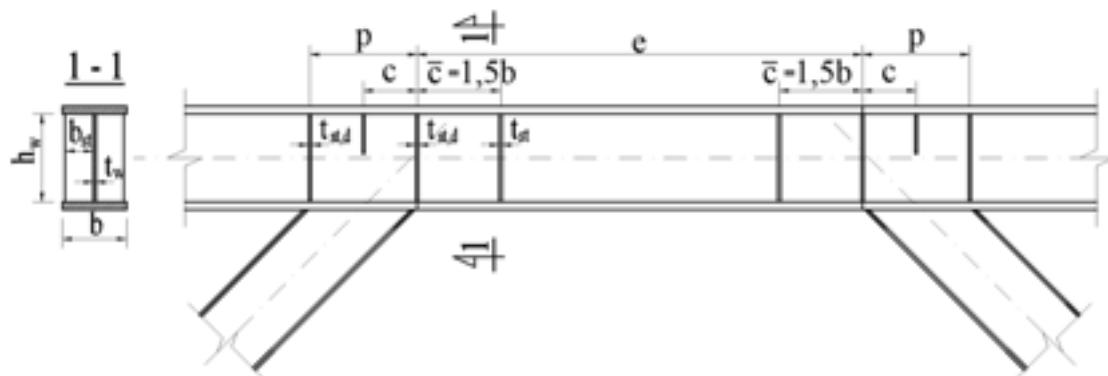


Figura 6.12 Dispunerea rigidizărilor transversale la bare disipative lungi

(c) Barele disipative intermediare ([Figura 6.13.](#)), trebuie să fie prevăzute cu rigidizări ale inimii care să întrunească cerințele de la a) și b) enumerate anterior.

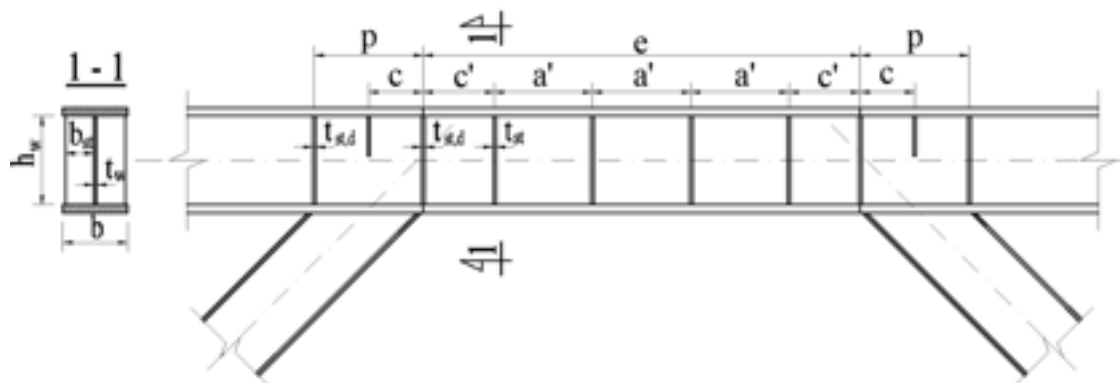


Figura 6.13 Dispunerea rigidizărilor transversale la bare disipative intermediare

(d) Rigidizările inimii trebuie să se prevadă pe toată înălțimea acesteia. Aceste rigidizări trebuie să aibă o lățime însumată de cel puțin $(b - 2t_w)$ și grosimea $t_{st} \geq 0,8t_w$, dar cel puțin de 10 mm.

(e) La barele disipative cu o înălțime mai mică de 600 mm, rigidizările se pot prevedea numai pe o singură parte a inimii, alternativ. Distanța a va fi distanța dintre două rigidizări consecutive, indiferent pe ce față a inimii barei disipative sunt amplasate. În acest caz, grosimea t_{st} a rigidizării îndeplinește condițiile $t_{st} \geq t_w$ și $t_{st} \geq 10 \text{ mm}$, iar lățimea rigidizării îndeplinește condiția $b_{st} \geq (b - 2t_w)/2$.

(f) Pentru evitarea pierderii stabilității tălpii superioare a riglei în panoul de intersecție cu diagonală, se prevăd rigidizări transversale cu înălțimea de cel puțin $h_w/2$, la distanța c față de extremitatea barei disipative, unde c se determină cu relația:

$$c = \min(b, p/2) \quad (6.72)$$

unde c , b și p sunt descrise în [Figura 6.11](#), [Figura 6.12](#) și [Figura 6.13](#).

(13) Nu sunt necesare rigidizări intermediare pe inima barelor disipative cu o lungime mai mare de $5M_{pl,link}/V_{pl,link}$.

(14) Rigidizările barelor disipative prevăzute conform (12) se fixează cu sudură în adâncime cu pătrundere completă sau cu sudură în relief pe ambele părți ale rigidizării. Sudurile în relief ale rigidizărilor de inima barei disipative trebuie să aibă rezistența mai mare sau egală cu $\omega_{rm}f_y A_{st}$, unde $A_{st} = t_{st} b_{st}$ este aria secțiunii rigidizării. Rezistența sudurilor în relief dintre rigidizare și tălpile barei disipative trebuie să fie mai mare sau egală cu $\omega_{rm}f_y A_{st}/4$.

(15) La capetele barei disipative, atât la talpa superioară cât și la talpa inferioară, trebuie prevăzute legături laterale, având o rezistență la compresiune mai mare sau egală cu $0,06 \omega_{rm}f_y b t_f$, unde b și t_f sunt dimensiunile secțiunii tălpii barei disipative.

(16) Pentru dirijarea articulațiilor plastice în barele disipative predominant încovoiate $e \geq 2,60M_{pl,link}/V_{pl,link}$, se poate reduce lățimea tălpii în vecinătatea capetelor barei disipative, respectând condițiile constructive indicate la [6.6.2\(11\)](#). Secțiunea redusă se verifică la starea limită ultimă la eforturile de proiectare din gruparea de încărcări care include acțiunea seismică.

6.8.3 Elementele nedisipative

(1) Elementele nedisipative: stâlpii, contravântuirile și segmentele grinzilor situate în afara barelor disipative se vor verifica considerând cea mai defavorabilă combinație de eforturi. Pentru verificările de rezistență și stabilitate se utilizează SR EN 1993-1-1 ca document normativ de referință. Eforturile de calcul în situația seismică de proiectare se determină cu relațiile:

$$N_{Ed} = N_{Ed,G} + \Omega_T N_{Ed,E} \quad (6.73)$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,G} + \Omega_T M_{Ed,E} \quad (6.74)$$

$$V_{Ed} = V_{Ed,G} + \Omega_T V_{Ed,E} \quad (6.75)$$

unde:

$N_{Ed,G}$, $M_{Ed,G}$, $V_{Ed,G}$ valorile de proiectare ale forței axiale, momentului încovoietor și forței tăietoare, din acțiunile neseismice din gruparea de încărcări care include acțiunea seismică;

$N_{Ed,E}$, $M_{Ed,E}$, $V_{Ed,E}$ valorile de proiectare ale forței axiale, momentului încovoietor și forței tăietoare, din acțiunea seismică de proiectare;

Ω_T valoarea suprarezistenței sistemului structural:

$$\Omega_T = \Omega_d \omega_{rm} \omega_{sh} \quad (6.76)$$

Ω_d factorul de suprarezistență, care se determină distinct pentru fiecare direcție de acțiune seismică în parte, cu relațiile:

$$\Omega_d = \min(V_{pl,link,i} / V_{Ed,i}) \text{ pentru barele disipative} \\ \text{scurte și intermediare cu } e \leq 2,6 M_{pl,link} / V_{pl,link}; \quad (6.77)$$

$$\Omega_d = \min(M_{pl,link,i} / M_{Ed,i}) \text{ pentru barele disipative} \\ \text{lungi și intermediare cu } e > 2,6 M_{pl,link} / V_{pl,link};$$

ω_{rm} factorul de suprarezistență care ține seama de variația limitei de curgere a oțelului, conform prevederilor din [Tabelul 6.2](#);

ω_{sh} factorul de suprarezistență care ține seama de efectul de consolidare a oțelului, a cărui valoare se stabilește conform prevederilor din [Tabelul 6.4](#);

$M_{Ed,i}$, $V_{Ed,i}$ valorile de proiectare ale forței tăietoare și momentului încovoietor în bara disipativă „i”, în gruparea de încărcări care include acțiunea seismică;

$M_{pl,link,i}$, $V_{pl,link,i}$ valorile de proiectare ale capacității de rezistență plastică la moment încovoietor și forță tăietoare, în bara disipativă „i” conform [6.8.2 \(4\)](#).

(2) Valoarea suprarezistenței Ω_T se limitează superior astfel încât să fie îndeplinită condiția $\Omega_T \leq q$, unde q este factorul de comportare al structurii. În cazul unui calcul simplificat se pot adopta valorile suprarezistenței Ω_T din [Tabelul 6.5](#).

(3) Atunci când bara disipativă și grinda care o conține sunt confecționate dintr-o singură bară, eforturile din segmentul de grindă situat în afara barei disipative se pot determina conform relațiilor [\(6.73\)](#), [\(6.74\)](#) și [\(6.75\)](#), considerând $\omega_{rm} = 1,00$.

(4) Diferența dintre valorile maxime și minime ale raportului Ω_i (pe fiecare direcție a structurii) trebuie să fie mai mică de 25%.

În cazul în care nu se poate asigura o variație sub 25% a raportului Ω_i , formarea mecanismului de plastificare al structurii se verifică prin metoda de calcul static neliniar sau metoda de calcul dinamic neliniar.

Nota 1: În mod practic valorile eforturilor N_{Ed} , M_{Ed} și V_{Ed} se obțin din grupările seismice, unde acțiunea seismică unidirecțională se multiplică cu Ω_T .

(5) Zveltețea stâlpilor în planul contravântuit, se limitează la

$$\lambda \leq 1,3\pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad (6.78)$$

(6) Pentru verificarea la pierderea stabilității locale a inimilor grinzilor adiacente barei disipative se utilizează SR EN 1993-1-1 ca document normativ de referință.

(7) În cazul contravântuirilor în „Y” inversat ([Figura 6.10, d](#)) se aplică măsuri constructive care să asigure împotriva apariției deformațiilor plastice în stâlpi.

Notă: Astfel de măsuri sunt, de exemplu utilizarea de secțiuni reduse la capetele riglelor și diagonalelor fixate de stâlpi și/sau prinderi articulate cu bolț ale capetelor riglelor și diagonalelor de stâlpi.

6.8.4 Îmbinările barelor disipative

(1) Îmbinările barelor disipative sau ale elementelor care conțin bare disipative vor fi proiectate la solicitările:

(a) pentru bare disipative scurte caracterizate prin $e \leq M_{pl,link}/V_{pl,link}$:

$$N_{Ed,j} = (2 \omega_{rm} f_y b_f t_f) \quad (6.79)$$

$$M_{Ed,j} = 0,5e \omega_{rm} \omega_{sh} V_{pl,link} \quad (6.80)$$

$$V_{Ed,j} = V_{u,link} = \omega_{rm} \omega_{sh} V_{pl,link} \quad (6.81)$$

(b) pentru bare disipative scurte și intermediare caracterizate prin $M_{pl,link} / V_{pl,link} < e \leq 2,6 M_{pl,link} / V_{pl,link}$:

$$V_{Ed,j} = V_{u,link} = \omega_{rm} \omega_{sh} V_{pl,link} \quad (6.82)$$

$$M_{Ed,j} = 0,5e V_{pl,link} \quad (6.83)$$

(c) pentru bare disipative intermediare și lungi caracterizate prin $e > 2,6 M_{pl,link} / V_{pl,link}$:

$$M_{Ed,j} = M_{u,link} = \omega_{rm} \omega_{sh} M_{pl,link} \quad (6.84)$$

$$V_{Ed,j} = 2M_{pl,link} / e \quad (6.85)$$

(2) Pentru calculul îmbinării $N_{Ed,j}$ se ia în considerare întotdeauna ca forță axială de întindere.

6.9 Reguli de proiectare pentru structuri de tip pendul inversat

- (1) La structurile de tip pendul inversat, stâlpii vor fi verificați la compresiune și încovoiere, luând în considerare cea mai defavorabilă combinație de eforturi axiale și momente încovoietoare.
- (2) La verificări se vor folosi eforturile N_{Ed} , M_{Ed} și V_{Ed} calculate conform 6.6.3, relațiile (6.23).
- (3) Coeficientul de zveltețe al stâlpilor se limitează conform relației:

$$\lambda \leq 0,85\pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad (6.86)$$

- (4) Coeficientul de sensibilitate la deplasarea relativă de nivel θ definit la 4.5.5 (2) se limitează superior la 0,20.

6.10 Cadre cu contravânturi cu flambaj împiedicat

6.10.1 Criterii de proiectare

- (1) Contravântuirile cu flambaj împiedicat sunt elemente disipative care sunt proiectate să dezvolte deformații plastice. Contravântuirile sunt realizate dintr-un miez din oțel introdus într-un sistem care împiedică flambajul miezului.
- (2) Cadrele cu contravânturi cu flambaj împiedicat se proiectează astfel încât deformarea în domeniul plastic a contravântuirilor cu flambaj împiedicat să se producă înainte de formarea articulațiilor plastice sau de pierderea stabilității generale în grinzi și stâlpi.
- (3) La realizarea structurilor se utilizează bare de contravântuire cu flambaj împiedicat care au agrement tehnic. În agrementul tehnic se prevăd caracteristicile de rezistență și deformabilitate ale barelor de contravântuire cu flambaj împiedicat, în regim de solicitare ciclică.

6.10.2 Particularități de calcul

- (1) Prinderea excentrică a contravântuirii cu flambaj împiedicat față de nodul de intersecție grindă - stâlp în raport cu una dintre axe, se limitează la cel mult înălțimea secțiunii grinzii. De acest aspect se ține seama în calculul structurii.
- (2) Încărcările gravitaționale, se consideră preluate numai de grinzi și stâlpi, fără a se ține cont de elementele de contravântuire.
- (3) Contravântuirile cu flambaj împiedicat dispuse în „V” sau „V” inversat, îndeplinesc următoarele cerințe:
 - (a) capacitatea de rezistență a grinzilor care intersectează contravântuirile, îmbinările lor și elementele adiacente vor fi calculate în ipoteza că diagonalele nu contribuie la preluarea încărcărilor gravitaționale. Pentru combinațiile care includ acțiunea seismică, efectul contravântuirii asupra grinzii, exprimat printr-o forță verticală și una orizontală, se determină pe baza capacității de rezistență la întindere și la compresiune furnizate de producătorul barelor de contravântuire cu flambaj împiedicat.

(b) grinzile se realizează continue între stâlpi. În secțiunea de intersecție cu diagonalele, la talpa superioară cât și la talpa inferioară a grinzii se dispun legături laterale capabile să preia fiecare o forță laterală egală cu $0,02bt_f f_y$.

(4) În calculul structurii se vor lua în considerare atât contravântuirile cu flambaj împiedicat întinse cât și cele comprimate.

(5) Se pot utiliza contravântuirile cu flambaj împiedicat pentru care agrementul tehnic prevede următoarele caracteristici: N_{Rd} , γ_{CT} , ω_{sh} , ω_{rm} , A , f_y , curba forță-deplasare la solicitări ciclice, capacitatea maximă de deformare la întindere și compresiune, planul în care se produce cedarea contravântuirii,

unde

ω_{rm} factorul de suprarezistență care ține seama de variația limitei de curgere a oțelului;

ω_{sh} factorul de suprarezistență care ține seama de efectul de consolidare a oțelului; acesta se obține în urma încercărilor de tracțiune pe epruvete obținute din materialul miezului contravântuirii cu flambaj împiedicat și reprezintă este raportul dintre forța maximă de întindere rezultată corespunzătoare unei deformări a epruvetei de două ori mai mare decât cea cauzată de acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime, și forța corespunzătoare inițierii curgerii oțelului;

γ_{CT} raportul dintre capacitatea maximă de rezistență la compresiune și capacitatea maximă de rezistență la întindere determinate pe baza rezultatelor testelor de calificare pentru o deformare dublă față de cea cauzată de acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime;

A aria secțiunii transversale a miezului din oțel;

f_y limita de curgere nominală a oțelului din miez.

(6) Se pot utiliza pentru realizarea structurilor de oțel numai contravântuirile cu flambaj împiedicat pentru care sunt îndeplinite condițiile:

$$\omega_{sh} \leq 1,50 \quad (6.87)$$

$$1,10 \leq \gamma_{CT} \leq 1,30 \quad (6.88)$$

(7) În analize neliniare răspunsul inelastic al contravântuirilor cu flambaj împiedicat se modelează luând în considerare: rigiditatea inițială a barei, rigiditatea materialului după curgere și de valorile diferite ale capacităților de rezistență la întindere față de compresiune. În cazul unei analize dinamic neliniare se ține seama și de comportarea histeretică a barei.

6.10.3 Verificarea contravântuirilor cu flambaj împiedicat

(1) Capacitatea de rezistență plastică N_{Rd} a secțiunii miezului contravântuirii cu flambaj împiedicat, furnizat de producător, trebuie să fie mai mare decât efortul axial maxim de întindere sau compresiune N_{Ed} dezvoltat în bară în gruparea de încărcări care include acțiunea seismică.

$$N_{Rd} \geq N_{Ed} \quad (6.89)$$

(2) Contravântuirile cu flambaj împiedicat vor avea o capacitate de deformare care corespunde dublului deplasării relative de nivel a structurii sub acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime, dar nu mai puțin de 0,02 din înălțimea de etaj.

6.10.4 Grinzi și stâlpi

(1) Stâlpii și grinzele se verifică considerând cea mai defavorabilă combinație de eforturi. Pentru verificările de rezistență și stabilitate se utilizează SR EN 1993-1-1 ca document normativ de referință. Eforturile de calcul în situația seismică de proiectare se determină cu relațiile:

$$N_{Ed} = N_{Ed,G} + \Omega_T N_{Ed,E} \quad (6.90)$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,G} + \Omega_T M_{Ed,E} \quad (6.91)$$

$$V_{Ed} = V_{Ed,G} + \Omega_T V_{Ed,E} \quad (6.92)$$

unde

$N_{Ed,G}$, $M_{Ed,G}$, $V_{Ed,G}$ valorile de proiectare ale forței axiale, momentului încovoietor și forței tăietoare, din acțiunile neseismice din gruparea de încărcări care include acțiunea seismică;

$N_{Ed,E}$, $M_{Ed,E}$, $V_{Ed,E}$ valorile de proiectare ale forței axiale, momentului încovoietor și forței tăietoare, din acțiunea seismică de proiectare;

Ω_T valoarea suprazistenței sistemului structural:

$$\Omega_T = \omega_{rm} \omega_{sh} \gamma_{CT} \Omega_d \quad (6.93)$$

ω_{rm} factorul de suprazistență care ține seama de variația limitei de curgere a oțelului, conform [Error! Reference source not found.](#);

ω_{sh} factorul de suprazistență care ține seama de efectul de consolidare a oțelului, a cărui valoare se stabilește conform [Error! Reference source not found.](#);

γ_{CT} factorul de corecție pentru rezistența la compresiune, conform [Error! Reference source not found.](#);

Ω_d valoarea minimă a raportului $\Omega_{d,i} = N_{Rd,i} / N_{Ed,i}$ calculată pentru contravântuirile cadrului, pentru fiecare direcție a structurii;

$N_{Rd,i}$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență plastică la efort axial la întindere a miezului contravântuirii cu flambaj împiedicat "i";

$N_{Ed,i}$ valoarea de proiectare a forței axiale care se dezvoltă în contravântuirea cu flambaj împiedicat „i”, în gruparea de încărcări care include acțiunea seismică.

(2) Valoarea suprazistenței Ω_T se limitează superior astfel încât să fie îndeplinită condiția $\Omega_T \leq q$, unde q este factorul de comportare al structurii. În cazul unui calcul simplificat se pot adopta valorile suprazistenței Ω_T din [Tabelul 6.5](#).

(3) Diferența dintre valorile maxime și minime ale raportului $\Omega_{d,i}$ (pe fiecare direcție a structurii) trebuie să fie mai mică de 25%. În cazul în care nu se poate asigura o variație sub 25% a raportului Ω_i^N , mecanismul plastic al structurii trebuie verificat printr-un calcul static neliniar sau dinamic neliniar.

Notă Valorile eforturilor N_{Ed} , M_{Ed} și V_{Ed} se pot obține din grupările seismice, unde acțiunea seismică se multiplică cu Ω_T .

(4) Se vor aplica măsuri constructive care să asigure împotriva apariției deformațiilor plastice în stâlpi (de ex. secțiuni reduse la capetele riglelor în cazul prinderilor rigide dintre rigle și stâlpi).

6.10.5 Îmbinările contravântuirilor

(1) Îmbinările contravântuirilor trebuie să fie dimensionate astfel încât să nu se plasticizeze la o forță corespunzătoare curgerii miezului din oțel.

(2) Sistemul de prindere al barelor de contravântuire cu flambaj împiedicat se verifică la eforturile date de relațiile:

$$N_{T,j,Ed} = \omega_{rm} \omega_{sh} N_{Rd} \quad (6.94)$$

$$N_{C,j,Ed} = \omega_{rm} \omega_{sh} \gamma_{CT} N_{Rd} \quad (6.95)$$

$$M_{j,Ed} = \omega_{rm} \omega_{sh} M_{Rd} \quad (6.96)$$

unde:

$N_{T,j,Ed}$, $N_{C,j,Ed}$, $M_{j,Ed}$ valorile de proiectare ale forței axiale de întindere, de compresiune și ale momentului încovoietor din planul cadrului contravântuit din îmbinare;

N_{Rd} valoarea de proiectare a capacității de rezistență plastică la forță axială de întindere a miezului contravântuit cu flambaj împiedicat

M_{Rd} momentul capabil plastic al secțiunii evazate a miezului, din afara tecii, evaluat în planul cadrului contravântuit

(3) Îmbinările concepute ca fiind articulate vor fi proiectate să preia forțe axiale în planul îmbinării cel puțin egale cu $N_{T,j,Ed}$, respectiv, $N_{C,j,Ed}$, corespunzătoare contravântuirii cu flambaj împiedicat și să fie compatibile cu rotirea asociată deplasării relative de nivel admisibile.

(4) Pentru a preveni ruperea guseului în cazul flambajului contravântuirii cu flambaj împiedicat în afara planului cadrului contravântuit, guseul de prindere al barei la capete se proiectează să preia o forță transversală pe planul lui cel puțin egal cu valoarea $V_{gp,Ed}$ care se determină cu relația:

$$V_{gp,Ed} = 0,06 N_{C,j,Ed} \quad (6.97)$$

(5) Guseele de prindere ale contravântuirii cu flambaj împiedicat sunt concepute și verificate astfel încât să fie evitată pierderea stabilității locale și globale în afara planului cadrului contravântuit. Împiedicarea fenomenelor de pierdere a stabilității se poate realiza prin măsuri constructive utilizând elemente de rigidizare și/sau legături laterale.

6.10.6 Îmbinările grindă-stâlp

(1) Îmbinarea poate fi articulată sau rigidă și trebuie să îndeplinească condițiile:

(a) Atunci când se realizează articulată, îmbinarea trebuie să permită dezvoltarea unei rotiri de 0,025 rad;

(b) Atunci când se realizează rigidă, îmbinarea trebuie realizată ca și îmbinare nedisipativă conform prevederilor de la [6.5.5](#).

6.11 Cadre cu panouri de forfecare

6.11.1 Criterii de proiectare

(1) Panourile de forfecare sunt alcătuite dintr-o inimă alcătuită din panouri de tablă rigidizate sau nu, amplasate pe aceeași verticală în golurile din planul cadrelor necontravântuite, având ca elemente de bordare stâlpii și riglele de cadru. (vezi [Figura 6.16](#)). Panoul de tablă este conectat pe tot conturul de elementele de bordare cu șuruburi sau cu sudură în relief.

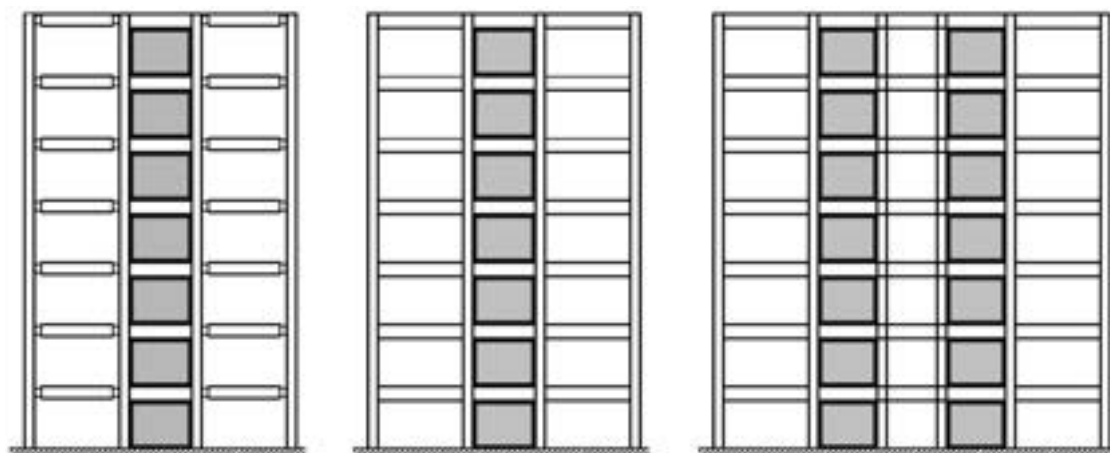
(2) Cadrele cu panouri de forfecare trebuie proiectate astfel încât deformarea în domeniul postelast al panourilor să se producă înainte de formarea articulațiilor plastice sau de pierderea stabilității generale în elementele de bordare orizontale și verticale.

(3) Se utilizează următoarele sisteme de cadre cu panouri de forfecare ([Figura 6.14](#).):

(a) sistem singular, în care peretele de forfecare este conformat să preia toate încărcările orizontale iar cadrele metalice preia solicitările gravitaționale ([Figura 6.14.a](#));

(b) sistem cuplat, cu rigle de cuplare care leagă două zone cu panouri de forfecare ([Figura 6.14.c](#)).

(c) sistem dual, în care pereții de forfecare, singolari sau cuplați, conlucrează cu cadrele metalice pentru echilibrarea acțiunii seismice orizontale; cadrele sunt proiectate astfel încât să echilibreze cel puțin 25% din acțiunea seismică ([Figura 6.14.b](#)).



a. sistem singular

b. sistem dual

c. sistem dual cu rigle de cuplare

Figura 6.14 Sisteme de cadre cu panouri de forfecare – reprezentare exemplificativă

(4) Panourile de forfecare preiau forța tăietoare produsă de acțiunea seismică prin intermediul câmpului diagonal de tensiuni de întindere. Voalarea se produce în domeniul elastic.

(5) Golurile din panourile de forfecare, dacă există, vor fi prevăzute pe tot conturul lor cu bordaje adecvate, în conformitate cu prevederile SR EN 1993-1-1, SR EN 1993-1-5.

(6) Golurile din inima panourilor pereților de forfecare vor fi prevăzute cu elemente rigide de bordare (profile laminate sau din table sudate), extinse pe direcție orizontală și verticală pe toată lățimea și înălțimea panoului de forfecare. Aceste elemente de bordare sunt proiectate să rămână în domeniul elastic sub forțele generate de dezvoltarea eforturilor de curgere în câmpurile diagonale de tensiuni de întindere, dezvoltate în fiecare sub-panou delimitate de acestea, cu excepția unor zone de la extremități în care se acceptă dezvoltarea de articulații plastice sub acțiunea momentului încovoiator de la capetele elementelor de bordare.

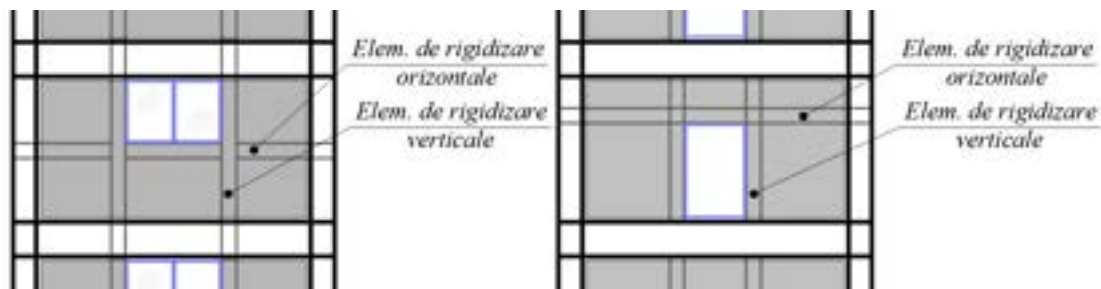


Figura 6.15 Sisteme de bordare a golurilor prevăzute în panou

(7) Primul panou de forfecare, de la baza clădirii, se prevede la partea inferioară cu o grindă metalică de bordaj, aceasta putând fi înglobată în fundație.

6.11.2 Particularități de calcul

(1) Panourile de forfecare se realizează din oțelurile S235, S275 și S355. Se recomandă utilizarea oțelurilor de rezistență scăzută.

(2) Pentru proiectarea în clasele de ductilitate DCM sau DCH, sistemul structural alcătuit numai din elementele de bordare ale panourilor de tablă, stâlpi și grinzi - fără a se lua în considerare capacitatea de rezistență a tablelor, se verifică la solicitările produse de încărcările gravitaționale din gruparea fundamentală la stări limită ultime.

(3) Elementele de bordare orizontale trebuie să fie rezemate în plan orizontal la toate intersecțiile cu elementele de bordare verticale. Ambele tălpi ale elementelor de bordare orizontale trebuie să fie rezemate direct sau indirect. capacitatea rezemărilor laterale trebuie să fie cel puțin 2% din rezistența la compresiune a tălpii ($0,02f_y b_f t_f$).

(4) Raportul laturilor panoului de forfecare îndeplinește condiția:

$$0,8 < \frac{L}{h} \leq 2,5 \quad (6.98)$$

unde L și h se stabilesc conform reprezentării din [Figura 6.16](#).

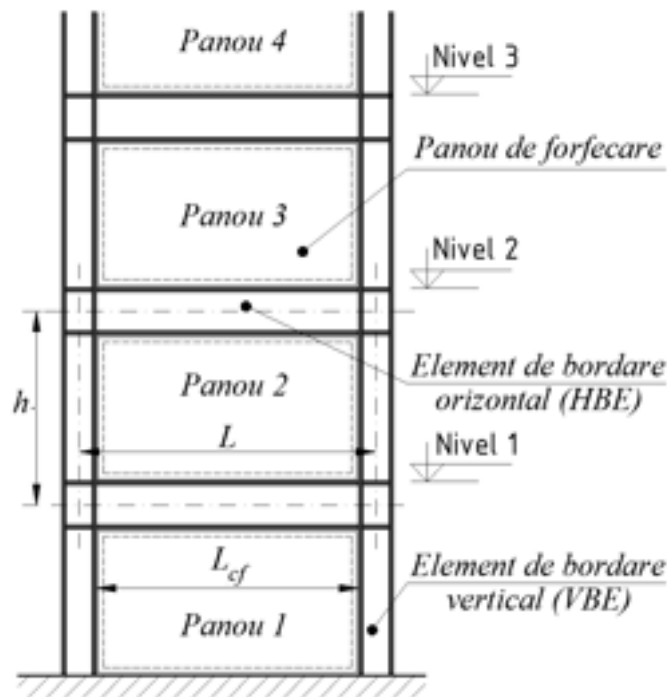


Figura 6.16 Alcătuirea de principiu a unui cadru cu panouri de forfecare

6.11.3 Calculul panourilor de forfecare

- (1) Panourile de forfecare se proiectează astfel încât să echilibreze forța tăietoare produsă de acțiunea seismică prin intermediul câmpului diagonal de tensiuni de întindere.
- (2) Se vor aplica prezentele prevederi dacă în normele de proiectare ale structurilor metalice nu sunt alte specificații.
- (3) Verificarea panourilor de forfecare este dată de relația:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd} \quad (6.99)$$

unde:

$$V_{Rd} = \frac{0,45 f_y t_w L_{cf} \sin(2\alpha)}{1,20} \quad (6.100)$$

- V_{Ed} valoarea de proiectare maximă a forței tăietoare din panoul de forfecare, rezultată din gruparea de încărcări care include acțiunea seismică;
- V_{Rd} valoarea de proiectare a capacității de rezistență la forță tăietoare a panoului;
- t_w grosimea tablei panoului de forfecare;
- L_{cf} distanța dintre fețele tălpilor stâlpilor de bordaj;
- f_y valoarea de proiectare a limitei de curgere a oțelului folosit pentru tabla panoului de forfecare;
- α unghiul câmpului diagonal (unghiul benzilor diagonale de întindere) măsurat în raport cu verticala.
- (4) Valoarea unghiului câmpului diagonal α se stabilește în funcție de geometria peretelui și de proprietățile elementelor de bordare cu relația:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd} \quad (6.101)$$

$$tg^4(\alpha) = \frac{1 + \frac{t_w \cdot L}{2 A_c}}{1 + t_w \cdot h \cdot \left(\frac{1}{A_b} + \frac{h^3}{360 I_c \cdot L} \right)} \quad (6.102)$$

unde

- t_w grosimea tablei panoului de forfecare;
- A_b aria elementului de bordare orizontal (grindă) ;
- A_c aria elementului de bordare vertical (stâlp) ;
- I_c momentul de inerție al elementului de bordare vertical;
- L distanța dintre axe elementelor de bordare verticale;
- h distanța dintre axe elementelor de bordare orizontale.

Unghiul α este cuprins între 30°-55°, valoarea de $\alpha=30^\circ$ fiind acoperitoare pentru echilibrarea forțelor orizontale.

(5) Panoul de forfecare se proiectează astfel încât suplețea inimii sale să îndeplinească condiția:

$$\frac{\min(L, h)}{t_w} \leq 25 \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad (6.103)$$

unde L , h și t_w au semnificația de la (4).

Notă: Aceasta limitare impune ca voalarea să se producă în domeniul elastic de comportare.

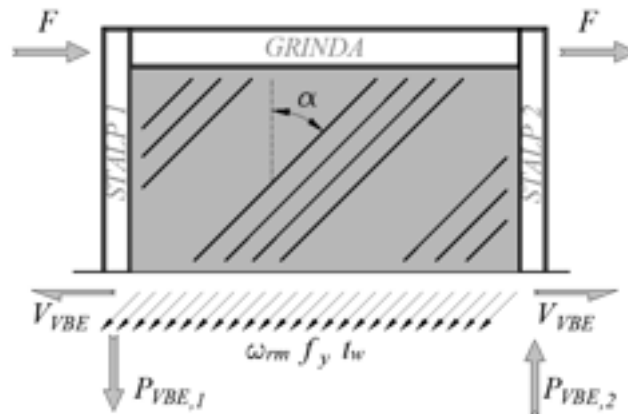


Figura 6.17 Forțele și reacțiunile panoului de forfecare

(6) Modelarea panoului de tablă se poate realiza:

- (a) prin discretizarea acestuia cu elemente de tip *shell*, la care se rotesc axele principale cu unghiul " α " și care au rigiditatea la compresiune neglijabilă;
- (b) prin discretizarea acestuia cu elemente de tip bară paralele, de arie A_s , orientate după câmpul diagonal (formând unghiul α cu verticala), care sunt active numai la întindere; această discretizarea se poate utiliza pentru calcul static neliniar.

(7) Aria secțiunii unui element diagonal se stabilește cu relația:

$$A_s = \frac{[L \cos(\alpha) + h \sin(\alpha)] t_w}{n} \quad (6.104)$$

unde:

L lăţimea panoului de forfecare;

h înălţimea panoului de forfecare;

n numărul de elemente diagonale paralele; în mod uzual se utilizează un număr de cel puţin 10 elemente diagonale. Lăţimea unui element diagonal este mai mică sau egală cu $60\epsilon t_w$;

t_w grosimea tablei panoului de forfecare.

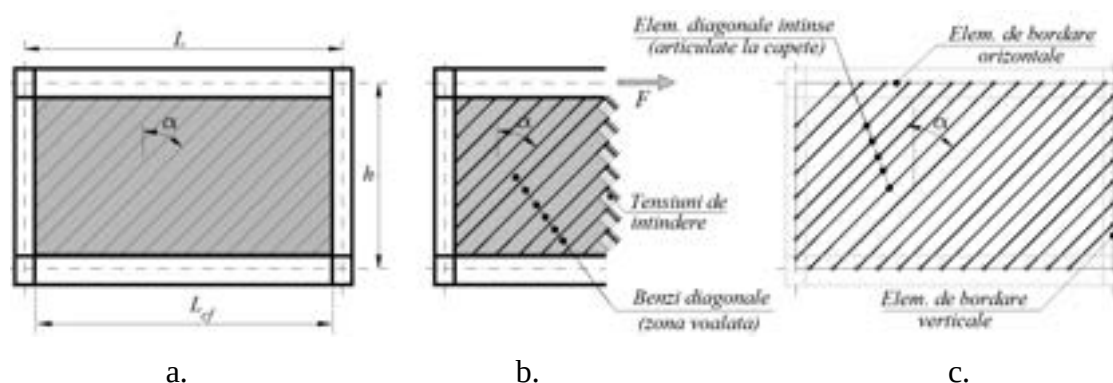


Figura 6.18 Modelul de calcul al panoului de forfecare prin discretizarea acestuia în elemente diagonale întinse

(8) Suma proiecţiilor orizontale ale ariilor diagonalelor se consideră egală cu aria panoului omogen de forfecare ($nA_s \sin \alpha = L_{cf} t_w$).

6.11.4 Calculul elementelor de bordare - stâlpi şi grinzi

(1) În cazul proiectării structurii în clasa de ductilitate DCH, se acceptă formarea de articulaţii plastice în elementele de bordare orizontale (grinzi), care vor avea secţiuni din clasa 1 de secţiuni.

(2) În cazul proiectării structurii în clasa de ductilitate DCM, nu este probabilă formarea de articulaţii plastice în elementele de bordare orizontale (grinzi), care vor avea secţiuni din clasele 1 sau 2 de secţiuni.

(3) În cazul proiectării structurii în clasele de ductilitate DCM sau DCH, elementele de bordare verticale (stâlpi), vor avea secţiuni din clasele 1 sau 2 de secţiuni.

(4) Elementele de bordare orizontale se proiectează pentru o forţă corespunzătoare curgerii panoului de tablă.

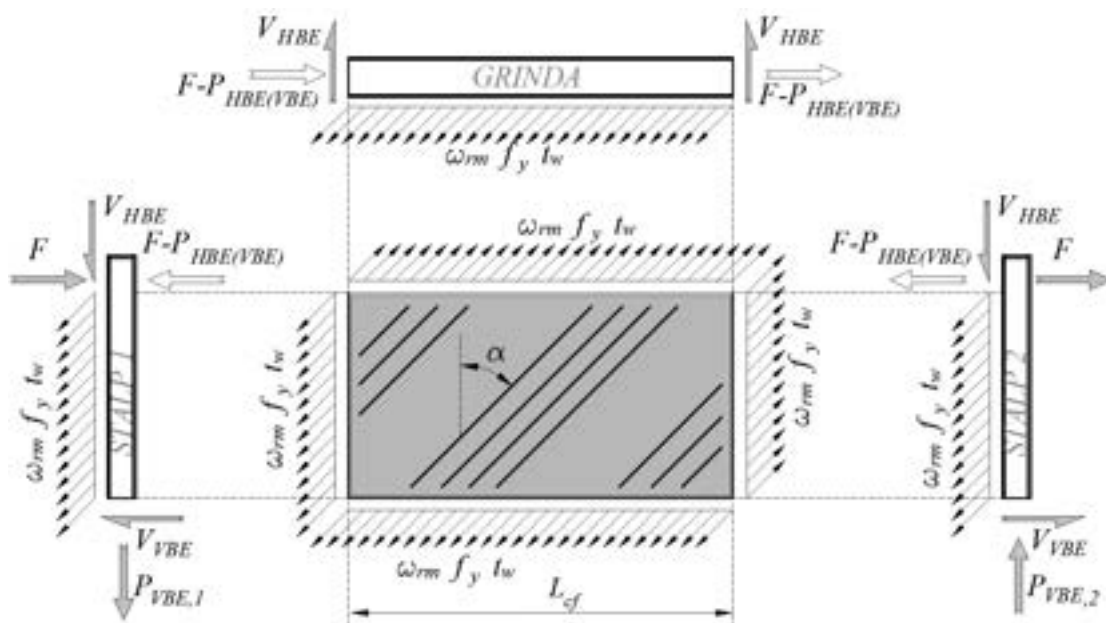


Figura 6.19 Starea de eforturi corespunzătoare foii de tablă (inimă) și a elementelor de bordare

(5) Grosimea inimii elementelor de bordare (orizontale și verticale) se ia cel puțin egală cu grosimea panoului de forfecare ținând seama de suprazistenței oțelului panoului. ($t_{wi} \geq t_w \omega_{rm}$)

(6) Elementele orizontale de bordare (grinzile) se verifică la încovoiere și forță tăietoare cu relațiile:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} \leq 1,00 \quad (6.105)$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} \leq 0,50 \quad (6.106)$$

dacă $N_{Ed}/N_{Rd} > 0,15$, $M_{N,Rd} = M_{N,pl,Rd,b}$

dacă $N_{Ed}/N_{Rd} \leq 0,15$, $M_{N,Rd} = M_{Rd}$

$M_{N,pl,Rd,b}$ capacitatea de rezistență la încovoiere a secțiunii elementului orizontal de bordaj (grinzi) ținând seama de influența forței axiale - vezi relația (6.27);

$$M_{Ed} = \frac{w_u L_h^2}{8} + M_{Ed,G} \quad (6.107)$$

unde:

L_h distanța dintre (posibilele) articulații plastice potențiale din elementul de bordare orizontal;

$$L_h = L - 2s_h \quad (6.108)$$

s_h distanța dintre axul elementului de bordare vertical (stâlpului) în axul articulației potențial plastice a elementului de bordare orizontală (grinda); $s_h = \frac{1}{2}(d_c + d_b)$, unde d_c este înălțimea secțiunii elementului de bordare vertical iar d_b este înălțimea secțiunii elementului de bordare orizontal;

L deschiderea panoului (distanța dintre axele stâlpilor) ;

w_u încărcarea uniform distribuită dată de plastificarea tablei panoului de forfecare, care se poate calcula cu relația:

$$w_u = \omega_{rm} f_y (\Delta t_w) \cos^2 \alpha \quad (6.109)$$

$M_{Ed,G}$ momentul încovoietor maxim din lungul grinzii produs de încărcările gravitaționale, din gruparea de încărcări care include acțiunea seismică, considerând elementul de bordare orizontal (grinda) fiind simplu rezemată pe deschiderea L_h ;

w_g încărcarea uniform distribuită la nivelul elementului de bordare orizontal din gruparea de încărcări care include acțiunea seismică;

Δt_w diferența dintre grosimile inimilor panourilor de forfecare adiacente elementului de bordare orizontal (deasupra și dedesubtul grinzii) ;

(7) Forța axială la care se verifică elementele orizontale de bordare (grinzile) se calculează cu relația:

$$N_{Ed} = \frac{1}{2} \omega_{rm} f_y [t_{w,i} \sin(2\alpha_i) - t_{w,i+1} \sin(2\alpha_{i+1})] L_{cf} \quad (6.110)$$

(8) Forță tăietoare la care se verifică elementele orizontale de bordare (grinzile) se calculează cu relația:

$$V_{Ed} = \frac{2 M_{N,pl,Rd,b}}{L_h} + \frac{w_u}{2} L_{cf} + V_{Ed,G} \quad (6.111)$$

$M_{N,pl,Rd,b}$ capacitatea de rezistență la încovoiere a secțiunii elementului orizontal de bordaj (grinzi) ținând seama de influența forței axiale - vezi relația (6.27);

(9) Suplețea limită a elementelor de bordare pentru secțiuni dublu „T” se limitează conform relației:

$$\text{tălpi: } \frac{b_f}{2 t_f} \leq 0,30 \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad (6.112)$$

$$\text{inimă: } \frac{h_c}{t_{wi}} \leq 2,24 \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad (6.113)$$

unde:

f_y limita de curgere;

b_f lățimea tălpii elementelor de bordare;

t_f grosimea tălpii elementelor de bordare;

h_c înălțimea inimii elementelor de bordare;

t_{wi} grosimea inimii elementelor de bordare (t_{wHBE} ; t_{wVBE});

E modulul de elasticitate al oțelului.

(10) Elementele de bordare îndeplinesc condițiile:

(a) pentru elementele de bordare verticale:

$$I_{VBE} \geq 0,0031 t_w \frac{h^4}{L} \quad (6.114)$$

(b) pentru elementele de bordare orizontale:

$$I_{HBE} \geq 0,0031 (\Delta t_w) \frac{L^4}{h} \quad (6.115)$$

unde:

L distanța dintre axele elementelor de bordare verticale;

h distanța dintre axele elementelor de bordare orizontale;

I_{VBE} momentul de inerție al secțiunii elementului de bordare vertical;

I_{HBE} momentul de inerție al secțiunii elementului de bordare orizontal;

t_w grosimea inimii panoului de forfecare;

Δt_w diferența dintre grosimile inimilor panourilor de forfecare adiacente elementului de bordare orizontal (deasupra și dedesubtul grinzii).

(11) Dacă oțelul utilizat la elementul de bordare orizontal este diferit de cel utilizat în panoul de forfecare, grosimea minimă a inimii elementului de bordaj este dată în relația:

$$t_{wHBE} \geq \frac{t_w \omega_{rm} f_y}{f_{yHBE}} \quad (6.116)$$

unde:

t_{wHBE} grosimea inimii elementului de bordare orizontal;

f_{yHBE} limita de curgere a oțelului utilizat la elementul de bordare orizontal;

(12) În cazul proiectării structurii în clasa de ductilitate DCH, elementele verticale de bordare (stâlpii) trebuie să îndeplinească condiția:

$$\sum M_{N,pl,Rd,c} \geq \sum [\omega_{rm} \omega_{sh} (M_{pl,Rd,b} + s_h V_{Ed,M})] \quad (6.117)$$

unde:

$\sum M_{N,pl,Rd,c}$ este suma capacităților de rezistență la încovoiere a secțiunilor elementelor verticale de bordaj (stâlpi) care intră în nod, în prezența forței axiale (calculată cu relația [\(6.27\)](#));

$\sum M_{pl,Rd,b}$ este suma capacităților de rezistență la încovoiere a secțiunilor elementelor orizontale de bordaj (grinzi) și grinzi de cadru adiacente (dacă există) care intră în nod;

$V_{Ed,M}$ este forța tăietoare asociată mecanismului de plastificare în elementul orizontal de bordaj (grindă) (vezi [6.6.2. \(4\)](#));

ω_{rm} este data la punctul [6.2.3](#) (vezi [Tabelul 6.2](#));

ω_{sh} este data la punctul [6.5.5](#). (vezi [Tabelul 6.4](#));

s_h este distanța dintre centrul articulației plastice a grinzii și axa stâlpului.

(13) Elementele verticale de bordare (stâlpii) se verifică cu relația:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,zRd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \leq 1 \quad (6.118)$$

unde:

$$N_{Ed} = N_{Ed,G} + \Omega_T \cdot N_{Ed,E} \quad (6.119)$$

$$M_{Ed} = \frac{\omega_{rm} f_y \sin^2(\alpha) t_w h^2}{12} + M_{Ed,G} \quad (6.120)$$

Ω_T valoarea suprarezistenței sistemului structural: $\Omega_T = \omega_{rm} \omega_{sh} \Omega_d$;

$$\Omega_d = \frac{V_{Rd}}{V_{Ed}} \quad (6.121)$$

Nota: Valoarea suprarezistenței Ω_T se limitează astfel încât să fie îndeplinită condiția $\Omega_T \leq q$ (unde q este factorul de comportare al structurii – vezi [Tabelul 6.3](#)). În cazul unui calcul simplificat se pot adopta valorile suprarezistenței sistemului structural Ω_T din [Tabelul 6.5](#).

V_{Ed} și V_{Rd} sunt date la capitolul 6.12.3;

$N_{Ed,G}$ și $M_{Ed,G}$ sunt eforturile din acțiunile neseismice conținute în gruparea de încărcări care include acțiunea seismică.

6.11.5 Îmbinările panourilor de forfecare

(1) Prinderea panourilor de forfecare de elementele de bordare orizontale și verticale se dimensionează la eforturile:

$$n_{HBE} = \omega_{rm} f_y \cos(\alpha) t_w \quad (6.122)$$

$$n_{VBE} = \omega_{rm} f_y \sin(\alpha) t_w \quad (6.123)$$

unde:

n_{HBE} efortul pe unitatea de lungime pentru prinderea panourilor pe elementul de bordare orizontal, orientat pe direcție perpendiculară pe axa elementului;

n_{VBE} efortul pe unitatea de lungime pentru prinderea panourilor pe elementul de bordare vertical, orientat pe direcție perpendiculară pe axa elementului.

(2) Relațiile [\(6.122\)](#) și [\(6.123\)](#) se utilizează pentru prinderile panourilor de elementele de bordare cu sudură sau șuruburi.

(3) Îmbinările cu șuruburi vor fi îmbinări de categoria A și vor fi calculate în conformitate cu SR EN 1998-1-8.

(4) Îmbinările cu șuruburi vor fi dimensionate astfel încât rezistența la forfecare a șuruburilor trebuie să depășească cu cel puțin 20% rezistența la presiune pe pereții găurii.

6.11.6 Structuri duale

(1) Structurile duale cu cadre necontravântuite și cadre contravântuite lucrând în aceeași direcție, trebuie proiectate folosind un singur factor q . Forțele orizontale trebuie distribuite între diferitele cadre proporțional cu rigiditatea lor elastică.

(2) Cadrele necontravântuite, situate pe direcția contravântuită a clădirii, vor fi astfel proiectate încât să poată prelua cel puțin 25% din acțiunea seismică de calcul, în ipoteza în care cadrele contravântuite au ieșit din lucru. Dacă această prevedere nu este satisfăcută, structura trebuie considerată cadru contravântuit (centric sau excentric) și se proiectează conform prevederilor 6.7, 6.8 respectiv 6.11.

(3) Cadrele necontravântuite și cadrele contravântuite vor respecta prevederile [6.6](#), [6.7](#), [6.8](#) și [6.10](#).

(4) Cadrele contravântuite centric și cadrele contravântuite excentric în „Y” inversat cu prinderi rigide riglă-stâlp, la care, în deschiderile contravântuite se prevăd secțiuni reduse ale grinzilor pentru a evita apariția de deformații plastice în stâlpi, sunt asimilate structurilor duale.

6.12 Controlul execuției

(1) Controlul execuției trebuie să asigure că structura reală corespunde celei proiectate.

(2) În acest scop, pe lângă prevederile din SR EN 1090-2 și din reglementările tehnice în vigoare privind calitatea îmbinărilor sudate din oțel ale construcțiilor, trebuie satisfăcute următoarele cerințe:

(a) desenele elaborate pentru execuție și montaj trebuie să indice detaliile îmbinărilor, mărimea și calitatea șuruburilor și sudurilor precum și marca oțelului. Pe desene se notează limita de curgere maximă admisă a oțelului $f_{y,max}$ ce poate să fie utilizată de fabricant în zonele disipative;

(b) controlul strângerii șuruburilor și calitatea sudurilor trebuie să se realizeze în conformitate cu prevederile reglementărilor tehnice specifice;

(c) în timpul execuției, se verifică dacă limita de curgere a oțelului folosit în barele și zonele disipative este cea indicată în proiect.

7 Structuri compozite

7.1 Generalități

7.1.1 Obiect și domeniu de aplicare

- (1) Acest capitol se referă la proiectarea la acțiunea seismică a clădirilor cu structura principală compozită realizată din oțel laminat și beton armat, la acțiunea seismică.
- (2) Pentru proiectarea structurilor compozite la alte tipuri de acțiuni decât cea seismică se utilizează reglementările tehnice specifice pentru structuri din seria SR EN 1994-1-1.
- (3) Acest capitol conține prevederi referitoare și la structurile hibride, alcătuite din componente structurale realizate din oțel și elemente structurale realizate din beton armat sau compozite.
- (4) Dacă pentru anumite situații nu sunt date prevederi specifice în acest capitol, se pot aplica, după caz, prevederile pentru construcțiile de beton armat din capitolul 5 sau pentru construcțiile de oțel din capitolul 6 cuprinse în prezentul cod, precum și din standardele din seria SR EN 1992-1-1, respectiv SR EN 1993-1-1.

7.1.2 Definiții

- (1) Termenii specifici acestui capitol sunt:

Structură compozită: structură alcătuită din componente structurale compozite.

Componentă structurală compozită: componentă structurală alcătuită din beton armat și oțel laminat, la care conlucrarea dintre betonul armat și oțelul laminat se manifestă la nivel de secțiune. Componentele din oțel laminat pot fi neînglobate, parțial înglobate sau total înglobate în betonul armat.

7.2 Principii de proiectare

7.2.1 Clase de ductilitate

- (1) Clădirile cu structura compozită se proiectează pentru una dintre cele trei clase de ductilitate definite la [4.1.2](#).
- (2) Structurile compozite proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM au capacitate adecvată de disipare de energie în regim de solicitare ciclică, fără reducere semnificativă a rezistenței la forțe orizontale și verticale.
- (3) Clădirile situate în zone cu seismicitate moderată sau mare se proiectează pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM.
- (4) Prin excepție de la [\(3\)](#), în zonele cu seismicitate moderată sau mare se pot proiecta clădiri pentru clasa de ductilitate DCL dacă capacitatea lor de rezistență de ansamblu la acțiuni seismice orizontale, corespunzătoare răspunsului elastic, este mai mare decât cerința seismică corespunzătoare spectrului de proiectare al accelerațiilor orizontale ($q=1$), indiferent de amplasament, atunci când îndeplinirea criteriilor de proiectare specifice clasei de ductilitate DCH sau DCM nu este posibilă.
- (5) Structurile care nu se încadrează în tipurile indicate la [7.2.2](#), [\(1\)](#), se proiectează pentru clasa de ductilitate DCL iar capacitatea lor de rezistență de ansamblu la acțiuni

seismice orizontale, corespunzătoare răspunsului elastic, este mai mare decât cerința seismică corespunzătoare spectrului de proiectare al accelerațiilor orizontale ($q = 1$).

(6) Structurile proiectate pentru DCL se proiectează seismic pe baza prevederilor SR EN 1994-1-1, împreună cu prevederile suplimentare date în acest capitol, indicate explicit pentru această clasă de ductilitate. Cerințele fundamentale ale proiectării seismice sunt cele prevăzute în capitolul 2.

7.2.2 Tipuri de structuri

(1) Clădirile compozite proiectate la acțiuni seismice au sistemul structural principal de tipul:

(a) cadre necontravântuite, realizate în soluție compozită cu grinzi și stâlpi compoziți sau în soluție hibridă alcătuite de exemplu cu stâlpi de beton armat și grinzi de oțel sau compozite;

(b) cadre contravântuite cu contravântuiri centrice realizate în soluție compozită sau de oțel;

(c) cadre contravântuite cu contravântuiri excentrice. Sistemele cu contravântuiri excentrice sunt cele definite la 6.1.2, (1). Stâlpii și grinzele pot fi elemente de oțel sau elemente compozite iar elementele disipative sunt realizate din oțel.

(d) structuri de tip pendul inversat. La aceste tipuri de structuri, zona disipativă se dezvoltă la baza unui singur element compozit vertical, iar cea mai mare parte din masă se concentrează la partea superioară a structurii.

(e) structuri compozite cu pereți structurali compoziți:

(i) de tipul 1 - pereți compoziți de beton armat cu armatură rigidă în zonele de capăt;

(ii) de tipul 2 - pereți compoziți sau de beton armat cuplați cu grinzi compozite sau de oțel;

(iii) de tipul 3 - pereți compoziți cu bulbi și centuri cu armatura rigidă sau din elemente metalice și panouri de beton armat.

(f) structuri compozite duale realizate din pereți și cadre compozite;

(g) structuri compozite sensibile la torsiune.

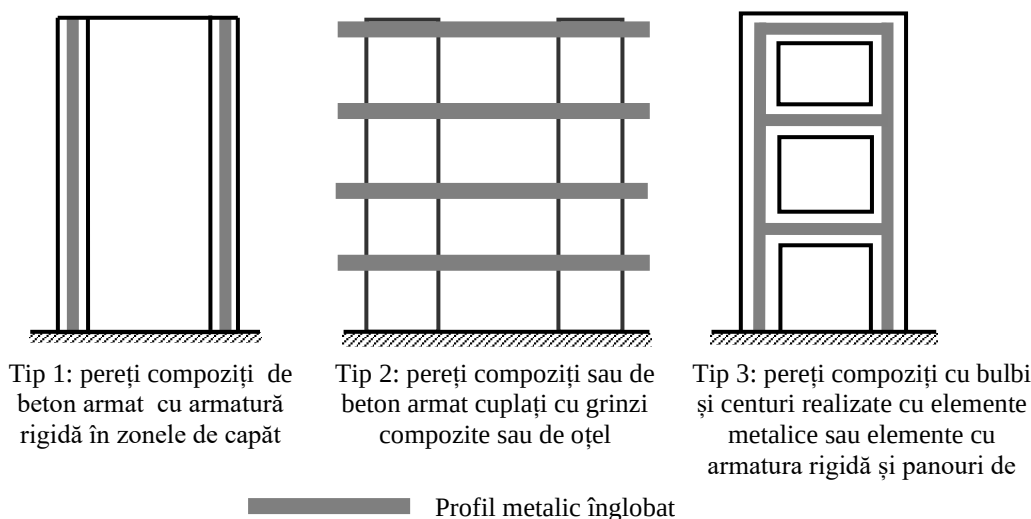


Figura 7.1 Reprezentare exemplificativă - tipuri de structuri cu pereți compoziți

(2) Clădirile cu structuri compozite pot avea sisteme structurale diferite pe cele două direcții principale orizontale ortogonale. În proiectarea structurii se utilizează regulile de proiectare specifice fiecărui sistem structural, pe direcția corespunzătoare.

(3) Prin excepție de la (2), pentru structurile compozite cu flexibilitate mare la torsiune se utilizează același tip de sistem structural pe cele două direcții ortogonale.

(4) Dacă în lungul unei direcții principale orizontale, clădirea are un sistem structural principal este alcătuit din două tipuri, la proiectarea structurii pe direcția considerată se utilizează valoarea cea mai mică a factorului de comportare corespunzătoare celor două tipuri de structuri.

(5) Structurile care nu îndeplinesc condiția de la 4.2.2.1, (3), se încadrează în categoria structurilor cu flexibilitate mare la torsiune indiferent de tipul sistemului structural definit conform 7.2.2, (1).

(6) Toate componentele structurale principale, indiferent de tipul sistemului structural, sunt proiectate pentru aceeași clasă de ductilitate.

7.2.3 Mecanismul plastic

(1) Pentru structurile proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM, răspunsul seismic favorabil se realizează prin formarea unui mecanism plastic cu capacitate optimă de disipare a energiei indusă de acțiunea seismică orizontală.

(2) La sistemele structurale tip cadru necontravântuit, mecanismul plastic se formează prin dezvoltarea zonelor plastice la capetele grinzilor și la baza stâlpilor, imediat deasupra secțiunii încastrare convențională. Fac excepție structurile în cadre cu un singur nivel la care zonele plastice se pot dezvolta la ambele capete ale stâlpilor.

(3) Pentru sistemele structurale de tip cadru cu contravânturi centrice, mecanismul plastic se formează prin dezvoltarea zonelor plastice în diagonale întinse sau în diagonale întinse și comprimate, înainte de formarea articulațiilor plastice în grinzi sau de pierderea stabilității generale în grinzi și stâlpi.

(4) În cazul sistemelor structurale de tip cadru cu contravânturi excentrice, mecanismul plastic se formează prin dezvoltarea zonelor plastice de încovoiere și/sau de forfecare în barele disipative, înaintea cedării îmbinărilor, a curgerii sau flambajului grinzilor și a stâlpilor. Barele disipative vor fi din oțel și se clasifică conform capitolului 6.

(5) La sistemele structurale tip pendul inversat, mecanismul plastic se formează prin dezvoltarea unei articulații plastice la baza elementului structural vertical, imediat deasupra secțiunii de încastrare convențională.

(6) La sistemele structurale de tip pereți structurali compoziți, mecanismul plastic se formează prin dezvoltarea zonelor plastice la baza pereților compoziți, imediat deasupra secțiunii de încastrare convențională, și la capetele grinzilor de cuplare, dacă există.

(7) La sistemele structurale de tip dual, pereți structurali și cadre compozite, mecanismul plastic se formează prin dezvoltarea zonelor plastice la capetele grinzilor, la baza pereților și a stâlpilor compoziți, imediat deasupra secțiunii de încastrare convențională.

(8) Pentru controlul mecanismului plastic, proiectarea se realizează în acord cu principiile metodei ierarhizării capacităților de rezistență - metoda de proiectare la capacitate.

(9) Infrastructurile și fundații răspund în domeniul elastic la acțiunea cutremurului de proiectare corespunzătoare stării limită ultime.

7.2.4 Factori de comportare

7.2.4.1 Starea limită ultimă

(1) Valorile maxime ale factorului de comportare pentru acțiuni seismice orizontale pentru verificări la starea limită ultimă se aleg conform prevederilor din [Tabelul 7.1](#).

Tabelul 7.1 Valori maxime ale factorului de comportare pentru acțiuni seismice orizontale

Tipuri de structuri compozite	Valoarea maximă a factorului de comportare		
	Clasa de ductilitate		
	DCH	DCM	DCL
(a) Cadre compozite fără contravântuiri:	$4,50 \alpha_u / \alpha_1$	$3,0 \alpha_u / \alpha_1$	1,50
(i) Cadre cu un nivel	$\alpha_u / \alpha_1 = 1,10$		
(ii) Cadre cu o deschidere și mai multe niveluri și pereți cuplați	$\alpha_u / \alpha_1 = 1,20$		
(iii) Cadre cu mai multe deschideri și niveluri	$\alpha_u / \alpha_1 = 1,30$		
(b) Cadre compozite contravântuite:			
(i) cu contravântuiri cu diagonale întinse	4,00	2,50	1,50
(ii) cu contravântuiri cu diagonale în V	2,50	2,00	1,50

(iii) cu contravântuiri excentrice $\alpha_u/\alpha_1 = 1,20$	$5,00\alpha_u/\alpha_1$	3,00	1,50
(c) Structuri de tip pendul invers	$2,00\alpha_u/\alpha_1$	2,00	1,50
(i) Zone disipative la baza stâlpilor $\alpha_u/\alpha_1 = 1,00$			
(d) Structuri cu pereți structurali compoziți	$4,00 \alpha_u/\alpha_1$	$3,0 \alpha_u/\alpha_1$	1,50
(i) pereți compoziți cu zone de capăt compozite și inimă de beton armat	$\alpha_u/\alpha_1 = 1,10$		
(ii) pereți compoziți sau de beton armat cuplați cu grinzi de oțel sau compozite	$\alpha_u/\alpha_1 = 1,20$		
(iii) pereți compoziți alcătuiți din panouri de beton armat și cadre de înrămare de oțel sau de beton armat cu armătură rigidă	$\alpha_u/\alpha_1 = 1,20$		
(e) Structuri compozite sensibile la torsiune	3,00	2,00	1,50

(2) Valoarea raportului dintre forța orizontală capabilă a structurii și forța orizontală corespunzătoare curgerii primului element structural, α_u/α_1 , îndeplinește condiția:

$$1,00 \leq \alpha_u/\alpha_1 \leq 1,30 \quad (7.1)$$

(3) Valoarea raportului α_u/α_1 , pentru clădiri din clasa de importanță și expunere la cutremur a III-a sau a IV-a, se determină conform prevederilor din [Tabelul 7.1](#) sau prin calcul static neliniar.

(4) Pentru clădirile din clasa de importanță și expunere la cutremur I sau a II-a valoarea raportului α_u/α_1 se determină prin calcul static neliniar. Valoarea rezultată din calcul se limitează superior la 1,30. În cazul în care raportul α_u/α_1 nu se determină prin calcul static neliniar acesta se consideră egal cu 1,00.

(5) În structurilor proiectate pentru DCM sau DCH care au în alcătuire pereți de beton, valoarea maximă a factorului de comportare se multiplică cu factorul k_w definit la [5.2.4.1](#), [\(6\)](#).

(6) În cazul unei clădiri neregulate, valoarea maximă a factorului de comportare se reduce conform prevederilor [4.5.1.1](#).

(7) Valoarea factorului de comportare rezultat din aplicarea prevederilor acestui paragraf se limitează inferior la 1,00.

7.2.4.2 Starea limită de serviciu

(1) Valoarea factorului de comportare pentru acțiuni seismice orizontale pentru verificări la starea limită de serviciu este egală cu 1,50.

7.2.5 Efecte locale cauzate de interacțiunea cu pereții nestructurali

(1) Pentru evaluarea efectelor locale cauzate de interacțiunea cu componentele nestructurale se aplică prevederile de la [5.2.5](#).

7.2.6 Fundații și infrastructuri

(1) La proiectarea infrastructurilor și fundațiilor se aplică prevederile reglementărilor tehnice specifice împreună cu prevederile suplimentare date în acest capitol.

(2) Prevederi suplimentare privind proiectarea infrastructurilor și fundațiilor pentru construcții cu pereți compoziți sunt date în reglementare tehnică CR 2-1-1.1.

7.2.7 Modelarea pentru calcul

(1) Pentru clădirile cu structura de beton, la calculul valorii de proiectare a acțiunii seismice, fracțiunea din amortizarea critică a clădirii, ζ , pentru toate modurile de vibrație, se consideră egală cu 4%:

$$\zeta = 4\% \quad (7.2)$$

(2) Rigiditatea secțiunilor compozite având beton în zona comprimată se calculează pentru determinarea valorilor eforturilor secționale prin transformarea lor în secțiuni echivalente, cu considerarea unui coeficient de echivalență

$$n = E_a / E_{cm} \quad (7.3)$$

unde:

E_a și E_{cm} sunt modulul de elasticitate al oțelului și modulul de elasticitate al betonului pentru încărcări de scurtă durată.

(3) În calculul rigidității secțiunilor compozite, contribuția betonului întins se neglijează.

(4) În cazul grinzilor compozite, se pot considera două rigidități la încovoiere: $E_a I_1$ pentru zona de moment pozitiv, cu luarea în considerare a lățimii efective de placă în zonă comprimată, și $E_a I_2$ pentru zona de moment negativ, cu considerarea armăturii din lățimea efectivă de placă întinsă, unde I_1 și I_2 sunt momentele de inerție ale secțiunilor echivalente de oțel în zona de moment pozitiv și respectiv negativ.

(5) Lățimea efectivă a plăcii pentru calculul rigidității se determină conform prevederilor din [Tabelul 7.2](#).

Tabelul 7.2 Lățimea efectivă parțială a plăcii grinzilor compozite în zona nodurilor b_e

b_e	Condiții de alcătuire din zona nodului grindă- stâlp	b_e pentru calculul momentului capabil M_{Rd} (plastic)	b_e pentru calculul rigidității EI (elastic)
A. Stâlp interior	Există sau nu grindă transversală cu armătură suplimentară A_T și A_S	Pentru M^- : 0,1l Pentru M^+ : 0,075l	

B1. Stâlp exterior	Există o grindă marginală transversală rezemată pe stâlp în care se ancorează armăturile longitudinale, cu conexiune totală cu placa și armături suplimentare în placă A_T și A_S ,	Pentru M^- : $0,1l$ Pentru M^+ : $0,075l$	Pentru M^- : $0,05l$ Pentru M^+ : $0,0375l$
B2. Stâlp exterior	Există o fâșie de placă în consolă față de stâlp în care armăturile longitudinale se ancorează cu bucle și armături suplimentare	Pentru M^- : $0,1l$ Pentru M^+ : $b_c/2 + 0,7h_c/2$ sau $h_c/2 + 0,7b_c/2$	
B3. Stâlp exterior	Există un dispozitiv adițional fixat de talpa stâlpului cu o lățime b_{el} mai mare decât lățimea tălpilor stâlpului b_c , iar armăturile longitudinale din placă nu sunt ancorate	Pentru M^- : 0 Pentru M^+ : $b_c/2 \leq b_{e,max}$ $b_{e,max} = 0,05l$	Pentru M^- : 0 Pentru M^+ : $0,0375l$
B4. Stâlp exterior	Nu există element transversal sau armăturile longitudinale nu sunt ancorate de stâlp	Pentru M^- : 0 Pentru M^+ : $b_c/2$ sau $h_c/2$	Pentru M^- : 0 Pentru M^+ : $0,025l$

unde:

M^- , M^+ indică situațiile de calcul ale valorii lățimii efective parțiale de placă b_e (în zona de moment negativ și respectiv pozitiv). Pentru momentul negativ, betonul plăcii fiind fisurat, lățimea efectivă parțială de placă b_e cuprinde armăturile întinse care intervin în determinarea momentului capabil și a rigidității.

l deschiderea interax a grinzii;

b_c lățimea stâlpului perpendiculară pe axa grinzii;

h_c înălțimea secțiunii stâlpului;

b_{el} lățimea elementului suplimentar sudat de stâlp;

A_S și A_T armăturile suplimentare amplasate în placă în zona stâlpului (A_S armătura longitudinală și A_T armătura transversală). Relațiile de calcul pentru aceste armături și pentru rezultanta eforturilor de compresiune din placă sunt date în Anexa C din SR EN 1998-1.

(6) Se poate realiza un calcul simplificat al rigidității grinzii considerând pentru întreaga grindă compozită un moment de inerție echivalent constant egal cu:

$$I_{eq} = 0,6I_1 + 0,4I_2 \quad (7.4)$$

unde I_1 și I_2 sunt definite conform (4).

(7) Pentru stâlpii compoziți, rigiditatea echivalentă se calculează cu relația:

$$(EI)_c = 0,9(EI_a + 0,5E_{cm}I_c + E_s I_s) \quad (7.5)$$

unde

I_a, I_c, I_s sunt momentele de inerție ale secțiunilor de armătură, de beton și respectiv de oțel rigid.

7.3 Criterii de performanță seismică

7.3.1 Generalități

(1) Prevederile acestei secțiuni se aplică structurii principale, cu rol în echilibrarea acțiunii seismice.

(2) La proiectarea seismică a structurilor compozite, prevederile date în această secțiune se aplică împreună cu prevederile specifice celorlalte reglementări tehnice pentru proiectarea clădirilor compozite, conform [7.1.1](#), [\(2\)](#).

7.3.2 Rezistență

(1) Clădirile de compozite îndeplinesc condiția de rezistență la acțiuni orizontale prevăzută la 4.3.2.1.

(2) Valoarea de proiectare a capacității de rezistență este mai mare sau egală cu valoarea de proiectare a efortului din secțiunea considerată. Această condiție este îndeplinită pentru toate componentele structurale principale, pe toată lungimea acestora.

(3) În cazul componentelor seismice principale solicate la încovoiere, cu sau fără forță axială, și forță tăietoare sunt îndeplinite condițiile:

$$M_{pl,Rd} \geq M_{Ed} \quad (7.6)$$

$$0,50V_{pl,Rd} \geq V_{Ed} \quad (7.7)$$

unde

$M_{pl,Rd}$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență la încovoiere;

M_{Ed} valoarea de proiectare a momentului încovoiitor;

$V_{pl,Rd}$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență la forță tăietoare;

V_{Ed} valoarea de proiectare a forței tăietoare.

(4) În cazul componentelor seismice principale solicate la încovoiere cu forță axială, valoarea de proiectare a capacității de rezistență la moment încovoiitor este determinată ținând seama de valoarea de proiectare a forței axiale și a forței tăietoare. Evaluarea se face distinct pentru fiecare direcție și sens de acțiune seismică.

(5) Contravântuirile și elementele disipative din oțel ale cadrelor contravântuite cu contravântuiri centrice sau excentrice se proiectează conform capitolului 6.

(6) În cazul componentelor seismice principale solicate la forță axială centrică, condiția de rezistență este asigurată prin limitarea efortului axial normalizat conform prevederilor acestei reglementări tehnice.

(7) Stabilitatea, rezistența și rigiditatea la acțiuni seismice orizontale a structurilor nu este asigurată prin răspunsul la torsiune a componentelor structurale. Rezistența și rigiditatea la torsiune a componentelor structurale se neglijează în proiectarea seismică. Pot face excepție unele sistemele structurale de tip pendul inversat unde răspunsul la torsiune a componentelor structurale este necesar pentru asigurarea stabilității,

rezistenței și rigidității la acțiuni seismice și capacitatea de rezistență la torsiune trebuie verificată explicit.

7.3.3 Transferul de eforturi și deformații între oțel și beton

(1) Pentru manifestarea acțiunii compozite pe tot domeniul de solicitare, se asigură transferul de eforturi și de deformații între componenta din oțel și componenta din beton armat prin aderență, frecare sau prin conectori. Atingerea valorilor de proiectare ale momentelor capabile la încovoiere cu forță axială și ale forței tăietoare capabile ale elementelor compozite este condiționată de asigurarea unei conlucrări eficiente între componenta din beton armat și cea din oțel.

(2) Pentru calculul valorii de proiectare a lunecării longitudinale capabile prin aderență și frecare τ_{Rd} între componentele de oțel și beton se utilizează următoarele valori de proiectare ale efortului tangențial (valori din SR EN 1994-1-1 multiplicare cu 0.5):

- 0,33 N/mm², pentru secțiuni de oțel total înglobate având acoperirea mai mare sau egală cu 100 mm;
- 0,10 N/mm², pentru tălpile profilelor parțial înglobate;
- 0, pentru inimile profilelor parțial înglobate;
- 0,275 N/mm², pentru interiorul țevelor circulare umplute cu beton;
- 0,20 N/mm², pentru interiorul țevelor rectangulare umplute cu beton.

(3) Valorile de proiectare ale forțelor de lunecare se consideră egale cu valorile asociate mecanismului de disipare multiplicare cu un coeficient parțial de siguranță $\gamma_{Rd} = 1,20$.

(4) În cazul grinzilor de oțel compozite cu placă de beton armat, se neglijează aderența dintre beton și talpa secțiunii din oțel, în preluarea eforturilor tangențiale, lunecarea fiind preluată în întregime de conectori.

(5) La stâlpii compoziți se asigură repartizarea reacțiunilor verticale transmise de grinzi în noduri între componentele de beton armat și oțel, repartizarea realizându-se proporțional cu rigiditatea acestor componente.

(6) În cazul stâlpilor compoziți la care aderența și frecarea nu pot asigura integral transferul de eforturi tangențiale asociate mecanismului de disipare, prin depășirea valorilor de proiectare ale eforturilor tangențiale date la 7.3.3, (2), se dispun conectori care asigură conectarea totală și preluarea forțelor de lunecare de proiectare.

7.3.4 Ductilitate

(1) Clădirile compozite se realizează astfel încât să îndeplinească condițiile de ductilitate sub acțiunea seismică orizontală date la 4.3.1.2.

7.3.5 Stabilitate

(1) Clădirile compozite se realizează astfel încât să îndeplinească condițiile de stabilitate sub acțiunea seismică date la 4.3.1.3.

7.3.6 Rigiditate

- (1) Clădirile compozite îndeplinesc condițiile de rigiditate sub acțiunea seismică orizontală date la [4.3.2](#).
- (2) Valoarea de proiectare a deplasării relative de nivel admisă este stabilită conform prevederilor [4.3.2.1](#), (2).

7.4 Valori de proiectare ale eforturilor

- (1) Acest capitol conține prevederi privind determinarea valorilor de proiectare ale eforturilor care se dezvoltă în componentele structurale principale pentru verificări de rezistență.

7.4.1 Clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM

- (1) Valoarea de proiectare a unui efort cauzat de acțiunea seismică este egală cu valoarea maximă a acelui efort care se dezvoltă ca urmare a incidenței acțiunii seismice de proiectare.
- (2) La stabilirea valorilor de proiectare ale eforturilor, altele decât cele care produc deformațiile în zonele plastice corespunzătoare mecanismului optim, eforturile care produc deformații plastice în zonele critice se determină prin multiplicarea valorilor de proiectare ale capacităților de rezistență cu un coeficient parțial de siguranță care evaluează incertitudinile din modelul de calcul al capacității de rezistență, cauzate în principal de efectul de consolidare post-elastică a oțelului, γ_{Rd} .
- (3) Valorile de proiectare ale eforturilor se determină prin:
 - (a) transformarea eforturilor rezultate din calculul structurii efectuat printr-o metodă de calcul static liniar, pentru a cuantifica neliniaritatea răspunsului structural cauzat de acțiunea seismică de proiectare, în acord cu principiile metodei de ierarhizare a capacităților de rezistență;sau,
 - (b) direct, prin calcul neliniar.
- (4) Determinarea valorilor de proiectare ale eforturilor din componentele structurale principale, pe baza eforturilor rezultate din calculul structurii printr-o metodă de calcul static liniar, se realizează conform prevederilor din capitolele [5](#) și/sau [6](#).

7.4.1.1 Grinzi

- (1) Valorile de proiectare ale momentelor încovoietoare în zonele plastice ale grinzilor se determină prin calculul structurii în gruparea seismică.
- (2) Valorile de proiectare ale momentelor încovoietoare din grinzi în zona de răspuns elastic se stabilesc din echilibrul grinzii în situația formării zonelor plastice, considerând și încărcările care acționează transversal pe axul grinzii din gruparea seismică.
- (3) Valorile forțelor tăietoare se stabilesc din echilibrul grinzii în situația formării mecanismului plastic, considerând încărcările care acționează transversal pe axul grinzii din gruparea seismică, conform prevederilor capitolului [5](#), în cazul grinzilor compozite de beton armat cu armătură rigidă, și conform prevederilor capitolului [6](#), pentru grinzile din oțel compozite cu plăci de beton armat.

7.4.1.2 Stâlpi.

(1) Pentru stâlpii compoziți din beton armat realizați cu profile înglobate ai cadrelor fără contravântuiri valorile de proiectare ale eforturilor se determină cu relațiile prevăzute la [5.4.1.2](#).

(2) Pentru stâlpii compoziți din țevă umplută cu beton sau cu secțiune din oțel parțial înglobată care fac parte din structuri în cadre necontravântuite sau contravântuite, cu contravântuiri centrice sau excentrice, eforturile secționale de proiectare se determină conform prevederilor capitolului [6](#).

7.4.1.3 Noduri

(1) Valoarea de proiectare a forței tăietoare din nod se stabilește din echilibrul acestuia în situația formării mecanismului plastic, în mod distinct fiecare sens de acțiune seismică și pentru fiecare direcție de calcul.

7.4.1.4 Pereți și grinzi de cuplare

(1) Valorile de proiectare ale eforturilor pentru pereți și grinzi de cuplare se stabilesc conform prevederilor CR 2-1-1.1.

7.4.1.5 Diafragme

(1) Prevederile din acest paragraf sunt aplicate la stabilirea eforturilor de proiectare în diafragmele constituite de planșeele solicitate la încărcări în planul median.

(2) Valorile de proiectare ale eforturilor în diafragme se stabilesc pe baza eforturilor asociate mobilizării mecanismului plastic de ansamblu al structurii, ținându-se seama de imprecizia calculului.

(3) Eforturile într-o diafragmă se stabilesc considerând echilibrul acesteia sub acțiunea forțelor orizontale și a valorilor de proiectare ale forțelor tăietoare din elementele structurale care încarcă diafragma în direcție orizontală.

7.4.1.6 Infrastructuri și fundații

(1) Valorile de proiectare ale eforturilor și deformațiilor în elementele infrastructurii se stabilesc considerând echilibrul acestora sub eforturile de legătură cu suprastructura și eforturile de rezemare pe teren.

(2) La proiectarea infrastructurii și fundațiilor se consideră valorile maxime ale eforturilor de legătură cu suprastructura, corespunzătoare situației formării mecanismului plastic, și încărcările care acționează direct asupra acestora.

(3) Valorile de proiectare ale eforturilor și deformațiilor în elementele infrastructurii se stabilesc considerând interacțiunea teren-structură.

(4) În cazul elementelor cu fundații izolate, valorile de proiectare ale eforturilor de la baza zonei critice a acestora, E_{Fd} , se determină prin transformarea valorilor eforturilor rezultate din calculul static liniar cu ecuația:

$$E_{Fd} = E_{F,G} + \gamma_{Rd} \Omega E_{F,E} \quad (7.8)$$

unde:

$E_{F,G}$ efortul secțional produs de alte acțiuni decât acțiunea seismică care sunt incluse în gruparea seismică;

- $E_{F,E}$ efortul secțional rezultat din calculul la acțiunea seismică de proiectare;
- Ω factor de suprarezistență la încovoiere al peretelui;
- γ_{Rd} coeficient parțial de siguranță care ține seama de incertitudinea cuprinsă în evaluarea capacității de rezistență, care se alege conform relației (5.9).

(5) Prevederi suplimentare privind stabilirea valorilor de proiectare ale eforturilor pentru clădiri cu structura cu pereți de compoziți sunt date în reglementarea tehnică CR 2-1-1.1.

7.4.2 Clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCL

(1) Valorile de proiectare ale eforturilor secționale se determină conform 5.4.2.

7.5 Capacitate de rezistență

7.5.1 Grinzi

(1) Calculul capacităților de rezistență la încovoiere și forță tăietoare a grinzilor se face pe baza prevederilor specifice din standardul românesc SR EN 1994-1-1, împreună cu prevederile suplimentare date în acest paragraf.

(2) În zonele critice ale grinzilor compozite sunt îndeplinite următoarele condiții:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1,00 \quad (7.9)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 0,15 \quad (7.10)$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,50 \quad (7.11)$$

unde:

M_{Ed}, N_{Ed}, V_{Ed} valorile de proiectare ale eforturilor secționale din grindă;

$N_{pl,Rd}, M_{pl,Rd}, V_{pl,Rd}$ valorile de proiectare ale eforturilor capabile plastice ale grinzii;

(3) Valorile de proiectare ale eforturilor capabile ale grinzilor compozite se determină în conformitate cu prevederile din SR EN 1994-1-1.

7.5.1.2 Grinzi din oțel compozite cu plăci de beton armat

(1) Pentru calculul capacității de rezistență la încovoiere, lățimea activă a plăcii $b_{eff,Rd}$ se determină conform tabelului Tabelul 7.3.

Tabelul 7.3 Lățimea activă de placă pentru calcul capacității de rezistență plastică a grinzilor de oțel cu placa de beton

Efort în placă	Poziția stâlpului	Element transversal	$b_{eff,Rd}$
Întindere	Interior	Armatură transversală în placă	b_{eff}
Întindere	Exterior	Armatură longitudinală ancorată într-o grindă de fațadă sau în zona de	b_{eff}

		placă în consolă și armătură transversală în placă	
Întindere	Exterior	Fără armătură longitudinală ancorată într-o grindă de fațadă sau în zona de placă în consolă și armătură transversală în placă	0.0
Compresiune	Interior/Exterior	Există grinzi transversale cu conectori și armătură transversală în placă	b_{eff}
Compresiune	Interior/Exterior	Nu există grinzi transversale cu conectori, dar există armătură transversală în placă	$b_d + 0.7h_c$
Compresiune	Exterior (cadre perimetrale)	Nu există grinzi transversale cu conectori, dar există armătură transversală în placă	b_c

unde

b_{eff} lățimea activă de calcul definită conform SR EN 1994-1-1;

b_c lățimea stâlpului perpendiculară pe axul grinzii care intră în nod;

h_c înălțimea stâlpului.

(2) Dacă placa este deconectată total de grinzi în jurul unui stâlp pe o zonă circulară cu diametrul $2b_{eff}$, unde b_{eff} valoarea cea mai mare a lățimilor active a grinzilor care intră în nod, atunci capacitatea de rezistență plastică la încovoiere se determină considerând doar profilul metalic.

(3) Placa se consideră deconectată total dacă nu există contact între placă și orice element dispus pe direcție transversală.

Notă: Astfel de elemente pot fi stâlpi, conectori, gusee etc.

(4) În zonele disipative ale grinzilor, se dispun în placă bare pentru asigurarea integrității plăcii și asigurarea transferului de eforturi de la grindă la stâlp. Modul de calcul și de detaliere este dat în anexa C din SR EN 1998-1.

7.5.1.3 Grinzi compozite din beton armat cu armătură rigidă

(1) Pentru proiectarea grinzilor compozite de beton armat cu armătură rigidă se îndeplinesc prevederile SR EN 1994-1-1 și prevederile din capitolele 5 și/sau 6, dacă nu contravin prevederilor din acest capitol.

(2) Lățimea efectivă de placă pentru calculul grinzilor la starea limita de rezistență la încovoiere se stabilește în conformitate cu 5.5.1.1. Armăturile din placă se consideră active la moment negativ dacă sunt plasate pe lățimea b_{eff} și dacă sunt corespunzător ancorate.

(3) Pentru verificarea la forță tăietoare a grinzilor, forța tăietoare de proiectare V_{Ed} se distribuie între secțiunea de beton armat, $V_{Ed,c}$, și oțel, $V_{Ed,a}$, în raport cu valorile momentelor de proiectare capabile ale acestor componente, $M_{Rd,c}$ și oțel $M_{Rd,a}$.

(4) Relațiile pentru calculul valorilor de proiectare ale eforturilor capabile $M_{pl,Rd}$, ale grinzilor compozite sunt date în SR EN 1994-1-1.

(5) $V_{pl,Rd,c}$ și $V_{pl,Rd,a}$ se determină în conformitate cu prevederile capitolelor 5 și/sau 6. Verificarea capacității de rezistență la forță tăietoare se realizează cu relațiile:

$$\frac{V_{Rd,a}}{V_{pl,Rd,a}} \leq 0,5 \quad (7.12)$$

$$\frac{V_{Ed,c}}{V_{pl,Rd,c}} \leq 1,00 \quad (7.13)$$

(6) În structurile proiectate pentru clasa DCM sau DCH, se consideră zone critice, zonele de la extremitățile grinzilor cu lungimea $l_{cr} = 1,50h_w$ măsurată de la fața stâlpilor sau zonele de aceeași lungime situate deoparte și de alta a unei secțiuni din câmpul grinzii în care se atinge $M_{pl,Rd}$, unde h_w este înălțimea inimii grinzii.

7.5.2 Stâlpi

7.5.2.1 Stâlpi compoziți din beton armat cu armătură rigidă

(1) Valorile de proiectare ale eforturilor pentru stâlpii compoziți se determină conform prevederilor de la 5.4.1.2.

(2) În zonele critice ale stâlpilor compoziți din beton armat cu armătură rigidă se îndeplinesc următoarele condiții:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1,0 \quad (7.14)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 0,3 \quad (7.15)$$

$$\frac{V_{Ed,c}}{V_{pl,Rd,c}} \leq 1,0 \quad (7.16)$$

$$\frac{V_{Ed,a}}{V_{pl,Rd,a}} \leq 0,5 \quad (7.17)$$

(3) Valorile de proiectare ale eforturilor se determină astfel încât să se favorizeze dezvoltarea mecanismului favorabil de disipare a energiei seismice. La un anumit nivel, momentele din stâlpi și grinzi se pot redistribui în condițiile realizării echilibrului de nod și a păstrării constante a forței tăietoare de nivel.

Valorile de proiectare ale capacității de rezistență la moment încovoietor, $M_{pl,Rd}$, ale stâlpilor compoziți se determină conform prevederilor SR EN 1994-1-1.

(4) Valoarea de proiectare a capacității de rezistență la forță tăietoare $V_{pl,Rd}$ a unui stâlp se determină ca suma valorilor de proiectare ale capacității de rezistență ale componentelor de beton armat, $V_{pl,Rd,c}$, și oțel, $V_{pl,Rd,a}$, determinate conform capitolelor 5 și/sau 6 din această reglementare tehnică.

Forța tăietoare care acționează un stâlp compozit se distribuie între secțiunea de beton armat, $V_{Ed,c}$, și oțel, $V_{Ed,a}$, în raport cu valorile de proiectare ale momentelor încovoietoare ale acestor componente, $M_{Rd,c}$ și oțel $M_{Rd,a}$.

7.5.2.2 Stâlpi compoziți din țevă umplută cu beton

(1) Pentru proiectarea stâlpilor din țevi de oțel umplute cu beton sau umplute și înglobate în beton se respectă prevederile din SR EN1994-1-1, paragraful 6.7.

(2) În cazul componentelor structurale principale cu rol disipativ realizate din țevi umplute cu beton, valoarea de proiectare a capacității de rezistență la forță tăietoare a stâlpului se determină luând în considerare în calcul numai contribuția secțiunii de oțel sau numai contribuția miezului de beton armat, considerând țeava de oțel ca armătură transversală.

7.5.2.3 Stâlpi compoziți cu secțiunea din oțel parțial înglobată în beton armat

(1) Pentru proiectarea stâlpilor cu secțiunea din oțel parțial înglobată în beton armat se respectă prevederile din SR EN1994-1-1.

(2) În cazul componentelor structurale principale cu rol disipativ, valoarea de proiectare a capacității de rezistență la forță tăietoare se determină considerând în calcul numai contribuția secțiunii de oțel. Fac excepție cazurile în care sunt luate măsuri speciale de mobilizare a capacității de rezistență la forță tăietoare a betonului armat prin realizarea de legături transversale între beton și elementul de oțel.

7.5.3 Noduri de cadru

(1) Pentru proiectarea nodurilor compozite și hibride se respectă prevederile din capitolele 5 și/sau 6.

(2) Nodurile compozite sunt dimensionate cu un grad de asigurare superior zonelor disipative ale elementelor adiacente astfel încât deformațiile neliniare să se dezvolte în acestea.

(3) În timpul acțiunii seismice este asigurată integritatea betonului comprimat al plăcii din jurul stâlpilor prin prevederea de armături suplimentare. Armăturile din placă, amplasate în zona nodurilor, respectă condițiile de alcătuire prevăzute în Anexa C din SR EN 1998-1.

(4) La proiectarea îmbinărilor cu sudură sau cu șuruburi a elementelor în nod se îndeplinește condiția:

$$R_d > 1,5R_{fy} \quad (7.18)$$

unde

R_d valoarea de proiectare a eforturilor capabile ale îmbinării;

R_{fy} valoarea de proiectare a eforturilor capabile ale elementelor disipative care se îmbină.

(5) În cazul nodurilor compozite grindă – stâlp la care panoul de oțel al nodului este total înglobat în beton, capacitatea de rezistență a nodului se calculează ca sumă a contribuției betonului armat și a panoului de oțel din nod care se determină conform prevederilor din capitolele 5 și/sau 6, dacă sunt îndeplinite următoarele condiții:

$$0,6 \leq h_b/h_c \leq 1,4 \quad (7.19)$$

$$V_{j,Ed} \leq V_{j,Rd} \quad (7.20)$$

unde:

h_b și h_c sunt dimensiunile panoului nodului egale cu înălțimea secțiunii de oțel a grinzii și respectiv a stâlpului;

$V_{j,Ed}$ valoarea de proiectare a forței tăietoare din nod, asociată formării articulațiilor plastice în zonele critice ale grinzilor compozite adiacente, calculată în raport cu valorile de proiectare ale capacității de rezistență la moment încovoietor ale componentelor din beton armat, $M_{Rd,c}$, și oțel, $M_{Rd,a}$, considerând și factorul de suprarezistență al oțelului.

$V_{j,Rd}$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență la forță tăietoare a nodului compozit.

Valoarea de proiectare a capacității de rezistență la forță tăietoare a nodului, $V_{j,Rd}$, se determină ca suma valorilor de proiectare ale capacităților de rezistență la forță tăietoare ale componentelor de beton armat, $V_{j,Rd,c}$, și de oțel, $V_{j,Rd,a}$, ale nodului, determinate conform capitolelor 5 și/sau 6 din această reglementare tehnică.

(6) La proiectarea nodurilor compozite alcătuite din grinzi de oțel compozite cu plăci de beton armat și stâlpi compoziți sau de beton armat sunt aplicate următoarele măsuri:

- (a) la fața stâlpului sunt amplasate rigidizări verticale;
- (b) forța tăietoare din grinzi se distribuie între armăturile verticale suplimentare sudate de talpa grinzii și secțiunea de oțel a stâlpului.

(7) La proiectarea nodurilor hibride alcătuite din grinzi de oțel sau compozite și stâlpi de beton armat sunt aplicate următoarele măsuri:

- (a) grinda de oțel trece continuă prin nod;
- (b) la fața stâlpului sunt dispuse rigidizări verticale;
- (c) în apropierea rigidizărilor verticale din noduri sunt dispuse în stâlpi armături verticale suplimentare sudate de tălpile grinzii, având o valoarea de proiectare a capacității de rezistență la întindere egală cu forța tăietoare de proiectare a grinzii de oțel. Betonul din zona acestor armături este confinat cu armătură transversală care îndeplinește condițiile din paragraful 7.6.3.1.

(8) Nodurile hibride alcătuite din stâlpi de beton armat și grinzi de oțel nu sunt utilizate pentru structuri din clasele DCH și DCM.

7.5.4 Pereți compoziți

(1) Pentru calculul valorilor de proiectare ale capacităților de rezistență și pentru alcătuirea pereților compoziți se respectă prevederile din capitolele 5 și/sau 6 și din reglementarea tehnică CR 2-1-1.1.

(2) În cazul pereților compoziți se consideră că forța tăietoare este preluată integral de inima de beton armat a peretelui iar momentul încovoietor de ansamblul peretelui.

(3) Transferul eforturilor tangențiale între zonele de la extremitățile peretelui și panoul din beton armat al inimii peretelui se realizează prin conectori, prin bare sudate de secțiunea de oțel sau bare trecute prin găurile armăturii rigide.

7.6 Reguli de alcătuire

- (1) Componentele structurale principale respectă condițiile de alcătuire date în acest paragraf.
- (2) Geometria secțiunii, a armării și a supleților profilelor de oțel se stabilesc coroborat astfel încât cedarea secțiunilor din încovoiere, cu sau fără forță axială, să nu se producă prin zdrobirea betonului comprimat înainte de curgerea profilului de oțel sau a armăturii longitudinale întinse. Această condiție se aplică pentru grinzi, stâlpi și pereți pentru structurile din clasele DCH și DCM.
- (3) Prevederile privind calitatea materialelor, alcătuirea și armarea componentelor structurale principale sunt stabilite diferențiat pentru zonele critice și pentru zonele curente.
- (4) Lungimea și poziția zonelor critice ale componentelor structurale principale se stabilește diferențiat în funcție de tipul elementului, starea de solicitare și clasa de ductilitate, în acord cu prevederile acestui paragraf. Partea din element care este situată în afara zonelor critice se consideră zonă curentă.

7.6.1 Calitatea materialelor

- (1) Pentru beton și pentru oțelul armăturilor se respectă prevederile din capitolul 5, iar pentru oțelul profilelor metalice se respectă prevederile din capitolul 6.
- (2) Clasa maximă de beton este C40/50.

7.6.2 Suplețea pereților secțiunilor de oțel care alcătuiesc elementele compozite

- (1) Zonele comprimate ale elementelor compozite cu secțiunea de oțel neînglobată în beton respectă condițiile de suplețe prevăzute în capitolul 6 al acestui cod. În cazul zonelor disipative ale elementelor compozite cu secțiunea de oțel înglobată în beton, suplețea este mai mică sau egală cu limitele maxime prevăzute în [Tabelul 7.4](#).

Notă: Ductilitatea elementelor compozite disipative solicitate la compresiune și încovoiere este condiționată de evitarea fenomenelor de instabilitate locală a elementelor de oțel. De aceea se impune limitarea supleței pereților secțiunilor de oțel.

- (2) Limitele maxime ale raportului c/t_f date în [Tabelul 7.4](#) pot fi mărite dacă sunt utilizate detaliile speciale de conectare ale tălpilor prevăzute în paragraful [7.6.2](#).

Tabelul 7.4 Limitele maxime ale supleței pereților secțiunilor de oțel ale elementelor compozite în funcție de factorul de comportare q

Clasa de ductilitate a structurii	DCH	DCM
Factorul de comportare q	$q \geq 3,50$	$1,50 < q < 3,50$
Tălpile secțiunilor I sau H parțial înglobate (c/t_f)	9ε	14ε
Secțiuni de țevi rectangulare umplute cu beton (h/t)	24ε	38ε
Secțiuni de țevi circulare umplute cu beton (d/t)	80ε ²	85ε ²
Tălpile secțiunilor I sau H ale elementelor BAR (c/t_f)	23ε	35ε
Inimile secțiunilor I sau H ale elementelor BAR sau parțial înglobate în beton (d/t_w)	96ε	150ε
Țevi rectangulare umplute și înglobate în beton (h/t)	72ε	100ε

Țevi circulare înglobate și umplute cu beton (d/t)	$150\varepsilon^2$	$180\varepsilon^2$
$\varepsilon=(235/f_y)^{0.5}$		

unde:

c/t_f reprezintă raportul dintre lățimea aripilor tălpii și grosimea ei;

d/t_w raportul dintre înălțimea și grosimea inimii secțiunii din oțel;

d/t raportul între dimensiunea exterioară maximă și grosimea peretelui țevii,

f_y valoarea caracteristică a limitei de curgere a oțelului (în N/mm^2)

ε factor de corecție care se stabilește cu relația:

$$\varepsilon=(235/f_y)^{0.5} \quad (7.21)$$

7.6.2.2 Grinzi din oțel compozite cu plăci de beton armat

(1) Grinzile compozite se proiectează considerând un grad de conectare totală sau parțială conform prevederilor SR EN 1994-1-1. Gradul de conectare minim η , definit conform EN 1994-1-1, este mai mare decât 0,80 iar capacitatea de rezistență a conectorilor pentru zonele de moment negativ este mai mare decât capacitatea la întindere a capacității de rezistență a armăturilor.

(2) Dacă se folosesc conectori neductili, se realizează conectarea totală între grinda de oțel și placa de beton armat.

(3) Rezistența conectorilor calculată conform SR EN 1944-1-1 se reduce prin înmulțire cu 0,75.

(4) Pentru asigurarea ductilității, în zonele disipative se limitează înălțimea relativă a zonei comprimate a secțiunii grinzii compozite, x/h_b , astfel încât să fie îndeplinită condiția:

$$\frac{x}{h_b} < \frac{\varepsilon_{cu2}}{\varepsilon_{cu2} + \varepsilon_{ud}} \quad (7.22)$$

unde

ε_{cu2} deformația specifică ultimă a betonului ținând cont de confinare, $\varepsilon_{cu2} = 0,0045$;

ε_{ud} valoarea de proiectare a deformației specifice ultime a oțelului.

(5) Condiția de ductilitate impusă prin relația (7.22) se consideră îndeplinită dacă înălțimea relativă a zonei comprimate a secțiunii grinzii compozite, x/h_b , este mai mică decât valorile prevăzute în [Tabelul 7.5](#).

Tabelul 7.5 Valori maxime ale înălțimii relative a zonei comprimate de beton, x/h_b , pentru asigurarea ductilității grinzilor din oțel compozite cu placă de beton armat

Clasa de ductilitate	q	f_y (N/mm^2)	Valori maxime x/h_b
DCM		355	0,27

	$1,50 < q \leq 4,00$	235	0,36
DCH	$q > 4,00$	355	0,20
		235	0,27

(1) În cazul structurilor din DCH pentru care coeficientul de comportare este mai mic de 5,00 se vor considera pentru limitele pentru clădirile din clasa DCM.

7.6.2.3 Grinzi compozite din beton armat cu armătură rigidă

(1) În structurile disipative, se consideră zone critice, zonele de la extremitățile grinzilor cu lungimea $l_{cr} = 1,50h_b$, unde h_b este înălțimea secțiunii transversale a grinzii, măsurată de la fața stâlpilor sau zonele de aceeași lungime situate deoparte și de alta a unei secțiuni din câmpul grinzii în care se atinge $M_{pl,Rd}$ în combinațiile seismice de proiectare.

(2) Asigurarea cerințelor de ductilitate locală în aceste zone se realizează respectând condițiile de la [5.7.3.1](#).

(3) Armatura longitudinală îndeplinește prevederile date la [5.7.3.1.1](#).

(4) Armatura transversală îndeplinește prevederile date la [5.7.3.1.2](#).

7.6.3 Stâlpi

7.6.3.1 Stâlpi compoziți din beton armat cu armătură rigidă

(1) În structurile compozite disipative, zonele de la extremitățile stâlpilor se proiectează ca zone disipative pentru care se iau măsuri de asigurare a ductilității.

(2) Lungimea zonelor critice ale stâlpilor compoziți se calculează cu relațiile:

$$l_{cr} \geq \max(1,5h_c; l_{cl}/6; 600 \text{ mm}) \text{ pentru DCH} \quad (7.23)$$

$$l_{cr} \geq \max(h_c; l_{cl}/6; 450 \text{ mm}) \text{ pentru DCM} \quad (7.24)$$

unde:

h_c înălțimea secțiunii stâlpului compozit

l_{cl} lungimea liberă a stâlpului.

(3) Dacă $l_{cl}/h_c < 3$, întreaga lungime a stâlpului se consideră critică.

(4) În zonele critice ale stâlpilor compoziți, dacă relația [\(7.15\)](#) nu este îndeplinită, pentru a asigura o capacitate de rotire plastică suficientă se dispune o armătură transversală de confinare astfel încât să se obțină o ductilitate secțională cel puțin egală cu ductilitatea secțională obținută dacă este îndeplinită condiția menționată anterior.

(5) Armatura longitudinală îndeplinește prevederile date la [5.7.3.2.1](#).

(6) Armatura transversală îndeplinește prevederile date la [5.7.3.2.2](#).

(7) În zonele disipative, diametrul etrierilor de confinare d_{bw} pentru împiedicarea flambajului local al tălpii comprimate respectă condiția:

$$d_{bw} \geq \left(\frac{b_f t_f}{8} \right) \left[\left(\frac{f_{ydf}}{f_{ydw}} \right) \right]^{0.5} \quad (7.25)$$

unde:

b_f, t_f lăţimea şi grosimea tălpii;

f_{yaf}, f_{ydw} valorile de proiectare ale rezistenţei la curgere a oţelului tălpii şi respectiv a armăturii transversale.

(8) În zonele critice distanţa între două bare longitudinale consecutive legate la colţ de etrieri sau cu agrafe este mai mică sau egală cu 200 mm, pentru clasa de ductilitate DCM, şi 150 mm, pentru clasa de ductilitate DCH.

(9) Prevederile constructive privind ancorajul şi înnădirea armăturilor stâlpilor compoziţi vor fi aceleaşi cu cele date în capitolul 5 pentru stâlpii de beton armat.

(10) Acoperirea cu beton a armăturii rigide este mai mare sau egală cu 75 mm pentru elemente de clasa DCM şi 100 mm pentru elemente din clasa DCH.

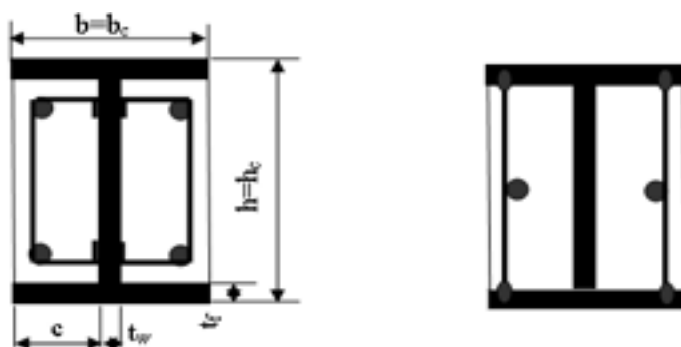
7.6.3.2 Stâlpi compoziţi din ţeavă umplută cu beton

(1) Relaţia între clasa de ductilitate şi supleţea limită a pereţilor ţevii este dată în [Tabelul 7.4](#).

7.6.3.3 Stâlpi compoziţi cu secţiunea din oţel parţial înglobată în beton armat

(1) În zonele critice ale elementelor compozite cu secţiunea de oţel parţial înglobată în beton, distanţele s între armăturile transversale satisfac condiţiile prevăzute la 5.7.3.2.2 şi în SR EN 1994-1-1.

(2) În cazul stâlpilor la care sunt prevăzute armături suplimentare sudate de tălpi pentru limitarea flambajului local la distanţa s_l măsurată în lungul stâlpului, conform reprezentării din [Figura 7.2](#), b, unde s_l îndeplineşte condiţia $s_l < 0,50c$, atunci limitele raportului c/t_f date în [Tabelul 7.4](#) pot fi majorate cu 50%. În cazul în care s_l îndeplineşte condiţia $0,50c \leq s_l < c$, limitele raportului c/t_f pot stabilite prin interpolare liniară între valorile maxime prevăzute în [Tabelul 7.4](#) şi cele corespunzătoare majorării cu 50%.



a) etrieri sudați de inimă b) bare drepte sudate de tălpi

Figura 7.2 Armătura transversală a elementelor compozite parțial înglobate în beton

(3) Diametrul armăturilor suplimentare prevăzute conform (2) este mai mare sau egal cu 8 mm şi îndeplineşte condiţia [\(7.25\)](#).

(4) Armăturile suplimentare se sudează de tălpi la ambele capete, iar rezistența sudurilor este mai mare decât valoarea de proiectare a rezistenței la întindere a armăturilor. Aceste armături au acoperirea cu beton cuprinsă între 20 mm și 40 mm.

7.6.4 Noduri de cadru

(1) La proiectarea nodurilor compozite alcătuite din grinzi de oțel compozite cu plăci de beton armat și stâlpi compoziți sau de beton armat sunt luate următoarele măsuri:

- la fața stâlpului sunt amplasate rigidizări verticale;
- forța tăietoare din grinzi se distribuie între armăturile verticale suplimentare sudate de talpa grinzii și secțiunea de oțel a stâlpului.

(2) La proiectarea nodurilor hibride alcătuite din grinzi de oțel sau compozite și stâlpi de beton armat se aplică următoarele condiții de alcătuire:

- grinda de oțel trece continuu prin nod;
- la fața stâlpului dispun rigidizări verticale;
- în apropierea rigidizărilor verticale se dispun în stâlpi armături verticale suplimentare sudate de tălpile grinzii, având valoarea de proiectare a capacității de rezistență la întindere mai mare sau egală decât valoarea de proiectare a forței tăietoare din grinda de oțel. Betonul din zona acestor armături este confinat cu armătură transversală care îndeplinește condițiile din paragraful [7.6.3.1](#).

(3) Nodurile hibride alcătuite din stâlpi de beton armat și grinzi de oțel nu se utilizează pentru structuri din clasele DCH și DCM.

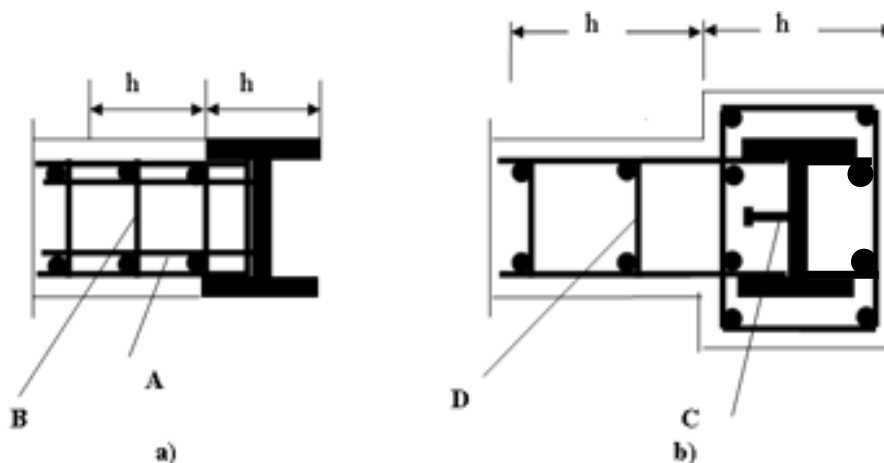
7.6.5 Pereți compoziți

(1) La proiectarea pereților compoziți se aplică regulile de alcătuire și armare date în reglementarea tehnică CR 2-1-1.1.

(2) Panourile de beton armat ale pereților compoziți respectă prevederile de alcătuire constructivă și de dimensionare ale pereților de beton armat date în cap 5.

(3) Zonele de la extremitățile secțiunii pereților cu armatură rigidă total înglobată în beton se proiectează conform prevederilor de la [7.6.3.1](#).

(4) Zonele de la extremitățile secțiunii pereților cu armatură rigidă cu înglobare parțială în beton se proiectează conform prevederilor de la [7.6.3.3](#).

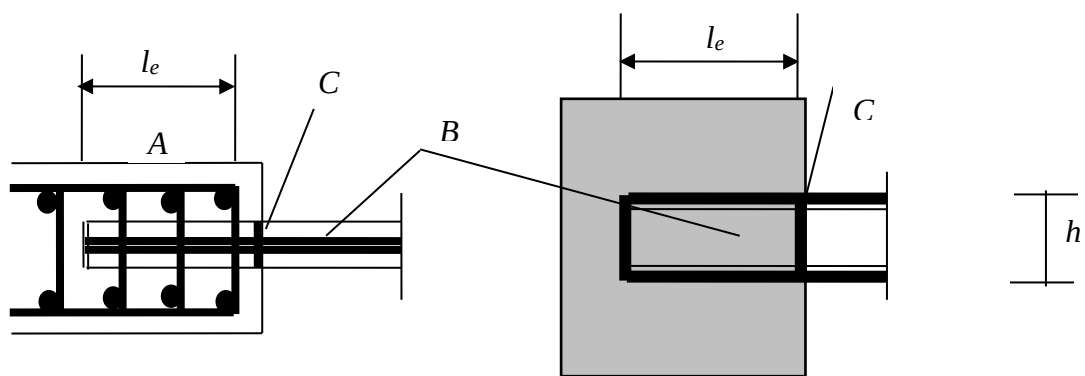


- a) Element de capăt parțial înglobat în beton utilizat în sisteme de tip 1
 b) Element de capăt total înglobat în beton utilizat în sisteme de tip 1
 A = bare sudate de stâlp B = armătură transversală
 C = conectori D = agrafe

Figura 7.3 Detalii pentru zonele de capăt ale pereților compoziți

- (5) Transferul eforturilor tangențiale între zonele de la extremitățile peretelui și panoul din beton armat al inimii peretelui se realizează prin conectori, prin bare sudate de secțiunea de oțel sau bare trecute prin găurile armăturii rigide.
- (6) Ringlele de cuplare de oțel sau compozite cu placă de beton armat au o lungime de înglobare suficientă în peretele din beton armat, capabilă să transmită peretelui momentele și forțele tăietoare de proiectare ale grinzii de cuplare. Lungimea de înglobare l_e se măsoară de la primul rând de armătură al zonelor de capăt (Figura 7.4). Lungimea de înglobare este mai mare sau egală cu $1,50h$, unde h este înălțimea grinzii de cuplare.
- (7) În zona de înglobare a grinzii de cuplare se dispun în perete armături verticale sudate de tălpile grinzii cu capacitatea de rezistență la întindere egală cu valoarea de proiectare a capacității de rezistență la forță tăietoare a grinzii. $2/3$ din aria acestei armături se amplasează în prima jumătate a lungimii de înglobare. Armătura se prelungește simetric deasupra și dedesubtul tălpilor grinzii de cuplare cu o lungime egală cu lungimea de ancoraj. În această zonă armătura transversală respectă condițiile date în 7.6.3.2.
- (8) În cazul clasei de ductilitate DCM armătura de confinare a elementelor de capăt ale pereților compoziți se dispune pe o distanță egală cu h , iar pentru clasa de ductilitate DCH aceasta distanță se extinde pe lungimea peretelui la $2h$, dar cel puțin pe o distanță de $0.15l_w$. (h este înălțimea secțiunii elementului de capăt în planul peretelui, vezi Figura 7.3, iar l_w este lungimea peretelui).
- (9) Conectarea panoului de oțel cu cadrul de înrămare se realizează continuu cu sudură sau cu șuruburi.
- (10) Grosimea minimă de înglobare în beton a panoului de oțel este de 200 mm, cu cel puțin 100 mm pe fiecare parte a panoului.
- (11) Procentul minim de armare al betonului de înglobare este egal cu 0.25%, pe ambele direcții.
- (12) Conectarea între panoul de oțel și betonul de înglobare se realizează cu conectori sudați sau cu agrafe care trec prin găuri practicate în panoul de oțel.

Golurile din panoul de oțel al inimii peretelui compozit sunt rigidizate.



A=Armătură suplimentară a peretelui în zona de înglobare a grinzii de oțel
 B = Grindă de cuplare de oțel C = Rigidizări verticale

Figura 7.4 Grinzi de cuplare de oțel ale pereților de beton armat și detalii de înglobare pentru clasa de ductilitate DCH

8 Structuri din zidărie

8.1 Generalități

8.1.1 Obiect și domeniu de aplicare

(1) Acest capitol conține prevederi pentru proiectarea la acțiunea seismică a clădirilor în care structurile principale conțin pereți realizați din zidărie, care constituie componente structurale principale, numite în continuare structuri din zidărie.

(2) Pentru proiectarea clădirilor cu structură din zidărie la alte tipuri de acțiuni decât cea seismică se utilizează reglementările tehnice specifice și, după caz, standardele române din seria SR EN 1996-1.

8.1.2 Definiții

(1) Termenii specifici acestui capitol sunt:

Buiandrug: element de construcție alcătuit dintr-o grindă din beton armat, din zidărie, din metal sau din lemn, așezat deasupra unui gol dintr-un perete din zidărie pentru a susține porțiunea de zidărie de deasupra sa;

Centură: element de confinare pentru zidărie dispus în direcție orizontală, solicitat predominant la întindere sub acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime;

Grindă: componentă structurală, solicitată preponderent la moment încovoietor și forță tăietoare, la care efortul axial mediu normalizat este mai mic decât 0,10, având raportul dintre deschiderea liberă și înălțimea secțiunii transversale mai mare decât 3.

Intersecție între pereți: loc unde se încrucișează doi sau mai mulți pereți; intersecțiile sunt, de regulă, în formă de cruce sau în forma literelor „T” sau „L”.

Perete (perete structural): componentă structurală verticală, realizată din zidărie, având raportul dintre lungimea secțiunii transversale și grosimea inimii acesteia mai mare sau egal decât 4.

Perete cuplat: perete, parte dintr-un ansamblu de elemente verticale, de care acesta este conectat prin rigle de cuplare, astfel încât forța axială care se dezvoltă în perete, ca urmare a încărcărilor orizontale, asigură preluarea a cel puțin 30% din momentul de răsturnare al ansamblului, în faza de mecanism plastic, pe direcția de calcul.

Perete izolat: perete conectat de restul structurii prin elemente orizontale, plăci sau grinzi, cu rigiditate și rezistență mică la încovoiere.

Perete cu comportare de montan: perete cu rigiditate și capacitate de rezistență semnificativ mai mare decât cele ale componentelor structurale orizontale cu care este conectat, astfel încât este de așteptat ca atingerea capacității de rezistență să se producă numai la baza acestuia.

Perete cu comportare de șpalet: perete cu rigiditate similară sau mai mică decât cea a componentelor structurale orizontale cu care este conectat, astfel încât este de așteptat ca atingerea capacității de rezistență din încovoiere să se producă la partea de jos sau la partea de sus a acestuia.

Notă: Peretele cu comportare de șpalet poate fi considerat ca având rotirea blocată la ambele capete, pentru calculul seismic în planul său.

Riglă de cuplare: element structural orizontal, având raportul dintre deschiderea liberă și înălțimea secțiunii transversale mai mic sau egal cu 3, conectat rigid la capete cu două elemente structurale verticale.

Stâlpișor: element de confinare pentru zidărie dispus în direcție verticală, solicitat predominant la întindere sau compresiune la acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime;

Structură din zidărie nearmată - simplă: structură cu pereți din zidărie care nu conține o cantitate suficientă de armătură pentru a fi considerată ca zidărie armată;

Structură din zidărie armată: structură cu pereți din zidărie în care bare sau plase de armătură sunt înglobate în mortar sau în beton astfel încât toate materialele să conlucreze pentru a rezista efectelor acțiunilor;

Structură din zidărie confinată: structură cu pereți din zidărie care înglobează elemente de confinare din beton armat sau zidărie armată dispuse în direcție verticală și orizontală.

Structură din zidărie confinată cu armătură în rosturi: structură din zidărie confinată la care în rosturile orizontale ale zidăriei sunt dispuse armături.

Zidărie: ansamblu de elemente pentru zidărie așezate după un model stabilit și legate între ele prin mortar.

Zidărie executată în ștrepi: zidărie confinată la care elementele pentru zidărie la marginea stâlpișorului nu sunt aliniate pe verticală, de la un rând la altul, ci decalate cu minim 5 cm, astfel încât să se creeze pene din beton pentru conlucrarea zidăriei cu betonul din stâlpișori.

8.2 Principii de proiectare

8.2.1 Generalități

- (1) Clădirile cu structura din zidărie se proiectează astfel încât să se obțină o comportare spațială.
- (2) Structura principală a clădirilor cu structura din zidărie este alcătuită din planșee și pereți.
- (3) Pereții din zidărie care sunt componente structurale principale se dispun aliniați cu două direcții orizontale ortogonale; aceștia se conectează între ei la intersecții și de planșeele adiacente lor.
- (4) Efortul axial de compresiune normalizat cauzat de acțiunile neseismice corespunzătoare combinației seismice de proiectare în pereții din zidărie care sunt componente structurale principale, calculat folosind valoarea caracteristică a rezistenței la compresiune a zidăriei, se limitează conform relației:

$$\nu_i = \frac{N_{Ed,i}}{A_{p,i} \cdot f_k} \leq 0,2 \quad (8.1)$$

unde

i indicele peretelui din zidărie pe direcția considerată;

$N_{Ed,i}$ forța axială în peretele i , cauzată de acțiunile neseismice corespunzătoare combinației seismice de proiectare;

f_k valoarea caracteristică a rezistenței la compresiune a zidăriei;

$A_{p,i}$ aria secțiunii orizontale a peretelui i , corespunzătoare forței axiale $N_{Ed,i}$.

(5) Efortul axial de compresiune normalizat cauzat de acțiunile neseismice corespunzătoare combinației seismice de proiectare în pereții de zidărie care sunt componente structurale secundare, calculat folosind valoarea caracteristică a rezistenței la compresiune a zidăriei, se limitează superior la 0,40.

(6) Clădirile cu structura din zidărie se realizează cu respectarea cumulativă a următoarelor prevederi:

(a) la clădiri etajate, distanța măsurată pe verticală dintre planșee este mai mică sau egală cu 4,00 m;

(b) diafragmele și prinderile pereților din zidărie de acestea sunt realizate astfel încât împiedică deplasarea pereților pe direcție perpendiculară pe planul lor;

(c) pereții, grinzile, centurile și/sau diafragmele sunt conectate între ele;

(d) grinzile, centurile și/sau diafragmele sunt realizate astfel încât să reziste efectelor acțiunilor și să transmită efectele acțiunilor pereților de care sunt conectate.

8.2.2 Clase de ductilitate

(1) Clădirile din zidărie se proiectează pentru clasa de ductilitate DCL sau DCM.

(2) Se pot proiecta pentru clasa de ductilitate DCM numai clădirile care au planșeele realizate ca diafragme rigide.

(3) Pot fi proiectate pentru clasa de ductilitate DCM numai clădirile cu structura din zidărie confinată cu elemente din beton armat și clădirile cu structura din zidărie confinată cu elemente din beton armat și cu armătură de oțel în rosturi, dacă sunt respectate integral prevederile specifice din acest capitol.

(4) Clădirile cu structura din zidărie nearmată se proiectează pentru clasa de ductilitate DCL.

(5) Clădirile care au alt tip de sistem structural din zidărie decât cele menționate (3) și (4) se proiectează pentru clasa de ductilitate DCL.

(6) Prin excepție de la (5), se pot proiecta pentru clasa de ductilitate DCM clădiri cu structura din zidărie care nu se îndeplinesc prevederea de la (2) și/sau prevederea de (3), pe baza unor reglementări tehnice specifice care să conțină prevederi privind proiectarea seismică a acestora în acord cu prevederile capitolelor 1-4 din această reglementare tehnică.

8.2.3 Mecanismul plastic

(1) Pentru structurile proiectate pentru clasa de ductilitate DCM, răspunsul seismic favorabil este condiționat de formarea unui mecanism plastic cu capacitate optimă de disipare a energiei induse de acțiunea seismică orizontală.

(2) Deformațiile plastice favorabile ale componentelor structurale principale se produc datorită depășirii deformației specifice de curgere a armăturilor ductile întinse ca urmare a încovoierii componentelor structurale, cu sau fără forță axială.

(3) La sistemele structurale cu pereți din zidărie, mecanismul plastic favorabil se formează prin apariția deformațiilor plastice favorabile în pereți și la capetele riglelor de cuplare, dacă acestea există și au o configurație care permite dezvoltarea deformațiilor plastice favorabile la capetele lor.

Notă: În funcție de configurația unui perete, acesta poate avea o comportare de montant sau de șpalet; articulațiile plastice pot apărea, la un anumit nivel, la cote diferite în pereți diferiți.

Notă: În multe configurații uzuale pentru clădirile din zidărie, riglele de cuplare au o capacitate de deformare plastică din încovoiere redusă.

(4) Pentru controlul mecanismului plastic, proiectarea se realizează în acord cu principiile metodei ierarhizării capacităților de rezistență - metoda de proiectare la capacitate.

(5) Prin ierarhizarea capacităților de rezistență trebuie asigurate, la incidența acțiunii seismice de proiectare, capacități de rezistență ale elementelor structurale mai mari decât eforturile care pot produce ruperi de tip fragil cum sunt:

- (a) ruperea la forță tăietoare în secțiuni înclinate;
 - (b) ruperea la forțe de lunecare, în lungul rosturilor sau în lungul altor secțiuni prefisurate;
 - (c) ruperea ancorajelor armăturilor.
- (6) Infrastructurile și fundațiile se realizează astfel încât să răspundă în domeniul elastic la acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime.

8.2.4 Factori de comportare

8.2.4.1 Starea limită ultimă

(1) Acest paragraf conține prevederi pentru stabilirea valorii maxime a factorului de comportare, q , pentru acțiuni seismice orizontale.

(2) Valorile maxime ale factorului de comportare, q , se determină pentru fiecare direcție orizontală ortogonală a clădirii.

Notă: Se pot considera valori diferite pentru cele două direcții orizontale ortogonale.

(3) Pentru clădirile proiectate pentru clasa de ductilitate DCL, valoarea maximă a factorului de comportare, q , este egală cu:

- (a) 1,00, în cazul clădirilor cu diafragme semi-rigide sau flexibile;
- (b) 1,50, în cazul clădirilor cu diafragme rigide.

(4) Pentru clădirile proiectate pentru clasa de ductilitate DCM, valoarea maximă a factorului de comportare, q , este mai mică sau egală cu 3,50.

(5) Pentru clădirile proiectate în clasa de ductilitate DCM, cu regularitate în plan orizontal și în plan vertical, valorile maxime ale factorului de comportare, q , se aleg conform prevederilor din tabelul [Tabelul 8.1](#), în funcție de modul de conformare a structurii pe direcția de acțiune seismică și de tipul zidăriei.

Tabelul 8.1 Valori maxime ale factorului de comportare, q

Modul de conformare a structurii	Tipul zidăriei	q
	Zidărie confinată	3,00

Există cel puțin 6 pereți de lungimi diferite pe direcția de acțiune seismică	Zidărie confinată armată în rosturi	3,50
Există cel mult 5 pereți de lungimi diferite pe direcția de acțiune seismică	Zidărie confinată	2,00
	Zidărie confinată armată în rosturi	2,50

(6) În cazul clădirilor neregulate în plan orizontal sau în plan vertical valoarea maximă a factorului de comportare, q , se reduce conform prevederilor de la [4.5.1.1](#).

(7) În aplicarea prevederii de la [\(5\)](#), se consideră că pereții de pe o direcție au lungimi diferite dacă lungimea oricărui perete principal, pe direcția de acțiune seismică, este mai mică decât 80% din lungimea celui mai lung perete principal din acea direcție. În această evaluare se exclud 20% dintre pereții principali de pe acea direcție care au lungimea cea mai mare.

Notă: în aplicarea acestei prevederi, prin lungimea unui perete se înțelege lungimea inimii secțiunii orizontale.

Notă: numărul pereților care se exclud se obține prin raportarea procentului de 20% la numărul total de pereți structurali principali pe direcția de calcul și rotunjire superioară la primul număr întreg.

(8) Valorile maxime ale factorului de comportare date în [Tabelul 8.1](#) se reduc cu 20% dacă lungimea totală a inimilor celor mai lungi 20% dintre pereții structurali principali pe o direcție este mai mare decât 40% din lungimea totală a inimilor pereților structurali principali pe acea direcție.

(9) Valoarea maximă a factorului de comportare rezultat din aplicarea prevederilor acestui paragraf se limitează inferior la 1,00.

8.2.4.2 Starea limită de serviciu

(1) Valoarea factorului de comportare pentru acțiuni seismice orizontale pentru verificări la starea limită de serviciu este egală cu 1,50 pentru clădirile proiectate în clasa de ductilitate DCM și 1,00 pentru clădirile proiectate în clasa de ductilitate DCL.

8.2.5 Modelare pentru calcul

(1) Stabilirea eforturilor și deformațiilor cauzate de acțiunea seismică în clădirile cu structura din zidărie se face prin calcul structural de ansamblu, pe modele tridimensionale.

(2) Prin excepție de la [\(1\)](#), în cazul clădirilor cu structura din zidărie, stabilirea eforturilor și deformațiilor cauzate de acțiunea seismică se poate face pe modele plane – unidirecționale, dacă sunt îndeplinite cumulativ următoarele condiții:

- (a) clădirea este încadrată în clasa a III-a sau a IV-a de importanță și expunere la cutremur;
- (b) clădirea are numai 1 sau 2 niveluri supraterane;
- (c) diafragmele orizontale sunt realizate ca diafragme rigide;
- (d) pereții din zidărie sunt aliniați cu două direcții orizontale ortogonale, fără excepție, și au comportare de montan.

- (3) Pentru clădirile cu structura din zidărie, la calculul valorii de proiectare a acțiunii seismice, fracțiunea din amortizarea critică a clădirii, ξ , se consideră egală cu 8%.
- (4) Rigiditatea pereților se evaluează luând în considerare deformațiile din încovoiere, forță tăietoare și axială.
- (5) Rigiditatea pereților din zidărie care fisurează se ia egală cu 50% din rigiditatea corespunzătoare răspunsului elastic, nefisurat.
- (6) Componentele structurale orizontale din zidărie se consideră în modelul de calcul numai dacă formează cu pereții din zidărie adiacenți legătură de moment pe direcția de calcul.
- (7) Modulul de elasticitate al zidăriei unei componente structurale orizontale se calculează pe baza valorii caracteristice a rezistenței la compresiune a zidăriei din direcția de calcul.
- (8) Rigiditatea la încovoiere și forță tăietoare a unei componente structurale orizontale care fisurează poate fi considerată egală cu 25% din rigiditatea corespunzătoare răspunsului elastic – nefisurat, pentru zidăria nearmată, și 50% din rigiditatea corespunzătoare răspunsului elastic – nefisurat, pentru zidăria armată sau confinată.
- (9) Prin excepție de la (8), rigiditatea la încovoiere și forță tăietoare a unei componente structurale orizontale se poate determina pe baza prevederilor SR EN 1996-1-1.
- (10) Pentru elementele de confinare din beton armat care fisurează rigiditatea se consideră egală cu 50% din rigiditatea corespunzătoare răspunsului elastic – nefisurat.
- (11) Un element orizontal compus, realizat din zidărie și centuri sau buiandrugi din beton armat, poate fi modelat ca două sau mai multe elemente paralele, neglijând conlucrarea dintre ele.
- (12) Pentru diafragme, modelul trebuie să exprime rigiditatea reală a acestora, cu excepția situației când diafragmele sunt rigide. Criteriile de încadrare a diafragmelor în rigide, semi-rigide sau flexibile sunt date la 4.2.6.
- (13) Un planșeu din beton armat monolit cu grosimea de minim 100 mm sau un planșeu cu elemente prefabricate și suprabetonare de minim 80 mm grosime poate fi considerat rigid, dacă este armat continuu pe ambele direcții și la ambele fețe cu un coeficient de armare cu armătură întinsă mai mare de 0,002 și armăturile sunt ancorate în centurile sau grinzile de reazem.
- (14) Diafragmele semi-rigide se modelează minimal prin elemente finite de suprafață cu comportare de membrană sau prin sisteme de tip bielă comprimată – tirant.
- (15) Contribuția diafragmelor flexibile la răspunsul structural de ansamblu la acțiuni seismice poate fi neglijată în calculul structurii, cu excepția masei oscilante aferentă acestora care se distribuie pereților de reazem.
- (16) Pentru calculul structurii prin metoda de calcul static neliniar se utilizează legi constitutive simplificate particularizate pentru fiecare componentă structurală în parte.
- (17) Pentru calculul neliniar, pereții pot fi modelați utilizând o lege de răspuns biliniară forță-deplasare, elastică-perfect plastică, în care rigiditatea corespunde proprietăților secțiunii fisurate, iar zona de palier se extinde până la θ_{NC} , unde θ_{NC} este deplasarea relativă de nivel în apropiere de colaps. După θ_{NC} , rezistența la forțe

orizontale a pereților trebuie să scadă la o valoare reziduală, care poate fi considerată egală cu 0. Se poate presupune că pereții își păstrează capacitatea la forță axială și după θ_{NC} .

(18) Pentru calculul neliniar, capacitatea de rezistență la încovoiere și forță tăietoare a elementelor orizontale din zidărie armată sau confinată și a centurilor din beton armat poate fi calculată neglijând efectul forței axiale. Relația forță tăietoare-rotirea corzii poate fi considerată elastică-perfect plastică. Componentele structurale orizontale și centurile pot fi modelate cu comportare elastică-perfect plastică la compresie, având o capacitate de deformare nelimitată. La întindere, componentele structurale orizontale din zidărie nearmată pot fi modelate cu o comportare elastică cu rupere casantă; elementele orizontale din zidărie armată sau confinată și centurile pot fi modelate cu o comportare elastică-perfect plastică cu o capacitate de deformare nelimitată.

(19) Pentru calculul neliniar, plăcile și diafragmele pot fi modelate ca având comportare elastică.

8.3 Criterii de performanță seismică

8.3.1 Generalități

(1) Prevederile acestei secțiuni se aplică structurii principale, cu rol în echilibrarea acțiunii seismice.

8.3.2 Rezistență

- (1) Pereții se verifică atât pentru efecte în planul lor cât și perpendicular pe plan.
- (2) Clădirile cu structura din zidărie se realizează astfel încât să respecte condiția de rezistență la acțiuni orizontale prevăzută la 4.3.2.1.
- (3) Toate componentele structurale se realizează astfel încât valoarea de proiectare a capacității de rezistență să fie mai mare sau egală cu valoarea de proiectare a efortului din secțiunea considerată. Această condiție se îndeplinește pentru toate componentele structurale principale, pe toată lungimea acestora.
- (4) În cazul componentelor seismice principale solicitate la încovoiere, cu sau fără forță axială, și forță tăietoare se îndeplinesc condițiile:

$$N_{Rd} \geq N_{Ed} \quad (8.2)$$

$$M_{Rd} \geq M_{Ed} \quad (8.3)$$

$$V_{Rd} \geq V_{Ed} \quad (8.4)$$

unde

N_{Rd} valoarea de proiectare a capacității de rezistență la compresie;

N_{Ed} valoarea de proiectare a forței axiale de compresie;

M_{Rd} valoarea de proiectare a capacității de rezistență la încovoiere;

M_{Ed} valoarea de proiectare a momentului încovoietor;

V_{Rd} valoarea de proiectare a capacității de rezistență la forță tăietoare;

V_{Ed} valoarea de proiectare a forței tăietoare.

(5) Coeficienții parțiali de siguranță pentru calculul rezistențelor de proiectare ale zidăriei la starea limită ultimă pentru gruparea seismică de încărcări se iau din [Tabelul 8.2](#)

Tabelul 8.2 Coeficienți parțiali de siguranță pentru calcul valorilor de proiectare ale rezistenței zidăriei la starea limită ultimă, în combinații seismice de proiectare

Categorია elementelor	Mortar	Tipul controlului la execuție		
		Redus	Normal	Special
Categorია I	Pentru utilizare generală, de rețetă, preparat la șantier	2,40	2,20	1,90
	Pentru utilizare generală, de rețetă, preparat industrial, semifabricat industrial	2,20	1,90	1,80
	Pentru utilizare generală sau pentru rosturi subțiri, performant	Nepermis	1,80	1,80
Categorია II	Pentru utilizare generală, de rețetă, preparat la șantier	2,70	2,50	2,20
	Pentru utilizare generală, de rețetă, preparat industrial, semifabricat industrial	2,40	2,20	2,00

8.3.3 Ductilitate

(1) Clădirile cu structura din zidărie se realizează astfel încât să îndeplinească condițiile de ductilitate sub acțiunea seismică orizontală date la [4.3.1.2](#).

(2) Valoarea de proiectare a deplasării relative de nivel admisă pentru verificări la starea limită ultimă, pentru clădiri cu pereți din zidărie, la care cel puțin un perete atinge capacitatea de rezistență la forță tăietoare înainte de a atinge capacitatea de rezistență la încovoiere, este prevăzută în [Tabelul 8.3](#).

Tabelul 8.3 Valori admisibile ale deplasării relative de nivel la starea limită ultimă – pereți care cedează la forță tăietoare

Tipul elementelor pentru zidărie	Limita deplasărilor relative de nivel		
	Zidărie nearmată	Zidărie confinată	Zidărie armată
Blocuri din argilă arsă, grupa 1	0,007	0,009	0,010
Blocuri din argilă arsă, grupa 2	0,003	0,004	0,004
Beton celular autoclavizat BCA, grupa 1	0,004	0,005	0,006
Alte elemente	0,002	0,002	0,003

(3) Valoarea de proiectare a deplasării relative de nivel admisă pentru verificări la starea limită ultimă, pentru clădiri cu structura din zidărie la care toți pereții ating capacitatea de rezistență la încovoiere înainte de a atinge capacitatea de rezistență la forță tăietoare, este prevăzută în [Tabelul 8.4](#).

Tabelul 8.4 Valori admisibile ale deplasării relative de nivel la starea limită ultimă – pereți care cedează la încovoiere

Tipul elementelor pentru zidărie	Limita deplasărilor relative de nivel		
	Zidărie nearmată	Zidărie confinată	Zidărie armată
Blocuri din argilă arsă, grupa 1	0,014	0,018	0,020
Blocuri din argilă arsă, grupa 2	0,006	0,008	0,008
Beton celular autoclavizat BCA, grupa 1	0,008	0,010	0,012
Alte elemente	0,004	0,004	0,006

(4) Prin excepție de la [\(2\)](#) și [\(3\)](#), se pot considera și alte valori admisibile, dacă acestea sunt specificate într-un standard românesc sau într-un agrement tehnic.

(5) Capacitatea de deformare a elementelor orizontale din zidărie nearmată în termeni de rotire a corzii, pentru verificări la starea limită ultimă, este prevăzută în [Tabelul 8.5](#).

Tabelul 8.5 Valori admisibile în termeni de rotire a corzii – elemente orizontale din zidărie nearmată

Tipul elementelor pentru zidărie	Limita de deformare
Blocuri din argilă arsă, grupa 1	0,028
Blocuri din argilă arsă, grupa 2	0,012
Beton celular autoclavizat BCA, grupa 1	0,016
Alte elemente	0,008

(6) Valoarea factorului de amplificare a deplasărilor, c , pentru verificări la starea limită ultimă este egală cu 1,50.

8.3.4 Stabilitate

(1) Clădirile cu structura din zidărie se realizează astfel încât să îndeplinească condițiile de stabilitate sub acțiunea seismică date la [4.3.1.3](#).

8.3.5 Rigiditate

(1) Clădirile cu structura din zidărie se realizează astfel încât să îndeplinească condițiile de rigiditate sub acțiunea seismică orizontală date la [4.3.2](#).

(2) Valoarea de proiectare a deplasării relative de nivel admisă pentru verificări la starea limită de serviciu este egală cu jumătate din valoarea de proiectare a deplasării relative de nivel admisă pentru verificări la starea limită ultimă.

8.4 Valori de proiectare ale eforturilor

8.4.1 Clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCM

(1) Valoarea de proiectare a unui efort cauzat de acțiunea seismică reprezintă valoarea maximă a acelui efort care se dezvoltă ca urmare a incidenței acțiunii seismice de proiectare.

- (2) Valorile de proiectare ale eforturilor se determină prin:
- (a) transformarea eforturilor rezultate din calculul structurii efectuat printr-o metodă de calcul static liniar, pentru a cuantifica neliniaritatea răspunsului structural cauzat de acțiunea seismică de proiectare, în acord cu principiile metodei de ierarhizare a capacităților de rezistență;
- sau,
- (b) direct, prin calcul neliniar.

8.4.1.1 Pereți

- (1) Valoarea de proiectare a momentelor încovoietoare din pereții solicitați la încovoiere se determină cu relația:

$$M_{Ed} = M'_{Ed} \quad (8.5)$$

unde

M_{Ed} valoarea de proiectare a momentului încovoietor;

M'_{Ed} momentul încovoietor rezultat din calculul structurii în gruparea seismică.

- (2) Valorile de proiectare ale forțelor tăietoare în pereții structurali se determină cu relația:

$$V_{Ed} = \gamma_{Rd} \Omega V'_{Ed} \quad (8.6)$$

unde:

V_{Ed} valoarea de proiectare a forței tăietoare;

V'_{Ed} forța tăietoare rezultată din calculul structurii în gruparea seismică;

γ_{Rd} factor ce ține seama de diferitele surse de suprarezistență, $\gamma_{Rd} = 1,20$;

Ω factor de suprarezistență la încovoiere a peretelui în secțiunea de calcul

$$\Omega = \frac{M_{Rd}}{M_{Ed}} \quad (8.7)$$

M_{Ed} valoarea de proiectare a momentului încovoietor;

M_{Rd} valoarea de proiectare a capacității de rezistență la încovoiere.

Valoarea produsului $\gamma_{Rd} \Omega$ din ecuația (8.6) se limitează inferior conform relației:

$$1,50 \leq \gamma_{Rd} \Omega \quad (8.8)$$

Valoarea produsului $\gamma_{Rd} \Omega$ din ecuația (8.6) se limitează superior conform relației:

$$\gamma_{Rd} \Omega \leq 1,50q \quad (8.9)$$

- (3) Valorile de proiectare ale forțelor axiale dintr-un perete structural, N_{Ed} , se stabilesc pe baza echilibrului peretelui la formarea completă a mecanismului plastic al structurii.

(4) Prin excepție de la (3), valorile de proiectare ale forțelor axiale dintr-un perete izolat se pot considera egale cu forțele axiale rezultate din calculul structurii printr-o metodă de calcul static liniar în gruparea seismică.

8.4.1.2 Grinzi și rigle de cuplare

(1) Valorile de proiectare ale momentelor încovoietoare în grinzi și rigle de cuplare în care se formează articulații plastice se consideră egale cu valorile momentelor încovoietoare rezultate din calculul structurii în gruparea seismică.

$$M_{Ed} = M'_{Ed} \quad (8.10)$$

(2) În cazul grinzilor și riglelor de cuplare care răspund elastic la acțiunea seismică de proiectare, valorile de proiectare ale momentelor încovoietoare și forțelor tăietoare se determină pe baza echilibrului eforturilor în situația formării complete a mecanismului plastic al structurii.

(3) În cazul grinzilor și riglelor de cuplare care răspund elasto-plastic la acțiunea seismică de proiectare, valorile de proiectare ale forțelor tăietoare se determină cu relația:

$$V_{Ed} = V'_{Ed,G} + qV'_{Ed,E} \quad (8.11)$$

unde:

$V'_{Ed,G}$ valoarea de proiectare a forței tăietoare rezultată din calculul structurii pentru alte acțiuni decât acțiunea seismică incluse în gruparea seismică, corespunzătoare stării limită ultime;

$V'_{Ed,E}$ valoarea de proiectare a forței tăietoare rezultată din calculul structurii pentru acțiunea seismică, inclusă în gruparea seismică, corespunzătoare stării limită ultime;

V_{Ed} valoarea de proiectare a forței tăietoare;

q factorul de comportare utilizat la determinarea forței seismice de proiectare;

(4) Prin excepție de la (3), în cazul grinzilor realizate din beton armat care răspund elasto-plastic la acțiunea seismică de proiectare, valorile de proiectare ale forțelor tăietoare în grinzi se stabilesc din echilibrul grinzii în situația formării mecanismului plastic, considerând și încărcările care acționează transversal pe axul grinzii din gruparea seismică. Valorile momentelor încovoietoare maxime care încarcă grinda la capete în situația formării mecanismului plastic, $M_{d,b}^{\square}$, se calculează cu relația:

$$M_{d,b}^{\square} = \gamma_{Rd} M_{Rd,b}^{\square} \quad (8.12)$$

$M_{Rd,b}^{\square}$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență la încovoiere a grinzii, pentru sensul de rotire corespunzător sensului de acțiune a forțelor orizontale;

γ_{Rd} coeficient parțial de siguranță egal cu 1,20.

(5) În cazul grinzilor la care se dezvoltă la capete articulații plastice, valorile de proiectare ale forțelor tăietoare se determină cu relațiile:

$$V_{Ed} = V'_{Ed,G} \pm \frac{M_{d,b}^1 + M_{d,b}^2}{l_{cl}} \quad (8.13)$$

unde:

$V'_{Ed,G}$ valoarea de proiectare a forței tăietoare rezultată din calculul structurii pentru alte acțiuni decât acțiunea seismică, care sunt incluse în gruparea seismică, corespunzătoare stării limită ultime;

l_{cl} deschiderea liberă a grinzii;

$M_{d,b}^1$ valoarea maximă a momentului încovoietor care încarcă grinda la capătul 1, în situația formării mecanismului plastic, corespunzător sensului de rotire corespunzător acțiunii seismice;

$M_{d,b}^2$ valoarea maximă a momentului încovoietor care încarcă grinda la capătul 2, în situația formării mecanismului plastic, pentru același sens de rotire ca $M_{d,b}^1$.

(6) Valorile de proiectare ale forțelor axiale dintr-o grindă sau riglă de cuplare, N_{Ed} , se stabilesc pe baza echilibrului acesteia în starea de mecanism plastic.

(7) Prin excepție de la (6), valorile de proiectare ale forțelor axiale din grinzi sau rigle de cuplare se pot considera egale cu zero.

8.4.1.3 Diafragme

(1) Valorile de proiectare ale eforturilor în diafragme sunt egale cu eforturile asociate mobilizării mecanismului plastic de ansamblu al structurii și țin seama de imprecizia calculului prin multiplicare cu un coeficient parțial de siguranță egal cu 1,20.

(2) Eforturile într-o diafragmă se stabilesc considerând echilibrul acesteia sub acțiunea forțelor orizontale și a valorilor de proiectare ale forțelor tăietoare din elementele structurale care încarcă diafragma în direcție orizontală.

(3) Prin excepție de la (2), valorile de proiectare ale eforturilor în diafragme, se pot considera egale cu eforturile rezultate din calculul static liniar al structurii, considerând efectele acțiunii seismice multiplicare cu q .

8.4.1.4 Infrastructuri și fundații

(1) Valorile de proiectare ale eforturilor și deformațiilor în elementele infrastructurii sunt obținute considerând interacțiunea teren-structură.

(2) Valorile de proiectare ale eforturilor și deformațiilor în elementele infrastructurii sunt obținute considerând echilibrul acestora sub eforturile de legătură cu suprastructura și eforturile de rezemare pe teren.

(3) La proiectarea infrastructurii și fundațiilor sunt considerate valorile maxime ale eforturilor de legătură cu suprastructura, corespunzătoare situației formării mecanismului plastic (ținând cont și de coeficienții parțiali de siguranță care cuantifică incertitudinile din modelul de calcul al capacităților de rezistență), și încărcările care acționează direct asupra acestora.

(4) În cazul pereților structurali din zidărie, valorile de proiectare ale eforturilor de la baza acestora, la nivelul secțiunii de încastrare convențională, E_{Fd} , sunt determinate prin transformarea valorilor eforturilor rezultate din calculul static liniar cu ecuația:

$$E_{Fd} = E_{F,G} + \gamma_{Rd} \Omega E_{F,E} \quad (8.14)$$

unde:

- $E_{F,G}$ efortul secțional produs de alte acțiuni decât acțiunea seismică, care sunt incluse în gruparea seismică;
- $E_{F,E}$ efortul secțional rezultat din calculul la acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime;
- γ_{Rd} factor ce ține seama de diferitele surse de suprarezistență, $\gamma_{Rd} = 1,20$;
- Ω factor de suprarezistență la încovoiere a peretelui.
- (5) Valoarea produsului $\gamma_{Rd}\Omega$ din ecuația (8.14) se limitează superior conform relației:

$$\gamma_{Rd}\Omega \leq 1,50q \quad (8.15)$$

8.4.2 Clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCL

- (1) Valorile de proiectare ale eforturilor se stabilesc pe baza eforturilor rezultate din calculul structurii printr-o metodă de calcul liniar.
- (2) Valorile de proiectare ale momentelor încovoietoare din pereți sunt egale cu cele rezultate din calculul structurii printr-o metodă de calcul liniar.
- (3) Valorile de proiectare ale momentelor încovoietoare și forțelor tăietoare din grinzi și rigle de cuplare sunt egale cu cele rezultate din calculul structurii printr-o metodă de calcul liniar.
- (4) Valorile de proiectare ale forțelor tăietoare din pereți sunt egale cu forțele tăietoare rezultate din calculul structurii printr-o metodă de calcul liniar, în gruparea seismică, înmulțite cu 1,20:

$$V_{Ed} = 1,20V'_{Ed} \quad (8.16)$$

unde:

V_{Ed} valoarea de proiectare a forței tăietoare;

V'_{Ed} valoarea forței tăietoare rezultată din calculul structurii în gruparea seismică.

- (5) Valorile de proiectare ale eforturilor în diafragme, constituite de planșeele solicitate la încărcări paralele cu planul lor median, sunt egale cu eforturile rezultate din calculul static liniar al structurii, considerând efectele acțiunii seismice înmulțite cu 1,20.
- (6) Valorile de proiectare ale eforturilor în infrastructură și fundații sunt egale cu eforturile rezultate din calculul static liniar, considerând efectele acțiunii seismice înmulțite cu 1,20.

8.5 Capacitate de rezistență

- (1) Calculul capacităților de rezistență a pereților și riglelor de cuplare care includ elemente pentru zidărie se face pe baza prevederilor specifice din reglementarea tehnică CR 6, pe baza altor reglementărilor tehnice specifice sau, în lipsa unor astfel de prevederi, pe baza prevederilor din standardul românesc SR EN 1996-1-1.
- (2) Calculul capacităților de rezistență a elementelor din beton armat, altele decât elementele de confinare, se face pe baza prevederilor specifice din standardul românesc SR EN 1992-1-1.

(3) Suplimentar față de (2), în cazul elementelor din beton armat în care se formează articulații plastice se respectă prevederile suplimentare din capitolul 5 pentru elemente din clasa de ductilitate DCM.

8.6 Alcătuire

(1) Acest paragraf conține prevederi minimale de alcătuire pentru structuri din zidărie.

(2) Prevederile acestui paragraf se aplică clădirilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCL și a celor proiectate pentru clasa de ductilitate DCM, cu excepția prevederilor în care este menționată explicit clasa de ductilitate la care se referă prevederea.

(3) Prin excepție de la (2), în cazul clădirilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCL amplasate în zone cu seismicitate mare, se aplică toate prevederile specifice clasei de ductilitate DCM.

8.6.1 Materiale

8.6.1.1 Elemente pentru zidărie

(1) La realizarea componentelor structurale din zidărie pentru structuri proiectate pentru clasa de ductilitate DCM se utilizează elemente pentru zidărie cu rezistența standardizată la compresiune, f_b , determinată conform SR EN 772-1, care îndeplinește cumulativ condițiile:

	$f_{bv} \geq 5 \text{ N/mm}^2$	(8.17)
	$f_{bh} \geq \text{maxim } (0,1f_{bv}; 1,5 \text{ N/mm}^2)$	(8.18)

unde

f_{bv} valoarea rezistenței la solicitări normale pe rostul orizontal;

f_{bh} valoarea rezistenței la solicitări paralele cu rostul orizontal, în planul peretelui;

(2) La realizarea componentelor structurale din zidărie pentru structuri proiectate pentru clasa de ductilitate DCL se utilizează elemente pentru zidărie cu rezistența standardizată la compresiune, f_b , determinată conform SR EN 772-1, care îndeplinește cumulativ condițiile:

	$f_{bv} \geq 3 \text{ N/mm}^2$	(8.19)
	$f_{bh} \geq \text{maxim } (0,1f_{bv}; 1,5 \text{ N/mm}^2)$	(8.20)

(3) În zonele cu seismicitate moderată sau mare se utilizează numai elemente pentru zidărie din categoria I, conform încadrării din reglementarea tehnică CR 6.

(4) În cazul clădirilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCM, se utilizează elemente pentru zidărie care îndeplinesc cumulativ următoarele condiții:

(a) sunt elemente din argilă arsă, care respectă cerințele de performanță din SR EN 771-1, sau elemente din beton celular autoclavizat, care respectă cerințele de performanță din SR EN 771-4;

(b) sunt elemente pentru zidărie din categoria I;

(c) sunt elemente care permit umplerea completă cu mortar a rosturilor orizontale și verticale dintre ele;

(d) sunt elemente încadrate în grupele 1 sau 2, conform prevederilor SR EN 1996-1-1, care satisfac cerințele din [Tabelul 8.6](#).

Tabelul 8.6 Proprietăți ale elementelor pentru zidărie

Caracteristică	Grupa 1	Grupa 2	
	Zonă cu seismicitate:		
	Mică, moderată sau mare	Mică	Moderată sau mare
Volumul total al golurilor (% din volumul brut)	≤ 25%	≤ 55%	≤ 45%
Volumul fiecărui gol (% din volumul brut)	≤ 12,5%	≤ 12,5%	≤ 12,5%
Valoarea declarată a grosimii pereților exteriori (mm)	-	≥ 8	≥ 12
Valoarea declarată a grosimii pereților interiori (mm)	-	≥ 5	≥ 10
Aria unui singur gol (mm ²)	-	-	≤ 1200
Pereți verticali interiori continui pe toată lungimea elementului	-	-	Da

8.6.1.2 Mortare

(1) La realizarea componentelor structurale din zidărie la clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCM se utilizează mortare cu rezistența la compresiune, stabilită conform SR EN 1015-11, care îndeplinește condiția:

$$f_m \geq 5 \text{ N/mm}^2 \quad (8.21)$$

unde f_m este valoarea medie a rezistenței la compresiune a mortarului.

(2) La realizarea componentelor structurale din zidărie la clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCL se utilizează mortare cu rezistența la compresiune, stabilită conform SR EN 1015-11, care îndeplinește condiția:

$$f_m \geq 2,5 \text{ N/mm}^2 \quad (8.22)$$

(3) La realizarea structurilor de zidărie se folosesc mortare de utilizare generală, preparate industrial, semifabricate industrial sau performante.

(4) Prin excepție de la [\(3\)](#), se poate utiliza mortar pentru utilizare generală preparat la șantier la clădirile din clasele de importanță și expunere la cutremur III și IV, cu înălțimea totală supraterană mai mică sau egală cu 8,00 m, amplasate în zone cu seismicitate mică.

(5) Prin excepție de la [\(3\)](#), se poate utiliza mortar pentru rosturi subțiri pentru clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCL cu 1 sau 2 niveluri, incluzând și mansarda, dacă există, cu înălțimea totală supraterană mai mică sau egală cu 8,00 m.

(6) Pentru clădirile proiectate în clasa de ductilitate DCM, mortarele pentru zidărie trebuie să respecte prevederile SR EN 998-2.

8.6.1.3 Zidărie

(1) La realizarea componentelor structurale din zidărie ale clădirilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCM, se utilizează zidărie având capacitățile de rezistență stabilite conform prevederilor SR EN 1052-1, SR EN 1052-2 și/sau SR EN 1052-3 mai mari sau egale cu valorile minime indicate în [Tabelul 8.7](#).

Tabelul 8.7 Rezistențe minime ale zidăriei din componentele structurale principale

Valoarea minim admisă a rezistenței zidăriei (N/mm ²)	Clasă de importanță și expunere la cutremur a clădirii	
	a III-a sau a IV-a	I sau a II-a
Rezistență caracteristică la compresiune perpendicular pe rosturile de așezare, f_k	2,50	3,00
Rezistență caracteristică la compresiune paralel cu rosturile de așezare, f_{kh}	0,65	0,80
Rezistență caracteristică inițială la forfecare, f_{vk0}	0,20	0,25

8.6.1.4 Beton

(1) Valoarea caracteristică a rezistenței la compresiune a betonului din componentele structurale principale îndeplinește condiția:

$$f_{ck} \geq 20 \text{ N/mm}^2 \quad (8.23)$$

(2) La alegerea calității betonului se iau în considerare și cerințele specifice privind durabilitatea date în reglementările tehnice specifice.

(3) Elementele din beton se realizează cu îndeplinirea prevederilor din reglementările tehnice NE 012/1 și NE 012/2.

8.6.1.5 Armături

(1) La realizarea componentelor structurale principale ale clădirilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCM se utilizează armături din oțel, de clasa B sau C de ductilitate, conform încadrării din SR EN 1992-1-1.

(2) În cazul utilizării armăturilor din oțel pentru realizarea structurilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCL, se utilizează oțel care îndeplinește cerințele de calitate din SR EN 1992-1-1.

(3) La realizarea componentelor structurale principale în condițiile precizate la [\(1\)](#) și [\(2\)](#) se utilizează numai cu bare din oțel profilat.

(4) Prin excepție de la [\(1\)](#), [\(2\)](#) sau [\(3\)](#), la realizarea componentelor structurale principale ale clădirilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCL se pot utiliza alte tipuri de armături numai pe baza unor reglementări tehnice specifice care conțin prevederi privind proiectarea seismică a structurilor pentru clădiri, în acord cu cerințele fundamentale ale proiectării seismice date în această reglementare tehnică, sau pe baza unor acorduri tehnice elaborate conform [1.1](#), [\(14\)](#).

8.6.2 Alcătuirea generală a structurilor

(1) Numărul de niveluri supraterane, situate deasupra secțiunii de încastrare convențională, se limitează conform prevederilor acestui paragraf, în acord cu tipul sistemului structural utilizat, seismicitatea amplasamentului și densitatea pereților.

(2) În aplicarea acestor prevederi, mansarda sau podul circulabil se consideră nivel suprateran.

(3) Pentru clădirile amplasate în zone cu seismicitate mică, numărul maxim admis de niveluri supraterane este egal cu 5.

(4) Pentru clădirile amplasate în zone cu seismicitate moderată sau mare, numărul maxim admis de niveluri supraterane este egal cu 4.

(5) Numărul de niveluri se limitează conform prevederilor din [Tabelul 8.8](#):

Tabelul 8.8 Prevederi privind alcătuirea structurilor din zidărie

Număr de niveluri	Seismicitate	Densitatea minimă de pereți structurali ($p\%$)		Tipul sistemului structural permis
		la primul nivel (baza clădirii)	la nivelurile superioare cu structura din zidărie	
1	Mică	3,0%	Nu este cazul	Oricare tip
	Moderată	4,0%	Nu este cazul	Oricare tip
	Mare	4,5%	Nu este cazul	Oricare tip
2	Mică	3,0%	3,0%	Oricare tip
	Moderată	4,0%	4,0%	Oricare tip
	Mare	4,5%	4,5%	Zidărie confinată sau zidărie armată
3	Mică	4,0%	3,0%	Zidărie confinată sau zidărie armată
	Moderată	5,0%	4,0%	Zidărie confinată sau zidărie armată
	Mare	5,5%	4,5%	Zidărie confinată armată în rosturi sau zidărie armată
4	Mică	5,0%	4,0%	Zidărie confinată sau zidărie armată
	Moderată	6,0%	5,0%	Zidărie confinată armată în rosturi sau zidărie armată

	Mare	7,0%	5,5%	Zidărie confinată armată în rosturi sau zidărie armată
5	Mică	6,0%	5,0%	Zidărie confinată armată în rosturi sau zidărie armată

(6) Densitatea de pereți structurali se determină cu relația:

$$p = 100 \frac{A_{min}}{S} \quad (8.24)$$

unde

p densitatea pereților structurali;

A_{min} aria minimă a inimilor pereților structurali de la un nivel, care constituie componente structurale principale, corespunzătoare celor două direcții orizontale ortogonale, care se determină cu relația:

$$A_{min} = \min (A_x; A_y)$$

A_x suma ariilor în plan orizontal ale inimilor pereților structurali, care constituie componente structurale principale, dispuse paralel cu direcția ox ;

A_y suma ariilor în plan orizontal ale inimilor pereților structurali, care constituie componente structurale principale, dispuse paralel cu direcția oy ;

S suprafața planșeului situat deasupra nivelului considerat.

(7) În aplicarea relației (8.24), la nivelul considerat, suma ariilor în plan orizontal ale inimilor pereților structurali se determină, pentru fiecare direcție în parte, în secțiunea orizontală cea mai defavorabilă, care corespunde valorii minime a sumei.

(8) În cazul clădirilor proiectate în clasa de ductilitate DCM, pereții care nu sunt paraleli cu direcțiile principale se consideră elemente structurale secundare, iar aria lor nu se consideră în aplicarea prevederii (5).

(9) În cazul clădirilor proiectate în clasa de ductilitate DCL, amplasate în zone cu seismicitate mică sau moderată, în aplicarea prevederii (5), pentru pereții care nu sunt paraleli cu direcțiile principale se consideră aria corespunzătoare produsului dintre grosimea inimii peretelui și lungimea proiecției acesteia pe direcția principală considerată.

(10) În cazul clădirilor proiectate în clasa de ductilitate DCM, distanța dintre pereți structurali măsurat în direcție orizontală, perpendicular pe planul acestora, se limitează superior la 8,00 m. Această condiție se aplică pe fiecare direcție orizontală principală a clădirii.

(11) În cazul clădirilor proiectate în clasa de ductilitate DCM, suprafața unei zone de planșeu delimitată de pereți de zidărie care constituie componente structurale principale se limitează superior la 40,0 m².

(12) În cazul structurilor din zidărie nearmată, se dispun pe perimetrul clădirii stâlpișori la toate intersecțiile dintre pereții de zidărie care constituie componente structurale principale.

8.6.3 Pereți

(1) Grosimea pereților structurali îndeplinește cumulativ condițiile:

$$t \geq 240 \text{ mm} \quad (8.25)$$

$$t \geq \frac{h_s}{15} \quad (8.26)$$

unde:

t grosimea unui perete structural;

h_s înălțimea de nivel.

(2) Pentru toți pereții structurali se utilizează un singur tip de elemente pentru zidărie.

(3) Pereții se realizează cu zidărie țesută, fără rosturi verticale continue pe mai multe rânduri de cărămizi.

(4) La realizarea pereților clădirilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCM, rosturile verticale și orizontale ale zidăriei se umplu complet cu mortar.

8.6.4 Elemente de confinare din beton armat

(1) Confinarea zidăriei se realizează prin dispunerea de stâlpișori din beton armat și centuri din beton armat, conectate între ele.

(2) La nivelul secțiunii de încastrare convențională, armătura longitudinală din stâlpișori se ancorează în fundații sau în componentele structurale principale ale infrastructurii, după caz.

(3) Betonul din elementele de confinare, indiferent de tipul acestora, se toarnă după realizarea zidăriei.

(4) Conlucrarea efectivă între stâlpișori și zidărie se realizează:

(a) prin ștrepi realizați la interfața zidărie – element de confinare vertical și/sau

(b) prin armături dispuse în rosturile orizontale ale zidăriei, amplasate la distanțe pe verticală de cel mult 3 asize și ancorate adecvat.

(5) Stâlpișorii se dispun continuu, pe întreaga înălțime a peretelui.

(6) În cazul utilizării zidăriei confinate, cu sau fără armătură în rosturi, se dispun minimal stâlpișori în următoarele poziții:

(a) la intersecțiile dintre pereții din zidărie care constituie componente structurale principale;

(b) la capetele libere ale pereților;

(c) la ambele extremități ale golurilor din perete cu suprafața mai mare de $2,5 \text{ m}^2$, pentru clădirile amplasate în zone cu seismicitate mică sau moderată, sau $1,5 \text{ m}^2$ pentru clădirile amplasate în zone cu seismicitate mare.

(d) în câmpul peretelui, astfel încât distanțele între axele verticale ale stâlpișorilor măsurate în lungul peretelui să fie mai mici sau egale cu 5,00 m.

(7) Prin excepție [8.6.4](#), [\(6\)](#), [\(c\)](#), se poate omite dispunerea stâlpișorului de pe una din marginile golului dacă tronsonul de perete alăturat este confinat prin centuri și un

stâlpișor din beton armat situat la intersecția a doi pereți la distanță de cel mult 750 mm de marginea golului.

(8) Indiferent de tipul sistemului structural, la nivelul fiecărui planșeu, se realizează centuri continue, pe toată lungimea pereților structurali.

(9) Indiferent de tipul sistemului structural, în cazul în care înălțimea unui perete este mai mare sau egală cu 3,50 m, incluzând și dimensiunea centurii de la partea superioară, se dispun centuri intermediare, pe toată lungimea acestuia, astfel încât distanța între axele centurilor să fie mai mică sau egală cu 3,50 m și mai mare sau egală cu 1,30 m.

(10) Indiferent de tipul sistemului structural, dacă există pereți deasupra ultimului planșeu, aceștia vor fi prevăzuți cu centuri la partea de sus. Această prevedere se referă inclusiv la frontoane, atice sau pereți interiori din mansardă.

(11) Centurile intermediare pot fi realizate cu contururi deschise, cu întreruperi în dreptul unor goluri din pereți, cu condiția realizării de stâlpișori la ambele extremități ale golurilor respective.

(12) Prin excepție de la (8), în zonele cu seismicitate mică, centurile de la nivelul planșeeilor pot fi întrerupte în dreptul golurilor din pereții din zidărie de la casa scării, dacă acestea sunt bordate cu stâlpișori la ambele extremități și dacă la nivelul podestului intermediar se realizează o centură între cei doi stâlpișori.

8.6.4.1 Stâlpișori

(1) Stâlpișorii se realizează din beton armat cu secțiunea transversală având dimensiunea oricărei laturi a secțiunii transversale mai mare sau egală cu 240 mm.

(2) Armarea longitudinală a stâlpișorilor se face cu bare de oțel având diametrul mai mare sau egal cu 12 mm.

(3) Procentul total minim de armare longitudinală a stâlpișorilor este:

- (a) 1,00 %, pentru clădirile amplasate în zone cu seismicitate mare;
- (b) 0,80 %, pentru clădirile amplasate în zone cu seismicitate moderată;
- (c) 0,60 %, pentru clădirile amplasate în zone cu seismicitate mică.

(4) Înnădirea și ancorarea armăturilor longitudinale se face conform prevederilor SR EN 1992-1-1, considerând un efort de întindere este egal cu:

- (a) $1,20f_{yd}$, în zonele critice ale pereților;
- (b) f_{yd} , în zonele curente;

unde f_{yd} este valoarea de proiectare a limitei de curgere a oțelului.

(5) Lungimea de înnădire prin suprapunere a armăturilor longitudinale se ia mai mare sau egală cu:

- (a) 60φ în vecinătatea secțiunii de încastrare convențională a clădirii;
- (b) 50φ în rest;

unde φ este diametrul minim al armăturii care se înnădește prin suprapunere.

(6) Armăturile longitudinale se ancorează în centurile de la partea superioară a pereților.

- (7) Armarea transversală se face cu etrieri închiși realizați din bare de oțel cu diametrul mai mare sau egal cu 6 mm.
- (8) Distanța dintre etrieri se limitează superior la 150 mm.
- (9) La extremitățile stâlpișorilor de la fiecare nivel, pe o lungime mai mare sau egală cu 600 mm față de secțiunile de capăt, distanța dintre etrieri se limitează superior la 100 mm.
- (10) În zonele de înădare prin suprapunere a armăturilor longitudinale, distanța dintre etrieri se limitează superior la 100 mm, cu respectarea prevederilor specifice din SR EN 1992-1-1.

8.6.4.2 Centuri

- (1) Centurile se realizează din beton armat astfel încât aria secțiunii transversale să fie mai mare sau egală cu 500 cm².
- (2) Lățimea secțiunii transversale a unei centuri îndeplinește condițiile:

$$b_w \geq 240 \text{ mm} \quad (8.27)$$

$$b_w \geq \frac{2}{3} t \quad (8.28)$$

unde

b_w lățimea secțiunii transversale a centurii;

t lățimea peretelui pe care reazemă centura.

- (3) Înălțimea secțiunii transversale a unei centuri de la nivelul planșeului sau a podestului intermediar a unei scări îndeplinește condiția:

$$h_w \geq 250 \text{ mm} \quad (8.29)$$

- (4) Armarea longitudinală se face cu bare de oțel de diametru mai mare sau egal cu 12 mm.
- (5) Înădirea și ancorarea armăturilor longitudinale se face conform prevederilor SR EN 1992-1-1, considerând că efortul de întindere este egal cu valoarea de proiectare a limitei de curgere a oțelului, f_{yd} .
- (6) Lungimea de înădire prin suprapunere a armăturilor longitudinale se ia mai mare sau egală cu 60φ , unde φ este diametrul minim al armăturii care se înădește prin suprapunere.
- (7) La intersecțiile dintre pereți se asigură continuitatea centurilor amplasate pe cele două direcții. Continuitatea centurilor se realizează prin ancorarea barelor longitudinale în centurile perpendiculare pe o lungime de cel puțin 60φ .
- (8) Procentul total minim de armare longitudinală este:
 - (a) 1,00 %, pentru clădirile amplasate în zone cu seismicitate mare;
 - (b) 0,80 %, pentru clădirile amplasate în zone cu seismicitate moderată;
 - (c) 0,60 %, pentru clădirile amplasate în zone cu seismicitate mică.

- (9) Armarea transversală se face cu etrieri închiși realizați din bare de oțel cu diametrul mai mare sau egal cu 6 mm.
- (10) Distanța dintre etrieri se limitează superior la 150 mm.
- (11) La extremitățile centurilor, pe o lungime mai mare sau egală cu 600 mm față de secțiunile de capăt, distanța dintre etrieri se limitează superior la 100 mm.
- (12) În zonele de înădare prin suprapunere a armăturilor longitudinale, distanța dintre etrieri se limitează superior la 100 mm, cu respectarea prevederilor specifice din SR EN 1992-1-1.

8.6.5 Buiandrugii

- (1) Buiandrugii se realizează astfel încât reazemă pe stâlpișori sau pe pereții din zidărie. În situația rezemării pe zidărie, se asigură o lungime de rezare mai mare sau egală cu 300 mm.
- (2) La clădirile proiectate pentru clasa de ductilitate DCM, buiandrugii golurilor cu deschiderea liberă mai mare de 2,0 m se realizează din beton armat turnat monolit.
- (3) Prin excepție de la (2), se pot utiliza buiandrugii cu alte alcătuiți, pe baza unor reglementări tehnice specifice care conțin prevederi privind proiectarea seismică a structurilor pentru clădiri, în acord cu cerințele fundamentale ale proiectării seismice date în această reglementare tehnică.
- (4) Nu se utilizează buiandrugii prefabricați dacă aceștia reazemă pe stâlpișorii care se dispun conform prevederilor 8.6.4, (6) sau 8.6.2, (12).
- (5) Înălțimea secțiunii transversale a unui buiandrug din beton armat îndeplinește condiția:

$$h_w \geq \frac{1}{12} l_{cl} \quad (8.30)$$

unde

h_w înălțimea secțiunii transversale a buiandrugului;

l_{cl} deschiderea liberă a golului.

- (6) Prin stabilirea înălțimii de nivel și a cotelor de dispunere a centurilor, spațiul rămas liber între partea superioară a buiandrugului și partea inferioară a centurii situate deasupra acestuia se completează cu un număr întreg de asize de zidărie.

8.6.6 Armarea zidăriei în rosturile orizontale

- (1) Acest paragraf se referă la pereții de zidărie armați în rosturile orizontale ale acesteia.
- (2) La clădirile proiectate pentru clasa DCM, amplasate în zone cu seismicitate moderată sau mare, și la clădirile proiectate pentru clasa DCL, amplasate în zone cu seismicitate mare, se prevăd armături de oțel la intersecțiile de pereți structurali. Se dispun minim două bare cu diametrul mai mare sau egal cu 8 mm, la o distanță pe verticală mai mică sau egală cu dimensiunea a trei asize de zidărie. Aceste armături se prelungesc în zidărie pe o lungime de minim 1,00 m de la fața peretelui perpendicular.
- (3) La clădirile proiectate pentru clasa DCM amplasate în zone cu seismicitate moderată sau mare, precum și la clădirile proiectate pentru clasa DCL amplasate în zone

cu seismicitate mare, armătura orizontală indicată la [Error! Reference source not found.](#) se prevede și în zonele de parapet situate sub golurile de fereastră cu lățimea mai mare de 1,00 m. Aceste armături se prelungesc în zidărie pe o lungime de minim 1,00 m de o parte și de alta a marginilor golului sau se ancorează în stâlpișorii din beton armat adiacenți golului, dacă există.

(4) În cazul utilizării armăturilor din oțel, dacă din condiția de rezistență la forță tăietoare sunt necesare armături în rosturi, se dispun minim două bare cu diametrul mai mare sau egal cu 8 mm. Distanța pe verticală dintre rosturile armate este mai mică sau egală cu:

(a) dimensiunea a două asize, în cazul elementelor pentru zidărie cu înălțimi mai mari sau egale cu 188 mm;

(b) dimensiunea a trei asize, în cazul elementelor pentru zidărie cu înălțimi mai mici de 188 mm.

(5) Acoperirea cu mortar în plan orizontal a armăturilor din oțel din rosturi se alege astfel încât să asigure protecția anticorozivă a acestora.

Notă: Pentru mortarele uzuale, o acoperire de 4 cm asigură în general protecția anticorozivă a armăturilor din rosturi

(6) Armăturile orizontale utilizate pentru asigurarea capacității de rezistență la forță tăietoare se ancorează la capacitate în elementele de confinare verticale de la capetele peretelui.

8.6.7 Planșee

(1) La clădirile încadrate în clasa DCM, planșeele se realizează ca diafragme rigide, în acord cu prevederile de la [4.2.6.](#)

(2) În cazul clădirilor cu niveluri subterane, planșeul de peste acestea se realizează din beton armat.

8.6.8 Infrastructură și fundații

(1) La clădirile proiectate pentru clasa de ductilitate DCM se utilizează fundații din beton armat.

(2) La clădirile cu fundații de suprafață din beton armat, se utilizează următoarele soluții de fundare:

(a) grinzi de fundare;

(b) tălpi continue;

(c) radier general;

(d) fundații izolate legate între ele prin grinzi.

(3) Rezemarea pereților din zidărie pe elementele de fundare și/sau elementele infrastructurii se realizează continuu, pe toată lungimea lor.

(4) În cazul nivelurilor subterane ale clădirilor, pereții perimetrali și planșeele se realizează din beton armat. Pereții din beton armat ai nivelurilor subterane se realizează în acord cu prevederile capitolului 5.

(5) Soclurile pereților perimetrali din zidărie se realizează din beton armat.

9 Structuri de lemn

9.1 Generalități

9.1.1 Obiect și domeniu de aplicare

(1) Acest capitol conține prevederi privind proiectarea seismică a clădirilor cu structura realizată din lemn masiv, lemn lamelat încleiat, lemn lamelat încrucișat și panouri din lemn, îmbinate cu adezivi, prin chertare și/sau cu elemente de îmbinare metalice, numite în continuare clădiri de lemn.

(2) La proiectarea structurilor de lemn se aplică prevederile reglementarea tehnică NP 005 împreună cu prevederile suplimentare date în acest capitol.

9.1.2 Definiții

(1) În acest capitol sunt folosiți următorii termeni:

Îmbinări semi-rigide: Îmbinări cu flexibilitate semnificativă, a cărei influență trebuie considerată în calculul structural, pentru care deplasările sunt blocate și rotirile sunt limitate, în funcție de caracteristicile componentelor.

Îmbinări rigide: Îmbinări cu flexibilitate neglijabilă care posedă rigiditate la rotirea nodului, deplasările și rotirile elementelor din îmbinare fiind blocate. (ex. îmbinări încleiate).

Îmbinări articulate: Îmbinări realizate astfel încât permit rotirea liberă între elementele care se îmbină.

Îmbinări cu tije: Îmbinări cu elemente metalice solicitate perpendicular pe axa lor sau solicitate la smulgere. În unele situații tije pot fi realizate din lemn.

Îmbinări prin chertare: Îmbinări între două elemente la care eforturile se transferă prin aria de contact. Elementele metalice de îmbinare au rol de menținere la poziție a pieselor îmbinate fără a participa la transmiterea eforturilor.

Îmbinări cu adezivi: Îmbinări pentru asigurarea continuității prin prelungirea elementelor de lemn sau pentru îmbinarea a două sau mai multe elemente și formarea unui element care se comportă ca o structură unică, folosind un adeziv special.

Ductilitate: capacitatea de deformare plastică a unei structuri, fără reducerea semnificativă a rigidității și rezistenței.

Amplasament: localizarea în teritoriu a unei activități, prin precizarea unei porțiuni de teren care urmează a fi organizat spațial, corespunzător unei funcționalități.

Clădire: construcție supraterană și, după caz, subterană, având încăperi care servesc la adăpostirea oamenilor, materialelor etc.

Lemn natural: elemente de lemn neprelucrate cum sunt buștenii, bilele, manelele sau prăjinile etc.

Lemn masiv: elemente de lemn prelucrate în diverse sortimente cum sunt scândurile, dulapii, grinzile etc.

Lemn lamelat încleiat: element structural din lemn realizat prin lipirea succesivă a două sau mai multe lamele din lemn în condiții de temperatură și presiune bine determinate.

Lemn lamelat încrucișat: produs din lemn structural compus din cel puțin trei straturi, dintre care cel puțin trei se lipesc ortogonal, cuprinzând straturi de lemn sau straturi de panouri pe bază de lemn – CLT.

Panouri din lemn: panouri structurale tip ramă din osatură din dulapi de lemn ecarisat și placă structurală de contravântuire din lemn, fixată cu cuie sau șuruburi de dulapii de lemn.

Cherestea de furnir laminat: produs realizat din încheierea mai multor foi de furnir așezate cu fibrele orientate în aceeași direcție – LVL.

Plăci cu fibre dublu orientate: panou pe bază de lemn format din mai multe straturi de fibre de lemn de formă și grosimi diferite, orientate încrucișat, lipite împreună cu adezivi sintetici și presate la cald - OSB.

Plăcile din așchii de lemn - panou pe bază de lemn fabricat sub presiune și căldură din particule de lemn (fulgi de lemn, așchii, rumeguș și similare) cu adaos de adeziv – PAL.

Plăcile din fibră de lemn: panou pe bază de lemn obținut din fibre de lemn amestecate cu lianți pe bază de rășini formaldehidice și presate la cald - PFL.

Sistem structural tip pereți din lemn lamelat încrucișat: sistem structural în care pereții și diafragmele orizontale din lemn lamelat încrucișat alcătuiesc sistemul de preluare al forțelor verticale și orizontale.

Sistem structural tip pereți din panouri de lemn: sistem structural în care panourile din lemn și diafragmele orizontale alcătuiesc sistemul de preluare al forțelor verticale și orizontale.

Sistem structural tip pereți din pereți din bârne: sistem structural în care pereții din bârne suprapuse preiau încărcările verticale și orizontale. Pereții din bârne pot fi realizați din lemn rotund, semirodund sau ecarisat. Diafragmele de planșeu sunt realizate din lemn.

Sistem structural tip cadru spațial din lemn: sistem structural în care încărcările verticale cât și cele orizontale sunt preluate de cadrele spațiale.

Sistem structural tip cadru contravântuit: sistem structural tip cadru spațial din lemn cu noduri articulate prevăzute cu elemente lineare sau elemente de suprafață cu rol de a asigura stabilitatea spațială a construcției și de a prelua încărcări orizontale.

Sistem structural tip consolă: sistem structural alcătuit din console verticale (pereți, stâlpi) cu păstrarea continuității pereților de lemn pe toată înălțimea clădirii.

Sistem structural tip cupolă cu arce cu două sau trei articulații: sistem structural spațial din lemn în care încărcările verticale cât și cele orizontale sunt preluate de arcele spațiale care constituie un sistem geometric indeformabil în planul lui. Indeformabilitatea geometrică în direcția longitudinală se realizează printr-un sistem de contravântuiri format din elemente liniare sau din elemente de suprafață.

Sistem structural tip dom cu arce: sistem structural spațial din lemn la care încărcările verticale și orizontale sunt preluate de arcele din lemn constitutive.

9.2 Strategii de proiectare

9.2.1 Tipuri de structuri

(1) Clădirile de lemn proiectate la acțiuni seismice se realizează cu sistemul structural principal de tipul: (0)

- (a) sistem structural tip pereți din lemn lamelat încrucișat;
- (b) sistem structural tip pereți din panouri de lemn;
- (c) sistem structural tip pereți din pereți din bârne;
- (d) sistem structural tip cadru spațial din lemn;
- (e) sistem structural tip cadru contravântuit;
- (f) sistem structural tip consolă;
- (g) sistem structural tip cupolă cu arce cu două sau trei articulații;
- (h) sistem structural tip dom cu arce.

9.2.2 Clase de ductilitate

- (1) Structurile seismice principale din lemn se proiectează seismic pentru:
 - (a) comportare disipativă înaltă sau medie
 - (b) comportare slab disipativă.
- (2) Structurile de lemn se realizează astfel încât deformațiile plastice să se producă:
 - (a) în îmbinări, dacă acestea sunt realizate cu elemente metalice;
 - (b) în afara acestora, dacă sunt utilizate sisteme disipative de energie special proiectate în acest sens.
- (3) Componentele structurale din lemn se realizează astfel încât să răspundă elastic la acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime.
- (4) Îmbinările care nu sunt realizate cu elemente metalice și îmbinările realizate cu tije metalice încărcate axial se realizează astfel încât să răspundă elastic la acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime.
- (5) Structurile cu comportare disipativă înaltă sau medie se proiectează pentru a răspunde elasto-plastic la acțiunea seismică de proiectare, deformațiile plastice fiind dirijate către zonele disipative. În această abordare, clădirile se proiectează pentru clasa de ductilitate DCM sau DCH, cu îndeplinirea prevederilor specifice acestor clase de ductilitate date în acest capitol.
- (6) Structurile cu comportare slab disipativă se proiectează pentru a răspunde elastic la acțiunea seismică de proiectare, fără a se produce incursiuni semnificative ale oțelului în domeniul plastic. Aceste structuri se proiectează pentru clasa de ductilitate DCL, cu îndeplinirea prevederilor specifice acestei clase de ductilitate date în acest capitol.
- (7) Clădirile din lemn având:
 - (a) sistem structural tip pereți din lemn lamelat încrucișat,
 - (b) sistem structural tip pereți din panouri de lemn,
 sau
 - (c) sistem structural tip cadru,
 se proiectează seismic pentru clasa de ductilitate DCL, DCM sau DCH.
- (8) Clădirile din lemn având:
 - (a) sistem structural tip pereți din bârne;

- (b) sistem structural tip cadru contravântuit, cu îmbinări de tip buloane;
- (c) sistem structural tip cupolă cu arce cu două sau trei articulații;
- (d) sistem structural tip consolă;
- sau
- (e) sistem structural tip dom cu arce.

se proiectează seismic pentru clasa de ductilitate DCL.

(9) Clădirile situate în zone cu seismicitate moderată sau mare se proiectează pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM.

(10) Prin excepție de la [\(9\)](#), în zonele cu seismicitate moderată sau mare se pot proiecta clădiri pentru clasa de ductilitate DCL dacă capacitatea lor de rezistență de ansamblu la acțiuni seismice orizontale, corespunzătoare răspunsului elastic, este mai mare decât cerința seismică corespunzătoare spectrului de proiectare al accelerațiilor orizontale ($q = 1$), indiferent de amplasament, atunci când îndeplinirea criteriilor de proiectare specifice clasei de ductilitate DCH sau DCM nu este posibilă.

(11) Structurile care nu se încadrează în tipurile indicate [9.2.1](#), [\(1\)](#), se proiectează la acțiuni seismice pentru clasa de ductilitate DCL, astfel încât capacitatea lor de rezistență de ansamblu la acțiuni seismice orizontale, corespunzătoare răspunsului elastic, să fie mai mare sau egală cu cerința seismică corespunzătoare spectrului de proiectare al accelerațiilor orizontale ($q = 1$).

(12) Structurile principale se proiectează seismic pentru clasa de ductilitate DCL pe baza prevederilor din capitolele [1](#), [2](#), [3](#) și [4](#) din această reglementare tehnică și a prevederilor din SR EN 1995-1-1, împreună cu prevederile indicate explicit pentru această clasă de ductilitate din acest capitol.

(13) Structurile realizate din panouri de lemn cu plăcile de contravântuire fixate de cadrul de lemn cu capse metalice se proiectează pentru clasa de ductilitate DCL.

(14) Toate componentele structurale principale, indiferent de tipul sistemului structural, se proiectează pentru aceeași clasă de ductilitate. 

9.2.3 Mecanisme plastice

(1) În cazul proiectării pentru DCM sau DCH deformațiile plastice se produc în îmbinările realizate cu elemente de oțel.

(2) Pozițiile zonelor de deformare plastică pentru structurile care se proiectează pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM sunt prevăzute în reglementarea tehnică NP 005.

9.2.4 Factori de comportare

9.2.4.1 Starea limită ultimă

(1) Factorul de comportare se alege în funcție de capacitatea structurii de disipare a energiei induse de cutremur. Valorile maxime ale factorului de comportare pentru diferite tipuri de structuri și clase de ductilitate sunt prevăzute în [Tabelul 9.1](#).

Tabelul 9.1 Valorile maxime ale factorilor de comportare pentru acțiuni seismice orizontale, q

Sistem structural	Clasa de ductilitate		
	DCH	DCM	DCL
Sisteme structural tip pereți din lemn lamelat încrucișat	3,20	2,30	1,50
Sistem structural tip pereți din panouri de lemn	4,00	2,50	1,50
Sistem structural tip pereți din pereți din bârne	-	-	1,50
Sistem structural tip cadru, cu un nivel și o singură deschidere	3,30	2,00	1,50
Sistem structural tip cadru, mai multe deschideri și un nivel	3,60	2,00	1,50
Sistem structural tip cadru, mai multe deschideri și mai multe niveluri	3,90	2,00	1,50
Sistem structural tip cadru contravântuit	-	-	1,50
Sistem structural tip consolă	-	-	1,50
Sistem structural tip cupolă cu arce cu două sau trei articulații	-	-	1,50
Sistem structural tip dom cu arce	-	-	1,50

(2) În cazul unei clădiri neregulate, valoarea maximă a factorului de comportare se reduce conform prevederilor [4.2.2](#), față de valorile prevăzute în [Tabelul 9.1](#)

(3) Valoarea maximă a factorului de comportare rezultat din aplicarea prevederilor acestui paragraf este limitată inferior la 1,00.

9.2.4.2 Starea limită de serviciu

(1) Valoarea maximă a factorului de comportare pentru acțiuni seismice orizontale pentru verificări la starea limită de serviciu este egală cu 1,50, pentru clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCM sau DCH, și 1,00, pentru clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCL.

9.2.5 Modelare pentru calcul

(1) Pentru clădirile cu structura de lemn, la calculul valorii de proiectare a acțiunii seismice, fracțiunea din amortizarea critică a clădirii, ξ , pentru toate modurile de vibrație, se consideră egală cu 4%:

$$\xi=4\% \quad (9.1)$$

(2) Calculul structurilor din lemn se face în acord cu prevederile capitolului 4 împreună cu prevederile date în reglementarea tehnică NP 005.

(3) Diafragmele orizontale din lemn, proiectate în conformitate cu reglementarea tehnică NP 005, pot fi modelate ca diafragme rigide în plan dacă sunt îndeplinite condițiile a) și b), c) sau d):

- (a) deschiderile lor nu afectează în mod semnificativ rigiditatea generală în plan a planșeului: planșeu cu o formă compactă în care raportul dintre dimensiunile în cele două direcții principale nu depășește 2,0; planșeu pentru care retragerile care nu sunt situate de-a lungul perimetrului sunt mai mici de 10 % din suprafața planșeului;
 - (b) pentru toate tipurile structurale calculate în clasa de ductilitate DCL, diafragma de planșeu și îmbinările trebuie proiectate astfel încât să fie capabile să transfere forța seismică către structura de rezistență verticală, utilizând un factor de suprazistență γ_d egal cu 1,50;
 - (c) pentru toate tipurile de structuri, altele decât structurile din lemn lamelat încrucișat și structurile cu pereți din panouri de lemn proiectate pentru clasa de ductilitate DCM sau DCH, diafragma și îmbinările acestora sunt realizate astfel încât să transfere forța seismică în plan către structura de rezistență verticală, utilizând un factor de suprazistență de 2,00;
 - (d) pentru structurile din lemn lamelat încrucișat și structurile cu pereți din panouri de lemn proiectate pentru clasa de ductilitate DCM sau DCH, diafragma și îmbinările acestora sunt realizate astfel încât să transfere forța seismică în plan către componentele structurale principale verticale.
- (4) Planșeele compozite lemn-beton pot fi considerate diafragme rigide dacă îndeplinesc următoarele condiții:
- (a) deschiderile lor nu afectează în mod semnificativ rigiditatea generală în plan a planșeului: pentru un planșeu cu o formă compactă în conformitate cu (3), se poate presupune că retragerile mai mici de 20% din suprafața acestuia nu afectează semnificativ rigiditatea generală în plan;
 - (b) suprabetonarea trebuie să aibă o grosime de cel puțin 50 mm și trebuie conectată la toate elementele structurale din lemn.

9.3 Criterii de performanță seismică

9.3.1 Generalități

- (1) Prevederile acestei secțiuni se aplică structurii principale, cu rol în echilibrarea acțiunii seismice.
- (2) La proiectarea seismică a structurilor din lemn, prevederile date în acest capitol se aplică împreună cu prevederile specifice celorlalte reglementări tehnice pentru proiectarea clădirilor de lemn, conform 5.1.1, (3).

9.3.2 Rezistență

- (1) Structurile de lemn se realizează astfel încât să îndeplinească condiția de rezistență la acțiuni orizontale prevăzută la 4.3.1.1, (1) și (3).
- (2) Valoarea de proiectare a capacității de rezistență este mai mare sau egală cu valoarea de proiectare a efortului din secțiunea considerată. Această condiție este îndeplinită pentru toate componentele structurale principale, pe toată lungimea acestora.
- (3) Valoarea de proiectare a capacității de rezistență se determină conform prevederilor NP 005.
- (4) Pentru structurile încadrate în clasa de ductilitate DCM, capacitatea de rezistență a zonelor nedisipative se poate limita superior la valoarea corespunzătoare răspunsului

elastic al structurii la acțiunea seismică de proiectare, corespunzător stării limită ultime. În cazul utilizării spectrului redus în proiectare, aceste eforturi corespund unei valori a factorului de comportare q egală cu 1,00.

9.3.3 Ductilitate

- (1) Structurilor de lemn îndeplinesc condițiile de ductilitate sub acțiunea seismică orizontală prevăzute la [4.3.1.2](#).
- (2) În cazul clădirilor din lemn nu este necesară îndeplinirea condiției privind limitarea deplasărilor orizontale sub acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime.

9.3.4 Stabilitate

- (3) Structurile din lemn se realizează astfel încât să îndeplinească condițiile de stabilitate sub acțiunea seismică date la [4.3.1.3](#).

9.3.5 Rigiditate

- (1) Structurile din lemn se realizează astfel încât să îndeplinească condițiile de rigiditate sub acțiunea seismică orizontală date la [4.3.2.1](#).
- (2) Valoarea de proiectare a deplasării relative de nivel admisă se stabilește conform prevederilor [4.3.2.1](#), (2).

9.4 Valori de proiectare ale eforturilor

- (1) Valorile de proiectare ale eforturilor pentru structuri de lemn se stabilesc conform prevederilor reglementării tehnice NP 005.

9.5 Condiții de alcătuire

- (1) Structurile de lemn se alcătuiesc în acord cu prevederile reglementării tehnice NP 005.

10 Componente nestructurale

10.1 Obiect și domeniu de aplicare

- (1) Acest capitol conține prevederi privind proiectarea componentelor nestructurale ale clădirilor solicitate la acțiuni seismice.
- (2) Toate componentele clădirii, cu excepția componentelor structurale, se consideră componente nestructurale. Componentele nestructurale pot fi prinse de structură sau de alte componente nestructurale.
- (3) Prevederile acestui capitol se referă la:
 - componentele nestructurale;
 - prinderile componentelor nestructurale de structura principală sau alte componente nestructurale;
 - componentele structurale sau nestructurale de care sunt prinse componentele nestructurale.
- (4) Componentele nestructurale se alcătuiesc astfel încât să îndeplinească cerințele fundamentale ale proiectării seismice date în capitolul [2](#) prin:
 - (a) îndeplinirea prevederilor privind limitarea deplasărilor orizontale ale clădirii la starea limită de serviciu și starea limită ultimă, conform prevederilor capitolului [4](#), și
 - (b) îndeplinirea criteriilor de performanță seismică date în acest capitol pentru diferite categorii de componente, în acord cu rolul acestora.
- (5) Componentele nestructurale și prinderile acestora se alcătuiesc astfel încât să îndeplinească criteriile de performanță seismică date la [10.2](#). Efectele acțiunii seismice de proiectare asupra componentelor nestructurale se determină conform prevederilor [10.4](#).
- (6) O componentă nestructurală:
 - (a) se proiectează, cu respectarea integrală a prevederilor reglementărilor tehnice sau a standardelor române specifice, în acord cu cerințele de performanță ale proiectării seismice, dacă astfel de documente normative sunt în vigoare;
 - (b) se selectează pentru utilizare pe baza prevederilor acordurilor tehnice, care cuprind informații privind aptitudinea de utilizare în condiții de solicitare seismică, în regim dinamic, ciclic alternant, în acord cu cerințele de performanță ale proiectării seismice, dacă nu sunt disponibile reglementări tehnice sau standarde românești cu prevederi specifice tipului de componentă și condițiilor de solicitare.
- (7) Componentele nestructurale se proiectează sau se selectează în acord cu tipul sistemului structural principal.

10.2 Criterii de performanță seismică

- (1) O componentă nestructurală îndeplinește criteriile de performanță seismică ținând seama de:
 - (a) efectul direct, cauzat de accelerațiile și forțele orizontale care acționează componenta ca urmare a acțiunii seismice;

(b) efectul indirect, cauzat de deformațiile impuse componentei prin deplasările orizontale relative ale punctelor sale prindere, ca urmare a acțiunii seismice.

(2) Pentru stabilirea criteriilor de performanță seismică, rolul unei componente nestructurale se clasifică astfel:

(a) rol esențial în funcționarea clădirii, pentru componentele a căror încetare a funcționării la acțiunea seismică de proiectare este acceptată numai pe durata de timp necesară pentru înlocuirea sursei de alimentare sau a unor componente nestructurale care o susțin;

(b) rol de susținere și/sau alimentare a unei componente nestructurale cu rol esențial;

(c) rol secundar pentru funcționarea clădirii, pentru componentele a căror încetare a funcționării pe o perioadă lungă de timp este acceptată, neîmpiedicând derularea activității în clădire.

(3) Componentele nestructurale cu rol esențial se stabilesc de către investitor și/sau beneficiar prin tema de proiectare. Componentele nestructurale cu rol de susținere și/sau de alimentare a celor cu rol esențial se stabilesc de către proiectant.

(4) Criteriile de performanță seismică pentru componentele nestructurale, în acord cu cerințele fundamentale ale proiectării seismice prevăzute în capitolul 2, sunt:

(a) componentele nestructurale care prin cădere pot pune în pericol siguranța utilizatorilor clădirii și/sau a persoanelor situate în spațiile publice alăturate clădirii își păstrează poziția la acțiunea seismică de proiectare corespunzătoare stării limită ultime;

Notă: În sensul acestei prevederi, spațiile publice alăturate clădiri sunt spațiile imediat învecinate clădirii în care accesul persoanelor este permis, unde componentele nestructurale se pot prăbuși.

(b) componentele nestructurale care prin dislocare, cădere și/sau avarierea lor pot împiedica sau restricționa circulația persoanelor pe căile de evacuare ale clădirii își păstrează poziția la acțiunea seismică de proiectare corespunzătoare stării limită ultimă;

Notă: În această categorie se încadrează și pereții nestructurali, pardoselile, tavanele suspendate, finisajele și mobilierul de pe căile de evacuare.

(c) componentele structurale cu rol în evacuarea utilizatorilor clădirii își păstrează stabilitatea și nu se rup la acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime;

(d) în cazul clădirilor din clasa I de importanță și expunere la cutremur, componentele nestructurale cu rol esențial și cele de susținere își păstrează funcțiunea, fără a necesita reparații pentru aceasta, la acțiunea seismică de proiectare corespunzătoare stării limită de serviciu, considerând valorile de proiectare ale accelerațiilor spectrale la starea limită de serviciu stabilite conform prevederilor capitolului 3 înmulțite cu 2,00;

Notă: Acesta este cazul, de exemplu, al ușilor de la stațiile de pompieri.

(e) în cazul clădirilor din clasele de importanță și expunere la cutremur a II-a, a III-a și a IV-a, componentele nestructurale își păstrează funcțiunea la incidența acțiunii seismice de proiectare corespunzătoare stării limită de serviciu, fără a necesita reparații pentru aceasta;

Notă: În sensul prevederilor de la alin. (d) și (e), se consideră numai reparațiile esențiale pentru asigurarea funcțiunii componentei, în acord cu cerințele fundamentale de calitate aplicabile și prevederile proiectului de arhitectură și instalații. Restabilirea aspectului estetic al unei componente arhitecturale nu se încadrează în această categorie.

(f) Instalațiile de gaz, apă fierbinte sau abur și recipientele care conțin cantități importante de substanțe toxice sau explozive, a căror avariere poate pune în pericol siguranța utilizatorilor clădirii și/sau a persoanelor din apropiere, își păstrează integritatea la acțiunea seismică de proiectare corespunzătoare stării limită ultimă.

(5) În sensul prevederii de la (4), (a), se consideră că orice componentă nestructurală cu masa mai mare de 10 kg care poate cădea de la o înălțime mai mare sau egală cu 3,00 m poate pune în pericol siguranța utilizatorilor clădirii și/sau a persoanelor situate în spațiile publice alăturate clădirii, după caz.

(6) Investitorul și/sau beneficiarul pot stabili prin tema de proiectare criteriile de performanță pentru componentele nestructurale pentru acțiunea seismică corespunzătoare stării limită de serviciu, suplimentare celor prevăzute la (4), în vederea limitării degradării acestora.

10.3 Verificarea siguranței componentelor nestructurale

(1) Componentele nestructurale se realizează astfel încât să îndeplinească criteriile de performanță seismică pentru forțele și deplasările orizontale generate de acțiunea seismică, determinate conform 10.4, corespunzător stării limită considerate, astfel:

(a) valoarea de proiectare a forței seismice care acționează asupra componentei nestructurale, F_{CNS} , este mai mică decât forța admisă a componentei nestructurale, $F_{CNS,adm}$, stabilită în acord cu criteriile de performanță seismică;

$$F_{CNS} \leq F_{CNS,adm} \quad (10.1)$$

(b) valoarea de proiectare a deplasării orizontale relative între punctele de prindere ale componentei nestructurale, d_{rCNS} , este mai mică decât deplasarea relativă admisă, $d_{rCNS,adm}$, stabilită în acord cu criteriile de performanță seismică.

$$d_{rCNS} \leq d_{rCNS,adm} \quad (10.2)$$

(2) Prinderile componentelor nestructurale se realizează astfel încât valoarea de proiectare a capacității lor de rezistență să fie mai mare decât forțele de legătură corespunzătoare forței seismice care acționează asupra componentei nestructurale sau deplasării orizontale relative a componentei nestructurale, multiplicată cu un coeficient de siguranță egal cu 1,30:

$$R_d > 1,30E_d \quad (10.3)$$

unde:

R_d valoarea de proiectare a capacității de rezistență a prinderii;

E_d valoarea de proiectare a forței de legătură din prindere.

(3) Verificarea capacității de deformare a fațadelor agățate de structură, inclusiv a fațadelor vitrate, se face considerând valorile deplasărilor orizontale ale structurii cauzate de acțiunea seismică de proiectare, în dreptul punctelor de prindere, multiplicată cu un coeficient de siguranță egal cu 1,30.

(4) Componentele structurale se realizează astfel încât atunci când sunt încărcate cu forțele de legătură cu componentele nestructurale stabilite conform (2) îndeplinesc criteriile de proiectare seismică date în capitolul 4.

(5) Componentele nestructurale se realizează astfel încât interacțiunile acestora cu componentele structurale sunt controlate și forțele de legătură nu produc degradarea componentelor structurale sau schimbarea mecanismului plastic al structurii principale.

Notă: Astfel de degradări pot apărea ca urmare a modificării schemei statice, de exemplu, prin formarea stâlpilor scurți, sau prin introducerea unor eforturi suplimentare în componentele structurale, de exemplu, avarierea nodurilor în cazul panourilor din zidărie înrămate în cadre.

(6) În cazul unei componente nestructurale care se încadrează în prevederea dată la [10.5](#), (1), (a), condiția [\(10.1\)](#) se poate exprima prin intermediul eforturilor care dezvoltă în elementele acesteia: forță axială, forță tăietoare, moment încovoietor sau moment de torsiune, pentru fiecare direcție de acțiune seismică:

$$R_{d,CNS} \geq E_{d,CNS} \quad (10.4)$$

unde:

$R_{d,CNS}$ valoarea de proiectare a capacității de rezistență stabilită conform reglementării tehnice sau standardului românesc aplicabil;

$E_{d,CNS}$ valoarea de proiectare a efortului din componenta nestructurală în gruparea seismică;

(7) Pereții nestructurali, indiferent de materialul din care sunt realizați, se realizează astfel încât să îndeplinească criteriile de performanță seismică, date la [10.2](#), pentru:

(a) acțiunea seismică perpendiculară pe planul peretelui, în care masa componentei nestructurale include masa peretelui și masa mobilierului sau altor componente nestructurale prinse de perete;

(b) acțiunea seismică în planul peretelui, în funcție de modul de prindere al acestuia de structura principală.

(8) În cazul verificării componentelor nestructurale din zidărie la acțiuni seismice la starea limită ultimă sunt utilizate următoarele valori ale coeficientului parțial de siguranță pentru zidărie:

(a) pentru componente nestructurale atașate anvelopei și pereții exteriori înrămați sau neînrași: $\gamma_M = 1,90$;

(b) pentru pereții interiori înrași sau neînrași: $\gamma_M = 1,50$.

(9) În cazul verificării componentelor nestructurale din zidărie la acțiuni seismice la starea limită de serviciu coeficientul parțial de siguranță pentru zidărie este $\gamma_M = 1,50$.

(10) La verificarea condiției de stabilitate sub forțe orizontale a unei componente nestructurale sunt îndeplinite următoarele prevederi:

(a) efectele favorabile stabilității componentei ale acțiunii gravitaționale care acționează asupra componentei se reduc prin multiplicare cu 0,90;

(b) efectele favorabile stabilității componentei ale acțiunii seismice verticale nu se iau în considerare;

(c) efectele nefavorabile stabilității componentei ale acțiunii seismice verticale se iau în considerare.

(11) În cazul clădirilor cu aglomerări de persoane, pentru calculul parapetelor și balustradelor de pe căile de evacuare acțiunea seismică perpendiculară pe plan consideră

simultană cu încărcarea din împingerea exercitată de oameni, stabilită conform reglementărilor SR EN 1991, pentru situația de proiectare persistentă.

(12) La proiectarea pereților nestructurali, înrâmați sau neînraâmați, care sunt susținuți pe componente structurale principale în consolă sau pe grinzi cu deschidere mare se ține seama de efectul deformațiilor verticale produse de mișcarea seismică, inclusiv de deformațiile cauzate de rotirea nodului din secțiunea de reazem.

10.4 Efectele acțiunii seismice

10.4.1 Forța seismică

(1) Valoarea de proiectare a forței seismice cauzată de efectul direct al cutremurului asupra unei componente nestructurale se determină folosind una dintre următoarele metode:

- (a) metoda forțelor statice echivalente;
- (b) metoda spectrelor de etaj.

(2) Forța seismică de proiectare determinată conform acestui capitol se folosește pentru proiectarea sau selectarea componentei nestructurale, a legăturilor acesteia și pentru verificarea locală a elementelor de reazem. La verificarea componentelor de reazem efectele acestei forțe se combină cu efectele forței seismice care acționează clădirea în ansamblu.

(3) Metoda forțelor statice echivalente se aplică pentru toate componentele nestructurale care se proiectează seismic.

(4) În cazul componentelor nestructurale de importanță mare sau care prin avariere prezintă un risc deosebit, la stabilirea valorii de proiectare a forței seismice se aplică și metoda spectrelor de etaj. În proiectare se consideră valoarea cea mai acoperitoare a forței seismice rezultată din aplicarea celor două metode.

(5) Pentru determinarea valorii de proiectare a forței seismice care acționează asupra unei componente nestructurale, se ține seama de factorul de importanță și expunere la cutremur al componentei nestructurale, γ_{CNS} , stabilit astfel:

- (a) $\gamma_{CNS} \geq 1,50$, pentru următoarele categorii de componente nestructurale :
 - componente cu rol esențial și de susținere pentru continuarea funcționării clădirilor din clasa de importanță I, sau pentru evacuarea în siguranță a acestora;
 - componente amplasate pe căile de evacuare și sistemele de iluminat de rezervă, pentru evacuare, în clădiri din clasa de importanță I și II, cu număr mare de persoane;
 - recipiente și rezervoare care conțin substanțe toxice sau explozibile în cantități considerate periculoase pentru siguranța publică;

Valoarea se stabilește de către proiectant și/sau la solicitarea investitorului/utilizatorului, prin tema de proiectare.

În cazul în care aceste componente nestructurale sunt prinse de alte componente nestructurale, factorul de importanță stabilit conform prevederilor acestui aliniat se aplică și componentelor nestructurale pe care acestea sunt rezemate și legăturilor cu acestea.

(b) $\gamma_{CNS} = \gamma_{I,e}$ pentru componentele nestructurale care nu aparțin categoriilor indicate la (a), unde $\gamma_{I,e}$ este factorul de importanță și expunere la cutremur al clădirii corespunzător stării limită considerate.

(c) conform prevederilor reglementării tehnice GP 128, pentru rafturi din oțel cu ultimul nivel de depozitare situat la o înălțime mai mare sau egală cu 3,00 m față de bază.

(6) Combinarea efectelor acțiunii seismice orizontale și verticale se face conform prevederilor capitolului 4.

(7) La determinarea forței seismice de proiectare pentru sistemele de instalații și echipamente se ține seama și de efectele dinamice ale sistemului de conducte, utilajelor și echipamentelor și ale legăturilor acestora.

10.4.1.1 Metoda forțelor statice echivalente

(1) Pentru proiectarea componentelor nestructurale efectul acțiunii directe a cutremurului asupra componentei nestructurale se echivalează cu efectul unei forțe orizontale, aplicată static -forța seismică orizontală statică echivalentă.

(2) Forța seismică orizontală statică echivalentă, F_{CNS} , care cuantifică efectul acțiunii directe a cutremurului asupra unei componente nestructurale, se determină cu relația:

$$F_{CNS} = S_{ap,h} \frac{\gamma_{CNS} \beta_{CNS} K_z}{q_{CNS}} m_{CNS} \quad (10.5)$$

unde:

$S_{ap,h}$ valoarea accelerației spectrale orizontale absolute care corespunde palierului, cuprins între perioadele de colț T_B și T_C , de accelerații constante a spectrului de răspuns elastic calculat pentru o fracțiune de amortizare critică ξ egală cu 5%, pentru verificări la starea limită considerată;

γ_{CNS} factor de importanță al componentei nestructurale, stabilit conform 10.4.1, (5);

β_{CNS} factor de amplificare dinamică al componentei nestructurale, stabilit conform (3) și ;

q_{CNS} factor de comportare al componentei nestructurale, stabilit conform (4) sau (5);

m_{CNS} masa maximă a componentei nestructurale în exploatare;

K_z factor de amplificare a accelerației terenului pe înălțimea construcției:

$$K_z = 0,40 + 0,80 \frac{z}{H} \quad (10.6)$$

z cota punctului de prindere de structură a componentei nestructurale măsurată în raport cu secțiunea de încastrare convențională;

H înălțimea medie a acoperișului în raport cu secțiunea de încastrare convențională;

(3) Valoarea factorului de amplificare dinamică a componentei nestructurale pentru verificări la starea limită ultimă sau starea limită de serviciu, β_{CNS} , se stabilește conform prevederilor din Tabelul 10.1.

(4) Valoarea factorului de comportare a componentei nestructurale pentru verificări la starea limită ultimă, q_{CNS}^{ULS} , se stabilește conform prevederilor din [Tabelul 10.1](#).

Tabelul 10.1 Factori β_{CNS} și q_{CNS}^{SLU} pentru componente nestructurale

Categoria și tipul componentelor nestructurale	β_{CNS}	q_{CNS}^{SLU}
Elemente atașate anvelopei construcției:		
- rezemate în consolă sau ancorate de structura principală sub nivelul centrului de greutate, indiferent de material Notă: Astfel de elemente sunt, de exemplu, coșuri de fum sau de ventilație, parapete, atice.	2,50	1,50
- ancorate peste nivelul centrului de greutate	1,00	2,50
- ornamente, firme, reclame, antene de televiziune și similare, indiferent de modul de prindere de structura principală	2,50	1,50
Elemente ale anvelopei		
- pereți nestructurali exteriori, indiferent de material, rezemați în consolă Notă: Astfel de elemente sunt, de exemplu, pereții de calcan, rezemați pe structură la partea inferioară.	2,50	1,50
- pereți nestructurali exteriori înrâmați, indiferent de material, și panouri din zidărie înrămate	1,00	1,50
- placaje și finisaje cu elemente și prinderi ductile	1,00	2,50
- placaje și finisaje cu elemente și prinderi fragile	1,00	1,50
- prinderi și rigidizări ale elementelor anvelopei	1,25	1,00
Elemente de compartimentare, fixe sau amovibile, inclusiv finisaje și tâmplării înglobate		
- pereți nestructurali interiori înrâmați și panouri înrămate din zidărie simplă;	1,00	2,50
- pereți nestructurali interiori și panouri din zidărie simplă care nu sunt fixați de structură la partea superioară	2,50	2,50
- parapete interioare din zidărie simplă rezemați în consolă sau fixați sub nivelul centrului de greutate	2,50	2,50
- parapete interioare din zidărie simplă fixați peste nivelul centrului de greutate	1,00	2,50
- elemente de compartimentare interioară din alte materiale decât zidăria	1,00	2,50
Tavane suspendate	1,00	2,50

Pardoseli înălțate		
- sisteme simple	1,00	1,50
- sisteme speciale	1,00	2,50
Garduri de incintă	2,50	2,50
Instalații sanitare		
- sisteme de conducte din materiale deformabile cu prinderi flexibile	2,50	6,00
- sisteme de conducte din materiale fragile (fontă, sticlă, plastic neductil)	2,50	3,00
Instalații electrice/iluminat		
- sisteme de cabluri principale suspendate	2,50	6,00
- sisteme de cabluri principale montate rigid	1,00	2,50
- echipamente electrice	1,00	2,50
- corpuri de iluminat	1,00	1,50
Instalații de condiționare/încălzire & ventilație		
- echipamente montate în exterior	2,50	6,00
- echipamente izolate cu neopren împotriva vibrațiilor	2,50	2,50
- echipamente izolate cu arcuri împotriva vibrațiilor	2,50	2,00
- echipamente neizolate împotriva vibrațiilor	1,00	2,50
- echipamente montate pe conducte	1,00	2,50
- alte echipamente	1,00	2,50
Instalații speciale cu utilaje care operează cu abur sau apă la temperaturi ridicate		
- boilere, cazane	1,00	2,50
- vase de presiune rezemate pe manta sau așezate liber	1,00	2,50
Echipamente electromecanice		
- ascensoare și scări rulante	1,00	2,50
Mobilier		
- mobilier din unități medicale, de cercetare, inclusiv sistemele de computere; mobilier de birou (rafturi, clasoare, dulapuri)	1,00	1,50
- mobilier și exponate din muzee de interes național	1,00	1,00

- mobilier și dotări speciale din construcții din clasa de importanță IV: (panouri de comandă ale dispeceratelor din servicii de urgență, din unități de pompieri, poliție, centrale telefonice, echipamente din stații de radiodifuziune/televiziune)	1,00	1,00
- rafturi din oțel cu ultimul nivel de depozitare situat la o înălțime mai mare sau egală cu 3,00 m față de bază	Conform reglementării tehnice GP 128	

(5) Valoarea factorului de comportare a componentei nestructurale pentru verificări la starea limită de serviciu, q_{CNS}^{SLs} , este egală cu 1,00.

(6) În cazul componentelor nestructurale prinse la nivelul a două planșee succesive cu cotele Z_{inf} și Z_{sup} , F_{CNS} este considerată uniform distribuită pe înălțimea nivelului. Pentru calculul F_{CNS} în expresia factorului K_z este utilizată valoarea medie a mărimii z :

$$z = \frac{Z_{sup} + Z_{inf}}{2} \quad (10.7)$$

Nota: Acesta este cazul particular al pereților nestructurali de zidărie înrămate în cadre de beton, oțel sau compozite.

(7) Forța seismică orizontală statică echivalentă, F_{CNS} , se limitează conform relațiilor:

$$\begin{aligned} F_{CNS} &\geq 0,30S_{ap,h}\gamma_{CNS}m_{CNS} \\ F_{CNS} &\leq 1,60S_{ap,h}\gamma_{CNS}m_{CNS} \end{aligned} \quad (10.8)$$

(8) Forța seismică verticală statică echivalentă $F_{CNS,V}$ este determinată cu relația (10.5) utilizând valoarea accelerației componentei verticale determinată conform prevederilor capitolului 3.

(9) Pentru calculul rezistenței și stabilității unei componente nestructurale, forța seismică statică echivalentă, F_{CNS} , este considerată acționând ca:

- încărcare uniform distribuită, perpendiculară pe axa componente nestructurale, orizontal și vertical, în cazul elementelor liniare care pot oscila simultan pe cele două direcții - țevi, conducte, canale de ventilație și similare;
- încărcare uniform distribuită sau concentrată, perpendiculară pe planul componente nestructurale, în cazul elementelor plane verticale sau înclinate - pereți interiori și exteriori, fațade cortină și similare;
- încărcare uniform distribuită sau concentrată în planul CNS, în cazul elementelor plane orizontale - tavane suspendate, pardoseli înălțate;
- forță concentrată aplicată în centrul de greutate al componente nestructurale, pe direcția cea mai defavorabilă, în cazul elementelor care au trei dimensiuni ortogonale comparabile - utilaje, echipamente, rezervoare, coșuri de fum și de ventilație și similare.

10.4.1.2 Metoda spectrelor de etaj

- (1) Accelația orizontală a componentei nestructurale se determină din spectrul de răspuns elastic exprimat în accelerații al etajului, corespunzător punctului de prindere a componentei nestructurale.
- (2) Spectrul de răspuns elastic exprimat în accelerații al etajului se determină prin analiza spectrală a mișcării planșeului în plan orizontal determinată prin calculul dinamic nelinier al structurii în ansamblu, conform prevederilor capitolului 4.
- (3) Acțiunea seismică se modelează în calcul conform prevederilor capitolului 3.
- (4) Se recomandă folosirea acestui model și pentru componentele nestructurale din categoriile A1, A2 și B4 ale clădirilor cu înălțime mai mare sau egală cu 50 m.

10.4.2 Deplasări orizontale

- (1) O componentă nestructurală care este prinsă la două cote de nivel diferite, pe aceeași structură sau același tronson, se realizează astfel încât să îndeplinească criteriile de performanță seismică date la 10.2 pentru o valoare de proiectare a deplasării orizontale relative între punctele de prindere, $d_{r,CNS}$, determinată cu relația:

$$d_{r,CNS} = d_{si} - d_{sj} \quad (10.9)$$

unde:

d_{si} valoarea de proiectare a deplasării orizontale, la cota de nivel „i”;

d_{sj} valoarea de proiectare a deplasării orizontale, la cota de nivel „j”;

- (2) O componentă nestructurală care este prinsă la două cote de nivel diferite, pe două structuri sau tronsoane diferite, se realizează astfel încât să îndeplinească criteriile de performanță seismică date la 10.2 pentru o valoare deplasării orizontale relative între punctele de prindere, $d_{r,CNS}$, determinată cu relația:

$$d_{r,CNS} = |d_{siA}| + |d_{sjB}| \quad (10.10)$$

unde:

d_{siA} valoarea de proiectare a deplasării orizontale, la cota de nivel „i”, în clădirea „A”, la starea limită considerată;

d_{sjB} valoarea de proiectare a deplasării orizontale, la cota de nivel „j”, în clădirea „B”, la starea limită considerată.

- (3) Valorile deplasărilor orizontale ale structurii sub acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime sau stării limită de serviciu, constituie date de temă pentru proiectarea sau selectarea componentelor nestructurale.

10.4.2.2 Starea limită ultimă

- (1) Pentru verificări la starea limită ultimă, valoarea de proiectare a deplasării orizontale relative dintre punctele de prindere se determină conform 10.4.2, (1) sau (2), considerând valorile de proiectare ale deplasărilor relative de nivel la starea limită ultimă.

10.4.2.3 Starea limită de serviciu

(1) Pentru verificări la starea limită de serviciu, valoarea de proiectare a deplasării orizontale relative dintre punctele de prindere se determină conform [10.4.2](#), [\(1\)](#) sau [\(2\)](#), considerând valorile de proiectare ale deplasărilor relative de nivel la starea limită de serviciu.

(2) În cazul:

(a) elementelor atașate anvelopei amplasate pe fațadele învecinate proprietății publice sau către alte spații în care este posibilă aglomerarea de persoane;

(b) sistemelor de conducte care sunt fixate pe două tronsoane adiacente, în cazul clădirilor din clasa de importanță și expunere la cutremur I sau a II-a;

valorile de proiectare ale deplasărilor relative de nivel la starea limită de serviciu determinate conform prevederilor capitolului [4](#) se multiplică cu 1,30.

10.5 Valori admise

(1) Valorile admise ale forțelor orizontale care pot încărca o componentă nestructurală și valorile admise ale deplasărilor relative dintre punctele sale de prindere se stabilesc:

(a) conform prevederilor reglementărilor tehnice sau a standardelor române de proiectare specifice tipului de componentă, în situația în care astfel de documente normative sunt în vigoare,

sau

(b) conform prevederilor agreementului tehnic.

(2) Agreementul tehnic referitor la o componentă nestructurală de orice tip, pentru certificarea performanței la acțiuni seismice, cuprinde prevederi explicite privind:

(a) aptitudinea de utilizare în condiții de solicitare seismică, în regim dinamic ciclic-alternant;

(b) valorile admise forțelor orizontale sau accelerațiilor orizontale, care pot acționa asupra componentei, pentru asigurarea funcțiunii componentei și asigurarea rezistenței și stabilității;

(c) valorile admise ale deformațiilor relative dintre punctele de prindere, în cazul componentelor prinse în mai multe puncte, pentru asigurarea funcțiunii componentei și asigurarea rezistenței și stabilității;

(d) modul de realizare a prinderilor și forțele de legătură din prinderi asociate nivelului forțelor orizontale admise pentru asigurarea stabilității;

pentru îndeplinirea criteriilor de performanță seismică date la [10.2](#).

Agreementul tehnic se referă la componenta nestructurală în ansamblul ei, cuprinzând toate părțile și materialele înglobate, legăturile dintre acestea și prinderile de structură, de alte componente nestructurale sau rezemarea pe teren, după caz.

Notă: Agreementele tehnice ale părților constitutive ale unei componente nestructurale nu înlocuiesc agreementul tehnic al componentei nestructurale.

(3) Efectul frecării, datorat greutatei proprii a componentei nestructurale, a componentelor susținute de aceasta sau a încărcărilor aplicate, nu se ia în considerare pentru asigurarea stabilității la lunecare a componentei nestructurale.

10.6 Prevederi suplimentare

(1) Acest paragraf conține prevederi minimale privind proiectarea sau selectarea componentelor nestructurale din anumite categorii. Aceste prevederi se aplică suplimentar față de prevederile din reglementările tehnice specifice sau față de specificațiile din agrementele tehnice ale produselor.

(2) Prevederile privind alcătuirea componentelor nestructurale date în acest paragraf se aplică tuturor componentelor nestructurale, cu limitările prevăzute aici, indiferent tipul acțiunii dominante asupra acestora.

10.6.1 Componente arhitecturale din zidărie

(1) La clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sau DCM, pentru executarea componentelor nestructurale din zidărie se pot folosi elementele pentru zidărie din grupa 1 și 2, conform încadrării din SR EN 1996-1-1.

(2) Pereții nestructurali de zidărie și panourile de zidărie înrămate nu se realizează din elemente pentru zidărie din argilă arsă cu goluri orizontale realizate la turnare.

(3) Componentele nestructurale din zidărie din clădiri din clasa I sau a II-a de importanță și expunere la cutremur se realizează din elemente pentru zidărie din categoria I, definită conform reglementării tehnice CR 6.

Componentele nestructurale din zidărie din clădiri din clasa a III-a sau a IV-a de importanță și expunere la cutremur se realizează din elemente pentru zidărie din categoria I sau a II-a, definită conform reglementării tehnice CR 6.

(4) Componentele nestructurale din zidărie se realizează cu mortar cu valoarea caracteristică a rezistenței la compresiune mai mare sau egală cu $2,50 \text{ N/mm}^2$. Componentele nestructurale din zidărie din clădirile din clasele de importanță și expunere la cutremur I sau a II-a nu se realizează cu mortar preparat la șantier.

(5) Pereții de fațadă alcătuiți din două straturi de zidărie cu gol interior se prevăd cu ancore de solidarizare conform prevederilor din SR EN 1996-1-1. Ancorele se realizează astfel încât să îndeplinească prevederile SR EN 845-1.

Numărul și dimensiunile ancorelor îndeplinesc următoarele condiții:

- pentru amplasamente caracterizate de $S_{ap,h}^{SLU} \leq 2,50 \text{ m/s}^2$ se dispun minim 2 ancore pentru fiecare m^2 de perete;
- pentru amplasamente caracterizate de $2,50 \text{ m/s}^2 < S_{ap,h}^{SLU} \leq 6,00 \text{ m/s}^2$ se dispun minim 3 ancore pentru fiecare m^2 de perete;
- pentru amplasamente caracterizate de $S_{ap,h}^{SLU} > 6,00 \text{ m/s}^2$ se dispun minim 4 ancore pentru fiecare m^2 de perete.

(6) În zonele cu seismicitate moderată sau mare nu sunt permisi pereți de zidărie rezemați la partea inferioară pe plăci dacă sunt mărginiți la partea superioară de alte componente structurale, cum sunt grinzile sau plăcile.

10.6.1.1 Pereți nestructurali de zidărie

(1) Acest paragraf conține prevederi suplimentare minimale pentru îndeplinirea criteriilor de performanță seismică pentru pereți nestructurali de zidărie.

(2) Pereții nestructurali de zidărie se realizează din panouri de zidărie și, după caz, stâlpișori și centuri de beton armat.

(3) La clădiri amplasate în zone de seismicitate moderată sau mare, pereții exteriori din zidărie se înrămează pe toate cele patru laturi prin aportul componentelor structurale principale, a celor secundare, a stâlpișorilor și/sau a centurilor.

(4) La marginile golurilor din pereți care au cu suprafața mai mare sau egală $2,50 \text{ m}^2$, pentru amplasamentele caracterizate prin $2,50 \text{ m/s}^2 < S_{ap,h}^{SLU} \leq 6,00 \text{ m/s}^2$, și golurile din pereți cu suprafața mai mare sau egală cu $1,50 \text{ m}^2$, pentru amplasamentele caracterizate prin $S_{ap,h}^{SLU} > 6,00 \text{ m/s}^2$, se dispun stâlpișori și centuri de beton armat cu ancorare în componentele structurale principale.

(5) Pereții de zidărie înrămați prin aportul componentelor structurale principale se realizează astfel încât panourile de zidărie nearmată să îndeplinească condițiile:

- aria panoului este mai mică sau egală cu $12,0 \text{ m}^2$;
- înălțimea panoului este mai mică sau egală cu $3,50 \text{ m}$;
- lungimea panoului este mai mică sau egală cu $5,00 \text{ m}$.

Notă: În cazul în care rezistența panourilor din zidărie nearmată este insuficientă, se pot lua următoarele măsuri: dimensiunile panoului se reduc prin introducerea unor stâlpișori de beton armat, suplimentari față de cei introduși pentru bordarea golurilor, zidăria se tencuiește cu tencuială armată cu plase din oțel, grile polimerice sau polimeri armați cu fibre (FRP) sau se adoptă pentru pereții respectivi o altă rezolvare constructivă sau alte materiale.

(6) Pereții de zidărie neînrași prin aportul componentelor structurale principale se realizează astfel încât panourile de zidărie nearmată să îndeplinească condițiile:

- aria panoului este mai mică sau egală cu $9,0 \text{ m}^2$;
- înălțimea panoului este mai mică sau egală cu $2,50 \text{ m}$;
- lungimea panoului este mai mică sau egală cu $3,50 \text{ m}$.

Notă: Pereții de închidere din zidărie neînrași sunt și pereții rezemați pe console sau pereții cu goluri mari pentru care nu se realizează un sistem de diagonale prin confinarea peretelui de către componentele structurale principale cu care se află în contact.

(7) Pereții de calcan, fronton sau timpane din zidărie sau alte elemente majore de zidărie care lucrează în consolă verticală sub încărcări orizontale perpendiculare pe plan, se asigură împotriva răsturnării prin prevederea de stâlpișori și/sau centuri la partea superioară. Stâlpișorii au rotirea și deplasarea restricționată la bază prin conectarea de componentele structurale principale. La panourile de zidărie mai înalte de $2,0 \text{ m}$ se prevăd centuri intermediare orizontale, astfel încât înălțimea maximă a unui panou de zidărie situat între două elemente orizontale de beton să nu depășească $2,0 \text{ m}$.

Notă: Stâlpișorii de beton armat au capacitatea de rezistență la încovoiere mai mare decât momentele încovoietoare cauzate de răsturnarea elementelor de zidărie, fără aportul zidăriei.

(8) Stabilitatea laterală a pereților se asigură prin conectarea de componentele structurale și/sau prin țesere cu pereții nestructurali de zidărie cu care se intersectează.

(9) Pereții interiori cu înălțime parțială nu se fixează lateral prin aportul tavanului suspendat.

Notă: În cazul în care eforturile unitare normale din încovoiere perpendicular pe planul peretelui au valori mai mari decât valorile de proiectare are rezistențelor se adoptă una sau mai multe dintre următoarele soluții:

- peretele se armează în rosturile orizontale dacă, din calcul, rezultă că ruperea se produce în plan perpendicular pe rosturile orizontale în câmpul peretelui și la reazeme;
- dimensiunile panoului de zidărie se reduc prin introducerea de centuri și stâlpișori intermediari; centurile și stâlpișorii sunt ancorate de structură și sunt dimensionați pentru a prelua încărcările orizontale ce le revin.

10.6.1.2 Atice, parapete, coșuri de fum

(1) Acest paragraf conține prevederi suplimentare minimale pentru îndeplinirea criteriilor de performanță seismică pentru atice, parapete și coșuri de fum din zidărie.

(2) Stabilitatea aticelor și parapetelor sub acțiunea seismică orizontală perpendiculară pe plan este asigurată prin una dintre următoarele măsuri sau o combinație a acestora:

(a) utilizarea de stâlpișori intermediari din beton armat și centuri de beton armat la partea superioară, conectate de componentele structurale principale;

Notă: Stâlpișorii de beton armat au capacitatea de rezistență la încovoiere mai mare decât momentele încovoietoare cauzate de răsturnarea elementelor de zidărie, fără aportul zidăriei.

(b) armarea continuă în rosturile orizontale, cu ancorarea armăturilor în componentele structurale principale.

(3) Stabilitatea coșurilor de fum sau de ventilație realizate din zidărie sub acțiunea seismică orizontală este asigurată prin una dintre următoarele măsuri sau o combinație a acestora:

- acoperirea zidăriei cu tencuieli armate cu plase, la care barele verticale sunt ancorate în componentele structurale principale;
- bordarea exterioară cu profile laminate ancorate în componentele structurale principale, acoperite cu tencuială;
- ancorarea coșurilor cu tiranți fixați în structura principală.

(4) Cornișele și brăiele, care depășesc planul zidăriei cu cel mult jumătate din grosimea peretelui sunt realizate cu elemente de tip HD, prin scoaterea în consolă a cărămizilor, în trepte de cel mult 1/4 din cărămidă la fiecare rând. La proiectarea cornișelor se ține seama de efectul de răsturnare cauzat de acțiunea gravitațională asupra părții de cornișă care depășește planul zidăriei. Stabilitatea cornișelor este asigurată prin prevederea de stâlpișori și centuri de beton armat.

(5) Cornișele care depășesc fața peretelui exterior cu mai mult de jumătate din grosimea acestuia sunt realizate din elemente de beton armat.

10.6.2 Pereți exteriori prefabricați din beton

(1) Acest paragraf conține prevederi suplimentare minimale pentru îndeplinirea criteriilor de performanță seismică pereți prefabricați de beton.

(2) Pereții exteriori realizați din panouri prefabricate din beton, montate după executarea structurii, sunt rezemate direct pe elementele structurii principale sau sunt legate de aceasta cu ancore sau cu alte dispozitive mecanice.

(3) Legăturile și rosturile între panouri permit deplasări relative de nivel cel puțin egale cu deplasarea relativă de nivel corespunzătoare stării limită ultime, dar nu mai puțin de 15 mm.

10.6.3 Pereți exteriori din sticlă

- (1) Acest paragraf conține prevederi suplimentare minimale pentru îndeplinirea criteriilor de performanță seismică pentru fațade vitrate.
- (2) În cazul fațadelor amplasate către spații publice sau cu aglomerări de persoane, indiferent de clasa de importanță și de expunere a clădirii, sticla ferestrelor cu suprafață mai mare de $2,00 \text{ m}^2$, și care sunt situate la înălțime $\geq 2,00 \text{ m}$ peste nivelul trotuarului, se alege de tip "securizat".

10.6.4 Tavane suspendate

- (1) Tavanele suspendate ale construcțiilor din clasele de importanță și expunere la cutremur I, a II-a sau a III-a, situate în zone cu seismicitate moderată sau mare, îndeplinesc următoarele condiții:
 - în fiecare din cele două direcții orizontale ortogonale, un capăt al rețelei de susținere a tavanului este fixat de elementul structural de margine iar celălalt capăt are posibilitatea de deplasare liberă pe cel puțin 20 mm ;
 - tavanele cu suprafață $\geq 100 \text{ m}^2$ sunt prinse în direcție orizontală de structura principală;
 - tavanele cu suprafață $> 250 \text{ m}^2$ vor fi divizate în zone cu suprafață $\leq 250 \text{ m}^2$ prin rosturi de separare sau prin pereți dezvoltăți pe toată înălțimea etajului; se poate renunța la această măsură dacă se demonstrează prin calcul că sistemul de fixare poate prelua integral deplasările laterale ale tavanului;
 - sunt prevăzute măsuri pentru a permite deplasarea orizontală liberă a tavanului în vecinătatea capetelor de sprinklere sau a altor piese care traversează tavanul;
 - în cazul tavanelor care se dezvoltă în zone situate la cote de nivel diferite, stabilitatea laterală a fiecărei zone este asigurată printr-un sistem propriu de limitare a deplasărilor orizontale (contravântuire);
 - conductele, canalele de ventilație, cablurile electrice și alte elemente de instalații sunt fixate de tavanul suspendat.

10.6.5 Pardoseli înălțate

- (1) Pardoseala îndeplinește condițiile de performanță seismică cu considerarea încărcărilor stabilite conform SR EN 1991-1.
- (2) Pentru determinarea cerinței seismice reprezentată prin forțele seismice statice echivalentă, masa pardoselii înălțate este stabilită considerând masa proprie a pardoselii, masa totală a echipamentelor fixe și $1/4$ din masa echipamentelor mobile rezemate pe pardoseală.
- (3) Pardoseala îndeplinește condițiile de performanță seismică cu considerarea și a eforturilor cauzate efectul de răsturnare a echipamentelor fixate rigid de pardoseală.
- (4) Dacă pe pardoseală urmează a se monta echipamente grele (orientativ, cu greutatea mai mare de $5,0 \text{ kN}$) panourile vor fi verificate pentru o sarcină concentrată corespunzătoare unui utilaj de mici dimensiuni (orientativ, o încărcare concentrată de 10 kN).
- (5) Legăturile care transmit forțele seismice la planșeu vor fi realizate prin piese fixate de planșeu.

10.6.6 Componente nestructurale amplasate pe căile de evacuare

(1) Pentru evacuarea în siguranță, în cazul acțiunii seismice de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime, a clădirilor situate în zone cu seismicitate moderată sau mare se recomandă aplicarea următoarelor măsuri privind elementele de construcție și finisajele aflate pe căile de evacuare:

- ușile garajelor stațiilor de salvare, ale unităților de pompieri și similare permit trecerea autovehiculelor la acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime, pentru deplasări relative egale cu deplasările relative de nivel asociate stării limită ultime multiplicare cu 1,50;
- ușile de evacuare ale clădirilor care pot adăposti un număr mare persoane (orientativ, peste 250 de persoane) vor fi proiectate astfel încât să nu se blocheze pentru deplasări relative de nivel egale cu $1,50 d_{r,CNS}$ unde $d_{r,CNS}$ este valoarea calculată pentru starea limită ultimă;
- ușile încăperilor principale ale clădirilor din clasele de importanță I și II (săli de clasă, de exemplu) și ușile de evacuare ale construcțiilor din clasele de importanță I ÷ III vor fi proiectate astfel încât să nu se blocheze pentru deplasări relative de nivel egale cu $1,25d_{r,CNS}$ unde $d_{r,CNS}$ este valoarea calculată pentru starea limită ultimă;
- copertinele peste ușile de evacuare din clădire îndeplinesc criteriile de performanță seismică pentru o forță seismică verticală mai mare cu 50% decât cea din relația (10.1) pentru clădirile din clasele de importanță I și II și cu 25% pentru clădirile din clasa de importanță III;
- pardoselile, tavanele suspendate și celelalte finisaje de pe căile de evacuare sunt realizate astfel încât dislocarea, căderea și/sau avarierea lor să nu împiedice sau restricționeze circulația persoanelor;
- în clădirile din clasele de importanță I și II piesele de mobilier de pe căile de evacuare vor fi fixate de structură sau de pereții nestructurali conform art.10.4.1.

10.6.7 Instalații

10.6.7.1 Componente liniare

(1) Deplasările conductelor, canalelor, tubulaturilor care sunt așezate în direcție orizontală, verticală sau înclinată sunt restricționate pe verticală și pentru două direcții orizontale ortogonale prin instalarea de tiranți și contravântuiri, după caz.

(2) Conductele așezate în direcție verticală, care sunt amplasate la distanță mai mare de 1,0 m față de un stâlp sau un perete structural, permit deplasarea verticală diferită a planșeelor, cu respectarea criteriilor de performanță date la [10.2](#).

(3) Conductele amplasate vertical permit deplasarea relativă dintre planșeele pe care le traversează sau dintre punctele lor de prindere, cu respectarea criteriilor de performanță date la [10.2](#).

(4) Conductele de apă au rol esențial pentru asigurarea funcționării clădirii.

(5) Conductele de apă care trec din teren în clădire și golurile de trecere prin anvelopa clădirii sau fundații se proiectează astfel încât conductele să-și mențină etanșitatea la cea mai mare valoare credibilă a deplasării orizontale a clădirii în raport cu terenul. În dreptul golurilor de trecere se prevede un rost de minim 25 mm între conductă și marginea golului, pe tot perimetrul.

(6) Conductele de gaz care trec din teren în clădire și golurile de trecere prin anvelopa clădiri sau prin fundații se proiectează astfel încât conductele să-și mențină etanșeitatea la cea mai mare valoare credibilă a deplasării orizontale a clădirii în raport cu terenul.

(7) Conductele care traversează rosturile dintre două corpuri de clădire adiacente și golurile de trecere sunt realizate astfel încât permit deplasarea orizontală relativă a corpurilor de clădire, cu respectarea criteriilor de performanță date la [10.2](#).

(8) Componentele suspendate care sunt instalate în lungul traseelor tubulaturilor și au greutate mai mare de 10 kg au deplasările orizontale restricționate prin instalarea de contravântuiri, independent de cele utilizate pentru fixarea tubulaturii.

(9) Instalațiile automate pentru stingerea incendiilor cu sprinklere se proiectează la acțiuni seismice, în acord cu criteriile de performanță date în această reglementare tehnică, conform prevederilor SR EN 12845-3.

10.6.8 Ascensoare

(1) Ascensoarele cu viteză de deplasare ridicată (orientativ peste 45 m/minut) se prevăd cu dispozitive de decuplare calibrate pentru o valoare a accelerației terenului de 50% din accelerația seismică de proiectare pentru SLS.

(2) Contragreutățile ascensoarelor se prevăd cu dispozitive pentru a se evita ieșirea de pe șinele de ghidaj și impactul lor cu cabina.

(3) La partea inferioară și superioară a cabinei și la contragreutate se prevăd dispozitive de blocare.

10.6.9 Scări rulante

(1) Scările rulante din spațiile aglomerate (centre comerciale, săli de expoziție, aeroporturi și similare) se realizează astfel încât să îndeplinească criteriile de performanță seismică pentru deplasări relative între punctele de reazem cu 25% mai mari decât cele corespunzătoare stării limită considerate.

10.6.10 Rafturi din oțel

(1) Rafturile din oțel cu ultimul nivel de depozitare situat la o înălțime mai mare sau egală cu 3,00 m față de bază se proiectează seismic conform reglementării tehnice GP 128, cu respectarea prevederilor suplimentare date în această reglementare tehnică.

(2) Rafturile se realizează astfel încât să îndeplinească criteriile de performanță seismică date la [10.2](#) în P 100-1 pentru componente nestructurale.

(3) Valorile ordonatelor spectrului redus al accelerațiilor se stabilesc conform prevederilor capitolelor [3](#) și [4](#) din P 100-1. Valoarea maximă a factorului de comportare, q , se consideră:

(a) conform prevederilor reglementării tehnice GP 128, pentru verificări la starea limită ultimă;

(b) egală cu 1,00 pentru verificări la starea limită de serviciu.

(4) Coeficientul parțial de siguranță pentru acțiunea seismică se consideră:

(a) conform prevederilor reglementării tehnice GP 128, pentru verificări la starea limită ultimă;

- (b) egal cu 1,00, pentru verificări la starea limită de serviciu.
- (5) Pentru îndeplinirea criteriilor de performanță seismică la starea limită de serviciu date la [10.2](#), [\(4\)](#), [\(d\)](#) sau [\(e\)](#), după caz, elementele componente ale rafturilor, îmbinările dintre acestea și prinderile acestora de structură sau elementele de fundare se realizează astfel încât să răspundă elastic având capacitatea de rezistență mai mare sau egală cu efectul acțiunii seismice de proiectare corespunzătoare stării limită de serviciu stabilit conform prevederilor [10.3](#).
- (6) Rafturile se realizează astfel încât să-și păstreze stabilitatea locală și generală la acțiunea seismică de proiectare corespunzătoare stării limită ultimă.
- (7) Componentele structurale de care sunt prinse sau pe care reazemă rafturile pentru depozitare îndeplinesc condițiile de rezistență date în reglementarea tehnică P 100-1 pentru componente structurale principale, sub acțiunea forțelor de legătură stabilite conform prevederilor [10.3](#).

10.6.11 Rezistența panourilor de zidărie înrămate

- (1) Valoarea de proiectare a capacității de rezistență la forfecare în plan a panourilor din zidărie înrămate în cadre F_{Rd} se determină cu relația:

$$F_{Rd} = \min(F_{Rd1}, F_{Rd2}, F_{Rd3}) \quad (10.11)$$

unde

F_{Rd1} valoarea de proiectare a capacității de rezistență la rupere prin lunecare din forța tăietoare în rosturile orizontale;

$$F_{Rd1} = f_{vd0} A_{pan} k_{1,pan} \quad (10.12)$$

F_{Rd2} valoarea de proiectare a capacității de rezistență corespunzătoare fisurării în lungul diagonalei comprimate;

$$F_{Rd2} = f_{vd0} A_{pan} k_{2,pan} \quad (10.13)$$

F_{Rd3} valoarea de proiectare a capacității de rezistență corespunzătoare strivirii diagonalei comprimate la colțul cadrului.

$$F_{Rd3} = \min(f_d b_{st,ech} t_p k_{3,pan} k_{5,pan}, f_{dh} A_{pan} k_{4,pan}) \quad (10.14)$$

A_{pan} aria secțiunii orizontale a panoului;

$$A_{pan} = t_p l_p \quad (10.15)$$

t_p grosimea panoului de zidărie;

l_p lungimea panoului de zidărie;

E_c, E_z modulii de elasticitate al betonului din cadru și al zidăriei (valorile de scurtă durată);

f_d valoarea de proiectare a rezistenței la compresiune a zidăriei perpendicular pe rostul de așezare;

f_{dh} valoarea de proiectare a rezistenței la compresiune a zidăriei paralel cu rostul de așezare;

f_{vd0} valoarea de proiectare a rezistenței la forfecare sub efort de compresiune zero a zidăriei;

$b_{st,ech}$ latura stâlpului cadrului echivalent care se determină cu relația

$$b_{st,ech} = \sqrt[4]{6(I_1 + I_2)}$$

I_1, I_2 momentele de inerție în planul cadrului ale stâlpilor

Tabelul 10.2 Valorile factorilor $k_{1,pan}$, $k_{2,pan}$, $k_{3,pan}$, $k_{4,pan}$

$\lambda_p = h_p/l_p$	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00
$k_{1,pan}$	1,20	1,45	1,70	2,50	3,30
$k_{2,pan}$	1,90	2,15	2,40	3,05	3,70
$k_{3,pan}$	0,640	0,512	0,400	0,245	0,160
$k_{4,pan}$	0,111	0,125	0,141	0,180	0,224

Tabelul 10.3 Valorile factorului $k_{5,pan}$

E_c/E_z	h_p/t_p				
	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0
4,0	1,20	1,28	1,35	1,41	1,47
6,0	1,32	1,41	1,50	1,57	1,63
8,0	1,41	1,52	1,61	1,68	1,75
10,0	1,50	1,61	1,70	1,78	1,85
12,0	1,60	1,72	1,81	1,90	1,97
14,0	1,70	1,83	1,92	2,02	2,09

λ_p factorul de formă al panoului;

$$\lambda_p = \frac{h_p}{l_p} \quad (10.16)$$

h_p înălțimea panoului de zidărie;

θ unghiul cu orizontala al diagonalei panoului din zidărie înrămată.

10.6.12 Alte prevederi

(1) În cazul componentelor nestructurale ale clădirilor amplasate în zone cu seismicitate moderată sau mare prinse de structură cu ancore post-instalate, capacitatea de rezistență a ancorelor post-instalate este verificată prin teste in-situ pe baza unui program de control inclus în proiect.

(2) Bolțurile montate prin împușcare nu se utilizează ca ancore solificate la întindere pentru componentele nestructurale.

(3) Fixarea componentelor nestructurale cu adezivi nu este luată în considerare la verificarea criteriilor de performanță seismică prevăzute la [10.2](#). Fac excepție, elementele de suprafață ușoare fixate cu adezivi pe toată suprafața lor de componente structurale sau componente nestructurale de suprafață.

11 Dispozitive seismice

11.1 Definiții

(1) Termenii utilizați în acest capitol au următoarele semnificații:

Sistemul de izolare: totalitatea componentelor folosite pentru izolarea seismică;

Interfața de izolare: interfața continuă care separă complet infrastructura de suprastructură, unde se poziționează sistemul de izolare;

Dispozitive izolatoare: elementele care alcătuiesc sistemul de izolare care îndeplinesc condițiile de la [11.2.1](#), (5).

Infrastructura: partea structurii situată sub interfața de izolare, incluzând fundațiile. Flexibilitatea laterală a infrastructurii este neglijabilă în raport cu cea a sistemului de izolare;

Suprastructura: partea structurii care se izolează și este situată deasupra interfeței de izolare;

Izolarea completă: izolarea care asigură suprastructurii o comportare în domeniul elastic la acțiuni seismice orizontale corespunzătoare stării limită ultime.

Izolare parțială: izolarea care nu asigură suprastructurii o comportare în domeniul elastic la acțiuni seismice orizontale corespunzătoare stării limită ultime.

Centrul de rigiditate efectiv: centrul de rigiditate la acțiuni orizontale al interfeței de izolare.

Nota: La clădiri, rigiditatea suprastructurii poate fi neglijată la determinarea poziției centrului de rigiditate efectiv.

Centrul de amortizare: centrul de amortizare la acțiuni orizontale al interfeței de izolare.

Valoarea de proiectare a deplasării orizontale a sistemului de izolare este deplasarea orizontală maximă a centrului de rigiditate efectiv, înregistrată sub acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultimă, între fața superioară a infrastructurii și partea inferioară a suprastructurii, pe o anumită direcție orizontală.

Valoarea de proiectare a deplasării orizontale totale a unui dispozitiv de izolare este deplasarea orizontală maximă a dispozitivului, pe o anumită direcție orizontală, considerând și efectul de rotire de ansamblu a suprastructurii în jurul axei verticale.

Rigiditatea efectivă a sistemului de izolare este raportul dintre valoarea forței orizontale totale transmisă prin interfața de izolare și valoarea de proiectare absolută a deplasării orizontale.

Perioada efectivă este perioada de vibrație unui sistem cu un singur grad de libertate dinamică având masa și rigiditatea egale cu masa suprastructurii și cu rigiditatea efectivă a sistemului de izolare.

Amortizarea efectivă a sistemului de izolare este valoarea amortizării vâscoase echivalente care corespunde energiei disipate prin sistemul de izolare pentru un răspuns ciclic având amplitudinea egală cu valoarea de proiectare a deplasării orizontale.

Dispozitiv de disipare a energiei, dependent de deplasări: dispozitiv care conectează două elemente structurale fără a transmite încărcări verticale. Comportarea lor este dependentă prioritar de deplasări și secundar de viteză. Sunt incluse în această categorie dispozitive cu comportare liniară sau neliniară;

Dispozitiv de disipare a energiei, dependent de viteză: dispozitiv care conectează două elemente structurale fără a transmite încărcări verticale. Comportarea lor este dependentă prioritar de viteză și secundar de deplasări. Sunt incluse dispozitive de tip amortizori cu fluid vâscos și amortizori vâscoelastici;

Dispozitive rigide: dispozitive care conectează două elemente structurale fără a transmite momente încovoietoare sau încărcări verticale. Sunt incluse în această categorie: dispozitive de conectare permanentă, dispozitive cu rol de siguranță fuzibilă, dispozitive de conectare temporară;

11.2 Izolarea bazei

11.2.1 Obiect și domeniu de aplicare

(2) Capitolul conține prevederi privind proiectarea structurilor izolate seismic complet, la care sistemul de izolare este dispus sub masa principală a suprastructurii și are drept scop reducerea răspunsului seismic al structurii principale la acțiuni seismice.

(3) Reducerea răspunsului seismic a structurii principale la acțiuni seismice poate fi obținută prin creșterea perioadei fundamentale de vibrație a structurii, prin creșterea amortizării sau prin combinarea acestor efecte. Sistemul de izolare poate fi realizat din izolatori sau izolatori și amortizoare liniare sau neliniare.

(4) Capitolul se referă la sistemele pasive de disipare a energiei care sunt dispuse la o singură interfață. Sistemele pasive de disipare a energiei care sunt distribuite la mai multe niveluri ale structurii sunt tratate în capitolul [11.3](#)

(5) Dispozitivele de izolare care pot fi utilizate în acord cu prevederile acestui capitol sunt: reazeme laminate din elastomeri, dispozitive elastoplastice cu amortizare vâscoasă sau cu frecare, penduli și alte dispozitive a căror comportare este conformă cu prevederea de la [\(3\)](#). Fiecare dispozitiv are una sau mai multe din următoarele proprietăți:

- (a) rigiditate și rezistență verticale mari, în condițiile unei flexibilități mari în direcție orizontală;
- (b) capacitate mare de disipare a energiei, prin amortizare vâscoasă sau histeretică;
- (c) capacitate de revenire la poziția orizontală inițială după încetarea acțiunii seismice;
- (d) rigiditate suficientă la încărcări orizontale, altele decât cele seismice, pentru îndeplinirea cerințelor la stări limită de serviciu.

11.2.2 Cerințe fundamentale

(1) La proiectarea structurilor izolate seismic se îndeplinesc cerințele fundamentale ale proiectării seismice date în capitolul [2](#).

(2) Dispozitivele de izolare și prinderile lor de structură se proiectează pentru un grad de siguranță superior celui utilizat la proiectarea structurii prin amplificarea acțiunii seismice aplicată fiecărui dispozitiv cu un coeficient de siguranță $\gamma_x = 1,50$.

(3) Componentele nestructurale care traversează interfața de izolare se proiectează pentru îndeplinirea criteriilor de performanță seismică date în capitolul [10](#), ținând seama de deplasările relative dintre infrastructură/teren și suprastructură.

11.2.3 Criterii de îndeplinire a cerințelor

(1) În scopul satisfacerii cerințelor fundamentale ale proiectării seismice, clădirea se verifică la cerințele stărilor limită definite la [2.3](#).

(2) Rețelele utilitare care conectează suprastructura trebuie să își păstreze funcțiunea în acord cu clasa de importanță și expunere la cutremur a clădirii, conform prevederilor capitolului [10.2](#), [\(4\)](#).

Notă: În acest scop se recomandă ca piesele de conectare ale rețelelor de suprastructură să fie proiectate astfel încât să permită deplasările relative mari prin răspuns elastic la acțiunea seismică.

(3) Deplasările relative de nivel ale suprastructurii și infrastructurii se limitează în conformitate cu prevederile capitolul 4.

(4) Capacitatea de rezistență și capacitatea de deformare a dispozitivelor de izolare este mai mare decât cerința seismică corespunzătoare stării limită ultime, amplificată considerând coeficientul de siguranță stabilit conform prevederii de la [11.2.2](#), [\(2\)](#).

(5) Infrastructura se proiectează pentru a răspunde elastic la acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime.

(6) Suprastructura se proiectează pentru clasa de ductilitate DCL, conform prevederilor din capitolele [5-9](#), specifice structurilor realizate din diferite materiale, considerând forțele de legătură cu interfața de izolare.

(7) Infrastructura se proiectează pentru clasa de ductilitate DCL, conform prevederilor din capitolele [5-9](#), specifice structurilor realizate din diferite materiale, considerând forțele de legătură cu interfața de izolare și forțele seismice inerțiale care acționează direct masa infrastructurii.

Notă: La proiectarea infrastructurii și suprastructurii nu este necesară aplicarea metodei de proiectare la capacitate.

(8) La starea limită ultimă, rețelele de gaz și celelalte rețele care pot provoca efecte dezastruoase, care traversează suprafețele de separare ale suprastructurii de terenul înconjurător sau de alte construcții, se proiectează astfel încât să suporte deplasările relative între suprastructura izolată și terenul sau construcțiile înconjurătoare, considerând un coeficient de siguranță γ_x , definit la [11.2.2](#), [\(2\)](#).

(9) Dispozitivele de izolare se selectează sau proiectează cu respectarea prevederilor SR EN 15129 și conform prevederilor Certificatului Tehnic European (CE).

11.2.4 Prevederi generale de proiectare

11.2.4.1 Prevederi generale referitoare la dispozitivele de izolare

(1) Instalarea, inspecția, întreținerea și înlocuirea dispozitivelor de izolare se realizează în acord cu prevederile SR EN 15129. În acest scop se prevede un spațiu suficient între suprastructură și infrastructură.

(2) În cazul dispozitivelor protejate față de efectele potențiale al unor surse de hazard ca incediu, atacul chimic sau biologic, protecția nu trebuie să afecteze funcționarea dispozitivelor în timpul cutremurului.

(3) Protecția la incendiu a dispozitivelor de izolare se proiectează în acord cerințele de protecție la incendiu ale clădirii. Această protecție nu trebuie să afecteze funcționarea dispozitivelor de izolare în timpul cutremurului.

Notă: Proiectarea dispozitivelor trebuie realizată în acord cu factorii de mediu, inclusiv vânt, efecte de îmbătrânire, temperatură ambientală, temperatură de operare, expunere la umiditate sau alte substanțe dăunătoare.

- (4) Dispozitive de izolare sensibile la cedare din oboseală la cicluri de solicitare de amplitudine mică, vor avea un răspuns liniar-elastic la acțiunea vântului.
- (5) Dispozitivele de izolare cu rol de transmitere a încărcării verticale vor respecta o lungime de suprapunere minimă care să asigure funcționarea reazemului la deplasări seismice amplificate cu coeficientul de siguranță, γ_x , stabilit conform prevederii de la [11.2.2](#), [\(2\)](#).
- (6) Dispozitivele de izolare care transmit încărcări verticale vor fi suficient de rigide pe direcție verticală.

11.2.4.2 Controlul mișcărilor nedorite

- (1) Centrul de rigiditate efectiv și centrul de amortizare al interfeței de izolare trebuie să fie cât mai apropiat de proiecția centrului maselor pe interfața de izolare.

Notă: Astfel, se reduc efectele de torsiune în jurul axei verticale la nivelul interfeței de izolare.

- (2) Eforturile de compresiune rezultate din acțiunile permanente trebuie să fie cât mai uniform distribuite între dispozitivele de izolare.
- (3) Sistemul de izolare se proiectează astfel încât să nu producă șocuri sau, dacă acestea se produc, se controlează prin prevederea de dispozitive adecvate pentru atenuare.
- (4) Rotirea capetelor dispozitivelor de izolare în jurul oricărei axe orizontale se limitează superior la 0,005 rad.

11.2.4.3 Controlul mișcărilor diferențiale ale terenului

- (1) Imediat deasupra și dedesubtul interfeței de izolare se dispun diafragme orizontale rigide și rezistente.
- (2) Prin excepție de la [\(1\)](#), dispozitivele de izolare pot amplasate pe înălțimea componentelor structurale principale verticale, stâlpi sau pereți, dacă deplasările orizontale relative ale elementelor verticale sub acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime, sunt mai mici decât 1/20 din deplasarea relativă a dispozitivelor de izolare, stabilită fără considerarea coeficientului de siguranță γ_x .

11.2.4.4 Controlul deplasărilor relative față de terenul și construcțiile înconjurătoare

- (1) Distanța dintre suprastructură și terenul sau construcțiile din vecinătate este mai mare decât deplasarea maximă cauzată de acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime, amplificată cu coeficientul de siguranță γ_x , definit la [11.2.2](#), [\(2\)](#).

11.2.4.5 Capacitatea de recentrare a sistemului de izolare

- (1) Sistemul de izolare are capacitate de recentrare pe ambele direcții principale orizontale. Această cerință este îndeplinită atunci când sistemul are deplasări reziduale mici în raport cu capacitatea sa de deplasare.
- (2) Sistemul de izolare îndeplinește condiția:

$$E_s \geq 0,25E_D \quad (11.1)$$

unde

E_s este energia reversibilă acumulată (energie elastică de deformare și energie potențială) a structurii, inclusiv a sistemului de izolare;

E_D este energia disipată de dispozitivele seismice

pentru deplasări cuprinse între 0 și deplasarea maximă cauzată de acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime, d_{Ed}^{SLU} .

(3) Prin excepție de la (2), se pot utiliza sisteme cu comportare bilinară în direcție orizontală și care respectă prevederea (4), dacă este îndeplinită relația:

$$\frac{d_{Ed}^{SLU} K_P}{F_0} \geq 0,5 \quad (11.2)$$

unde:

d_{Ed}^{SLU} deplasarea seismică a sistemului de izolare pe direcția considerată;

K_P rigiditatea post-elastică (tangentă);

F_0 forța corespunzătoare deplasării zero a sistemului de izolare la acțiuni ciclice, fără a include contribuția dispozitivelor dependente de viteză (Figura 11.1);

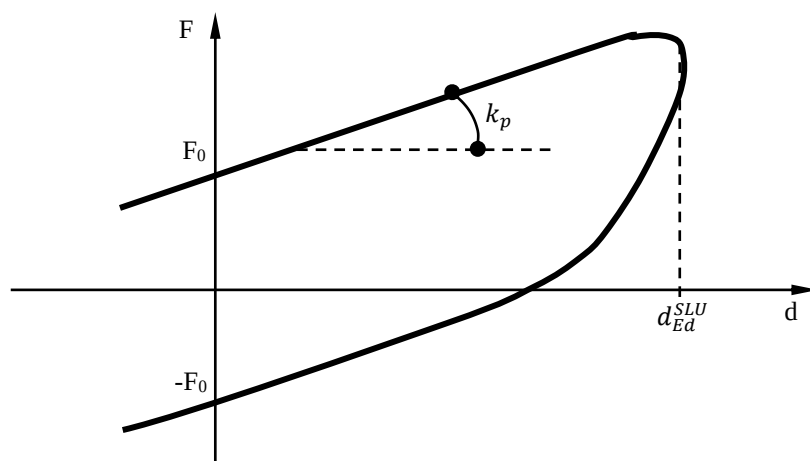


Figura 11.1 Definierea modelului bilinar echivalent pentru evaluarea capacității de recentrare

(4) Abaterea relației forță-deplasare a sistemului de izolare de la forma bilinară cea mai apropiată, nu depășește $\pm 15\%$ pentru nici o deplasare în intervalul $0,3d_{Ed}^{SLU}$ - $1,0d_{Ed}^{SLU}$ pe segmentele de încărcare. La aplicarea acestui criteriu pentru sistemele cu frecare, efectul variației încărcării verticale asupra relației forță-deplasare a sistemului de izolare poate fi neglijat.

(5) Metoda alternativă definită la (3) poate fi aplicată ignorând contribuția elastică favorabilă a infrastructurii.

(6) Se poate considera că sistemele care nu satisfac (2) sau (3) respectă prevederea de la (1) dacă sistemul de izolare se proiectează considerând deplasările amplificate cu coeficientul de siguranță, γ_x , stabilit conform prevederii de la 11.2.2, (2), și factorul ρ_d stabilit cu relația:

$$\rho_d = 1 + 1,50 \left(1 - 2 \frac{d_{Ed}^{SLU} K_P}{F_0} \right) \geq 1,0 \quad (11.3)$$

unde d_{Ed} , K_P , F_0 sunt definite la [\(3\)](#).

Deplasarea reziduală majorată cu factorul $2(\rho_d - 1)d_{Ed}^{SLU}/3$ trebuie să fie compatibilă cu funcțiunea clădirii.

11.2.4.6 Limitarea deplasării sistemului de izolare

(1) Sistemul de izolare dispune de suficientă constrângere laterală astfel încât să îndeplinească toate cerințele relevante din reglementările tehnice aplicabile referitoare la îndeplinirea cerințelor la stări limită de serviciu.

Notă: De exemplu, acesta este cazul încărcărilor din vânt la clădiri.

(2) Atunci când sunt prevăzute dispozitive de constrângere de tip siguranțe, limita lor de curgere se limitează superior la 40% din valoarea de proiectare a forței orizontale corespunzătoare răspunsului elastic al dispozitivului la starea limită ultimă.

(3) Atunci când se utilizează dispozitive de conectare temporară, pentru aplicarea (1) acestea trebuie incluse în model.

11.2.4.7 Acțiunea seismică

(1) La proiectarea seismică se consideră acțiunea simultană a celor trei componente ale acțiunii seismice, conform definirii din capitolul [3](#).

(2) Combinarea efectelor acțiunii seismice se realizează conform prevederilor capitolului 3.

(3) În cazul aplicării calculului dinamic, se utilizează cel puțin șapte seturi de accelerograme care îndeplinesc prevederile [3.2](#).

(4) La structuri izolate complet, prevederile de la [4.5](#) se aplică cu T_{eff} în loc de T_1 , conform [11.2.5.2](#).

11.2.4.8 Modelare

(1) Modelarea structurii va reflecta cu suficientă acuratețe distribuția spațială a dispozitivelor seismice, astfel încât să se considere în mod adecvat translația pe cele două direcții orizontale, momentele de răsturnare corespunzătoare și rotirea în jurul axei verticale. De asemenea modelul va reflecta adecvat proprietățile diferitelor tipuri de dispozitive seismice.

(2) Proprietățile dispozitivelor seismice vor fi cele mai defavorabile pe durata de exploatare a construcției, reflectând atunci când este relevant, influența a) până la e):

- (a) pasului de încărcare;
- (b) mărimii încărcărilor verticale;
- (c) mărimii încărcărilor orizontale simultane;
- (d) temperaturii;
- (e) modificării proprietăților pe durata de exploatare a construcției.

- (3) În vederea surprinderii variației proprietăților sistemelor seismice, se vor parcurge analize multiple. Limite superioare și inferioare ale proprietăților fiecărui dispozitiv seismic vor fi determinate pentru fiecare parametru de modelare.
- (4) se va lua în considerare flexibilitatea orizontală a infrastructurii, incluzând atunci când este relevant, interacțiunea teren-structură;
- (5) cel puțin două analize trebuie parcurse, indiferent de metoda de calcul aleasă:
- (a) accelerațiile și forțele de inerție induse de cutremur trebuie evaluate considerând valoarea maximă a rigidităților și valorile minime ale coeficienților de amortizare și frecare;
- (b) deplasările vor fi determinate pe baza valorilor minime ale rigidității și coeficienților de amortizare și frecare.
- (6) Atunci când se aplică calculul dinamic neliniar, se aplică următoarele condiții:
- (a) modelul include caracteristicile neliniare forță-viteză-deplasare ale dispozitivelor de disipare de energie pentru a ține cont în mod explicit de dependența dispozitivului de amplitudinea, frecvența și durata mișcării seismice;
- (b) modelul dispozitivelor dependente de deplasare include comportarea lor histeretică, în acord cu rezultatele experimentale și ținând seama de toate modificările semnificative de rezistență, rigiditate și formă a curbei histeretice;
- (c) modelul dispozitivelor disipatoare de energie, dependente de viteză, include un coeficient de viteză, în acord cu rezultatele experimentale; caracteristicile de amortizare care se modifică în timp și/sau datorită temperaturii, trebuie modelate explicit;
- (d) dacă proprietățile dispozitivelor de disipare de energie se modifică în domeniul efectelor acțiunii seismice determinate prin analiză, răspunsul dinamic poate fi surprins pe baza caracteristicilor de proiectare minime și maxime ale dispozitivelor, pentru domeniul analizat, determinate în acord cu SR EN 15129;
- (e) situația maximă prevede în funcție de relevanță, concomitent valori maxime ale coeficientului de viteză, rigidității, disipării de energie și rezistenței. Situația minimă pentru analiză și proiectare prevede în funcție de relevanță, concomitent valori minime ale coeficientului de viteză, rigidității, disipării de energie și rezistenței.

Notă: Valori minime ale coeficienților de viteză și ale disipării de energie produc de regulă forțe de proiectare maxime.

- (7) Valoarea maximă a factorului de comportare, q , este egală cu 1,50.

11.2.5 Calculul structurii

11.2.5.1 Generalități

- (1) Răspunsul dinamic al structurii se caracterizează în termeni de accelerații, forțe de inerție și deplasări.
- (2) Efectele acțiunii seismice se evaluează prin calcul structural cel puțin prin următoarele metode:
- (a) calcul dinamic liniar, conform prevederilor de la [11.2.5.4](#);
- și
- (b) calcul liniar simplificat, în acord cu limitările menționate la [11.2.5.3](#).

- (3) La proiectarea clădirii se utilizează cele mai defavorabile valori ale efectelor acțiunii seismice determinate prin cele două metode de calcul structural. Efectele acțiunii seismice determinate prin calcul dinamic liniar se limitează inferior la valorile stabilite prin calcul liniar simplificat, echivalent modului de vibrație fundamental.
- (4) Suprastructurile izolate se proiectează pentru un răspuns elastic la acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime. În cazul în care, la proiectarea structurilor izolate, există suspiciuni privind comportarea în domeniul elastic al suprastructurii, demonstrarea răspunsului elastic al suprastructurii se face prin calcul dinamic neliniar.
- (5) La determinarea efectelor acțiunii seismice, se ține seama de efectele de torsiune de ansamblu a clădirii, inclusiv de cele datorate excentricității accidentale, și de efectele de ordin II.
- (6) La structurile izolate echipate cu izolatori seismici și/sau dispozitive dependente de deplasare și dispozitive dependente de viteză, diferența de fază între deplasarea maximă și viteza maximă poate fi considerată la determinarea efectelor acțiunii seismice. Astfel forța orizontală totală a sistemului de izolare pe direcția considerată corespunde unor valori simultane ale vitezelor și deplasărilor majorate pentru a ține seama de efectul utilizării combinate a dispozitivelor.
- (7) Pentru determinarea efectelor acțiunii seismice se utilizează valorile caracteristicilor fizice și mecanice ale izolatoarelor care determină cele mai defavorabile efecte. În acest scop, se pot utiliza mai multe scenarii de combinare a valorilor acestor caracteristici. Valorile caracteristicilor fizice și mecanice se stabilesc conform specificațiilor tehnice ale dispozitivelor seismice.
- (8) Prin excepție de la (7), pentru clădirile încadrate în clasa de importanță și expunere la cutremur a III-a sau a IV-a se pot utiliza valorile medii ale caracteristicilor fizice și mecanice ale izolatoarelor, atunci când valorile minime și maxime ale acestor caracteristici nu diferă cu mai mult de 15% de valorile medii.

11.2.5.2 Modelarea comportării dinamice a sistemului izolator

- (1) Prevederile acestui paragraf se utilizează la modelarea simplificată a comportării dinamice a sistemului izolator printr-un model cu comportare vâsco-elastică lineară, în situația când acesta este alcătuit din reazeme elastomerice laminate, sau un model biliniar histeretic, în situația în care sistemul este alcătuit din dispozitive de tip elasto-plastic.
- (2) Modelarea simplificată a comportării dinamice se utilizează dacă rigiditatea efectivă a sistemului izolator, este mai mare sau egală cu 1/3 din rigiditatea secantă a sistemului izolator corespunzătoare unei deplasări $0,2d_{Ed}$.
- (3) În cazul utilizării modelului liniar echivalent rigiditatea efectivă K_{eff} a sistemului izolator este suma rigidităților efective a izolatoarelor. Rigiditatea efectivă a fiecărui izolator este valoarea rigidității secante la deplasarea totală de proiectare, d_{Ed} .
- (4) În cazul utilizării modelului biliniar histeretic se utilizează rigiditatea corespunzătoare răspunsului elastic al sistemului de izolare care se determină ca suma rigidităților izolatoarelor.
- (5) În cazul utilizării modelului liniar echivalent, disiparea de energie a sistemului izolator poate fi exprimată prin amortizarea efectivă, ξ_{eff} , care exprimă amortizarea vâscoasă echivalentă:

$$\xi_{eff} = \frac{1}{2\pi} \left[\frac{\sum E_{D,i}}{K_{eff} d_{Ed}^2} \right] \quad (11.4)$$

unde

d_{Ed} valoarea de proiectare a deplasării orizontale a sistemului echivalent cu un singur grad de libertate sub acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime;

$E_{D,i}$ energia disipată de dispozitivele seismice.

(6) Energia disipată de dispozitivele seismice se stabilește pentru cicluri de solicitare în domeniul frecvențelor modurilor de vibrație relevante.

(7) Pentru moduri de vibrație superioare, cu frecvențe situate în afara acestui domeniu, factorul amortizării modale a structurii în ansamblu trebuie să fie cel al suprastructurii considerate încastrată la bază.

(8) Dacă valorile rigidității efective sau a amortizării efective ale amortizorilor depind de deplasarea, d_{Ed} , determinarea acestora se face prin calcul iterativ, până când diferența dintre valoarea selectată și cea calculată nu depășește 5% din valoarea selectată.

(9) În cazul utilizării modelului liniar echivalent, acțiunea seismică de proiectare se determină pe baza unei valori a amortizării care corespunde perioadei efective de vibrație, T_{eff} , stabilită cu relația:

$$T_{eff} = 2\pi \sqrt{\frac{m_d}{K_{eff}}} \quad (11.5)$$

unde

m_d valoarea de proiectare a masei suprastructurii;

K_{eff} rigiditatea efectivă a sistemului de izolare, definită la (4).

11.2.5.3 Calculul liniar simplificat

(1) Calculul liniar simplificat este echivalent modului de vibrație fundamental și se aplică structurilor complet izolate, care răspund predominant ca sisteme cu un singur grad de libertate pe fiecare direcție orizontală.

(2) În această metodă de calcul se consideră două translații dinamice orizontale și efectele torsiunii de ansamblu se suprapun static. Suprastructura se modelează ca un solid rigid care se translatează deasupra sistemului izolator, cu condiționările de la (4) și (5).

(3) La calculul structurilor prin metoda de calcul liniar simplificat se consideră o valoare maximă a deplasării orizontale, d_{db} , stabilită cu relația:

$$d_{db} = \gamma_x d_{Ed} \quad (11.6)$$

unde

d_{Ed} valoarea de proiectare a deplasării orizontale a sistemului echivalent cu un singur grad de libertate sub acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime;

γ_x coeficient de siguranță, stabilit conform [11.2.2, \(2\)](#).

(4) Comportarea unei structuri izolate poate fi modelată ca un sistem cu un singur grad de libertate dinamică pentru aplicarea metodei de calcul liniar simplificat dacă sunt îndeplinite cumulativ condițiile:

- (a) sistemul de izolare poate fi considerat liniar echivalent, conform [11.2.5.2, \(2\)](#);
- (b) contribuția modurilor superioare de vibrație ale suprastructurii și infrastructurii poate fi neglijată; această condiție se consideră îndeplinită dacă masa modală efectivă antrenată în modul fundamental de vibrație este de cel puțin 90% din masa totală a clădirii;
- (c) perioada efectivă a structurii complet izolate este de cel puțin trei ori mai mare decât perioada suprastructurii încastrate la bază, T_f ;
- (d) amortizarea vâscoasă echivalentă definită la [11.2.5.2, \(5\)](#), este mai mică sau egală cu 40%, pentru izolatori cu suprafață curbă de glisare, și cu 30%, pentru toate celelalte tipuri de dispozitive seismice;
- (e) creșterea forței de recentrare pentru sistemul de izolare pentru deplasări cuprinse între $0,5d_{ab}$ și d_{ab} este mai mare decât 2,50% din încărcarea gravitațională totală situată deasupra sistemului de izolare, unde d_{ab} este stabilit conform [\(3\)](#).

(5) Metoda de calcul liniar simplificat poate fi aplicată la sistemele de izolare cu comportare liniară amortizată echivalentă, dacă sunt îndeplinite cumulativ următoarele condiții:

- (a) dimensiunea cea mai mare în plan orizontal a suprastructurii este 50 m;
- (b) dispozitivele izolatoare asigură transmiterea directă a forțelor de legătură verticale de la suprastructură la infrastructură;
- (c) perioada efectivă satisface relația:

$$3T_f \leq T_{eff} \leq 3s \quad (11.7)$$

unde

T_{eff} perioada efectivă, definită conform [11.2.5.2, \(9\)](#);

T_f perioada suprastructurii considerată încastrată la bază, imediat deasupra sistemului de izolare;

(d) raportul între rigiditățile verticale și orizontale ale sistemului izolator satisface condiția:

$$\frac{K_v}{K_{eff}} \geq 150 \quad (11.8)$$

unde

K_{eff} rigiditatea efectivă a sistemului de izolare, definită la [11.2.5.2, \(3\)](#);

K_v rigiditatea verticală a sistemului de izolare care se calculează ca sumă a rigidităților verticale ale izolatoarelor, stabilite conform specificațiilor tehnice;

(e) perioada fundamentală în direcție verticală îndeplinește condiția:

$$T_v = 2\pi \sqrt{\frac{m_d}{K_v}} \leq 0,10 \text{ s} \quad (11.9)$$

unde

m_d valoarea de proiectare a masei suprastructurii;

K_v rigiditatea verticală a sistemului de izolare.

(6) La determinarea efectelor acțiunii seismice, se consideră influența excentricității între centrul de rigiditate efectiv al sistemului de izolare și centrul maselor suprastructurii.

11.2.5.4 Calculul dinamic

(1) Acest paragraf conține prevederi specifice structurilor izolate pentru calculul dinamic, liniar sau neliniar.

(2) Calculul dinamic se realizează pe modele tridimensionale.

(3) Comportarea izolatorilor se modelează prin legi de răspuns forță-deplasare care reproduc comportarea sistemului în domeniul deformațiilor și vitezelor anticipate pentru gruparea seismică.

(4) Frațiunea de amortizare inerentă, corespunzătoare amortizării asociate cu deformațiile componentelor structurale principale și cu deformația componentelor nestructurale, la inițierea curgerii în componentele structurale principale, se ia mai mică sau egală cu 3% din valoarea critică.

(5) Pentru un set de accelerograme, valoarea maximă a unui efect al acțiunii seismice se determină ca valoarea maximă a acestui efect determinată prin calcul la fiecare pas de timp al analizei.

11.2.6 Verificarea dispozitivelor seismice la stări limită

11.2.6.1 Generalități

(1) Pentru situații de solicitare neseismice, reazemele și dispozitivele seismice se verifică în acord cu cerințele standardelor românești din seria EN corespunzătoare și, atunci când este relevant, cu SR EN 1337-1.

11.2.6.2 Verificări la starea limită ultimă

(1) Pentru verificări la starea limită ultimă, deplasarea și/sau rotirea dispozitivelor seismice se determină prin multiplicarea deplasării și/sau rotirii corespunzătoare acțiunii seismice de proiectare, corespunzătoare stării limită ultimă, cu coeficientul de siguranță, stabilit conform [11.2.2](#), [\(2\)](#).

(2) Pentru verificări la starea limită ultimă, la calculul deplasării se consideră și deplasările cauzate de deformațiile de lungă durată, variațiile de temperatură și încărcările verticale.

(3) Deplasarea orizontală a dispozitivelor seismice cauzată de acțiunea seismică de proiectare este mai mică decât capacitatea de deplasare a dispozitivului seismic, stabilită conform specificațiilor de produs.

(4) Rotirea în jurul axei orizontale a izolatorilor cauzată de acțiunea seismică de proiectare este mai mică decât capacitatea de rotire a izolatorilor, stabilită conform specificațiilor de produs. La evaluarea rotirii așteptate se ține cont și de influența abaterilor constructive, conform specificațiilor de produs. În lipsa acestei informații, cerința de rotire datorată abaterilor constructive se consideră egală cu 0,005 rad.

(5) Verificarea infrastructurii se face considerând forțele seismice inerțiale care acționează direct asupra acesteia și forțele de legătură cu sistemul de izolare.

(6) În funcție de tipul dispozitivului seismic, rezistența izolatorilor și prinderilor acestora de infrastructură și suprastructură trebuie verificată la starea limită ultimă astfel:

(a) în termeni de forțe, luând în considerare forțele verticale maxime și minime cauzate de acțiunile neseismice și forțele maxime verticale și orizontale cauzate de acțiunea seismică de proiectare, incluzând efectele momentului de răsturnare;

(b) în termeni de deplasări relative totale orizontale, între fața inferioară și cea superioară a izolatorului. Deplasarea totală orizontală include deformația cauzată de acțiunea seismică de proiectare și deformația cauzată de contracție, curgere lentă, variații de temperatură și/sau post-tensionare.

Notă: Coeficientul de siguranță, stabilit conform [11.2.2](#), [\(2\)](#), se aplică forțelor și deplasărilor.

(7) Componentele nestructurale ale clădiri se proiectează în acord cu prevederile capitolului [10](#), luând în considerare efectele dinamice datorate izolării.

11.3 Clădiri echipate cu dispozitive seismice pasive

11.3.1 Obiect și domeniu de aplicare

(1) Acest capitol conține prevederi privind proiectarea structurilor echipate cu dispozitive de control energetic pasiv, care pot fi dependente de deplasări sau dependente de viteză sau rigide.

(2) Răspunsul dispozitivelor de disipare a energiei dependente de deplasări este independent de viteză sau de frecvența excitației.

11.3.2 Cerințe fundamentale

(1) La proiectarea structurilor echipate cu dispozitive seismice se îndeplinesc cerințele fundamentale ale proiectării seismice date în capitolul [2](#).

(2) Dispozitivele seismice și prinderile lor de structură se proiectează pentru un grad de siguranță superior celui utilizat la proiectarea structurii prin amplificarea acțiunii seismice aplicată fiecărui dispozitiv cu un coeficient de siguranță $\gamma_x = 1,50$.

(3) Structurile echipate cu dispozitive de disipare a energiei îndeplinesc prevederile de la [4.3](#).

(4) În scopul satisfacerii cerințelor fundamentale, se vor verifica stările limită definite la [2.3](#).

(5) Dispozitivele seismice se selectează conform prevederilor SR EN 15129 și conform prevederilor Certificatului Tehnic European (CE).

(6) Prin excepție de la [\(5\)](#), în cazul clădirilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCL, dispozitivele de conectare rigidă și reazemele se selectează conform SR EN 1337 și conform prevederilor Certificatului Tehnic European (CE).

(7) Structurile clădirilor echipate cu dispozitive seismice pasive se încadrează în tipurile structurale definite în capitolele [5-9](#).

11.3.3 Prevederi generale de proiectare

11.3.3.1 Prevederi generale referitoare la dispozitivele seismice

- (1) Instalarea, inspecția, întreținerea și înlocuirea dispozitivelor seismice se face conform prevederilor SR EN 15129.
- (2) Protecția la incendiu a dispozitivelor se realizează în acord cu cerințele de protecție la incendiu pentru structură, stabilite conform reglementărilor tehnice specifice. Dacă se utilizează un dispozitiv de protecție la incendiu, acesta se realizează astfel încât să nu să afecteze funcționarea dispozitivului seismic în timpul cutremurului.
- (3) Dispozitivele seismice se protejează pentru efectele potențiale al unor surse de hazard cum ar fi atacul chimic sau biologic, în acord cu prevederile reglementărilor tehnice specifice. Dispozitivul de protecție nu trebuie să afecteze funcționarea dispozitivului seismic în timpul cutremurului.
- (4) Selectarea dispozitivelor se realizează în acord cu factorii de mediu, inclusiv vânt, efecte de îmbătrânire, temperatură ambientală, temperatură de operare, expunere la umiditate sau alte substanțe dăunătoare.
- (5) Durata de funcționare a dispozitivelor, pentru care efectele oboselii sunt nesemnificative, se stabilește în funcție de durata maximă de exploatare a dispozitivelor, stabilită conform specificațiilor de produs.
- (6) Dispozitive seismice sensibile la cedare din oboseală la cicluri de solicitare cu amplitudine redusă, se selectează pentru un răspuns liniar-elastic la acțiunea vântului.
- (7) În cazul dispozitivelor de disipare a energiei dependente de deplasări, la fiecare nivel unde acestea sunt instalate, intrarea în curgere a dispozitivelor seismice se produce la o valoare a deplasării orizontale a structurii mai mică sau egală cu 0,40 din valoarea corespunzătoare intrării în curgere a componentelor structurale principale la nivelul respectiv.
- (8) În cazul dispozitivelor de disipare a energiei dependente de deplasări, la fiecare nivel unde acestea sunt instalate, capacitatea de rezistență la acțiuni orizontale asigurată de dispozitivele seismice este mai mică decât capacitatea de rezistență la acțiuni orizontale a componentelor structurale principale, altele decât dispozitivele seismice, la nivelul respectiv.
- (9) Toate componentele sistemului de disipare a energiei, excluzând elementele comune cu sistemul structural principal și dispozitivele de disipare de energie, se proiectează astfel încât să rămână în domeniul elastic de comportare pentru efectele acțiunii seismice multiplicată cu 1,50.

11.3.3.2 Controlul efectelor de torsiune

- (1) Distribuția în plan a dispozitivelor de disipare de energie trebuie să asigure clădirii rezistență și rigiditate la torsiune.

11.3.3.3 Acțiunea seismică

- (1) Se aplică prevederile [11.2.4.7](#).
- (2) Componente flexibile ale dispozitivelor de disipare a energiei, care le conectează cu structura principală, se includ în model.

11.3.4 Calculul structurii

11.3.4.1 Generalități

- (1) Se aplică prevederile [11.2.5.1](#) paragraful [\(1\)](#) și [\(5\)](#).
- (2) Modelarea sistemului structural se realizează în acord cu prevederile [4.5.1.2](#).

11.3.4.2 Calculul dinamic

- (1) Se aplică prevederile capitolului [4](#) și prevederile specifice de la [11.2.5.4 \(2\)](#), [\(4\)](#) și [\(5\)](#).

11.3.5 Verificarea la stări limită

11.3.5.1 Generalități

- (1) Elemente structurale comune sistemului structural principal și sistemului de disipare de energie se consideră componente structurale principale.
- (2) Se aplică [11.2.6.1](#), [\(1\)](#).

11.3.5.2 Verificări la starea limită ultimă

- (1) Componentele structurale principale se verifică conform prevederilor capitolului [4](#).
- (2) La structurile echipate cu dispozitive de disipare de energie dependente de viteză, verificările se realizează pentru nivelul de deplasare maximă, viteză maximă și accelerație maximă.
- (3) La structurile echipate cu dispozitive de disipare de energie dependente de deplasări, verificările se realizează pentru nivelul de deplasare maximă.
- (4) Toate componentele sistemului de disipare de energie se verifică în acord cu prevederile specifice din această reglementare tehnică. Verificările se efectuează în termeni de:
 - (a) forțe, pentru dispozitive de disipare de energie dependente de viteză;
 - (b) deplasări, pentru dispozitive de disipare de energie dependente de deplasări;
 - (c) forțe, pentru toate celelalte componente ale sistemelor de disipare de energie.

11.3.5.3 Verificări la starea limită de serviciu

- (1) La starea limită de serviciu se aplică prevederile [4.3.2](#).

Anexa A Acțiunea seismică de proiectare – valori definitorii

(1) Valorile $S_{ap,h}^{SLS}$, $S_{ap,h}^{SLU}$, T_C^{SLS} , T_C^{SLU} care definesc valorile spectrelor accelerațiilor orizontale pentru proiectare, precum și nivelul de seismicitate pentru fiecare unitate administrativ teritorială sunt date în [Tabelul A.1](#).

Tabelul A.1 Valori $S_{ap,h}^{SLS}$, $S_{ap,h}^{SLU}$, T_C^{SLS} , T_C^{SLU} și nivelul de seismicitate pentru fiecare unitate administrativ teritorială

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
1	Alba	Abrud	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2	Alba	Aiud	1,25	0,6	2,87	0,8	Mică
3	Alba	Alba Iulia	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
4	Alba	Albac	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
5	Alba	Almașu Mare	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
6	Alba	Arieșeni	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
7	Alba	Avram Iancu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
8	Alba	Baia de Arieș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
9	Alba	Berghin	1,25	0,6	2,68	0,8	Mică
10	Alba	Bistra	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
11	Alba	Blaj	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
12	Alba	Blandiana	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
13	Alba	Bucerdea Grânoasă	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
14	Alba	Bucium	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
15	Alba	Câlnic	1,25	0,6	2,60	0,8	Mică
16	Alba	Câmpeni	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
17	Alba	Cenade	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
18	Alba	Cergău	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
19	Alba	Ceru-Băcăinți	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
20	Alba	Cetatea de Baltă	1,25	0,6	3,87	0,8	Moderată
21	Alba	Ciugud	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
22	Alba	Ciuruleasa	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
23	Alba	Crăciunelu de Jos	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
24	Alba	Cricău	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
25	Alba	Cugir	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
26	Alba	Cut	1,25	0,6	2,56	0,8	Mică
27	Alba	Daia Română	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
28	Alba	Doștat	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
29	Alba	Făraș	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
30	Alba	Galda de Jos	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
31	Alba	Gârbova	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
32	Alba	Gârda de Sus	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
33	Alba	Hopârta	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
34	Alba	Horea	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
35	Alba	Ighiu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
36	Alba	Întregalde	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
37	Alba	Jidvei	1,25	0,6	3,80	0,8	Moderată
38	Alba	Livezile	1,25	0,6	2,64	0,8	Mică
39	Alba	Lopadea Nouă	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
40	Alba	Lunca Mureșului	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
41	Alba	Lupșa	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
42	Alba	Meteș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
43	Alba	Mihalt	1,25	0,6	2,77	0,8	Mică
44	Alba	Mirăslău	1,25	0,6	3,01	0,8	Moderată
45	Alba	Mogoș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
46	Alba	Noșlac	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
47	Alba	Ocna Mureș	1,25	0,6	3,34	0,8	Moderată
48	Alba	Ocoliș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
49	Alba	Ohaba	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
50	Alba	Pianu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
51	Alba	Poiana Vadului	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
52	Alba	Ponor	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
53	Alba	Poșaga	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
54	Alba	Rădești	1,25	0,6	2,92	0,8	Mică
55	Alba	Râmeț	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
56	Alba	Rimetea	1,25	0,6	2,67	0,8	Mică
57	Alba	Roșia de Secaș	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
58	Alba	Roșia Montană	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
59	Alba	Sălciua	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
60	Alba	Săliștea	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
61	Alba	Sâncel	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
62	Alba	Sântimbru	1,25	0,6	2,51	0,8	Mică
63	Alba	Săsciori	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
64	Alba	Scărișoara	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
65	Alba	Sebeș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
66	Alba	Șibot	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
67	Alba	Sohodol	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
68	Alba	Șona	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
69	Alba	Șpring	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
70	Alba	Stremț	1,25	0,6	2,58	0,8	Mică
71	Alba	Șugag	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
72	Alba	Teiuș	1,25	0,6	2,75	0,8	Mică
73	Alba	Unirea	1,25	0,6	3,30	0,8	Moderată
74	Alba	Vadu Moților	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
75	Alba	Valea Lungă	1,25	0,6	3,80	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SL}$	T_C^{SL}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
76	Alba	Vidra	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
77	Alba	Vințu de Jos	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
78	Alba	Zlatna	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
79	Arad	Almaș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
80	Arad	Apateu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
81	Arad	Arad	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
82	Arad	Archış	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
83	Arad	Bârsa	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
84	Arad	Bârzava	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
85	Arad	Bata	1,25	0,6	2,71	0,8	Mică
86	Arad	Beliu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
87	Arad	Birchiș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
88	Arad	Bocsig	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
89	Arad	Brazii	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
90	Arad	Buteni	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
91	Arad	Cărand	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
92	Arad	Cermei	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
93	Arad	Chisindia	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
94	Arad	Chișineu-Criș	1,25	0,6	2,55	0,8	Mică
95	Arad	Conop	1,25	0,6	3,01	0,8	Moderată
96	Arad	Covășinț	1,25	0,9	3,75	1,2	Moderată
97	Arad	Craiva	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
98	Arad	Curtici	1,25	0,9	3,75	1,2	Moderată
99	Arad	Dezna	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
100	Arad	Dieci	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
101	Arad	Dorobanți	1,25	0,9	3,75	1,2	Moderată
102	Arad	Fântânele	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
103	Arad	Felnac	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
104	Arad	Frumușeni	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
105	Arad	Ghioroc	1,25	0,9	3,75	1,2	Moderată
106	Arad	Grăniceri	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
107	Arad	Gurahonț	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
108	Arad	Hălmăgel	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
109	Arad	Hălmagiu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
110	Arad	Hășmaș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
111	Arad	Ignești	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
112	Arad	Ineu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
113	Arad	Iratoșu	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
114	Arad	Lipova	1,25	0,9	3,75	1,2	Moderată
115	Arad	Livada	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
116	Arad	Macea	1,25	0,9	3,75	1,2	Moderată
117	Arad	Mișca	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
118	Arad	Moneasa	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
119	Arad	Nădlac	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
120	Arad	Olari	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
121	Arad	Pâncota	1,25	0,6	2,66	0,8	Mică
122	Arad	Păuliș	1,25	0,9	3,85	1,2	Moderată
123	Arad	Pecica	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
124	Arad	Peregu Mare	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
125	Arad	Petriș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
126	Arad	Pilu	1,25	0,6	2,61	0,8	Mică
127	Arad	Pleșcuța	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
128	Arad	Șagu	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
129	Arad	Sântana	1,25	0,9	3,75	1,2	Moderată
130	Arad	Săvârșin	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
131	Arad	Sebiș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
132	Arad	Secusigiu	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
133	Arad	Șeitin	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
134	Arad	Seleuș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
135	Arad	Semlac	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
136	Arad	Șepreuș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
137	Arad	Șicula	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
138	Arad	Șilindia	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
139	Arad	Șimand	1,25	0,9	3,75	1,2	Moderată
140	Arad	Sintea Mare	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
141	Arad	Șiria	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
142	Arad	Șiștarovăț	1,25	0,9	4,10	1,2	Moderată
143	Arad	Socodor	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
144	Arad	Șofronea	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
145	Arad	Târnova	1,25	0,6	2,63	0,8	Mică
146	Arad	Tauț	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
147	Arad	Ususău	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
148	Arad	Vărădia de Mureș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
149	Arad	Vârfurile	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
150	Arad	Vinga	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
151	Arad	Vladimirescu	1,25	0,9	3,89	1,2	Moderată
152	Arad	Zăbrani	1,25	0,9	3,97	1,2	Moderată
153	Arad	Zădăreni	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
154	Arad	Zărand	1,25	0,6	2,78	0,8	Mică
155	Arad	Zerind	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
156	Arad	Zimandu Nou	1,25	0,9	3,75	1,2	Moderată
157	Argeș	Albeștii de Argeș	2,61	0,6	7,37	0,8	Moderată
158	Argeș	Albeștii de Muscel	2,85	0,6	7,87	0,8	Mare
159	Argeș	Albota	3,13	0,9	7,78	1,2	Mare
160	Argeș	Aninoasa	3,02	0,6	8,00	0,8	Mare
161	Argeș	Arefu	1,97	0,6	6,45	0,8	Moderată
162	Argeș	Băbana	3,02	0,9	7,70	1,2	Mare
163	Argeș	Băiculești	2,90	0,6	7,72	0,8	Mare

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
164	Argeș	Bălilești	3,30	0,6	8,35	0,8	Mare
165	Argeș	Bârla	2,66	0,9	6,65	1,2	Moderată
166	Argeș	Bascov	3,12	0,9	7,88	1,2	Mare
167	Argeș	Beleți-Negrești	3,58	0,9	8,85	1,2	Mare
168	Argeș	Berevoești	2,91	0,6	7,90	0,8	Mare
169	Argeș	Bogați	3,68	0,9	9,03	1,2	Mare
170	Argeș	Boteni	3,49	0,6	8,78	0,8	Mare
171	Argeș	Boțești	3,68	0,9	9,09	1,2	Mare
172	Argeș	Brad	3,23	0,9	8,00	1,2	Mare
173	Argeș	Brăduleț	2,59	0,6	7,36	0,8	Moderată
174	Argeș	Budeasa	3,12	0,6	7,94	0,8	Mare
175	Argeș	Bughea de Jos	3,14	0,6	8,23	0,8	Mare
176	Argeș	Bughea de Sus	3,01	0,6	8,08	0,8	Mare
177	Argeș	Buzoești	2,98	0,9	7,37	1,2	Moderată
178	Argeș	Căldăraru	2,79	0,9	6,96	1,2	Moderată
179	Argeș	Călinești	3,48	0,9	8,59	1,2	Mare
180	Argeș	Câmpulung	3,26	0,6	8,40	0,8	Mare
181	Argeș	Căteasca	3,43	0,9	8,42	1,2	Mare
182	Argeș	Cepari	2,50	0,6	7,23	0,8	Moderată
183	Argeș	Cetățeni	3,55	0,6	8,92	0,8	Mare
184	Argeș	Cicânești	2,39	0,6	7,07	0,8	Moderată
185	Argeș	Ciofrângeni	2,75	0,6	7,53	0,8	Mare
186	Argeș	Ciomăgești	2,72	0,6	7,08	0,8	Moderată
187	Argeș	Cocu	2,95	0,6	7,55	0,8	Mare
188	Argeș	Corbeni	2,43	0,6	7,12	0,8	Moderată
189	Argeș	Corbi	2,79	0,6	7,65	0,8	Mare
190	Argeș	Coșești	3,17	0,6	8,10	0,8	Mare
191	Argeș	Costești	3,07	0,9	7,61	1,2	Mare
192	Argeș	Cotmeana	2,91	0,6	7,65	0,8	Mare
193	Argeș	Cuca	2,76	0,6	7,30	0,8	Moderată
194	Argeș	Curtea de Argeș	2,79	0,6	7,61	0,8	Mare
195	Argeș	Dâmbovicioara	2,85	0,6	7,96	0,8	Mare
196	Argeș	Dârmănești	3,26	0,6	8,20	0,8	Mare
197	Argeș	Davidesti	3,51	0,6	8,72	0,8	Mare
198	Argeș	Dobrești	3,66	0,9	9,02	1,2	Mare
199	Argeș	Domnești	2,98	0,6	7,90	0,8	Mare
200	Argeș	Drăganu	3,00	0,6	7,76	0,8	Mare
201	Argeș	Dragoslavele	3,17	0,6	8,32	0,8	Mare
202	Argeș	Godeni	3,26	0,6	8,37	0,8	Mare
203	Argeș	Hârsești	2,78	0,9	6,91	1,2	Moderată
204	Argeș	Hârtiești	3,56	0,6	8,89	0,8	Mare
205	Argeș	Izvoru	3,01	0,9	7,46	1,2	Moderată
206	Argeș	Leordeni	3,65	0,9	8,92	1,2	Mare
207	Argeș	Lerești	2,78	0,6	7,82	0,8	Mare

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
208	Argeș	Lunca Corbului	2,93	0,9	7,29	1,2	Moderată
209	Argeș	Mălureni	3,01	0,6	7,86	0,8	Mare
210	Argeș	Mărăcineni	3,24	0,9	8,09	1,2	Mare
211	Argeș	Merișani	3,03	0,6	7,84	0,8	Mare
212	Argeș	Micești	3,19	0,6	8,06	0,8	Mare
213	Argeș	Mihăești	3,42	0,6	8,62	0,8	Mare
214	Argeș	Mioarele	3,39	0,6	8,60	0,8	Mare
215	Argeș	Mioveni	3,36	0,9	8,37	1,2	Mare
216	Argeș	Miroși	2,71	0,9	6,77	1,2	Moderată
217	Argeș	Morărești	2,82	0,6	7,49	0,8	Moderată
218	Argeș	Moșoaia	3,12	0,9	7,81	1,2	Mare
219	Argeș	Mozăcenii	3,27	0,9	8,05	1,2	Mare
220	Argeș	Mușătești	2,86	0,6	7,71	0,8	Mare
221	Argeș	Negrași	3,27	0,9	8,05	1,2	Mare
222	Argeș	Nucșoara	2,29	0,6	7,02	0,8	Moderată
223	Argeș	Oarja	3,33	0,9	8,21	1,2	Mare
224	Argeș	Pietroșani	3,06	0,6	7,99	0,8	Mare
225	Argeș	Pitești	3,20	0,9	7,98	1,2	Mare
226	Argeș	Poiana Lacului	2,99	0,9	7,54	1,2	Mare
227	Argeș	Poienarii de Argeș	2,77	0,6	7,49	0,8	Moderată
228	Argeș	Poienarii de Muscel	3,39	0,6	8,61	0,8	Mare
229	Argeș	Popești	2,99	0,9	7,41	1,2	Moderată
230	Argeș	Priboieni	3,58	0,9	8,80	1,2	Mare
231	Argeș	Râca	2,83	0,9	7,06	1,2	Moderată
232	Argeș	Rătești	3,52	0,9	8,61	1,2	Mare
233	Argeș	Recea	3,08	0,9	7,62	1,2	Mare
234	Argeș	Rociu	3,26	0,9	8,04	1,2	Mare
235	Argeș	Rucăr	2,61	0,6	7,63	0,8	Mare
236	Argeș	Sălătrucu	1,96	0,6	6,43	0,8	Moderată
237	Argeș	Săpata	2,99	0,9	7,46	1,2	Moderată
238	Argeș	Schitu Golești	3,34	0,6	8,50	0,8	Mare
239	Argeș	Slobozia	3,21	0,9	7,93	1,2	Mare
240	Argeș	Stâlpeni	3,42	0,6	8,56	0,8	Mare
241	Argeș	Ștefan Cel Mare	3,17	0,9	7,83	1,2	Mare
242	Argeș	Ștefănești	3,34	0,9	8,29	1,2	Mare
243	Argeș	Stoenești	3,38	0,6	8,62	0,8	Mare
244	Argeș	Stolnici	2,84	0,9	7,07	1,2	Moderată
245	Argeș	Șuici	2,38	0,6	7,05	0,8	Moderată
246	Argeș	Suseni	3,18	0,9	7,86	1,2	Mare
247	Argeș	Teiu	3,38	0,9	8,31	1,2	Mare
248	Argeș	Tigveni	2,66	0,6	7,44	0,8	Moderată
249	Argeș	Țițești	3,40	0,6	8,50	0,8	Mare
250	Argeș	Topoloveni	3,57	0,9	8,76	1,2	Mare
251	Argeș	Uda	2,85	0,6	7,37	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
252	Argeș	Ungheni	2,87	0,9	7,12	1,2	Moderată
253	Argeș	Valea Danului	2,64	0,6	7,41	0,8	Moderată
254	Argeș	Valea Iașului	2,75	0,6	7,55	0,8	Mare
255	Argeș	Valea Mare Pravăț	3,09	0,6	8,20	0,8	Mare
256	Argeș	Vedea	2,88	0,9	7,30	1,2	Moderată
257	Argeș	Vlădești	3,23	0,6	8,28	0,8	Mare
258	Argeș	Vulturești	3,56	0,6	8,87	0,8	Mare
259	Bacău	Agăș	2,62	0,6	6,41	0,8	Moderată
260	Bacău	Ardeoani	3,80	0,6	9,00	0,8	Mare
261	Bacău	Asău	2,97	0,6	7,50	0,8	Mare
262	Bacău	Bacău	4,25	0,9	10,11	1,2	Mare
263	Bacău	Balcani	3,45	0,6	8,20	0,8	Mare
264	Bacău	Bârsănești	3,98	0,6	9,33	0,8	Mare
265	Bacău	Berești-Bistrița	3,97	0,6	9,57	0,8	Mare
266	Bacău	Berești-Tazlău	3,99	0,6	9,43	0,8	Mare
267	Bacău	Berzunți	3,88	0,6	9,14	0,8	Mare
268	Bacău	Blăgești	3,74	0,6	8,93	0,8	Mare
269	Bacău	Bogdănești	4,02	0,6	9,39	0,8	Mare
270	Bacău	Brusturoasa	2,68	0,6	6,45	0,8	Moderată
271	Bacău	Buciumi	4,40	0,9	10,23	1,2	Mare
272	Bacău	Buhoci	4,24	0,9	10,13	1,2	Mare
273	Bacău	Buhuși	3,74	0,6	8,97	0,8	Mare
274	Bacău	Căiuți	4,78	0,9	11,08	1,2	Mare
275	Bacău	Cașin	4,19	0,9	10,00	1,2	Mare
276	Bacău	Cleja	4,47	0,9	10,49	1,2	Mare
277	Bacău	Colonești	4,11	0,9	9,90	1,2	Mare
278	Bacău	Comănești	3,27	0,6	7,76	0,8	Mare
279	Bacău	Corbasca	4,92	0,9	11,53	1,2	Mare
280	Bacău	Coțofănești	5,02	0,9	11,59	1,2	Mare
281	Bacău	Dămieniști	3,87	0,6	9,39	0,8	Mare
282	Bacău	Dărmănești	3,12	0,6	7,50	0,8	Mare
283	Bacău	Dealul Morii	4,87	0,9	11,48	1,2	Mare
284	Bacău	Dofteana	3,43	0,6	8,75	0,8	Mare
285	Bacău	Faraoani	4,41	0,9	10,38	1,2	Mare
286	Bacău	Filipeni	4,31	0,9	10,31	1,2	Mare
287	Bacău	Filipești	3,84	0,6	9,32	0,8	Mare
288	Bacău	Găiceana	4,75	0,9	11,21	1,2	Mare
289	Bacău	Gârleni	3,99	0,6	9,55	0,8	Mare
290	Bacău	Ghimeș-Făget	2,33	0,6	6,25	0,8	Moderată
291	Bacău	Gioseni	4,56	0,9	10,75	1,2	Mare
292	Bacău	Glăvănești	4,84	0,9	11,42	1,2	Mare
293	Bacău	Gura Văii	4,52	0,9	10,54	1,2	Mare
294	Bacău	Helegiu	4,27	0,9	9,98	1,2	Mare
295	Bacău	Hemeiș	4,10	0,9	9,81	1,2	Mare

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
296	Bacău	Horgești	4,63	0,9	10,90	1,2	Mare
297	Bacău	Huruiești	4,98	0,9	11,68	1,2	Mare
298	Bacău	Itești	4,06	0,9	9,76	1,2	Mare
299	Bacău	Izvoru Berheciului	4,17	0,9	10,02	1,2	Mare
300	Bacău	Letea Veche	4,29	0,9	10,21	1,2	Mare
301	Bacău	Lipova	3,81	0,9	9,25	1,2	Mare
302	Bacău	Livezi	4,16	0,9	9,78	1,2	Mare
303	Bacău	Luizi-Călugăra	4,23	0,9	10,02	1,2	Mare
304	Bacău	Măgirești	3,56	0,6	8,75	0,8	Mare
305	Bacău	Măgura	4,17	0,9	9,92	1,2	Mare
306	Bacău	Mănăstirea Cașin	4,04	0,6	9,44	0,8	Mare
307	Bacău	Mărgineni	4,08	0,9	9,73	1,2	Mare
308	Bacău	Moinești	3,43	0,6	8,75	0,8	Mare
309	Bacău	Motoșeni	4,64	0,9	10,99	1,2	Mare
310	Bacău	Negri	3,98	0,9	9,61	1,2	Mare
311	Bacău	Nicolae Bălcescu	4,35	0,9	10,28	1,2	Mare
312	Bacău	Odobești	3,99	0,9	9,64	1,2	Mare
313	Bacău	Oituz	3,61	0,6	8,75	0,8	Mare
314	Bacău	Oncești	4,43	0,9	10,57	1,2	Mare
315	Bacău	Onești	4,32	0,9	10,07	1,2	Mare
316	Bacău	Orbeni	4,85	0,9	11,30	1,2	Mare
317	Bacău	Palanca	2,39	0,6	6,25	0,8	Moderată
318	Bacău	Pâncești	4,73	0,9	11,14	1,2	Mare
319	Bacău	Parava	4,73	0,9	11,04	1,2	Mare
320	Bacău	Pârgărești	3,86	0,6	9,02	0,8	Mare
321	Bacău	Parincea	4,50	0,9	10,67	1,2	Mare
322	Bacău	Pârjol	3,75	0,6	8,90	0,8	Mare
323	Bacău	Plopana	3,94	0,9	9,53	1,2	Mare
324	Bacău	Podu Turcului	4,91	0,9	11,57	1,2	Mare
325	Bacău	Poduri	3,73	0,6	8,81	0,8	Mare
326	Bacău	Prăjești	4,07	0,9	9,80	1,2	Mare
327	Bacău	Răcăciuni	4,61	0,9	10,80	1,2	Mare
328	Bacău	Răchitoasa	4,42	0,9	10,55	1,2	Mare
329	Bacău	Racova	3,87	0,6	9,30	0,8	Mare
330	Bacău	Roșiori	3,86	0,9	9,36	1,2	Mare
331	Bacău	Sănduleni	4,15	0,9	9,77	1,2	Mare
332	Bacău	Sărata	4,29	0,9	10,15	1,2	Mare
333	Bacău	Sascut	5,09	0,9	11,83	1,2	Mare
334	Bacău	Săucești	4,08	0,9	9,80	1,2	Mare
335	Bacău	Scorțeni	3,91	0,6	9,31	0,8	Mare
336	Bacău	Secuieni	4,06	0,9	9,79	1,2	Mare
337	Bacău	Slănic-Moldova	3,40	0,6	8,75	0,8	Mare
338	Bacău	Solont	3,57	0,6	8,46	0,8	Mare
339	Bacău	Stănișești	4,50	0,9	10,70	1,2	Mare

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
340	Bacău	Ștefan Cel Mare	4,62	0,9	10,74	1,2	Mare
341	Bacău	Strugari	4,09	0,9	9,70	1,2	Mare
342	Bacău	Tamași	4,45	0,9	10,53	1,2	Mare
343	Bacău	Târgu Ocna	3,72	0,6	8,75	0,8	Mare
344	Bacău	Târgu Trotuș	4,01	0,6	9,36	0,8	Mare
345	Bacău	Tătăraști	5,05	0,9	11,82	1,2	Mare
346	Bacău	Traian	4,11	0,9	9,87	1,2	Mare
347	Bacău	Ungureni	4,31	0,9	10,28	1,2	Mare
348	Bacău	Urechești	5,21	0,9	12,07	1,2	Mare
349	Bacău	Valea Seacă	4,95	0,9	11,52	1,2	Mare
350	Bacău	Vultureni	4,62	0,9	10,94	1,2	Mare
351	Bacău	Zemeș	3,25	0,6	7,71	0,8	Mare
352	Bihor	Abram	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
353	Bihor	Aleșd	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
354	Bihor	Aștileu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
355	Bihor	Aușeu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
356	Bihor	Avram Iancu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
357	Bihor	Balc	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
358	Bihor	Batăr	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
359	Bihor	Beiuș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
360	Bihor	Biharia	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
361	Bihor	Boianu Mare	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
362	Bihor	Borod	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
363	Bihor	Borș	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
364	Bihor	Bratca	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
365	Bihor	Brusturi	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
366	Bihor	Budureasa	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
367	Bihor	Buduslău	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
368	Bihor	Bulz	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
369	Bihor	Buntești	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
370	Bihor	Căbești	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
371	Bihor	Câmpani	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
372	Bihor	Căpâlna	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
373	Bihor	Cărpinet	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
374	Bihor	Cefa	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
375	Bihor	Ceica	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
376	Bihor	Cetariu	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
377	Bihor	Cherechiu	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
378	Bihor	Chișlaz	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
379	Bihor	Ciumeghiu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
380	Bihor	Cociuba Mare	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
381	Bihor	Copăcel	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
382	Bihor	Criștioru de Jos	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
383	Bihor	Curățele	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
384	Bihor	Curtuișeni	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
385	Bihor	Derna	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
386	Bihor	Diosig	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
387	Bihor	Dobrești	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
388	Bihor	Drăgănești	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
389	Bihor	Drăgești	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
390	Bihor	Finiș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
391	Bihor	Gepiu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
392	Bihor	Girișu de Criș	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
393	Bihor	Hidișelu de Sus	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
394	Bihor	Holod	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
395	Bihor	Husasău de Tinca	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
396	Bihor	Ineu	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
397	Bihor	Lăzăreni	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
398	Bihor	Lazuri de Beiuș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
399	Bihor	Lugașu de Jos	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
400	Bihor	Lunca	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
401	Bihor	Mădăras	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
402	Bihor	Măgești	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
403	Bihor	Marghita	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
404	Bihor	Nojorid	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
405	Bihor	Nucet	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
406	Bihor	Olcea	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
407	Bihor	Oradea	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
408	Bihor	Oșorhei	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
409	Bihor	Paleu	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
410	Bihor	Petreu	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
411	Bihor	Pietroasa	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
412	Bihor	Pocola	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
413	Bihor	Pomezueu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
414	Bihor	Popești	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
415	Bihor	Răbăgani	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
416	Bihor	Remetea	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
417	Bihor	Rieni	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
418	Bihor	Roșia	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
419	Bihor	Roșiori	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
420	Bihor	Săcădat	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
421	Bihor	Săcueni	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
422	Bihor	Sălacea	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
423	Bihor	Sălard	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
424	Bihor	Salonta	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
425	Bihor	Sâmbăta	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
426	Bihor	Sâniob	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
427	Bihor	Sânmartin	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
428	Bihor	Sânnicolau Român	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
429	Bihor	Sântandrei	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
430	Bihor	Sârbi	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
431	Bihor	Șimian	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
432	Bihor	Șinteu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
433	Bihor	Șoimi	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
434	Bihor	Spinuș	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
435	Bihor	Ștei	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
436	Bihor	Șuncuiuș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
437	Bihor	Suplacu de Barcău	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
438	Bihor	Tămășeu	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
439	Bihor	Târcaia	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
440	Bihor	Tarcea	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
441	Bihor	Tăuteu	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
442	Bihor	Țețchea	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
443	Bihor	Tileagd	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
444	Bihor	Tinca	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
445	Bihor	Toboliu	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
446	Bihor	Tulca	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
447	Bihor	Uileacu de Beiuș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
448	Bihor	Vadu Crișului	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
449	Bihor	Valea Lui Mihai	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
450	Bihor	Vârciorog	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
451	Bihor	Vaşcău	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
452	Bihor	Viișoara	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
453	Bistrița-Năsăud	Beclean	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
454	Bistrița-Năsăud	Bistrița	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
455	Bistrița-Năsăud	Bistrița Bârgăului	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
456	Bistrița-Năsăud	Braniștea	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
457	Bistrița-Năsăud	Budacu de Jos	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
458	Bistrița-Năsăud	Budești	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
459	Bistrița-Năsăud	Căianu Mic	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
460	Bistrița-Năsăud	Cetate	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
461	Bistrița-Năsăud	Chiochiș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
462	Bistrița-Năsăud	Chiuza	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
463	Bistrița-Năsăud	Ciceu - Mihăiești	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
464	Bistrița-Năsăud	Ciceu-Giurgești	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
465	Bistrița-Năsăud	Coșbuc	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
466	Bistrița-Năsăud	Dumitra	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
467	Bistrița-Năsăud	Dumitrița	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
468	Bistrița-Năsăud	Feldru	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
469	Bistrița-Năsăud	Galații Bistriței	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
470	Bistrița-Năsăud	Ilva Mare	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
471	Bistrița-Năsăud	Ilva Mica	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
472	Bistrița-Năsăud	Josenii Bârgăului	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
473	Bistrița-Năsăud	Lechința	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
474	Bistrița-Năsăud	Leșu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
475	Bistrița-Năsăud	Livezile	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
476	Bistrița-Năsăud	Lunca Ilvei	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
477	Bistrița-Năsăud	Măgura Ilvei	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
478	Bistrița-Năsăud	Maieru	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
479	Bistrița-Năsăud	Mărișelu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
480	Bistrița-Năsăud	Matei	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
481	Bistrița-Năsăud	Miceștii de Câmpie	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
482	Bistrița-Năsăud	Milaș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
483	Bistrița-Năsăud	Monor	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
484	Bistrița-Năsăud	Năsăud	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
485	Bistrița-Năsăud	Negrilești	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
486	Bistrița-Năsăud	Nimigea	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
487	Bistrița-Năsăud	Nușeni	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
488	Bistrița-Năsăud	Parva	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
489	Bistrița-Năsăud	Petru Rareș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
490	Bistrița-Năsăud	Poiana Ilvei	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
491	Bistrița-Năsăud	Prundu Bârgăului	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
492	Bistrița-Năsăud	Rebra	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
493	Bistrița-Năsăud	Rebrișoara	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
494	Bistrița-Năsăud	Rodna	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
495	Bistrița-Năsăud	Romuli	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
496	Bistrița-Năsăud	Runcu Salvei	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
497	Bistrița-Năsăud	Salva	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
498	Bistrița-Năsăud	Sângeorz-Băi	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
499	Bistrița-Năsăud	Sânmihaiu de Câmpie	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
500	Bistrița-Năsăud	Șanț	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
501	Bistrița-Năsăud	Șieu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
502	Bistrița-Năsăud	Șieu-Măgheruș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
503	Bistrița-Năsăud	Șieu-Odorhei	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
504	Bistrița-Năsăud	Șieuț	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
505	Bistrița-Năsăud	Silivașu de Câmpie	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
506	Bistrița-Năsăud	Șintereag	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
507	Bistrița-Năsăud	Spermezeu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
508	Bistrița-Năsăud	Târlișua	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
509	Bistrița-Năsăud	Teaca	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
510	Bistrița-Năsăud	Telciu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
511	Bistrița-Năsăud	Tiha Bârgăului	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
512	Bistrița-Năsăud	Uriu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
513	Bistrița-Năsăud	Urmeniș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
514	Bistrița-Năsăud	Zagra	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
515	Botoșani	Adășeni	1,52	0,6	3,96	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
516	Botoșani	Albești	1,90	0,6	5,00	0,8	Moderată
517	Botoșani	Avrămeni	1,56	0,6	4,07	0,8	Moderată
518	Botoșani	Bălușeni	1,97	0,6	5,11	0,8	Moderată
519	Botoșani	Blândești	1,90	0,6	5,00	0,8	Moderată
520	Botoșani	Botoșani	1,88	0,6	5,00	0,8	Moderată
521	Botoșani	Brăești	1,74	0,6	4,55	0,8	Moderată
522	Botoșani	Broscăuți	1,63	0,6	4,27	0,8	Moderată
523	Botoșani	Bucecea	1,85	0,6	5,00	0,8	Moderată
524	Botoșani	Călărași	2,01	0,6	5,21	0,8	Moderată
525	Botoșani	Cândești	1,66	0,6	4,29	0,8	Moderată
526	Botoșani	Concești	1,44	0,6	3,78	0,8	Moderată
527	Botoșani	Copălău	2,05	0,6	5,31	0,8	Moderată
528	Botoșani	Cordăreni	1,58	0,6	4,15	0,8	Moderată
529	Botoșani	Corlăteni	1,64	0,6	4,31	0,8	Moderată
530	Botoșani	Corni	2,01	0,6	5,21	0,8	Moderată
531	Botoșani	Coșula	2,06	0,6	5,35	0,8	Moderată
532	Botoșani	Coțușca	1,47	0,6	3,85	0,8	Moderată
533	Botoșani	Cristești	2,06	0,6	5,33	0,8	Moderată
534	Botoșani	Cristinești	1,51	0,6	3,96	0,8	Moderată
535	Botoșani	Curtești	1,95	0,6	5,08	0,8	Moderată
536	Botoșani	Dângeni	1,73	0,6	4,51	0,8	Moderată
537	Botoșani	Darabani	1,42	0,6	3,75	0,8	Moderată
538	Botoșani	Dersca	1,61	0,6	4,16	0,8	Moderată
539	Botoșani	Dimăcheni	1,69	0,6	4,42	0,8	Moderată
540	Botoșani	Dobârceni	1,73	0,6	4,50	0,8	Moderată
541	Botoșani	Dorohoi	1,61	0,6	4,21	0,8	Moderată
542	Botoșani	Drăgușeni	1,54	0,6	4,02	0,8	Moderată
543	Botoșani	Durnești	1,82	0,6	5,00	0,8	Moderată
544	Botoșani	Flămânzi	2,11	0,6	5,46	0,8	Moderată
545	Botoșani	Frumușica	2,18	0,6	5,61	0,8	Moderată
546	Botoșani	George Enescu	1,55	0,6	4,08	0,8	Moderată
547	Botoșani	Gorbănești	1,82	0,6	5,00	0,8	Moderată
548	Botoșani	Hănești	1,66	0,6	4,31	0,8	Moderată
549	Botoșani	Havârna	1,52	0,6	4,00	0,8	Moderată
550	Botoșani	Hilișeu-Horia	1,58	0,6	4,12	0,8	Moderată
551	Botoșani	Hlipiceni	2,02	0,6	5,23	0,8	Moderată
552	Botoșani	Hudești	1,45	0,6	3,82	0,8	Moderată
553	Botoșani	Ibănești	1,54	0,6	4,04	0,8	Moderată
554	Botoșani	Leorda	1,79	0,6	4,66	0,8	Moderată
555	Botoșani	Lozna	1,65	0,6	4,27	0,8	Moderată
556	Botoșani	Lunca	2,00	0,6	5,18	0,8	Moderată
557	Botoșani	Manoleasa	1,61	0,6	4,18	0,8	Moderată
558	Botoșani	Mihai Eminescu	1,83	0,6	5,00	0,8	Moderată
559	Botoșani	Mihăileni	1,63	0,6	4,19	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
560	Botoșani	Mihălășeni	1,69	0,6	4,39	0,8	Moderată
561	Botoșani	Mileanca	1,48	0,6	3,88	0,8	Moderată
562	Botoșani	Mitoc	1,52	0,6	3,96	0,8	Moderată
563	Botoșani	Nicșeni	1,72	0,6	4,50	0,8	Moderată
564	Botoșani	Păltiniș	1,40	0,6	3,75	0,8	Moderată
565	Botoșani	Pomârla	1,55	0,6	4,03	0,8	Moderată
566	Botoșani	Prăjeni	2,17	0,6	5,62	0,8	Moderată
567	Botoșani	Răchiți	1,80	0,6	5,00	0,8	Moderată
568	Botoșani	Rădăuți-Prut	1,41	0,6	3,75	0,8	Moderată
569	Botoșani	Răușeni	2,07	0,6	5,35	0,8	Moderată
570	Botoșani	Ripiceni	1,70	0,6	4,40	0,8	Moderată
571	Botoșani	Roma	1,76	0,6	4,60	0,8	Moderată
572	Botoșani	Românești	1,89	0,6	5,00	0,8	Moderată
573	Botoșani	Santa Mare	1,99	0,6	5,14	0,8	Moderată
574	Botoșani	Săveni	1,60	0,6	4,18	0,8	Moderată
575	Botoșani	Șendriceni	1,65	0,6	4,30	0,8	Moderată
576	Botoșani	Stăuceni	1,89	0,6	5,00	0,8	Moderată
577	Botoșani	Ștefănești	1,80	0,6	4,67	0,8	Moderată
578	Botoșani	Știubieni	1,58	0,6	4,14	0,8	Moderată
579	Botoșani	Suharău	1,47	0,6	3,86	0,8	Moderată
580	Botoșani	Sulița	1,97	0,6	5,13	0,8	Moderată
581	Botoșani	Todireni	1,98	0,6	5,14	0,8	Moderată
582	Botoșani	Trușești	1,83	0,6	5,00	0,8	Moderată
583	Botoșani	Tudora	2,23	0,6	5,74	0,8	Moderată
584	Botoșani	Ungureni	1,68	0,6	4,40	0,8	Moderată
585	Botoșani	Unțeni	1,80	0,6	5,00	0,8	Moderată
586	Botoșani	Văculești	1,71	0,6	4,46	0,8	Moderată
587	Botoșani	Vârfu Câmpului	1,76	0,6	4,57	0,8	Moderată
588	Botoșani	Viișoara	1,42	0,6	3,75	0,8	Moderată
589	Botoșani	Vlădeni	1,93	0,6	5,01	0,8	Moderată
590	Botoșani	Vlăsinești	1,65	0,6	4,31	0,8	Moderată
591	Botoșani	Vorniceni	1,60	0,6	4,19	0,8	Moderată
592	Botoșani	Vorona	2,12	0,6	5,49	0,8	Moderată
593	Braila	Berteștii de Jos	3,75	1,3	8,90	1,8	Mare
594	Brăila	Bărăganul	3,94	1,3	9,55	1,8	Mare
595	Brăila	Bordei Verde	4,33	1,3	10,43	1,8	Mare
596	Brăila	Brăila	4,01	1,3	9,65	1,8	Mare
597	Brăila	Cazasu	4,13	1,3	9,94	1,8	Mare
598	Brăila	Chișcani	3,98	1,3	9,61	1,8	Mare
599	Brăila	Ciocile	4,35	1,3	10,40	1,8	Mare
600	Brăila	Cireșu	4,50	1,3	10,76	1,8	Mare
601	Brăila	Dudești	4,20	1,3	10,12	1,8	Mare
602	Brăila	Făurei	4,92	1,3	11,65	1,8	Mare
603	Brăila	Frecăței	3,45	1,3	8,45	1,8	Mare

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
604	Brăila	Galbenu	5,34	1,3	12,50	1,8	Mare
605	Brăila	Gemenele	4,59	1,3	10,99	1,8	Mare
606	Brăila	Gradiștea	5,05	1,3	11,98	1,8	Mare
607	Brăila	Gropeni	3,59	1,3	8,77	1,8	Mare
608	Brăila	Ianca	4,63	1,3	11,09	1,8	Mare
609	Brăila	Însurăței	4,05	1,3	9,82	1,8	Mare
610	Brăila	Jirlău	5,21	1,3	12,23	1,8	Mare
611	Brăila	Mărașu	3,70	1,3	8,85	1,8	Mare
612	Brăila	Măxineni	4,70	1,3	11,22	1,8	Mare
613	Brăila	Mircea Vodă	4,76	1,3	11,35	1,8	Mare
614	Brăila	Movila Miresii	4,54	1,3	10,88	1,8	Mare
615	Brăila	Racoviță	5,00	1,3	11,87	1,8	Mare
616	Brăila	Râmnicelu	4,80	1,3	11,44	1,8	Mare
617	Brăila	Romanu	4,45	1,3	10,66	1,8	Mare
618	Brăila	Roșiori	4,21	1,3	10,13	1,8	Mare
619	Brăila	Salcia Tudor	4,97	1,3	11,81	1,8	Mare
620	Brăila	Scorțaru Nou	4,73	1,3	11,29	1,8	Mare
621	Brăila	Siliștea	4,36	1,3	10,45	1,8	Mare
622	Brăila	Stăncuța	3,60	1,3	8,82	1,8	Mare
623	Brăila	Surdila-Găiseanca	4,77	1,3	11,34	1,8	Mare
624	Brăila	Surdila-Greci	4,91	1,3	11,61	1,8	Mare
625	Brăila	Șutești	4,84	1,3	11,53	1,8	Mare
626	Brăila	Tichilești	3,93	1,3	9,51	1,8	Mare
627	Brăila	Traian	4,28	1,3	10,31	1,8	Mare
628	Brăila	Tudor Vladimirescu	4,28	1,3	10,28	1,8	Mare
629	Brăila	Tufești	3,88	1,3	9,44	1,8	Mare
630	Brăila	Ulmu	4,56	1,3	10,86	1,8	Mare
631	Brăila	Unirea	4,07	1,3	9,85	1,8	Mare
632	Brăila	Vădeni	4,13	1,3	9,91	1,8	Mare
633	Brăila	Victoria	3,77	1,3	9,18	1,8	Mare
634	Brăila	Vișani	5,04	1,3	11,92	1,8	Mare
635	Brăila	Viziru	4,05	1,3	9,82	1,8	Mare
636	Brăila	Zăvoaia	4,30	1,3	10,35	1,8	Mare
637	Brașov	Apața	1,94	0,6	6,39	0,8	Moderată
638	Brașov	Augustin	1,85	0,6	6,02	0,8	Moderată
639	Brașov	Beclean	1,53	0,6	6,00	0,8	Moderată
640	Brașov	Bod	2,37	0,6	7,11	0,8	Moderată
641	Brașov	Bran	2,86	0,6	7,95	0,8	Mare
642	Brașov	Brașov	2,57	0,6	7,47	0,8	Moderată
643	Brașov	Budila	3,00	0,6	7,89	0,8	Mare
644	Brașov	Bunești	1,34	0,6	5,22	0,8	Moderată
645	Brașov	Cața	1,46	0,6	5,63	0,8	Moderată
646	Brașov	Cincu	1,34	0,6	5,22	0,8	Moderată
647	Brașov	Codlea	2,23	0,6	7,15	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
648	Brașov	Comana	1,76	0,6	6,49	0,8	Moderată
649	Brașov	Cristian	2,50	0,6	7,47	0,8	Moderată
650	Brașov	Crizbav	2,07	0,6	6,84	0,8	Moderată
651	Brașov	Drăguș	1,64	0,6	6,25	0,8	Moderată
652	Brașov	Dumbrăvița	2,06	0,6	6,92	0,8	Moderată
653	Brașov	Făgăraș	1,61	0,6	6,35	0,8	Moderată
654	Brașov	Feldioara	2,17	0,6	6,89	0,8	Moderată
655	Brașov	Fundata	2,89	0,6	8,02	0,8	Mare
656	Brașov	Ghimbav	2,41	0,6	7,32	0,8	Moderată
657	Brașov	Hălchiu	2,25	0,6	7,07	0,8	Moderată
658	Brașov	Hărman	2,53	0,6	7,29	0,8	Moderată
659	Brașov	Hârseni	2,14	0,6	7,06	0,8	Moderată
660	Brașov	Hoghiz	1,79	0,6	6,36	0,8	Moderată
661	Brașov	Holbav	2,29	0,6	7,26	0,8	Moderată
662	Brașov	Homorod	1,61	0,6	5,84	0,8	Moderată
663	Brașov	Jibert	1,45	0,6	5,72	0,8	Moderată
664	Brașov	Lisa	1,86	0,6	6,47	0,8	Moderată
665	Brașov	Măieruș	2,03	0,6	6,63	0,8	Moderată
666	Brașov	Mândra	1,70	0,6	6,58	0,8	Moderată
667	Brașov	Moieciu	2,85	0,6	7,97	0,8	Mare
668	Brașov	Ormeniș	1,88	0,6	6,15	0,8	Moderată
669	Brașov	Părau	1,85	0,6	6,67	0,8	Moderată
670	Brașov	Poiana Mărului	2,39	0,6	7,41	0,8	Moderată
671	Brașov	Predeal	2,87	0,6	7,92	0,8	Mare
672	Brașov	Prejmer	2,67	0,6	7,43	0,8	Moderată
673	Brașov	Racoș	1,76	0,6	6,06	0,8	Moderată
674	Brașov	Râșnov	2,73	0,6	7,77	0,8	Mare
675	Brașov	Recea	1,97	0,6	6,79	0,8	Moderată
676	Brașov	Rupea	1,50	0,6	5,88	0,8	Moderată
677	Brașov	Săcele	3,08	0,6	8,13	0,8	Mare
678	Brașov	Sâmbăta de Sus	1,74	0,6	6,25	0,8	Moderată
679	Brașov	Sânpetru	2,47	0,6	7,27	0,8	Moderată
680	Brașov	Șercaia	1,73	0,6	6,57	0,8	Moderată
681	Brașov	Șinca	2,04	0,6	6,93	0,8	Moderată
682	Brașov	Șinca Nouă	2,21	0,6	7,16	0,8	Moderată
683	Brașov	Șoars	1,42	0,6	5,57	0,8	Moderată
684	Brașov	Târlungeni	3,01	0,6	7,95	0,8	Mare
685	Brașov	Teliu	2,97	0,6	7,81	0,8	Mare
686	Brașov	Ticușu	1,56	0,6	6,22	0,8	Moderată
687	Brașov	Ucea	1,50	0,6	6,25	0,8	Moderată
688	Brașov	Ungra	1,62	0,6	6,22	0,8	Moderată
689	Brașov	Vama Buzăului	3,51	0,6	8,75	0,8	Mare
690	Brașov	Victoria	1,49	0,6	6,25	0,8	Moderată
691	Brașov	Viștea	1,54	0,6	5,74	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
692	Brașov	Voila	1,53	0,6	5,90	0,8	Moderată
693	Brașov	Vulcan	2,44	0,6	7,44	0,8	Moderată
694	Brașov	Zărnești	2,46	0,6	7,50	0,8	Mare
695	București	București	3,70	1,3	9,09	1,8	Mare
696	Buzău	Amaru	5,16	1,3	12,09	1,8	Mare
697	Buzău	Bălăceanu	5,53	1,3	12,50	1,8	Mare
698	Buzău	Balta Albă	5,23	1,3	12,32	1,8	Mare
699	Buzău	Beceni	5,65	0,9	12,50	1,2	Mare
700	Buzău	Berca	5,53	0,9	12,50	1,2	Mare
701	Buzău	Bisoca	5,51	0,9	12,50	1,2	Mare
702	Buzău	Blăjani	5,67	1,3	12,50	1,8	Mare
703	Buzău	Boldu	5,37	1,3	12,50	1,8	Mare
704	Buzău	Bozioru	5,16	0,9	11,84	1,2	Mare
705	Buzău	Brădeanu	5,04	1,3	11,86	1,8	Mare
706	Buzău	Brăești	5,19	0,9	11,89	1,2	Mare
707	Buzău	Breaza	5,30	1,3	12,29	1,8	Mare
708	Buzău	Buda	5,78	0,9	12,50	1,2	Mare
709	Buzău	Buzău	5,59	1,3	12,50	1,8	Mare
710	Buzău	C.A. Rosetti	5,07	1,3	11,91	1,8	Mare
711	Buzău	Calvini	4,92	0,9	11,47	1,2	Mare
712	Buzău	Cănești	5,43	0,9	12,41	1,2	Mare
713	Buzău	Cătina	4,72	0,9	11,05	1,2	Mare
714	Buzău	Cernătești	5,62	1,3	12,50	1,8	Mare
715	Buzău	Chiliile	5,37	0,9	12,26	1,2	Mare
716	Buzău	Chiojdu	4,31	0,6	10,17	0,8	Mare
717	Buzău	Cilibia	5,21	1,3	12,19	1,8	Mare
718	Buzău	Cislău	5,13	0,9	11,89	1,2	Mare
719	Buzău	Cochirleanca	5,64	1,3	12,50	1,8	Mare
720	Buzău	Colți	4,98	0,9	11,48	1,2	Mare
721	Buzău	Costești	5,44	1,3	12,50	1,8	Mare
722	Buzău	Cozieni	5,25	0,9	12,07	1,2	Mare
723	Buzău	Florica	5,13	1,3	12,03	1,8	Mare
724	Buzău	Gălbinași	5,35	1,3	12,46	1,8	Mare
725	Buzău	Gherăseni	5,34	1,3	12,44	1,8	Mare
726	Buzău	Ghergheasa	5,48	1,3	12,50	1,8	Mare
727	Buzău	Glodeanu Sărat	5,01	1,3	11,82	1,8	Mare
728	Buzău	Glodeanu-Siliștea	4,92	1,3	11,64	1,8	Mare
729	Buzău	Grebănu	5,85	1,3	12,50	1,8	Mare
730	Buzău	Gura Teghii	4,81	0,6	11,08	0,8	Mare
731	Buzău	Largu	4,87	1,3	11,49	1,8	Mare
732	Buzău	Lopătari	5,25	0,6	11,98	0,8	Mare
733	Buzău	Luciu	5,01	1,3	11,78	1,8	Mare
734	Buzău	Măgura	5,41	0,9	12,43	1,2	Mare
735	Buzău	Mânzălești	5,39	0,9	12,29	1,2	Mare

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
736	Buzău	Mărăcineni	5,63	1,3	12,50	1,8	Mare
737	Buzău	Mărgăritești	5,69	0,9	12,50	1,2	Mare
738	Buzău	Merei	5,46	1,3	12,50	1,8	Mare
739	Buzău	Mihăilești	5,16	1,3	12,10	1,8	Mare
740	Buzău	Movila Banului	5,28	1,3	12,32	1,8	Mare
741	Buzău	Murgești	5,76	1,3	12,50	1,8	Mare
742	Buzău	Năeni	5,24	1,3	12,17	1,8	Mare
743	Buzău	Nehoiu	4,68	0,6	10,90	0,8	Mare
744	Buzău	Odăile	5,33	0,9	12,21	1,2	Mare
745	Buzău	Padina	4,56	1,3	10,86	1,8	Mare
746	Buzău	Pănătău	5,09	0,9	11,75	1,2	Mare
747	Buzău	Pardoși	5,74	0,9	12,50	1,2	Mare
748	Buzău	Pârscov	5,36	0,9	12,31	1,2	Mare
749	Buzău	Pătârlagele	4,91	0,9	11,40	1,2	Mare
750	Buzău	Pietroasele	5,35	1,3	12,41	1,8	Mare
751	Buzău	Podgoria	5,89	1,3	12,50	1,8	Mare
752	Buzău	Pogoanele	4,90	1,3	11,57	1,8	Mare
753	Buzău	Poșta Câlnău	5,74	1,3	12,50	1,8	Mare
754	Buzău	Puiești	5,53	1,3	12,50	1,8	Mare
755	Buzău	Racovițeni	5,80	1,3	12,50	1,8	Mare
756	Buzău	Râmnicelu	5,68	1,3	12,50	1,8	Mare
757	Buzău	Râmnicu Sărat	5,81	1,3	12,50	1,8	Mare
758	Buzău	Robeasca	5,28	1,3	12,35	1,8	Mare
759	Buzău	Rușețu	4,73	1,3	11,20	1,8	Mare
760	Buzău	Săgeata	5,45	1,3	12,50	1,8	Mare
761	Buzău	Săhăteni	5,26	1,3	12,25	1,8	Mare
762	Buzău	Săpoca	5,61	1,3	12,50	1,8	Mare
763	Buzău	Sărulești	5,62	0,9	12,50	1,2	Mare
764	Buzău	Scorțoasa	5,52	0,9	12,50	1,2	Mare
765	Buzău	Scutelnici	4,76	1,3	11,30	1,8	Mare
766	Buzău	Siriu	4,21	0,6	9,95	0,8	Mare
767	Buzău	Smeeni	5,20	1,3	12,17	1,8	Mare
768	Buzău	Stâlp	5,45	1,3	12,50	1,8	Mare
769	Buzău	Țintești	5,45	1,3	12,50	1,8	Mare
770	Buzău	Tisău	5,38	0,9	12,41	1,2	Mare
771	Buzău	Topliceni	5,86	1,3	12,50	1,8	Mare
772	Buzău	Ulmeni	5,37	1,3	12,47	1,8	Mare
773	Buzău	Unguriu	5,48	0,9	12,50	1,2	Mare
774	Buzău	Vadu Pașii	5,68	1,3	12,50	1,8	Mare
775	Buzău	Vâlcelele	5,19	1,3	12,27	1,8	Mare
776	Buzău	Valea Râmnicului	5,81	1,3	12,50	1,8	Mare
777	Buzău	Valea Salciei	5,67	0,9	12,50	1,2	Mare
778	Buzău	Vernești	5,53	1,3	12,50	1,8	Mare
779	Buzău	Vintilă Vodă	5,58	0,9	12,50	1,2	Mare

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SL}$	T_C^{SL}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
780	Buzău	Viperești	5,26	0,9	12,13	1,2	Mare
781	Buzău	Zărnești	5,77	1,3	12,50	1,8	Mare
782	Buzău	Ziduri	5,69	1,3	12,50	1,8	Mare
783	Călărași	Alexandru Odobescu	3,54	1,3	9,14	1,8	Mare
784	Călărași	Belciugatele	4,06	1,3	9,93	1,8	Mare
785	Călărași	Borcea	2,83	1,3	7,16	1,8	Moderată
786	Călărași	Budești	3,49	1,3	8,87	1,8	Mare
787	Călărași	Călărași	3,34	1,3	8,82	1,8	Mare
788	Călărași	Căscioarele	3,33	1,3	8,60	1,8	Mare
789	Călărași	Chirnogi	3,32	0,9	8,67	1,2	Mare
790	Călărași	Chiselet	3,47	1,3	9,12	1,8	Mare
791	Călărași	Ciocănești	3,41	1,3	9,01	1,8	Mare
792	Călărași	Crivăț	3,39	1,3	8,69	1,8	Mare
793	Călărași	Curcani	3,53	1,3	9,10	1,8	Mare
794	Călărași	Cuza Voda	3,43	1,3	8,94	1,8	Mare
795	Călărași	Dichiseni	3,11	1,3	8,14	1,8	Mare
796	Călărași	Dor Mărunt	3,84	1,3	9,58	1,8	Mare
797	Călărași	Dorobanțu	3,45	1,3	9,06	1,8	Mare
798	Călărași	Dragalina	3,47	1,3	8,75	1,8	Mare
799	Călărași	Dragoș Vodă	3,68	1,3	9,22	1,8	Mare
800	Călărași	Frâsinet	3,67	1,3	9,35	1,8	Mare
801	Călărași	Frumușani	3,54	1,3	8,86	1,8	Mare
802	Călărași	Fundeni	3,77	1,3	9,36	1,8	Mare
803	Călărași	Fundulea	3,96	1,3	9,78	1,8	Mare
804	Călărași	Gălbinași	3,65	1,3	9,17	1,8	Mare
805	Călărași	Grădiștea	3,43	1,3	9,01	1,8	Mare
806	Călărași	Gurbănești	3,78	1,3	9,53	1,8	Mare
807	Călărași	Ileana	4,08	1,3	10,05	1,8	Mare
808	Călărași	Independența	3,52	1,3	9,08	1,8	Mare
809	Călărași	Jegălia	3,01	1,3	7,74	1,8	Mare
810	Călărași	Lehliu	3,98	1,3	9,85	1,8	Mare
811	Călărași	Lehliu-Gară	3,90	1,3	9,71	1,8	Mare
812	Călărași	Luica	3,56	1,3	9,15	1,8	Mare
813	Călărași	Lupșanu	3,69	1,3	9,36	1,8	Mare
814	Călărași	Mănăstirea	3,48	1,3	9,11	1,8	Mare
815	Călărași	Mitreni	3,46	1,3	8,99	1,8	Mare
816	Călărași	Modelu	3,29	1,3	8,61	1,8	Mare
817	Călărași	Nana	3,66	1,3	9,28	1,8	Mare
818	Călărași	Nicolae Bălcescu	3,92	1,3	9,77	1,8	Mare
819	Călărași	Oltenița	3,43	1,3	9,06	1,8	Mare
820	Călărași	Perișoru	3,28	1,3	8,29	1,8	Mare
821	Călărași	Plătărești	3,70	1,3	9,24	1,8	Mare
822	Călărași	Radovanu	3,40	1,3	8,80	1,8	Mare
823	Călărași	Roseți	3,19	1,3	8,37	1,8	Mare

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
824	Călărași	Sărulești	3,88	1,3	9,68	1,8	Mare
825	Călărași	Sohatu	3,74	1,3	9,37	1,8	Mare
826	Călărași	Șoldanu	3,50	1,3	8,98	1,8	Mare
827	Călărași	Spanțov	3,47	1,3	9,15	1,8	Mare
828	Călărași	Ștefan Cel Mare	3,19	1,3	8,00	1,8	Mare
829	Călărași	Ștefan Vodă	3,39	1,3	8,72	1,8	Mare
830	Călărași	Tămădău Mare	4,01	1,3	9,90	1,8	Mare
831	Călărași	Ulmeni	3,49	1,3	9,13	1,8	Mare
832	Călărași	Ulmu	3,58	1,3	9,20	1,8	Mare
833	Călărași	Unirea	3,04	1,3	7,89	1,8	Mare
834	Călărași	Vâlcelele	3,61	1,3	9,16	1,8	Mare
835	Călărași	Valea Argovei	3,76	1,3	9,50	1,8	Mare
836	Călărași	Vasilați	3,57	1,3	9,03	1,8	Mare
837	Călărași	Vlad Țepeș	3,65	1,3	9,27	1,8	Mare
838	Caraș-Severin	Anina	1,27	0,6	6,25	0,8	Moderată
839	Caraș-Severin	Armeniș	1,26	0,6	5,13	0,8	Moderată
840	Caraș-Severin	Băile Herculane	1,47	0,6	6,25	0,8	Moderată
841	Caraș-Severin	Bănia	1,38	0,6	5,26	0,8	Moderată
842	Caraș-Severin	Băuțar	1,25	0,6	3,54	0,8	Moderată
843	Caraș-Severin	Berliște	1,25	0,6	6,25	0,8	Moderată
844	Caraș-Severin	Berzasca	1,37	0,6	6,25	0,8	Moderată
845	Caraș-Severin	Berzovia	1,25	0,9	4,97	1,2	Moderată
846	Caraș-Severin	Bocșa	1,25	0,6	4,96	0,8	Moderată
847	Caraș-Severin	Bolvașnița	1,25	0,6	4,83	0,8	Moderată
848	Caraș-Severin	Bozovici	1,32	0,6	6,25	0,8	Moderată
849	Caraș-Severin	Brebu	1,25	0,6	4,82	0,8	Moderată
850	Caraș-Severin	Brebu Nou	1,25	0,6	5,08	0,8	Moderată
851	Caraș-Severin	Buchin	1,25	0,6	4,89	0,8	Moderată
852	Caraș-Severin	Bucoșnița	1,25	0,6	4,97	0,8	Moderată
853	Caraș-Severin	Caransebeș	1,25	0,6	4,59	0,8	Moderată
854	Caraș-Severin	Carașova	1,25	0,6	6,25	0,8	Moderată
855	Caraș-Severin	Cărbunari	1,26	0,6	7,50	0,8	Mare
856	Caraș-Severin	Ciclova Română	1,26	0,6	6,25	0,8	Moderată
857	Caraș-Severin	Ciuchici	1,26	0,6	6,25	0,8	Moderată
858	Caraș-Severin	Ciudanovița	1,25	0,6	6,25	0,8	Moderată
859	Caraș-Severin	Constantin Daicoviciu	1,25	0,6	4,18	0,8	Moderată
860	Caraș-Severin	Copăcele	1,25	0,6	4,55	0,8	Moderată
861	Caraș-Severin	Cornea	1,37	0,6	6,25	0,8	Moderată
862	Caraș-Severin	Cornereva	1,37	0,6	4,96	0,8	Moderată
863	Caraș-Severin	Coronini	1,25	0,6	7,50	0,8	Mare
864	Caraș-Severin	Dalboșeț	1,34	0,6	6,25	0,8	Moderată
865	Caraș-Severin	Doclin	1,25	0,6	5,04	0,8	Moderată
866	Caraș-Severin	Dognecea	1,25	0,6	5,08	0,8	Moderată
867	Caraș-Severin	Domașnea	1,33	0,6	5,20	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
868	Caraș-Severin	Eftimie Murgu	1,41	0,6	5,27	0,8	Moderată
869	Caraș-Severin	Ezeriș	1,25	0,6	4,86	0,8	Moderată
870	Caraș-Severin	Fârliug	1,25	0,6	4,72	0,8	Moderată
871	Caraș-Severin	Forotic	1,25	0,6	5,05	0,8	Moderată
872	Caraș-Severin	Gârnic	1,26	0,6	7,50	0,8	Mare
873	Caraș-Severin	Glimboca	1,25	0,6	3,94	0,8	Moderată
874	Caraș-Severin	Goruia	1,25	0,6	6,25	0,8	Moderată
875	Caraș-Severin	Grădinari	1,25	0,6	6,25	0,8	Moderată
876	Caraș-Severin	Iablanița	1,41	0,6	6,25	0,8	Moderată
877	Caraș-Severin	Lăpușnicel	1,37	0,6	5,27	0,8	Moderată
878	Caraș-Severin	Lăpușnicu Mare	1,30	0,6	6,25	0,8	Moderată
879	Caraș-Severin	Luncavița	1,31	0,6	5,20	0,8	Moderată
880	Caraș-Severin	Lupac	1,25	0,6	5,08	0,8	Moderată
881	Caraș-Severin	Marga	1,25	0,6	3,67	0,8	Moderată
882	Caraș-Severin	Măureni	1,25	0,9	4,94	1,2	Moderată
883	Caraș-Severin	Mehadia	1,44	0,6	6,25	0,8	Moderată
884	Caraș-Severin	Mehadica	1,33	0,6	5,23	0,8	Moderată
885	Caraș-Severin	Moldova Nouă	1,26	0,6	7,50	0,8	Mare
886	Caraș-Severin	Naidăș	1,26	0,6	6,25	0,8	Moderată
887	Caraș-Severin	Obreja	1,25	0,6	4,11	0,8	Moderată
888	Caraș-Severin	Ocna de Fier	1,25	0,6	5,02	0,8	Moderată
889	Caraș-Severin	Oravița	1,26	0,6	6,25	0,8	Moderată
890	Caraș-Severin	Oțelu Roșu	1,25	0,6	3,79	0,8	Moderată
891	Caraș-Severin	Păltiniș	1,25	0,6	4,77	0,8	Moderată
892	Caraș-Severin	Pojejena	1,26	0,6	7,50	0,8	Mare
893	Caraș-Severin	Prigor	1,36	0,6	5,27	0,8	Moderată
894	Caraș-Severin	Răcășdia	1,25	0,6	6,25	0,8	Moderată
895	Caraș-Severin	Ramna	1,25	0,6	4,87	0,8	Moderată
896	Caraș-Severin	Reșița	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
897	Caraș-Severin	Rusca Montană	1,25	0,6	3,44	0,8	Moderată
898	Caraș-Severin	Sacu	1,25	0,6	4,13	0,8	Moderată
899	Caraș-Severin	Sasca Montană	1,26	0,6	7,50	0,8	Mare
900	Caraș-Severin	Sichevița	1,27	0,6	7,50	0,8	Mare
901	Caraș-Severin	Slatina-Timiș	1,25	0,6	5,03	0,8	Moderată
902	Caraș-Severin	Socol	1,25	0,6	6,25	0,8	Moderată
903	Caraș-Severin	Șopotu Nou	1,29	0,6	7,50	0,8	Mare
904	Caraș-Severin	Târnova	1,25	0,6	4,94	0,8	Moderată
905	Caraș-Severin	Teregova	1,35	0,6	5,00	0,8	Moderată
906	Caraș-Severin	Ticvanu Mare	1,25	0,6	6,25	0,8	Moderată
907	Caraș-Severin	Topleț	1,49	0,6	6,25	0,8	Moderată
908	Caraș-Severin	Turnu Ruieni	1,25	0,6	4,47	0,8	Moderată
909	Caraș-Severin	Văliug	1,25	0,6	5,13	0,8	Moderată
910	Caraș-Severin	Vărădia	1,25	0,6	6,25	0,8	Moderată
911	Caraș-Severin	Vermeș	1,25	0,9	4,81	1,2	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
912	Caraș-Severin	Vrani	1,25	0,6	6,25	0,8	Moderată
913	Caraș-Severin	Zăvoi	1,25	0,6	3,83	0,8	Moderată
914	Caraș-Severin	Zorlențu Mare	1,25	0,6	4,72	0,8	Moderată
915	Cluj	Aghireșu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
916	Cluj	Aiton	1,25	0,6	3,23	0,8	Moderată
917	Cluj	Aluniș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
918	Cluj	Apahida	1,25	0,6	2,86	0,8	Mică
919	Cluj	Așchileu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
920	Cluj	Baciu	1,25	0,6	2,61	0,8	Mică
921	Cluj	Băișoara	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
922	Cluj	Beliș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
923	Cluj	Bobâlna	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
924	Cluj	Bontida	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
925	Cluj	Borșa	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
926	Cluj	Buza	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
927	Cluj	Căianu	1,25	0,6	2,66	0,8	Mică
928	Cluj	Călărași	1,25	0,6	3,46	0,8	Moderată
929	Cluj	Călățele	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
930	Cluj	Cămărașu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
931	Cluj	Câmpia Turzii	1,25	0,6	3,47	0,8	Moderată
932	Cluj	Căpușu Mare	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
933	Cluj	Cășeiu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
934	Cluj	Cățcău	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
935	Cluj	Cătina	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
936	Cluj	Ceanu Mare	1,25	0,6	3,22	0,8	Moderată
937	Cluj	Chinteni	1,25	0,6	2,52	0,8	Mică
938	Cluj	Chiuiești	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
939	Cluj	Ciucea	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
940	Cluj	Ciurila	1,25	0,6	2,68	0,8	Mică
941	Cluj	Cluj-Napoca	1,25	0,6	2,88	0,8	Mică
942	Cluj	Cojocna	1,25	0,6	3,07	0,8	Moderată
943	Cluj	Cornești	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
944	Cluj	Cuzdrioara	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
945	Cluj	Dăbâca	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
946	Cluj	Dej	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
947	Cluj	Feleacu	1,25	0,6	3,11	0,8	Moderată
948	Cluj	Fizeșu Gherlii	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
949	Cluj	Florești	1,25	0,6	2,64	0,8	Mică
950	Cluj	Frata	1,25	0,6	2,91	0,8	Mică
951	Cluj	Gârbău	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
952	Cluj	Geaca	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
953	Cluj	Gherla	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
954	Cluj	Gilău	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
955	Cluj	Huedin	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
956	Cluj	Iara	1,25	0,6	2,61	0,8	Mică
957	Cluj	Iclod	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
958	Cluj	Izvoru Crișului	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
959	Cluj	Jichișu de Jos	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
960	Cluj	Jucu	1,25	0,6	2,66	0,8	Mică
961	Cluj	Luna	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
962	Cluj	Măguri-Răcătau	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
963	Cluj	Mănăstireni	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
964	Cluj	Mărgău	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
965	Cluj	Mărișel	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
966	Cluj	Mica	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
967	Cluj	Mihai Viteazu	1,25	0,6	3,34	0,8	Moderată
968	Cluj	Mintiu Gherlii	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
969	Cluj	Mociu	1,25	0,6	2,58	0,8	Mică
970	Cluj	Moldovenești	1,25	0,6	3,19	0,8	Moderată
971	Cluj	Negreni	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
972	Cluj	Pălatca	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
973	Cluj	Panticeu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
974	Cluj	Petreștii de Jos	1,25	0,6	3,01	0,8	Moderată
975	Cluj	Ploscoș	1,25	0,6	3,32	0,8	Moderată
976	Cluj	Poieni	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
977	Cluj	Recea-Cristur	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
978	Cluj	Rișca	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
979	Cluj	Săcuieu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
980	Cluj	Sâncraiu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
981	Cluj	Săndulești	1,25	0,6	3,35	0,8	Moderată
982	Cluj	Sânmartin	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
983	Cluj	Sânpaul	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
984	Cluj	Săvădisla	1,25	0,6	2,55	0,8	Mică
985	Cluj	Sic	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
986	Cluj	Suatu	1,25	0,6	2,81	0,8	Mică
987	Cluj	Țaga	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
988	Cluj	Tritenii de Jos	1,25	0,6	3,30	0,8	Moderată
989	Cluj	Turda	1,25	0,6	3,43	0,8	Moderată
990	Cluj	Tureni	1,25	0,6	3,19	0,8	Moderată
991	Cluj	Unguraș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
992	Cluj	Vad	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
993	Cluj	Valea Ierii	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
994	Cluj	Viișoara	1,25	0,6	3,41	0,8	Moderată
995	Cluj	Vultureni	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
996	Constanța	23-Aug	2,11	0,6	6,48	0,8	Moderată
997	Constanța	Adamclisi	2,51	0,6	6,62	0,8	Moderată
998	Constanța	Agigea	2,08	0,6	5,69	0,8	Moderată
999	Constanța	Albești	2,12	0,6	6,87	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
1000	Constanța	Aliman	2,66	0,9	6,88	1,2	Moderată
1001	Constanța	Amzacea	2,20	0,6	6,48	0,8	Moderată
1002	Constanța	Băneasa	2,76	0,6	7,35	0,8	Moderată
1003	Constanța	Bărăganu	2,21	0,6	6,04	0,8	Moderată
1004	Constanța	Castelu	2,30	0,6	5,88	0,8	Moderată
1005	Constanța	Cerchezu	2,27	0,6	6,71	0,8	Moderată
1006	Constanța	Cernavodă	2,57	0,9	6,50	1,2	Moderată
1007	Constanța	Chirnogeni	2,25	0,6	6,64	0,8	Moderată
1008	Constanța	Ciobanu	3,18	0,9	7,85	1,2	Mare
1009	Constanța	Ciocârlia	2,30	0,6	6,13	0,8	Moderată
1010	Constanța	Cobadin	2,32	0,6	6,40	0,8	Moderată
1011	Constanța	Cogealac	2,40	0,6	6,03	0,8	Moderată
1012	Constanța	Comana	2,17	0,6	6,64	0,8	Moderată
1013	Constanța	Constanța	2,07	0,6	5,46	0,8	Moderată
1014	Constanța	Corbu	2,15	0,9	5,45	1,2	Moderată
1015	Constanța	Costinești	2,10	0,6	6,32	0,8	Moderată
1016	Constanța	Crucea	2,68	0,6	6,66	0,8	Moderată
1017	Constanța	Cumpăna	2,12	0,6	5,70	0,8	Moderată
1018	Constanța	Cuza Voda	2,36	0,6	5,99	0,8	Moderată
1019	Constanța	Deleni	2,42	0,6	6,55	0,8	Moderată
1020	Constanța	Dobromir	2,60	0,6	6,96	0,8	Moderată
1021	Constanța	Dumbrăveni	2,36	0,6	6,65	0,8	Moderată
1022	Constanța	Eforie	2,10	0,6	6,14	0,8	Moderată
1023	Constanța	Fântânele	2,41	0,6	6,05	0,8	Moderată
1024	Constanța	Gârliciu	3,06	0,9	7,57	1,2	Mare
1025	Constanța	Ghindărești	2,96	0,9	7,32	1,2	Moderată
1026	Constanța	Grădina	2,44	0,6	6,11	0,8	Moderată
1027	Constanța	Hârșova	3,25	0,9	8,05	1,2	Mare
1028	Constanța	Horia	2,88	0,6	7,13	0,8	Moderată
1029	Constanța	Independența	2,32	0,6	6,62	0,8	Moderată
1030	Constanța	Ion Corvin	2,69	0,9	7,07	1,2	Moderată
1031	Constanța	Istria	2,23	0,9	5,64	1,2	Moderată
1032	Constanța	Limanu	2,10	0,6	7,00	0,8	Moderată
1033	Constanța	Lipnița	2,97	0,9	7,91	1,2	Mare
1034	Constanța	Lumina	2,25	0,6	5,65	0,8	Moderată
1035	Constanța	Mangalia	2,11	0,6	6,79	0,8	Moderată
1036	Constanța	Medgidia	2,34	0,6	6,02	0,8	Moderată
1037	Constanța	Mereni	2,23	0,6	6,32	0,8	Moderată
1038	Constanța	Mihai Viteazu	2,30	0,9	5,79	1,2	Moderată
1039	Constanța	Mihail Kogălniceanu	2,27	0,6	5,75	0,8	Moderată
1040	Constanța	Mircea Vodă	2,45	0,6	6,22	0,8	Moderată
1041	Constanța	Murfatlar	2,24	0,6	5,88	0,8	Moderată
1042	Constanța	Năvodari	2,20	0,6	5,63	0,8	Moderată
1043	Constanța	Negru Vodă	2,19	0,6	6,85	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
1044	Constanța	Nicolae Bălcescu	2,40	0,6	6,05	0,8	Moderată
1045	Constanța	Oltina	2,86	0,9	7,54	1,2	Mare
1046	Constanța	Ostrov	3,22	1,3	8,61	1,8	Mare
1047	Constanța	Ovidiu	2,18	0,6	5,64	0,8	Moderată
1048	Constanța	Pantelimon	2,60	0,6	6,49	0,8	Moderată
1049	Constanța	Pecineaga	2,12	0,6	6,62	0,8	Moderată
1050	Constanța	Peștera	2,43	0,6	6,30	0,8	Moderată
1051	Constanța	Poarta Albă	2,25	0,6	5,81	0,8	Moderată
1052	Constanța	Rasova	2,57	0,9	6,57	1,2	Moderată
1053	Constanța	Săcele	2,19	0,9	5,54	1,2	Moderată
1054	Constanța	Saligny	2,52	0,9	6,39	1,2	Moderată
1055	Constanța	Saraiu	2,89	0,6	7,16	0,8	Moderată
1056	Constanța	Seimeni	2,60	0,9	6,52	1,2	Moderată
1057	Constanța	Siliștea	2,55	0,6	6,37	0,8	Moderată
1058	Constanța	Târgușor	2,41	0,6	6,06	0,8	Moderată
1059	Constanța	Techirghiol	2,10	0,6	5,94	0,8	Moderată
1060	Constanța	Topalu	2,80	0,9	6,95	1,2	Moderată
1061	Constanța	Topraisar	2,16	0,6	6,12	0,8	Moderată
1062	Constanța	Tortoman	2,45	0,6	6,18	0,8	Moderată
1063	Constanța	Tuzla	2,10	0,6	6,14	0,8	Moderată
1064	Constanța	Valu Lui Traian	2,15	0,6	5,66	0,8	Moderată
1065	Constanța	Vulturii	2,73	0,6	6,79	0,8	Moderată
1066	Covasna	Aita Mare	2,05	0,6	6,30	0,8	Moderată
1067	Covasna	Arcuș	2,30	0,6	6,64	0,8	Moderată
1068	Covasna	Baraolt	1,89	0,6	5,94	0,8	Moderată
1069	Covasna	Barcani	3,48	0,6	8,58	0,8	Mare
1070	Covasna	Bățani	2,00	0,6	5,83	0,8	Moderată
1071	Covasna	Belin	2,11	0,6	6,51	0,8	Moderată
1072	Covasna	Bixad	2,20	0,6	6,02	0,8	Moderată
1073	Covasna	Bodoc	2,31	0,6	6,44	0,8	Moderată
1074	Covasna	Boroșneu Mare	3,01	0,6	7,68	0,8	Mare
1075	Covasna	Brăduț	1,76	0,6	5,39	0,8	Moderată
1076	Covasna	Brateș	3,11	0,6	7,81	0,8	Mare
1077	Covasna	Brețcu	3,48	0,6	8,31	0,8	Mare
1078	Covasna	Catalina	2,98	0,6	7,48	0,8	Moderată
1079	Covasna	Cernat	2,64	0,6	6,90	0,8	Moderată
1080	Covasna	Chichiș	2,64	0,6	7,31	0,8	Moderată
1081	Covasna	Comandău	4,09	0,6	9,64	0,8	Mare
1082	Covasna	Covasna	3,69	0,6	8,83	0,8	Mare
1083	Covasna	Dalnic	2,71	0,6	7,09	0,8	Moderată
1084	Covasna	Dobârlău	2,93	0,6	7,70	0,8	Mare
1085	Covasna	Estelnic	3,00	0,6	7,50	0,8	Mare
1086	Covasna	Ghelința	3,52	0,6	8,45	0,8	Mare
1087	Covasna	Ghidfalău	2,52	0,6	6,86	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
1088	Covasna	Hăghig	2,21	0,6	6,80	0,8	Moderată
1089	Covasna	Ilien	2,47	0,6	7,09	0,8	Moderată
1090	Covasna	Întorsura Buzăului	3,26	0,6	8,23	0,8	Mare
1091	Covasna	Lemnia	3,24	0,6	7,81	0,8	Mare
1092	Covasna	Malnaș	2,25	0,6	6,27	0,8	Moderată
1093	Covasna	Mereni	3,08	0,6	7,50	0,8	Mare
1094	Covasna	Micfalău	2,28	0,6	6,25	0,8	Moderată
1095	Covasna	Moacșa	2,72	0,6	7,18	0,8	Moderată
1096	Covasna	Ojdula	3,49	0,6	8,36	0,8	Mare
1097	Covasna	Ozun	2,74	0,6	7,39	0,8	Moderată
1098	Covasna	Poian	2,89	0,6	7,18	0,8	Moderată
1099	Covasna	Reci	2,84	0,6	7,45	0,8	Moderată
1100	Covasna	Sânzieni	3,00	0,6	7,47	0,8	Moderată
1101	Covasna	Sfântu Gheorghe	2,42	0,6	6,88	0,8	Moderată
1102	Covasna	Sita Buzăului	3,70	0,6	8,99	0,8	Mare
1103	Covasna	Târgu Secuiesc	3,45	0,6	8,30	0,8	Mare
1104	Covasna	Turia	2,55	0,6	6,63	0,8	Moderată
1105	Covasna	Vâlcele	2,33	0,6	6,93	0,8	Moderată
1106	Covasna	Valea Crișului	2,26	0,6	6,49	0,8	Moderată
1107	Covasna	Valea Mare	3,15	0,6	7,99	0,8	Mare
1108	Covasna	Vârghiș	1,72	0,6	5,60	0,8	Moderată
1109	Covasna	Zăbala	3,34	0,6	8,14	0,8	Mare
1110	Covasna	Zagon	3,75	0,6	9,07	0,8	Mare
1111	Dâmbovița	Aninoasa	4,05	0,9	9,91	1,2	Mare
1112	Dâmbovița	Băleni	4,31	0,9	10,38	1,2	Mare
1113	Dâmbovița	Bărbulețu	3,73	0,6	9,30	0,8	Mare
1114	Dâmbovița	Bezdead	3,73	0,6	9,40	0,8	Mare
1115	Dâmbovița	Bilciurești	4,26	1,3	10,29	1,8	Mare
1116	Dâmbovița	Brănești	3,96	0,9	9,74	1,2	Mare
1117	Dâmbovița	Braniștea	3,95	0,9	9,59	1,2	Mare
1118	Dâmbovița	Brezoele	3,81	1,3	9,30	1,8	Mare
1119	Dâmbovița	Buciumeni	3,69	0,6	9,31	0,8	Mare
1120	Dâmbovița	Bucșani	4,35	0,9	10,48	1,2	Mare
1121	Dâmbovița	Butimanu	4,19	1,3	10,14	1,8	Mare
1122	Dâmbovița	Cândești	3,72	0,6	9,21	0,8	Mare
1123	Dâmbovița	Ciocănești	4,03	1,3	9,78	1,8	Mare
1124	Dâmbovița	Cobia	3,90	0,9	9,49	1,2	Mare
1125	Dâmbovița	Cojasca	4,26	1,3	10,28	1,8	Mare
1126	Dâmbovița	Comișani	4,23	0,9	10,24	1,2	Mare
1127	Dâmbovița	Conțești	4,05	0,9	9,81	1,2	Mare
1128	Dâmbovița	Corbii Mari	3,59	0,9	8,79	1,2	Mare
1129	Dâmbovița	Cornățelu	4,17	0,9	10,08	1,2	Mare
1130	Dâmbovița	Cornești	4,37	1,3	10,54	1,8	Mare
1131	Dâmbovița	Costeștii Din Vale	3,80	0,9	9,26	1,2	Mare

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
1132	Dâmbovița	Crângurile	3,70	0,9	9,03	1,2	Mare
1133	Dâmbovița	Crevedia	4,05	1,3	9,84	1,8	Mare
1134	Dâmbovița	Dărmănești	4,50	0,9	10,80	1,2	Mare
1135	Dâmbovița	Dobra	4,32	0,9	10,40	1,2	Mare
1136	Dâmbovița	Doicești	4,02	0,9	9,84	1,2	Mare
1137	Dâmbovița	Dragodana	3,87	0,9	9,42	1,2	Mare
1138	Dâmbovița	Dragomirești	3,98	0,9	9,70	1,2	Mare
1139	Dâmbovița	Fieni	3,79	0,6	9,46	0,8	Mare
1140	Dâmbovița	Finta	4,38	0,9	10,54	1,2	Mare
1141	Dâmbovița	Găești	3,72	0,9	9,08	1,2	Mare
1142	Dâmbovița	Glodeni	4,00	0,9	9,83	1,2	Mare
1143	Dâmbovița	Gura Foi	3,77	0,9	9,19	1,2	Mare
1144	Dâmbovița	Gura Ocniței	4,24	0,9	10,28	1,2	Mare
1145	Dâmbovița	Gura Șuții	4,01	0,9	9,74	1,2	Mare
1146	Dâmbovița	Hulubești	3,84	0,9	9,38	1,2	Mare
1147	Dâmbovița	I. L. Caragiale	4,40	0,9	10,60	1,2	Mare
1148	Dâmbovița	Iedera	4,18	0,9	10,21	1,2	Mare
1149	Dâmbovița	Lucieni	4,02	0,9	9,76	1,2	Mare
1150	Dâmbovița	Ludești	3,79	0,9	9,29	1,2	Mare
1151	Dâmbovița	Lungulețu	3,88	0,9	9,44	1,2	Mare
1152	Dâmbovița	Malu Cu Flori	3,65	0,6	9,10	0,8	Mare
1153	Dâmbovița	Mănești	3,90	0,9	9,55	1,2	Mare
1154	Dâmbovița	Mătăsaru	3,85	0,9	9,38	1,2	Mare
1155	Dâmbovița	Mogoșani	3,72	0,9	9,08	1,2	Mare
1156	Dâmbovița	Moreni	4,25	0,9	10,32	1,2	Mare
1157	Dâmbovița	Moroeni	3,31	0,6	8,65	0,8	Mare
1158	Dâmbovița	Morteni	3,49	0,9	8,55	1,2	Mare
1159	Dâmbovița	Moțâieni	3,83	0,9	9,53	1,2	Mare
1160	Dâmbovița	Niculești	4,23	1,3	10,23	1,8	Mare
1161	Dâmbovița	Nucet	4,16	0,9	10,06	1,2	Mare
1162	Dâmbovița	Ocnița	4,10	0,9	10,03	1,2	Mare
1163	Dâmbovița	Odobesti	3,74	0,9	9,13	1,2	Mare
1164	Dâmbovița	Perșinari	4,08	0,9	9,88	1,2	Mare
1165	Dâmbovița	Petrești	3,59	0,9	8,78	1,2	Mare
1166	Dâmbovița	Pietrari	3,80	0,6	9,41	0,8	Mare
1167	Dâmbovița	Pietroșița	3,62	0,6	9,17	0,8	Mare
1168	Dâmbovița	Poiana	3,76	1,3	9,17	1,8	Mare
1169	Dâmbovița	Potlogi	3,72	0,9	9,07	1,2	Mare
1170	Dâmbovița	Produlești	3,92	0,9	9,53	1,2	Mare
1171	Dâmbovița	Pucheni	3,59	0,6	9,04	0,8	Mare
1172	Dâmbovița	Pucioasa	3,89	0,9	9,64	1,2	Mare
1173	Dâmbovița	Răcari	4,07	1,3	9,87	1,8	Mare
1174	Dâmbovița	Raciu	4,05	0,9	9,83	1,2	Mare
1175	Dâmbovița	Răscăeți	3,41	0,9	8,39	1,2	Mare

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
1176	Dâmbovița	Râu Alb	3,74	0,6	9,33	0,8	Mare
1177	Dâmbovița	Răzvad	4,11	0,9	10,02	1,2	Mare
1178	Dâmbovița	Runcu	3,57	0,6	9,04	0,8	Mare
1179	Dâmbovița	Sălcioara	4,07	0,9	9,85	1,2	Mare
1180	Dâmbovița	Șelaru	3,26	0,9	8,03	1,2	Mare
1181	Dâmbovița	Slobozia Moară	3,89	1,3	9,47	1,8	Mare
1182	Dâmbovița	Șotânga	4,00	0,9	9,78	1,2	Mare
1183	Dâmbovița	Târgoviște	4,13	0,9	10,02	1,2	Mare
1184	Dâmbovița	Tărtășești	3,90	1,3	9,51	1,8	Mare
1185	Dâmbovița	Tătărani	3,85	0,9	9,46	1,2	Mare
1186	Dâmbovița	Titu	3,87	0,9	9,42	1,2	Mare
1187	Dâmbovița	Uliești	3,61	0,9	8,84	1,2	Mare
1188	Dâmbovița	Ulmi	4,14	0,9	10,03	1,2	Mare
1189	Dâmbovița	Văcărești	4,14	0,9	10,04	1,2	Mare
1190	Dâmbovița	Valea Lungă	4,02	0,9	9,91	1,2	Mare
1191	Dâmbovița	Valea Mare	3,74	0,9	9,12	1,2	Mare
1192	Dâmbovița	Văleni-Dâmbovița	3,55	0,6	8,90	0,8	Mare
1193	Dâmbovița	Vârfuri	3,89	0,9	9,66	1,2	Mare
1194	Dâmbovița	Vișina	3,46	0,9	8,49	1,2	Mare
1195	Dâmbovița	Vișinești	3,90	0,9	9,70	1,2	Mare
1196	Dâmbovița	Vlădeni	4,50	0,9	10,81	1,2	Mare
1197	Dâmbovița	Voinești	3,80	0,6	9,40	0,8	Mare
1198	Dâmbovița	Vulcana-Băi	3,87	0,9	9,57	1,2	Mare
1199	Dâmbovița	Vulcana-Pandele	3,94	0,9	9,69	1,2	Mare
1200	Dolj	Afumați	1,34	0,9	3,75	1,2	Moderată
1201	Dolj	Almăj	1,70	0,9	5,00	1,2	Moderată
1202	Dolj	Amărăștii de Jos	1,69	0,9	5,00	1,2	Moderată
1203	Dolj	Amărăștii de Sus	1,72	0,9	5,00	1,2	Moderată
1204	Dolj	Apele Vii	1,69	0,9	5,00	1,2	Moderată
1205	Dolj	Argetoaia	1,54	0,6	3,91	0,8	Moderată
1206	Dolj	Băilești	1,30	0,9	3,75	1,2	Moderată
1207	Dolj	Bârca	1,41	0,9	5,00	1,2	Moderată
1208	Dolj	Bechet	1,48	0,9	5,00	1,2	Moderată
1209	Dolj	Bistreț	1,34	0,9	3,75	1,2	Moderată
1210	Dolj	Botoșești-Paia	1,43	0,6	3,75	0,8	Moderată
1211	Dolj	Brabova	1,50	0,9	3,81	1,2	Moderată
1212	Dolj	Brădești	1,69	0,9	5,00	1,2	Moderată
1213	Dolj	Braloștița	1,62	0,6	5,00	0,8	Moderată
1214	Dolj	Bratovoești	1,63	0,9	5,00	1,2	Moderată
1215	Dolj	Breasta	1,61	0,9	5,00	1,2	Moderată
1216	Dolj	Bucovăț	1,60	0,9	5,00	1,2	Moderată
1217	Dolj	Bulzești	1,93	0,9	5,00	1,2	Moderată
1218	Dolj	Calafat	1,25	0,9	3,75	1,2	Moderată
1219	Dolj	Călărași	1,53	0,9	5,00	1,2	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
1220	Dolj	Calopăr	1,55	0,9	5,00	1,2	Moderată
1221	Dolj	Caraula	1,33	0,9	3,75	1,2	Moderată
1222	Dolj	Cârcea	1,72	0,9	5,00	1,2	Moderată
1223	Dolj	Cârna	1,35	0,9	3,75	1,2	Moderată
1224	Dolj	Carpen	1,40	0,9	3,75	1,2	Moderată
1225	Dolj	Castranova	1,69	0,9	5,00	1,2	Moderată
1226	Dolj	Catane	1,33	0,9	3,75	1,2	Moderată
1227	Dolj	Celaru	1,72	0,9	5,00	1,2	Moderată
1228	Dolj	Cerăt	1,47	0,9	5,00	1,2	Moderată
1229	Dolj	Cernătești	1,55	0,9	5,00	1,2	Moderată
1230	Dolj	Cetate	1,25	0,9	3,75	1,2	Moderată
1231	Dolj	Cioroiși	1,39	0,9	3,75	1,2	Moderată
1232	Dolj	Ciupercenii Noi	1,25	0,9	3,75	1,2	Moderată
1233	Dolj	Coșoveni	1,73	0,9	5,00	1,2	Moderată
1234	Dolj	Coțofenii Din Dos	1,63	0,9	5,00	1,2	Moderată
1235	Dolj	Coțofenii Din Față	1,68	0,9	5,00	1,2	Moderată
1236	Dolj	Craiova	1,68	0,9	5,00	1,2	Moderată
1237	Dolj	Dăbuleni	1,59	0,9	5,00	1,2	Moderată
1238	Dolj	Daneți	1,60	0,9	5,00	1,2	Moderată
1239	Dolj	Desa	1,25	0,9	3,75	1,2	Moderată
1240	Dolj	Dioști	1,81	0,9	5,00	1,2	Moderată
1241	Dolj	Dobrești	1,56	0,9	5,00	1,2	Moderată
1242	Dolj	Dobrotești	1,66	0,9	5,00	1,2	Moderată
1243	Dolj	Drăgotești	1,83	0,9	5,00	1,2	Moderată
1244	Dolj	Drănic	1,55	0,9	5,00	1,2	Moderată
1245	Dolj	Fărcaș	1,85	0,6	5,00	0,8	Moderată
1246	Dolj	Filiași	1,66	0,6	5,00	0,8	Moderată
1247	Dolj	Galicea Mare	1,33	0,9	3,75	1,2	Moderată
1248	Dolj	Galiciuica	1,36	0,9	3,75	1,2	Moderată
1249	Dolj	Gângiova	1,47	0,9	5,00	1,2	Moderată
1250	Dolj	Ghercești	1,79	0,9	5,00	1,2	Moderată
1251	Dolj	Ghidici	1,25	0,9	3,75	1,2	Moderată
1252	Dolj	Ghindeni	1,69	0,9	5,00	1,2	Moderată
1253	Dolj	Gighera	1,43	0,9	5,00	1,2	Moderată
1254	Dolj	Giubega	1,39	0,9	3,75	1,2	Moderată
1255	Dolj	Giurgîta	1,44	0,9	5,00	1,2	Moderată
1256	Dolj	Gogoșu	1,49	0,9	3,79	1,2	Moderată
1257	Dolj	Goicea	1,38	0,9	3,75	1,2	Moderată
1258	Dolj	Goiești	1,77	0,9	5,00	1,2	Moderată
1259	Dolj	Grecești	1,47	0,6	3,75	0,8	Moderată
1260	Dolj	Întorsura	1,44	0,9	5,00	1,2	Moderată
1261	Dolj	Ișalnița	1,68	0,9	5,00	1,2	Moderată
1262	Dolj	Izvoare	1,35	0,9	3,75	1,2	Moderată
1263	Dolj	Leu	1,75	0,9	5,00	1,2	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
1264	Dolj	Lipovu	1,47	0,9	5,00	1,2	Moderată
1265	Dolj	Măceșu de Jos	1,39	0,9	5,00	1,2	Moderată
1266	Dolj	Măceșu de Sus	1,43	0,9	5,00	1,2	Moderată
1267	Dolj	Maglavit	1,25	0,9	3,75	1,2	Moderată
1268	Dolj	Malu Mare	1,68	0,9	5,00	1,2	Moderată
1269	Dolj	Mârșani	1,62	0,9	5,00	1,2	Moderată
1270	Dolj	Melinești	1,77	0,6	5,00	0,8	Moderată
1271	Dolj	Mischii	1,80	0,9	5,00	1,2	Moderată
1272	Dolj	Moțăței	1,26	0,9	3,75	1,2	Moderată
1273	Dolj	Murgași	1,86	0,9	5,00	1,2	Moderată
1274	Dolj	Negoi	1,30	0,9	3,75	1,2	Moderată
1275	Dolj	Orodel	1,38	0,9	3,75	1,2	Moderată
1276	Dolj	Ostroveni	1,47	0,9	5,00	1,2	Moderată
1277	Dolj	Perișor	1,43	0,9	3,75	1,2	Moderată
1278	Dolj	Pielești	1,82	0,9	5,00	1,2	Moderată
1279	Dolj	Piscu Vechi	1,25	0,9	3,75	1,2	Moderată
1280	Dolj	Plenița	1,31	0,9	3,75	1,2	Moderată
1281	Dolj	Pleșoi	1,54	0,9	5,00	1,2	Moderată
1282	Dolj	Podari	1,60	0,9	5,00	1,2	Moderată
1283	Dolj	Poiana Mare	1,25	0,9	3,75	1,2	Moderată
1284	Dolj	Predești	1,59	0,9	5,00	1,2	Moderată
1285	Dolj	Radovan	1,48	0,9	5,00	1,2	Moderată
1286	Dolj	Rast	1,27	0,9	3,75	1,2	Moderată
1287	Dolj	Robănești	1,83	0,9	5,00	1,2	Moderată
1288	Dolj	Rojiște	1,60	0,9	5,00	1,2	Moderată
1289	Dolj	Sadova	1,52	0,9	5,00	1,2	Moderată
1290	Dolj	Sălcuța	1,45	0,9	3,75	1,2	Moderată
1291	Dolj	Scăești	1,62	0,9	5,00	1,2	Moderată
1292	Dolj	Seaca de Câmp	1,25	0,9	3,75	1,2	Moderată
1293	Dolj	Seaca de Pădure	1,44	0,9	3,75	1,2	Moderată
1294	Dolj	Secu	1,49	0,6	3,79	0,8	Moderată
1295	Dolj	Segarcea	1,51	0,9	5,00	1,2	Moderată
1296	Dolj	Siliștea Crucii	1,38	0,9	3,75	1,2	Moderată
1297	Dolj	Șimnicu de Sus	1,74	0,9	5,00	1,2	Moderată
1298	Dolj	Sopot	1,55	0,9	5,00	1,2	Moderată
1299	Dolj	Tălpaș	1,88	0,6	5,00	0,8	Moderată
1300	Dolj	Teasc	1,63	0,9	5,00	1,2	Moderată
1301	Dolj	Terpezița	1,50	0,9	5,00	1,2	Moderată
1302	Dolj	Teslui	1,84	0,9	5,00	1,2	Moderată
1303	Dolj	Țuglui	1,60	0,9	5,00	1,2	Moderată
1304	Dolj	Unirea	1,28	0,9	3,75	1,2	Moderată
1305	Dolj	Urzicuța	1,39	0,9	3,75	1,2	Moderată
1306	Dolj	Valea Stanciului	1,50	0,9	5,00	1,2	Moderată
1307	Dolj	Vârtop	1,39	0,9	3,75	1,2	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
1308	Dolj	Vârvoru de Jos	1,52	0,9	5,00	1,2	Moderată
1309	Dolj	Vela	1,44	0,9	3,75	1,2	Moderată
1310	Dolj	Verbița	1,35	0,9	3,75	1,2	Moderată
1311	Galați	Bălăbănești	4,39	1,3	10,55	1,8	Mare
1312	Galați	Bălăsești	4,57	1,3	10,91	1,8	Mare
1313	Galați	Băleni	4,33	1,3	10,51	1,8	Mare
1314	Galați	Băneasa	4,15	1,3	10,16	1,8	Mare
1315	Galați	Barcea	5,10	1,3	12,09	1,8	Mare
1316	Galați	Berești	4,17	1,3	10,12	1,8	Mare
1317	Galați	Berești-Meria	4,18	1,3	10,18	1,8	Mare
1318	Galați	Brăhășești	5,26	1,3	12,31	1,8	Mare
1319	Galați	Braniștea	4,35	1,3	10,44	1,8	Mare
1320	Galați	Buciumeni	5,38	1,3	12,50	1,8	Mare
1321	Galați	Cavadinești	4,16	1,3	10,18	1,8	Mare
1322	Galați	Cerțești	4,72	1,3	11,27	1,8	Mare
1323	Galați	Corni	4,42	1,3	10,72	1,8	Mare
1324	Galați	Corod	4,75	1,3	11,36	1,8	Mare
1325	Galați	Cosmești	5,51	1,3	12,50	1,8	Mare
1326	Galați	Costache Negri	4,55	1,3	10,97	1,8	Mare
1327	Galați	Cuca	4,18	1,3	10,19	1,8	Mare
1328	Galați	Cudalbi	4,63	1,3	11,14	1,8	Mare
1329	Galați	Cuza Vodă	4,36	1,3	10,53	1,8	Mare
1330	Galați	Drăgănești	5,07	1,3	12,02	1,8	Mare
1331	Galați	Drăgușeni	4,48	1,3	10,80	1,8	Mare
1332	Galați	Fârțanești	4,12	1,3	10,06	1,8	Mare
1333	Galați	Foltești	4,04	1,3	9,85	1,8	Mare
1334	Galați	Frumușița	3,96	1,3	9,62	1,8	Mare
1335	Galați	Fundeni	4,93	1,3	11,73	1,8	Mare
1336	Galați	Galați	3,89	1,3	9,41	1,8	Mare
1337	Galați	Ghidigeni	4,98	1,3	11,77	1,8	Mare
1338	Galați	Gohor	5,14	1,3	12,09	1,8	Mare
1339	Galați	Grivița	4,74	1,3	11,35	1,8	Mare
1340	Galați	Independența	4,49	1,3	10,78	1,8	Mare
1341	Galați	Ivești	4,99	1,3	11,87	1,8	Mare
1342	Galați	Jorăști	4,22	1,3	10,29	1,8	Mare
1343	Galați	Liești	4,87	1,3	11,63	1,8	Mare
1344	Galați	Măstăcani	4,07	1,3	9,95	1,8	Mare
1345	Galați	Matca	4,94	1,3	11,75	1,8	Mare
1346	Galați	Movileni	5,39	1,3	12,50	1,8	Mare
1347	Galați	Munteni	5,17	1,3	12,19	1,8	Mare
1348	Galați	Nămoloasa	4,84	1,3	11,53	1,8	Mare
1349	Galați	Negrilești	5,01	1,3	11,87	1,8	Mare
1350	Galați	Nicorești	5,48	1,3	12,50	1,8	Mare
1351	Galați	Oancea	4,12	1,3	10,14	1,8	Mare

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
1352	Galați	Pechea	4,45	1,3	10,74	1,8	Mare
1353	Galați	Piscu	4,59	1,3	11,00	1,8	Mare
1354	Galați	Poiana	5,48	1,3	12,50	1,8	Mare
1355	Galați	Priponești	4,95	1,3	11,68	1,8	Mare
1356	Galați	Rădești	4,29	1,3	10,38	1,8	Mare
1357	Galați	Rediu	4,31	1,3	10,45	1,8	Mare
1358	Galați	Scânteiești	4,07	1,3	9,92	1,8	Mare
1359	Galați	Schela	4,32	1,3	10,40	1,8	Mare
1360	Galați	Șendreni	4,20	1,3	10,09	1,8	Mare
1361	Galați	Slobozia Conachi	4,49	1,3	10,80	1,8	Mare
1362	Galați	Smârdan	4,18	1,3	10,12	1,8	Mare
1363	Galați	Smulți	4,47	1,3	10,82	1,8	Mare
1364	Galați	Suceveni	4,16	1,3	10,21	1,8	Mare
1365	Galați	Suhurlui	4,37	1,3	10,58	1,8	Mare
1366	Galați	Târgu Bujor	4,16	1,3	10,18	1,8	Mare
1367	Galați	Tecuci	5,27	1,3	12,40	1,8	Mare
1368	Galați	Țepu	5,28	1,3	12,39	1,8	Mare
1369	Galați	Tudor Vladimirescu	4,73	1,3	11,30	1,8	Mare
1370	Galați	Tulucești	4,00	1,3	9,71	1,8	Mare
1371	Galați	Umbrărești	5,15	1,3	12,20	1,8	Mare
1372	Galați	Valea Mărului	4,66	1,3	11,19	1,8	Mare
1373	Galați	Vânători	4,03	1,3	9,75	1,8	Mare
1374	Galați	Vârlezi	4,28	1,3	10,42	1,8	Mare
1375	Galați	Vlădești	4,10	1,3	10,06	1,8	Mare
1376	Giurgiu	Adunații-Copăcenii	3,31	1,3	8,19	1,8	Mare
1377	Giurgiu	Băneasa	3,01	0,9	7,46	1,2	Moderată
1378	Giurgiu	Bolintin-Deal	3,56	1,3	8,75	1,8	Mare
1379	Giurgiu	Bolintin-Vale	3,48	1,3	8,56	1,8	Mare
1380	Giurgiu	Bucșani	3,26	1,3	8,07	1,8	Mare
1381	Giurgiu	Bulbucata	3,20	1,3	7,94	1,8	Mare
1382	Giurgiu	Buturugeni	3,35	1,3	8,27	1,8	Mare
1383	Giurgiu	Călugăreni	3,10	1,3	7,69	1,8	Mare
1384	Giurgiu	Clejani	3,21	1,3	7,95	1,8	Mare
1385	Giurgiu	Colibași	3,36	1,3	8,36	1,8	Mare
1386	Giurgiu	Comana	3,21	1,3	7,97	1,8	Mare
1387	Giurgiu	Cosoba	3,77	1,3	9,21	1,8	Mare
1388	Giurgiu	Crevedia Mare	3,39	1,3	8,36	1,8	Mare
1389	Giurgiu	Daia	2,92	0,9	7,24	1,2	Moderată
1390	Giurgiu	Florești-Stoenești	3,59	1,3	8,81	1,8	Mare
1391	Giurgiu	Frătești	2,83	0,9	7,03	1,2	Moderată
1392	Giurgiu	Găiseni	3,60	1,3	8,81	1,8	Mare
1393	Giurgiu	Găujani	2,57	0,9	6,42	1,2	Moderată
1394	Giurgiu	Ghimpați	2,99	1,3	7,44	1,8	Moderată
1395	Giurgiu	Giurgiu	2,74	0,9	6,79	1,2	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
1396	Giurgiu	Gogoșari	2,53	0,9	6,31	1,2	Moderată
1397	Giurgiu	Gostinari	3,24	1,3	8,13	1,8	Mare
1398	Giurgiu	Gostinu	2,96	0,9	7,37	1,2	Moderată
1399	Giurgiu	Grădinari	3,42	1,3	8,44	1,8	Mare
1400	Giurgiu	Greaca	3,22	1,3	8,18	1,8	Mare
1401	Giurgiu	Herăști	3,40	1,3	8,61	1,8	Mare
1402	Giurgiu	Hotarele	3,32	1,3	8,46	1,8	Mare
1403	Giurgiu	Iepurești	3,20	1,3	7,94	1,8	Mare
1404	Giurgiu	Isvoarele	3,26	1,3	8,23	1,8	Mare
1405	Giurgiu	Izvoarele	2,79	0,9	6,95	1,2	Moderată
1406	Giurgiu	Joița	3,68	1,3	9,03	1,8	Mare
1407	Giurgiu	Letca Nouă	3,06	1,3	7,61	1,8	Mare
1408	Giurgiu	Malu	2,67	0,9	6,63	1,2	Moderată
1409	Giurgiu	Mârșa	3,20	1,3	7,94	1,8	Mare
1410	Giurgiu	Mihai Bravu	3,11	1,3	7,72	1,8	Mare
1411	Giurgiu	Mihăilești	3,33	1,3	8,25	1,8	Mare
1412	Giurgiu	Ogrezeni	3,40	1,3	8,39	1,8	Mare
1413	Giurgiu	Oinacu	2,85	0,9	7,05	1,2	Moderată
1414	Giurgiu	Prundu	3,10	0,9	7,82	1,2	Mare
1415	Giurgiu	Putineiu	2,65	0,9	6,60	1,2	Moderată
1416	Giurgiu	Răsuceni	2,78	0,9	6,93	1,2	Moderată
1417	Giurgiu	Roata de Jos	3,30	1,3	8,14	1,8	Mare
1418	Giurgiu	Săbăreni	3,75	1,3	9,17	1,8	Mare
1419	Giurgiu	Schitu	2,99	1,3	7,43	1,8	Moderată
1420	Giurgiu	Singureni	3,21	1,3	7,95	1,8	Mare
1421	Giurgiu	Slobozia	2,71	0,9	6,71	1,2	Moderată
1422	Giurgiu	Stănești	2,73	0,9	6,78	1,2	Moderată
1423	Giurgiu	Stoenești	3,02	1,3	7,49	1,8	Moderată
1424	Giurgiu	Toporu	2,63	0,9	6,57	1,2	Moderată
1425	Giurgiu	Ulmi	3,65	1,3	8,96	1,8	Mare
1426	Giurgiu	Valea Dragului	3,35	1,3	8,44	1,8	Mare
1427	Giurgiu	Vânătorii Mici	3,52	1,3	8,64	1,8	Mare
1428	Giurgiu	Vărăști	3,40	1,3	8,50	1,8	Mare
1429	Giurgiu	Vedea	2,63	0,9	6,54	1,2	Moderată
1430	Gorj	Albeni	1,81	0,6	4,47	0,8	Moderată
1431	Gorj	Alimpești	1,91	0,6	5,00	0,8	Moderată
1432	Gorj	Aninoasa	1,68	0,6	4,22	0,8	Moderată
1433	Gorj	Arcani	1,28	0,6	3,75	0,8	Moderată
1434	Gorj	Baia de Fier	1,65	0,6	4,20	0,8	Moderată
1435	Gorj	Bălănești	1,55	0,6	3,83	0,8	Moderată
1436	Gorj	Bălești	1,38	0,6	3,75	0,8	Moderată
1437	Gorj	Bâlteni	1,55	0,6	3,89	0,8	Moderată
1438	Gorj	Bărbătești	1,72	0,6	4,27	0,8	Moderată
1439	Gorj	Bengești-Ciocadia	1,77	0,6	4,35	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
1440	Gorj	Berlești	1,87	0,6	5,00	0,8	Moderată
1441	Gorj	Bolboși	1,55	0,6	3,92	0,8	Moderată
1442	Gorj	Borăscu	1,56	0,6	3,94	0,8	Moderată
1443	Gorj	Brănești	1,66	0,6	5,00	0,8	Moderată
1444	Gorj	Bumbești-Jiu	1,31	0,6	3,75	0,8	Moderată
1445	Gorj	Bumbești-Pițic	1,83	0,6	5,00	0,8	Moderată
1446	Gorj	Bustuchin	1,92	0,6	5,00	0,8	Moderată
1447	Gorj	Câlnic	1,41	0,6	3,75	0,8	Moderată
1448	Gorj	Căpreni	1,78	0,6	5,00	0,8	Moderată
1449	Gorj	Cătunele	1,54	0,6	4,07	0,8	Moderată
1450	Gorj	Ciuperceni	1,45	0,6	3,79	0,8	Moderată
1451	Gorj	Crasna	1,52	0,6	3,75	0,8	Moderată
1452	Gorj	Crușet	1,80	0,6	5,00	0,8	Moderată
1453	Gorj	Dănciulești	1,93	0,6	5,00	0,8	Moderată
1454	Gorj	Dănești	1,56	0,6	3,89	0,8	Moderată
1455	Gorj	Drăgotești	1,53	0,6	3,87	0,8	Moderată
1456	Gorj	Drăgutești	1,48	0,6	3,75	0,8	Moderată
1457	Gorj	Fărcăsești	1,52	0,6	3,83	0,8	Moderată
1458	Gorj	Glogova	1,50	0,6	4,05	0,8	Moderată
1459	Gorj	Godinești	1,37	0,6	3,75	0,8	Moderată
1460	Gorj	Hurezani	1,83	0,6	5,00	0,8	Moderată
1461	Gorj	Ionești	1,61	0,6	4,09	0,8	Moderată
1462	Gorj	Jupânești	1,76	0,6	5,00	0,8	Moderată
1463	Gorj	Lelești	1,30	0,6	3,75	0,8	Moderată
1464	Gorj	Licurici	1,83	0,6	5,00	0,8	Moderată
1465	Gorj	Logrești	1,92	0,6	5,00	0,8	Moderată
1466	Gorj	Mătășari	1,49	0,6	3,83	0,8	Moderată
1467	Gorj	Motru	1,53	0,6	3,97	0,8	Moderată
1468	Gorj	Mușetești	1,44	0,6	3,75	0,8	Moderată
1469	Gorj	Negomir	1,55	0,6	3,90	0,8	Moderată
1470	Gorj	Novaci	1,60	0,6	3,98	0,8	Moderată
1471	Gorj	Padeș	1,33	0,6	4,13	0,8	Moderată
1472	Gorj	Peștișani	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1473	Gorj	Plopșoru	1,63	0,6	4,10	0,8	Moderată
1474	Gorj	Polovragi	1,90	0,6	5,00	0,8	Moderată
1475	Gorj	Prigoria	1,87	0,6	5,00	0,8	Moderată
1476	Gorj	Roșia de Amaradia	1,92	0,6	5,00	0,8	Moderată
1477	Gorj	Rovinari	1,46	0,6	3,75	0,8	Moderată
1478	Gorj	Runcu	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1479	Gorj	Săcelu	1,68	0,6	4,11	0,8	Moderată
1480	Gorj	Samarinești	1,53	0,6	3,94	0,8	Moderată
1481	Gorj	Săulești	1,70	0,6	4,26	0,8	Moderată
1482	Gorj	Schela	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1483	Gorj	Scoarța	1,63	0,6	4,02	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
1484	Gorj	Slivilești	1,53	0,6	3,89	0,8	Moderată
1485	Gorj	Stănești	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1486	Gorj	Stejari	1,88	0,6	5,00	0,8	Moderată
1487	Gorj	Stoina	1,78	0,6	5,00	0,8	Moderată
1488	Gorj	Țânțăreni	1,67	0,6	5,00	0,8	Moderată
1489	Gorj	Târgu Cărbunești	1,70	0,6	4,21	0,8	Moderată
1490	Gorj	Târgu Jiu	1,43	0,6	3,75	0,8	Moderată
1491	Gorj	Telești	1,36	0,6	3,75	0,8	Moderată
1492	Gorj	Țicleni	1,64	0,6	4,09	0,8	Moderată
1493	Gorj	Tismana	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1494	Gorj	Turburea	1,72	0,6	5,00	0,8	Moderată
1495	Gorj	Turceni	1,60	0,6	4,04	0,8	Moderată
1496	Gorj	Turcinești	1,36	0,6	3,75	0,8	Moderată
1497	Gorj	Urdari	1,58	0,6	3,96	0,8	Moderată
1498	Gorj	Văgiulești	1,53	0,6	3,90	0,8	Moderată
1499	Gorj	Vladimir	1,77	0,6	5,00	0,8	Moderată
1500	Harghita	Atid	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1501	Harghita	Avrămești	1,25	0,6	3,78	0,8	Moderată
1502	Harghita	Băile Tușnad	2,13	0,6	5,85	0,8	Moderată
1503	Harghita	Bălan	1,68	0,6	5,00	0,8	Moderată
1504	Harghita	Bilbor	1,25	0,6	2,77	0,8	Mică
1505	Harghita	Borsec	1,25	0,6	3,12	0,8	Moderată
1506	Harghita	Brădești	1,30	0,6	4,44	0,8	Moderată
1507	Harghita	Căpâlnița	1,40	0,6	4,46	0,8	Moderată
1508	Harghita	Cârța	1,47	0,6	4,14	0,8	Moderată
1509	Harghita	Ciceu	1,60	0,6	4,64	0,8	Moderată
1510	Harghita	Ciucsângeorgiu	2,25	0,6	6,25	0,8	Moderată
1511	Harghita	Ciumani	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1512	Harghita	Corbu	1,38	0,6	3,75	0,8	Moderată
1513	Harghita	Corund	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1514	Harghita	Cozmeni	2,27	0,6	6,02	0,8	Moderată
1515	Harghita	Cristuru Secuiesc	1,25	0,6	4,20	0,8	Moderată
1516	Harghita	Dănești	1,44	0,6	4,16	0,8	Moderată
1517	Harghita	Dârjiu	1,31	0,6	5,04	0,8	Moderată
1518	Harghita	Dealul	1,25	0,6	4,17	0,8	Moderată
1519	Harghita	Ditrău	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1520	Harghita	Felicești	1,28	0,6	4,75	0,8	Moderată
1521	Harghita	Frumoasa	1,86	0,6	5,00	0,8	Moderată
1522	Harghita	Gălăuțăș	1,25	0,6	2,69	0,8	Mică
1523	Harghita	Gheorgheni	1,43	0,6	3,86	0,8	Moderată
1524	Harghita	Joseni	1,25	0,6	3,13	0,8	Moderată
1525	Harghita	Lăzarea	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1526	Harghita	Lelicești	1,93	0,6	5,23	0,8	Moderată
1527	Harghita	Lueta	1,55	0,6	4,90	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
1528	Harghita	Lunca de Jos	2,06	0,6	5,21	0,8	Moderată
1529	Harghita	Lunca de Sus	2,03	0,6	5,24	0,8	Moderată
1530	Harghita	Lupeni	1,25	0,6	4,01	0,8	Moderată
1531	Harghita	Mădăraș	1,45	0,6	4,22	0,8	Moderată
1532	Harghita	Mărtiniș	1,48	0,6	5,15	0,8	Moderată
1533	Harghita	Merești	1,62	0,6	5,17	0,8	Moderată
1534	Harghita	Miercurea Ciuc	1,72	0,6	5,00	0,8	Moderată
1535	Harghita	Mihăileni	1,76	0,6	5,00	0,8	Moderată
1536	Harghita	Mugeni	1,25	0,6	4,76	0,8	Moderată
1537	Harghita	Ocland	1,63	0,6	5,52	0,8	Moderată
1538	Harghita	Odorheiu Secuiesc	1,31	0,6	4,71	0,8	Moderată
1539	Harghita	Păuleni-Ciuc	1,88	0,6	5,04	0,8	Moderată
1540	Harghita	Plăieșii de Jos	2,66	0,6	6,67	0,8	Moderată
1541	Harghita	Porumbeni	1,25	0,6	4,49	0,8	Moderată
1542	Harghita	Praid	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1543	Harghita	Racu	1,54	0,6	4,41	0,8	Moderată
1544	Harghita	Remetea	1,25	0,6	2,84	0,8	Mică
1545	Harghita	Săcel	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1546	Harghita	Sâncrăieni	1,81	0,6	5,11	0,8	Moderată
1547	Harghita	Sândominic	1,66	0,6	5,00	0,8	Moderată
1548	Harghita	Sânmartin	2,27	0,6	6,25	0,8	Moderată
1549	Harghita	Sânsimion	2,00	0,6	5,50	0,8	Moderată
1550	Harghita	Sântimbru	1,89	0,6	5,29	0,8	Moderată
1551	Harghita	Sărmaș	1,25	0,6	2,88	0,8	Mică
1552	Harghita	Satu Mare	1,36	0,6	4,60	0,8	Moderată
1553	Harghita	Secuieni	1,25	0,6	4,00	0,8	Moderată
1554	Harghita	Siculeni	1,55	0,6	4,49	0,8	Moderată
1555	Harghita	Șimonești	1,25	0,6	4,05	0,8	Moderată
1556	Harghita	Subcetate	1,25	0,6	2,75	0,8	Mică
1557	Harghita	Suseni	1,26	0,6	3,75	0,8	Moderată
1558	Harghita	Tomești	1,72	0,6	5,00	0,8	Moderată
1559	Harghita	Toplița	1,25	0,6	2,59	0,8	Mică
1560	Harghita	Tulgheș	1,52	0,6	3,95	0,8	Moderată
1561	Harghita	Tușnad	2,11	0,6	5,77	0,8	Moderată
1562	Harghita	Ulieș	1,39	0,6	5,27	0,8	Moderată
1563	Harghita	Vărșag	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1564	Harghita	Vlăhița	1,49	0,6	4,60	0,8	Moderată
1565	Harghita	Voșlăbeni	1,39	0,6	3,92	0,8	Moderată
1566	Harghita	Zetea	1,26	0,6	4,05	0,8	Moderată
1567	Hunedoara	Aninoasa	1,25	0,6	2,68	0,8	Mică
1568	Hunedoara	Băcia	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1569	Hunedoara	Baia de Criș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1570	Hunedoara	Băița	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1571	Hunedoara	Balșa	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
1572	Hunedoara	Bănița	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1573	Hunedoara	Baru	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1574	Hunedoara	Bătrâna	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1575	Hunedoara	Beriu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1576	Hunedoara	Blăjeni	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1577	Hunedoara	Boșorod	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1578	Hunedoara	Brad	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1579	Hunedoara	Brănișca	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1580	Hunedoara	Bretea Română	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1581	Hunedoara	Buceș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1582	Hunedoara	București	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1583	Hunedoara	Bulzești de Sus	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1584	Hunedoara	Bunila	1,25	0,6	2,61	0,8	Mică
1585	Hunedoara	Burjuc	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1586	Hunedoara	Călan	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1587	Hunedoara	Cârjiți	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1588	Hunedoara	Cerbăl	1,25	0,6	2,60	0,8	Mică
1589	Hunedoara	Certeju de Sus	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1590	Hunedoara	Crișcior	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1591	Hunedoara	Densuș	1,25	0,6	2,85	0,8	Mică
1592	Hunedoara	Deva	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1593	Hunedoara	Dobra	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1594	Hunedoara	General Berthelot	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1595	Hunedoara	Geoagiu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1596	Hunedoara	Ghelari	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1597	Hunedoara	Gurasada	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1598	Hunedoara	Hărău	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1599	Hunedoara	Hațeg	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1600	Hunedoara	Hunedoara	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1601	Hunedoara	Ilia	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1602	Hunedoara	Lăpușiu de Jos	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1603	Hunedoara	Lelese	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1604	Hunedoara	Lunca Cernii de Jos	1,25	0,6	3,14	0,8	Moderată
1605	Hunedoara	Luncoiu de Jos	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1606	Hunedoara	Lupeni	1,25	0,6	2,56	0,8	Mică
1607	Hunedoara	Mărtinești	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1608	Hunedoara	Orăștie	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1609	Hunedoara	Orăștioara de Sus	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1610	Hunedoara	Pestișu Mic	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1611	Hunedoara	Petrila	1,25	0,6	2,80	0,8	Mică
1612	Hunedoara	Petroșani	1,25	0,6	2,71	0,8	Mică
1613	Hunedoara	Pui	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1614	Hunedoara	Răchitova	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1615	Hunedoara	Rapoltu Mare	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
1616	Hunedoara	Râu de Mori	1,25	0,6	3,25	0,8	Moderată
1617	Hunedoara	Ribița	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1618	Hunedoara	Romos	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1619	Hunedoara	Sălașu de Sus	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1620	Hunedoara	Sântămăria-Orlea	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1621	Hunedoara	Sarmizegetusa	1,25	0,6	3,10	0,8	Moderată
1622	Hunedoara	Simeria	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1623	Hunedoara	Șoimuș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1624	Hunedoara	Teliucu Inferior	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1625	Hunedoara	Tomești	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1626	Hunedoara	Toplița	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1627	Hunedoara	Totești	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1628	Hunedoara	Turdaș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1629	Hunedoara	Uricani	1,25	0,6	2,66	0,8	Mică
1630	Hunedoara	Vălișoara	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1631	Hunedoara	Vața de Jos	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1632	Hunedoara	Vețel	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1633	Hunedoara	Vorța	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1634	Hunedoara	Vulcan	1,25	0,6	2,60	0,8	Mică
1635	Hunedoara	Zam	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1636	Ialomița	Adâncata	4,77	1,3	11,34	1,8	Mare
1637	Ialomița	Albești	3,90	1,3	9,64	1,8	Mare
1638	Ialomița	Alexeni	4,55	1,3	10,92	1,8	Mare
1639	Ialomița	Amara	3,94	1,3	9,64	1,8	Mare
1640	Ialomița	Andrășești	4,00	1,3	9,80	1,8	Mare
1641	Ialomița	Armășești	4,81	1,3	11,42	1,8	Mare
1642	Ialomița	Axintele	4,22	1,3	10,31	1,8	Mare
1643	Ialomița	Balaciu	4,29	1,3	10,40	1,8	Mare
1644	Ialomița	Bărbulești	4,67	1,3	11,14	1,8	Mare
1645	Ialomița	Bărcănești	4,33	1,3	10,50	1,8	Mare
1646	Ialomița	Borănești	4,44	1,3	10,71	1,8	Mare
1647	Ialomița	Bordușani	2,85	1,3	7,09	1,8	Moderată
1648	Ialomița	Bucu	3,64	1,3	8,98	1,8	Mare
1649	Ialomița	Buești	3,82	1,3	9,46	1,8	Mare
1650	Ialomița	Căzănești	4,22	1,3	10,21	1,8	Mare
1651	Ialomița	Ciocârlia	4,85	1,3	11,50	1,8	Mare
1652	Ialomița	Ciochina	4,04	1,3	9,89	1,8	Mare
1653	Ialomița	Ciulnița	3,71	1,3	9,23	1,8	Mare
1654	Ialomița	Cocora	4,44	1,3	10,63	1,8	Mare
1655	Ialomița	Colelia	4,54	1,3	10,85	1,8	Mare
1656	Ialomița	Cosâmbești	3,53	1,3	8,79	1,8	Mare
1657	Ialomița	Coșereni	4,50	1,3	10,82	1,8	Mare
1658	Ialomița	Drăgoești	4,21	1,3	10,25	1,8	Mare
1659	Ialomița	Dridu	4,52	1,3	10,85	1,8	Mare

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
1660	Ialomița	Făcăeni	3,03	1,3	7,50	1,8	Mare
1661	Ialomița	Fetești	2,94	1,3	7,38	1,8	Moderată
1662	Ialomița	Fierbinți-Târg	4,48	1,3	10,75	1,8	Mare
1663	Ialomița	Gârbovi	4,76	1,3	11,32	1,8	Mare
1664	Ialomița	Gheorghe Doja	4,08	1,3	9,92	1,8	Mare
1665	Ialomița	Gheorghe Lazăr	3,74	1,3	9,18	1,8	Mare
1666	Ialomița	Giurgeni	3,40	1,3	8,35	1,8	Mare
1667	Ialomița	Grindu	4,60	1,3	10,99	1,8	Mare
1668	Ialomița	Grivița	4,05	1,3	9,82	1,8	Mare
1669	Ialomița	Gura Ialomiței	3,56	1,3	8,73	1,8	Mare
1670	Ialomița	Ion Roată	4,48	1,3	10,78	1,8	Mare
1671	Ialomița	Jilavele	4,86	1,3	11,53	1,8	Mare
1672	Ialomița	Maia	4,68	1,3	11,16	1,8	Mare
1673	Ialomița	Manasia	4,61	1,3	11,05	1,8	Mare
1674	Ialomița	Mărculești	3,50	1,3	8,68	1,8	Mare
1675	Ialomița	Mihail Kogălniceanu	3,40	1,3	8,34	1,8	Mare
1676	Ialomița	Miloșești	4,27	1,3	10,27	1,8	Mare
1677	Ialomița	Moldoveni	4,67	1,3	11,15	1,8	Mare
1678	Ialomița	Movila	3,15	1,3	7,84	1,8	Mare
1679	Ialomița	Movilița	4,36	1,3	10,52	1,8	Mare
1680	Ialomița	Munteni-Buzău	4,31	1,3	10,39	1,8	Mare
1681	Ialomița	Ograda	3,61	1,3	8,87	1,8	Mare
1682	Ialomița	Perieți	3,90	1,3	9,58	1,8	Mare
1683	Ialomița	Platonești	3,32	1,3	8,19	1,8	Mare
1684	Ialomița	Radulești	4,69	1,3	11,19	1,8	Mare
1685	Ialomița	Reviga	4,26	1,3	10,27	1,8	Mare
1686	Ialomița	Roșiori	4,34	1,3	10,50	1,8	Mare
1687	Ialomița	Sălcioara	4,07	1,3	9,99	1,8	Mare
1688	Ialomița	Sărățeni	4,29	1,3	10,37	1,8	Mare
1689	Ialomița	Săveni	3,32	1,3	8,22	1,8	Mare
1690	Ialomița	Scânteia	3,92	1,3	9,52	1,8	Mare
1691	Ialomița	Sfântu Gheorghe	4,41	1,3	10,63	1,8	Mare
1692	Ialomița	Sinești	4,20	1,3	10,20	1,8	Mare
1693	Ialomița	Slobozia	3,74	1,3	9,24	1,8	Mare
1694	Ialomița	Stelnică	2,77	1,3	6,92	1,8	Moderată
1695	Ialomița	Sudiți	3,38	1,3	8,39	1,8	Mare
1696	Ialomița	Țândărei	3,60	1,3	8,82	1,8	Mare
1697	Ialomița	Traian	4,10	1,3	9,91	1,8	Mare
1698	Ialomița	Urziceni	4,68	1,3	11,18	1,8	Mare
1699	Ialomița	Valea Ciorii	3,77	1,3	9,19	1,8	Mare
1700	Ialomița	Valea Măcrișului	4,63	1,3	11,07	1,8	Mare
1701	Ialomița	Vlădeni	3,20	1,3	7,89	1,8	Mare
1702	Iași	Alexandru I. Cuza	2,92	0,6	7,28	0,8	Moderată
1703	Iași	Andrieșeni	2,11	0,6	5,45	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SL}$	T_C^{SL}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
1704	Iași	Aroneanu	2,46	0,6	6,29	0,8	Moderată
1705	Iași	Balș	2,56	0,6	6,50	0,8	Moderată
1706	Iași	Bălțați	2,58	0,6	6,59	0,8	Moderată
1707	Iași	Bârnova	2,66	0,6	6,74	0,8	Moderată
1708	Iași	Belcești	2,48	0,6	6,35	0,8	Moderată
1709	Iași	Bivolari	2,11	0,6	5,45	0,8	Moderată
1710	Iași	Brăești	2,79	0,6	7,05	0,8	Moderată
1711	Iași	Butea	3,03	0,6	7,57	0,8	Mare
1712	Iași	Ceplenița	2,36	0,6	6,25	0,8	Moderată
1713	Iași	Ciohorăni	2,89	0,6	7,17	0,8	Moderată
1714	Iași	Ciorțești	2,69	0,9	6,80	1,2	Moderată
1715	Iași	Ciurea	2,74	0,6	6,90	0,8	Moderată
1716	Iași	Coarnele Caprei	2,30	0,6	5,94	0,8	Moderată
1717	Iași	Comarna	2,59	0,9	6,54	1,2	Moderată
1718	Iași	Costești	2,70	0,6	6,82	0,8	Moderată
1719	Iași	Costuleni	2,52	0,9	6,34	1,2	Moderată
1720	Iași	Cotnari	2,45	0,6	6,25	0,8	Moderată
1721	Iași	Cozmești	2,87	0,9	7,16	1,2	Moderată
1722	Iași	Cristești	2,59	0,6	6,48	0,8	Moderată
1723	Iași	Cucuteni	2,60	0,6	6,58	0,8	Moderată
1724	Iași	Dagâta	3,24	0,6	8,04	0,8	Mare
1725	Iași	Deleni	2,26	0,6	5,80	0,8	Moderată
1726	Iași	Dobrovăț	2,77	0,9	6,95	1,2	Moderată
1727	Iași	Dolhești	2,77	0,9	6,94	1,2	Moderată
1728	Iași	Drăgușeni	3,17	0,9	7,87	1,2	Mare
1729	Iași	Dumești	2,62	0,6	6,68	0,8	Moderată
1730	Iași	Erbiceni	2,47	0,6	6,34	0,8	Moderată
1731	Iași	Fântânele	2,25	0,6	5,81	0,8	Moderată
1732	Iași	Focuri	2,36	0,6	6,25	0,8	Moderată
1733	Iași	Golăiești	2,47	0,6	6,30	0,8	Moderată
1734	Iași	Gorban	2,89	0,9	7,23	1,2	Moderată
1735	Iași	Grajduri	2,89	0,9	7,25	1,2	Moderată
1736	Iași	Gropnița	2,27	0,6	5,86	0,8	Moderată
1737	Iași	Grozești	2,65	0,9	6,69	1,2	Moderată
1738	Iași	Hălăucești	3,01	0,6	7,47	0,8	Moderată
1739	Iași	Hârlău	2,32	0,6	5,94	0,8	Moderată
1740	Iași	Hărmănești	2,62	0,6	6,61	0,8	Moderată
1741	Iași	Heleșteni	2,81	0,6	7,03	0,8	Moderată
1742	Iași	Holboca	2,53	0,6	6,44	0,8	Moderată
1743	Iași	Horlești	2,71	0,6	6,90	0,8	Moderată
1744	Iași	Iași	2,55	0,6	6,48	0,8	Moderată
1745	Iași	Ion Neculce	2,72	0,6	6,87	0,8	Moderată
1746	Iași	Ipatele	3,14	0,9	7,82	1,2	Mare
1747	Iași	Lespezi	2,49	0,6	6,31	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
1748	Iași	Lețcani	2,54	0,6	6,50	0,8	Moderată
1749	Iași	Lungani	2,74	0,6	6,94	0,8	Moderată
1750	Iași	Mădârjac	2,91	0,6	7,33	0,8	Moderată
1751	Iași	Mircești	3,09	0,6	7,65	0,8	Mare
1752	Iași	Mironeasa	2,97	0,6	7,46	0,8	Moderată
1753	Iași	Miroslava	2,60	0,6	6,61	0,8	Moderată
1754	Iași	Miroslovești	2,85	0,6	7,06	0,8	Moderată
1755	Iași	Mogoșești	2,82	0,6	7,12	0,8	Moderată
1756	Iași	Mogoșești-Siret	2,93	0,6	7,27	0,8	Moderată
1757	Iași	Mosna	2,72	0,9	6,84	1,2	Moderată
1758	Iași	Moțca	2,69	0,6	6,70	0,8	Moderată
1759	Iași	Movileni	2,35	0,6	6,25	0,8	Moderată
1760	Iași	Oțeleni	2,97	0,6	7,43	0,8	Moderată
1761	Iași	Pașcani	2,68	0,6	6,71	0,8	Moderată
1762	Iași	Plugari	2,15	0,6	5,57	0,8	Moderată
1763	Iași	Podu Iloaiei	2,57	0,6	6,58	0,8	Moderată
1764	Iași	Popești	2,73	0,6	6,92	0,8	Moderată
1765	Iași	Popricani	2,40	0,6	6,25	0,8	Moderată
1766	Iași	Prisăcani	2,51	0,9	6,30	1,2	Moderată
1767	Iași	Probota	2,24	0,6	5,75	0,8	Moderată
1768	Iași	Răchiteni	3,10	0,6	7,70	0,8	Mare
1769	Iași	Răducăneni	2,60	0,9	6,58	1,2	Moderată
1770	Iași	Rediu	2,44	0,6	6,25	0,8	Moderată
1771	Iași	Românești	2,43	0,6	6,25	0,8	Moderată
1772	Iași	Roșcani	2,17	0,6	5,58	0,8	Moderată
1773	Iași	Ruginoasa	2,66	0,6	6,70	0,8	Moderată
1774	Iași	Scânteia	3,00	0,9	7,48	1,2	Moderată
1775	Iași	Șcheia	3,03	0,9	7,56	1,2	Mare
1776	Iași	Schitu Duca	2,64	0,9	6,66	1,2	Moderată
1777	Iași	Scobinți	2,31	0,6	5,94	0,8	Moderată
1778	Iași	Sinești	2,87	0,6	7,23	0,8	Moderată
1779	Iași	Șipote	2,16	0,6	5,60	0,8	Moderată
1780	Iași	Sirețel	2,36	0,6	6,04	0,8	Moderată
1781	Iași	Stolniceni-Prăjescu	2,80	0,6	6,98	0,8	Moderată
1782	Iași	Strunga	2,85	0,6	7,15	0,8	Moderată
1783	Iași	Tansa	3,31	0,6	8,19	0,8	Mare
1784	Iași	Târgu Frumos	2,67	0,6	6,76	0,8	Moderată
1785	Iași	Tătăruși	2,48	0,6	6,26	0,8	Moderată
1786	Iași	Țibana	3,03	0,6	7,60	0,8	Mare
1787	Iași	Țibănești	3,21	0,9	7,98	1,2	Mare
1788	Iași	Țigănași	2,28	0,6	5,86	0,8	Moderată
1789	Iași	Todirești	2,52	0,6	6,39	0,8	Moderată
1790	Iași	Tomești	2,60	0,6	6,59	0,8	Moderată
1791	Iași	Trifești	2,17	0,6	5,57	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
1792	Iași	Țuțora	2,57	0,9	6,52	1,2	Moderată
1793	Iași	Ungheni	2,52	0,6	6,41	0,8	Moderată
1794	Iași	Valea Lupului	2,51	0,6	6,41	0,8	Moderată
1795	Iași	Valea Seacă	2,59	0,6	6,52	0,8	Moderată
1796	Iași	Vânători	2,51	0,6	6,36	0,8	Moderată
1797	Iași	Victoria	2,39	0,6	6,13	0,8	Moderată
1798	Iași	Vlădeni	2,20	0,6	5,67	0,8	Moderată
1799	Iași	Voinești	2,81	0,6	7,10	0,8	Moderată
1800	Ilfov	1 Decembrie	3,40	1,3	8,41	1,8	Mare
1801	Ilfov	Afumați	4,07	1,3	9,89	1,8	Mare
1802	Ilfov	Balotești	4,17	1,3	10,13	1,8	Mare
1803	Ilfov	Berceni	3,49	1,3	8,65	1,8	Mare
1804	Ilfov	Bragadiru	3,52	1,3	8,67	1,8	Mare
1805	Ilfov	Brănești	3,91	1,3	9,59	1,8	Mare
1806	Ilfov	Buftea	3,93	1,3	9,57	1,8	Mare
1807	Ilfov	Cernica	3,70	1,3	9,14	1,8	Mare
1808	Ilfov	Chiajna	3,67	1,3	9,00	1,8	Mare
1809	Ilfov	Chitila	3,79	1,3	9,27	1,8	Mare
1810	Ilfov	Ciolpani	4,40	1,3	10,62	1,8	Mare
1811	Ilfov	Ciorogârla	3,55	1,3	8,73	1,8	Mare
1812	Ilfov	Clinceni	3,49	1,3	8,60	1,8	Mare
1813	Ilfov	Copăcenii	3,38	1,3	8,35	1,8	Mare
1814	Ilfov	Corbeanca	4,09	1,3	9,93	1,8	Mare
1815	Ilfov	Cornetu	3,42	1,3	8,44	1,8	Mare
1816	Ilfov	Dărăști-Ilfov	3,40	1,3	8,39	1,8	Mare
1817	Ilfov	Dascălu	4,22	1,3	10,22	1,8	Mare
1818	Ilfov	Dobroești	3,83	1,3	9,40	1,8	Mare
1819	Ilfov	Domnești	3,51	1,3	8,65	1,8	Mare
1820	Ilfov	Dragomirești-Vale	3,71	1,3	9,09	1,8	Mare
1821	Ilfov	Găneasa	4,01	1,3	9,80	1,8	Mare
1822	Ilfov	Glina	3,65	1,3	9,03	1,8	Mare
1823	Ilfov	Grădiștea	4,39	1,3	10,58	1,8	Mare
1824	Ilfov	Gruiu	4,50	1,3	10,80	1,8	Mare
1825	Ilfov	Jilava	3,51	1,3	8,65	1,8	Mare
1826	Ilfov	Măgurele	3,48	1,3	8,57	1,8	Mare
1827	Ilfov	Moara Vlăsiei	4,28	1,3	10,35	1,8	Mare
1828	Ilfov	Mogoșoaia	3,91	1,3	9,55	1,8	Mare
1829	Ilfov	Nuci	4,58	1,3	10,96	1,8	Mare
1830	Ilfov	Otopeni	4,01	1,3	9,78	1,8	Mare
1831	Ilfov	Pantelimon	3,83	1,3	9,40	1,8	Mare
1832	Ilfov	Periș	4,29	1,3	10,36	1,8	Mare
1833	Ilfov	Petrăchioaia	4,23	1,3	10,25	1,8	Mare
1834	Ilfov	Popești Leordeni	3,57	1,3	8,82	1,8	Mare
1835	Ilfov	Snagov	4,35	1,3	10,51	1,8	Mare

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
1836	Ilfov	Ștefăneștii de Jos	4,06	1,3	9,88	1,8	Mare
1837	Ilfov	Tunari	4,08	1,3	9,92	1,8	Mare
1838	Ilfov	Vidra	3,42	1,3	8,46	1,8	Mare
1839	Ilfov	Voluntari	3,92	1,3	9,58	1,8	Mare
1840	Maramureș	Ardusat	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1841	Maramureș	Ariniș	1,25	0,6	2,93	0,8	Mică
1842	Maramureș	Asuaju de Sus	1,25	0,6	3,18	0,8	Moderată
1843	Maramureș	Baia Mare	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1844	Maramureș	Baia Sprie	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1845	Maramureș	Băița de Sub Codru	1,25	0,6	3,09	0,8	Moderată
1846	Maramureș	Băiuț	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1847	Maramureș	Bârsana	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1848	Maramureș	Băsești	1,25	0,6	2,96	0,8	Mică
1849	Maramureș	Bicaz	1,25	0,6	2,86	0,8	Mică
1850	Maramureș	Bistra	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1851	Maramureș	Bocicoiu Mare	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
1852	Maramureș	Bogdan Vodă	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1853	Maramureș	Boiu Mare	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1854	Maramureș	Borșa	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1855	Maramureș	Botiza	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1856	Maramureș	Budești	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1857	Maramureș	Călinești	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1858	Maramureș	Câmpulung La Tisa	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
1859	Maramureș	Cavnic	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1860	Maramureș	Cernești	1,25	0,6	2,69	0,8	Mică
1861	Maramureș	Cicârlău	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1862	Maramureș	Coaș	1,25	0,6	2,78	0,8	Mică
1863	Maramureș	Colțau	1,25	0,6	3,09	0,8	Moderată
1864	Maramureș	Copalnic-Mănăstur	1,25	0,6	2,70	0,8	Mică
1865	Maramureș	Coroieni	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1866	Maramureș	Cupșeni	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1867	Maramureș	Desești	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1868	Maramureș	Dragomirești	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1869	Maramureș	Dumbrăvița	1,25	0,6	2,99	0,8	Mică
1870	Maramureș	Fărcașa	1,25	0,6	3,27	0,8	Moderată
1871	Maramureș	Gârdani	1,25	0,6	3,14	0,8	Moderată
1872	Maramureș	Giulești	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1873	Maramureș	Groși	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1874	Maramureș	Groșii Țibleșului	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1875	Maramureș	Ieud	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1876	Maramureș	Lăpuș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1877	Maramureș	Leordina	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1878	Maramureș	Mireșu Mare	1,25	0,6	2,88	0,8	Mică
1879	Maramureș	Moisei	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
1880	Maramureș	Oarța de Jos	1,25	0,6	2,82	0,8	Mică
1881	Maramureș	Ocna Șugatag	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1882	Maramureș	Oncești	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1883	Maramureș	Petrova	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1884	Maramureș	Poienile de Sub Munte	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1885	Maramureș	Poienile Izei	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1886	Maramureș	Recea	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1887	Maramureș	Remetea Chioarului	1,25	0,6	2,85	0,8	Mică
1888	Maramureș	Remeți	1,25	0,6	3,92	0,8	Moderată
1889	Maramureș	Repedea	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1890	Maramureș	Rona de Jos	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1891	Maramureș	Rona de Sus	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1892	Maramureș	Rozavlea	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1893	Maramureș	Ruscova	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1894	Maramureș	Săcălășeni	1,25	0,6	2,97	0,8	Mică
1895	Maramureș	Săcel	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1896	Maramureș	Săliștea de Sus	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1897	Maramureș	Sălsig	1,25	0,6	3,04	0,8	Moderată
1898	Maramureș	Săpânța	1,25	0,6	3,87	0,8	Moderată
1899	Maramureș	Sarasău	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
1900	Maramureș	Satulung	1,25	0,6	3,09	0,8	Moderată
1901	Maramureș	Seini	1,25	0,6	3,77	0,8	Moderată
1902	Maramureș	Șieu	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1903	Maramureș	Șighetu Marmației	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
1904	Maramureș	Șisești	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1905	Maramureș	Șomcuta Mare	1,25	0,6	2,74	0,8	Mică
1906	Maramureș	Strâmtura	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1907	Maramureș	Suciu de Sus	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1908	Maramureș	Târgu Lăpuș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1909	Maramureș	Tăuții-Măgherauș	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1910	Maramureș	Ulmeni	1,25	0,6	2,80	0,8	Mică
1911	Maramureș	Vadu Izei	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1912	Maramureș	Valea Chioarului	1,25	0,6	2,55	0,8	Mică
1913	Maramureș	Vima Mică	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1914	Maramureș	Vișeu de Jos	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1915	Maramureș	Vișeu de Sus	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1916	Mehedinți	Băcleș	1,43	0,6	3,75	0,8	Moderată
1917	Mehedinți	Baia de Aramă	1,47	0,6	4,30	0,8	Moderată
1918	Mehedinți	Bala	1,57	0,6	4,44	0,8	Moderată
1919	Mehedinți	Bălăcița	1,38	0,6	3,75	0,8	Moderată
1920	Mehedinți	Balta	1,56	0,6	4,90	0,8	Moderată
1921	Mehedinți	Bâlvănești	1,59	0,6	4,71	0,8	Moderată
1922	Mehedinți	Braniștea	1,27	0,9	3,75	1,2	Moderată
1923	Mehedinți	Breznița-Motru	1,50	0,6	3,81	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
1924	Mehedinți	Breznița-Ocol	1,55	0,6	4,71	0,8	Moderată
1925	Mehedinți	Broșteni	1,54	0,6	4,03	0,8	Moderată
1926	Mehedinți	Burila Mare	1,49	0,6	4,20	0,8	Moderată
1927	Mehedinți	Butoiești	1,57	0,6	3,99	0,8	Moderată
1928	Mehedinți	Căzănești	1,54	0,6	4,12	0,8	Moderată
1929	Mehedinți	Cireșu	1,53	0,6	6,25	0,8	Moderată
1930	Mehedinți	Corcova	1,51	0,6	3,90	0,8	Moderată
1931	Mehedinți	Corlățel	1,37	0,6	3,75	0,8	Moderată
1932	Mehedinți	Cujmir	1,25	0,9	3,75	1,2	Moderată
1933	Mehedinți	Dârvari	1,26	0,9	3,75	1,2	Moderată
1934	Mehedinți	Devesel	1,48	0,6	4,18	0,8	Moderată
1935	Mehedinți	Drobeta-Turnu Severin	1,53	0,6	4,64	0,8	Moderată
1936	Mehedinți	Dubova	1,45	0,6	5,24	0,8	Moderată
1937	Mehedinți	Dumbrava	1,46	0,6	3,75	0,8	Moderată
1938	Mehedinți	Eșelnița	1,49	0,6	6,25	0,8	Moderată
1939	Mehedinți	Florești	1,56	0,6	4,18	0,8	Moderată
1940	Mehedinți	Gârla Mare	1,28	0,6	3,75	0,8	Moderată
1941	Mehedinți	Godeanu	1,57	0,6	4,81	0,8	Moderată
1942	Mehedinți	Gogoșu	1,47	0,6	4,11	0,8	Moderată
1943	Mehedinți	Greci	1,48	0,6	3,79	0,8	Moderată
1944	Mehedinți	Grozești	1,57	0,6	3,97	0,8	Moderată
1945	Mehedinți	Gruia	1,42	0,6	3,86	0,8	Moderată
1946	Mehedinți	Hinova	1,48	0,6	4,13	0,8	Moderată
1947	Mehedinți	Husnicioara	1,53	0,6	4,19	0,8	Moderată
1948	Mehedinți	Ilovăț	1,61	0,6	4,64	0,8	Moderată
1949	Mehedinți	Ilovița	1,52	0,6	6,25	0,8	Moderată
1950	Mehedinți	Isverna	1,56	0,6	4,84	0,8	Moderată
1951	Mehedinți	Izvoru Bârzii	1,56	0,6	4,63	0,8	Moderată
1952	Mehedinți	Jiana	1,45	0,6	3,98	0,8	Moderată
1953	Mehedinți	Livezile	1,46	0,6	3,96	0,8	Moderată
1954	Mehedinți	Malovăț	1,57	0,6	4,48	0,8	Moderată
1955	Mehedinți	Obârșia de Câmp	1,25	0,9	3,75	1,2	Moderată
1956	Mehedinți	Obârșia-Cloșani	1,48	0,6	4,64	0,8	Moderată
1957	Mehedinți	Oprișor	1,31	0,9	3,75	1,2	Moderată
1958	Mehedinți	Orșova	1,53	0,6	6,25	0,8	Moderată
1959	Mehedinți	Pădina	1,40	0,6	3,75	0,8	Moderată
1960	Mehedinți	Pătulele	1,34	0,6	3,75	0,8	Moderată
1961	Mehedinți	Podeni	1,52	0,6	6,25	0,8	Moderată
1962	Mehedinți	Ponoarele	1,52	0,6	4,46	0,8	Moderată
1963	Mehedinți	Poroina Mare	1,43	0,6	3,75	0,8	Moderată
1964	Mehedinți	Pristol	1,32	0,6	3,75	0,8	Moderată
1965	Mehedinți	Prunișor	1,50	0,6	4,01	0,8	Moderată
1966	Mehedinți	Punghina	1,32	0,6	3,75	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
1967	Mehedinți	Rogova	1,44	0,6	3,95	0,8	Moderată
1968	Mehedinți	Salcia	1,25	0,9	3,75	1,2	Moderată
1969	Mehedinți	Șimian	1,53	0,6	4,34	0,8	Moderată
1970	Mehedinți	Șișești	1,59	0,6	4,38	0,8	Moderată
1971	Mehedinți	Șovarna	1,60	0,6	4,48	0,8	Moderată
1972	Mehedinți	Stângăceaua	1,54	0,6	3,90	0,8	Moderată
1973	Mehedinți	Strehaia	1,51	0,6	3,85	0,8	Moderată
1974	Mehedinți	Svinița	1,38	0,6	5,22	0,8	Moderată
1975	Mehedinți	Tâmna	1,46	0,6	3,82	0,8	Moderată
1976	Mehedinți	Vânători	1,28	0,6	3,75	0,8	Moderată
1977	Mehedinți	Vânju Mare	1,39	0,6	3,75	0,8	Moderată
1978	Mehedinți	Vânjuleț	1,43	0,6	3,91	0,8	Moderată
1979	Mehedinți	Vlădaia	1,35	0,6	3,75	0,8	Moderată
1980	Mehedinți	Voloiac	1,50	0,6	3,87	0,8	Moderată
1981	Mehedinți	Vrata	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1982	Mureș	Acățari	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1983	Mureș	Adămuș	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1984	Mureș	Albești	1,25	0,6	3,92	0,8	Moderată
1985	Mureș	Aluniș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1986	Mureș	Apold	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
1987	Mureș	Ațintiș	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1988	Mureș	Băgaciu	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1989	Mureș	Bahnea	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1990	Mureș	Băla	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1991	Mureș	Bălăușeri	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1992	Mureș	Band	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1993	Mureș	Batoș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1994	Mureș	Beica de Jos	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1995	Mureș	Bereni	1,25	0,6	2,75	0,8	Mică
1996	Mureș	Bichiș	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1997	Mureș	Bogata	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
1998	Mureș	Brâncovenesti	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
1999	Mureș	Breaza	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2000	Mureș	Ceuașu de Câmpie	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2001	Mureș	Chețani	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2002	Mureș	Chibed	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2003	Mureș	Chiheru de Jos	1,25	0,6	2,60	0,8	Mică
2004	Mureș	Coroisânmărtin	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2005	Mureș	Corunca	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2006	Mureș	Cozma	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2007	Mureș	Crăciunești	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2008	Mureș	Crăiești	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2009	Mureș	Cristești	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2010	Mureș	Cucerdea	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
2011	Mureș	Cuci	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2012	Mureș	Daneș	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2013	Mureș	Deda	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2014	Mureș	Eremitu	1,25	0,6	2,63	0,8	Mică
2015	Mureș	Ernei	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2016	Mureș	Fântânele	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2017	Mureș	Fărăgău	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2018	Mureș	Gălești	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2019	Mureș	Gănești	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2020	Mureș	Gheorghe Doja	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2021	Mureș	Ghindari	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2022	Mureș	Glodeni	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2023	Mureș	Gornești	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2024	Mureș	Grebenișu de Câmpie	1,25	0,6	2,86	0,8	Mică
2025	Mureș	Gurghiu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2026	Mureș	Hodac	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2027	Mureș	Hodoșa	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2028	Mureș	Ibănești	1,25	0,6	2,57	0,8	Mică
2029	Mureș	Iclânzul	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2030	Mureș	Ideciu de Jos	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2031	Mureș	Iernut	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2032	Mureș	Livezeni	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2033	Mureș	Luduș	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2034	Mureș	Lunca	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2035	Mureș	Lunca Bradului	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2036	Mureș	Mădăraș	1,25	0,6	2,70	0,8	Mică
2037	Mureș	Măgherani	1,25	0,6	2,80	0,8	Mică
2038	Mureș	Mica	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2039	Mureș	Miercurea Nirajului	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2040	Mureș	Miheșu de Câmpie	1,25	0,6	2,77	0,8	Mică
2041	Mureș	Nadeș	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2042	Mureș	Neaua	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2043	Mureș	Ogra	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2044	Mureș	Pănet	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2045	Mureș	Papiu Ilarian	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2046	Mureș	Păsăreni	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2047	Mureș	Petelea	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2048	Mureș	Pogăceaua	1,25	0,6	2,67	0,8	Mică
2049	Mureș	Râciu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2050	Mureș	Răstolița	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2051	Mureș	Reghin	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2052	Mureș	Rușii-Munți	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2053	Mureș	Sâncraiu de Mureș	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2054	Mureș	Sângeorgiu de Mureș	1,25	0,6	2,58	0,8	Mică

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
2055	Mureș	Sângeorgiu de Pădure	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2056	Mureș	Sânger	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2057	Mureș	Sânpaul	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2058	Mureș	Sânpetru de Câmpie	1,25	0,6	2,53	0,8	Mică
2059	Mureș	Sântana de Mureș	1,25	0,6	2,58	0,8	Mică
2060	Mureș	Sărățeni	1,25	0,6	3,00	0,8	Moderată
2061	Mureș	Sarmașu	1,25	0,6	2,59	0,8	Mică
2062	Mureș	Saschiz	1,25	0,6	4,50	0,8	Moderată
2063	Mureș	Șăulia	1,25	0,6	2,88	0,8	Mică
2064	Mureș	Sighișoara	1,25	0,6	3,85	0,8	Moderată
2065	Mureș	Șincai	1,25	0,6	2,60	0,8	Mică
2066	Mureș	Solovăstru	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2067	Mureș	Sovata	1,25	0,6	2,97	0,8	Mică
2068	Mureș	Stânceni	1,25	0,6	2,52	0,8	Mică
2069	Mureș	Suplac	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2070	Mureș	Suseni	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2071	Mureș	Târgu Mureș	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2072	Mureș	Târnăveni	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2073	Mureș	Tăureni	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2074	Mureș	Ungheni	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2075	Mureș	Valea Largă	1,25	0,6	3,09	0,8	Moderată
2076	Mureș	Vânători	1,25	0,6	4,54	0,8	Moderată
2077	Mureș	Vărgata	1,25	0,6	2,61	0,8	Mică
2078	Mureș	Vătava	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2079	Mureș	Vețca	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2080	Mureș	Viișoara	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2081	Mureș	Voivodeni	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2082	Mureș	Zagăr	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2083	Mureș	Zau de Câmpie	1,25	0,6	3,04	0,8	Moderată
2084	Neamț	Agapia	2,60	0,6	6,32	0,8	Moderată
2085	Neamț	Alexandru Cel Bun	2,75	0,6	6,55	0,8	Moderată
2086	Neamț	Bahna	3,80	0,6	9,19	0,8	Mare
2087	Neamț	Băltătești	2,65	0,6	6,38	0,8	Moderată
2088	Neamț	Bârgăuani	3,19	0,6	7,78	0,8	Mare
2089	Neamț	Bicaz	2,36	0,6	6,25	0,8	Moderată
2090	Neamț	Bicaz-Chei	1,93	0,6	5,00	0,8	Moderată
2091	Neamț	Bicazu Ardelean	1,92	0,6	5,00	0,8	Moderată
2092	Neamț	Bira	3,13	0,6	7,79	0,8	Mare
2093	Neamț	Bodești	2,88	0,6	6,98	0,8	Moderată
2094	Neamț	Boghicea	3,00	0,6	7,51	0,8	Mare
2095	Neamț	Borca	1,72	0,6	4,17	0,8	Moderată
2096	Neamț	Borlești	3,23	0,6	7,70	0,8	Mare
2097	Neamț	Botești	3,07	0,6	7,56	0,8	Mare
2098	Neamț	Bozieni	3,51	0,9	8,63	1,2	Mare

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
2099	Neamț	Brusturi	2,48	0,6	6,25	0,8	Moderată
2100	Neamț	Cândești	3,54	0,6	8,43	0,8	Mare
2101	Neamț	Ceahlău	2,11	0,6	5,08	0,8	Moderată
2102	Neamț	Cordun	3,31	0,6	8,16	0,8	Mare
2103	Neamț	Costișa	3,61	0,6	8,65	0,8	Mare
2104	Neamț	Crăcăoani	2,56	0,6	6,25	0,8	Moderată
2105	Neamț	Dămuc	1,93	0,6	5,00	0,8	Moderată
2106	Neamț	Dobreni	2,93	0,6	7,05	0,8	Moderată
2107	Neamț	Dochia	3,27	0,6	7,89	0,8	Mare
2108	Neamț	Doljești	3,14	0,6	7,81	0,8	Mare
2109	Neamț	Drăgănești	2,50	0,6	6,25	0,8	Moderată
2110	Neamț	Dragomirești	3,04	0,6	7,41	0,8	Moderată
2111	Neamț	Dulcești	3,32	0,6	8,14	0,8	Mare
2112	Neamț	Dumbrava Roșie	3,08	0,6	7,37	0,8	Moderată
2113	Neamț	Farcașa	1,88	0,6	5,00	0,8	Moderată
2114	Neamț	Făurei	3,40	0,6	8,27	0,8	Mare
2115	Neamț	Gâdinți	3,36	0,6	8,30	0,8	Mare
2116	Neamț	Gârcina	2,70	0,6	6,47	0,8	Moderată
2117	Neamț	Gherăești	3,18	0,6	7,85	0,8	Mare
2118	Neamț	Ghindăoani	2,69	0,6	6,53	0,8	Moderată
2119	Neamț	Girov	3,08	0,6	7,43	0,8	Moderată
2120	Neamț	Grintieș	1,83	0,6	5,00	0,8	Moderată
2121	Neamț	Grumăzești	2,69	0,6	6,56	0,8	Moderată
2122	Neamț	Hangu	2,36	0,6	6,25	0,8	Moderată
2123	Neamț	Horia	3,50	0,6	8,58	0,8	Mare
2124	Neamț	Icușești	3,73	0,6	9,09	0,8	Mare
2125	Neamț	Ion Creangă	3,56	0,6	8,71	0,8	Mare
2126	Neamț	Mărgineni	3,41	0,6	8,24	0,8	Mare
2127	Neamț	Moldoveni	3,69	0,6	8,96	0,8	Mare
2128	Neamț	Negrești	2,77	0,6	6,67	0,8	Moderată
2129	Neamț	Oniceni	3,65	0,9	8,92	1,2	Mare
2130	Neamț	Pâncești	3,34	0,6	8,26	0,8	Mare
2131	Neamț	Pângărați	2,62	0,6	6,25	0,8	Moderată
2132	Neamț	Păstrăveni	2,79	0,6	6,88	0,8	Moderată
2133	Neamț	Petricani	2,73	0,6	6,71	0,8	Moderată
2134	Neamț	Piatra Șoimului	3,01	0,6	7,50	0,8	Mare
2135	Neamț	Piatra-Neamț	2,92	0,6	6,99	0,8	Moderată
2136	Neamț	Pipirig	2,17	0,6	5,26	0,8	Moderată
2137	Neamț	Podoleni	3,51	0,6	8,43	0,8	Mare
2138	Neamț	Poiana Teiului	2,02	0,6	5,00	0,8	Moderată
2139	Neamț	Poienari	3,42	0,6	8,42	0,8	Mare
2140	Neamț	Răucești	2,55	0,6	6,34	0,8	Moderată
2141	Neamț	Războieni	2,92	0,6	7,14	0,8	Moderată
2142	Neamț	Rediu	3,46	0,6	8,25	0,8	Mare

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
2143	Neamț	Roman	3,38	0,6	8,33	0,8	Mare
2144	Neamț	Români	3,61	0,6	8,72	0,8	Mare
2145	Neamț	Roznov	3,29	0,6	7,91	0,8	Mare
2146	Neamț	Ruginoasa	3,25	0,6	7,95	0,8	Mare
2147	Neamț	Săbăoani	3,23	0,6	7,98	0,8	Mare
2148	Neamț	Sagna	3,25	0,6	8,05	0,8	Mare
2149	Neamț	Săvinești	3,20	0,6	7,68	0,8	Mare
2150	Neamț	Secuieni	3,61	0,6	8,80	0,8	Mare
2151	Neamț	Stănița	3,08	0,6	7,70	0,8	Mare
2152	Neamț	Ștefan Cel Mare	3,06	0,6	7,42	0,8	Moderată
2153	Neamț	Tămășeni	3,23	0,6	8,00	0,8	Mare
2154	Neamț	Tarcău	2,50	0,6	6,25	0,8	Moderată
2155	Neamț	Târgu Neamț	2,60	0,6	6,42	0,8	Moderată
2156	Neamț	Tașca	2,23	0,6	5,37	0,8	Moderată
2157	Neamț	Tazlău	3,15	0,6	7,50	0,8	Mare
2158	Neamț	Țibucani	2,87	0,6	7,05	0,8	Moderată
2159	Neamț	Timișești	2,64	0,6	6,57	0,8	Moderată
2160	Neamț	Trifești	3,49	0,6	8,54	0,8	Mare
2161	Neamț	Tupilați	2,99	0,6	7,36	0,8	Moderată
2162	Neamț	Urecheni	2,73	0,6	6,74	0,8	Moderată
2163	Neamț	Valea Ursului	3,70	0,6	9,03	0,8	Mare
2164	Neamț	Văleni	3,12	0,6	7,65	0,8	Mare
2165	Neamț	Vânători-Neamț	2,42	0,6	6,25	0,8	Moderată
2166	Neamț	Zănești	3,39	0,6	8,13	0,8	Mare
2167	Olt	Băbiciu	1,94	0,9	5,00	1,2	Moderată
2168	Olt	Baldovinești	1,91	0,9	5,00	1,2	Moderată
2169	Olt	Balș	1,92	0,9	5,00	1,2	Moderată
2170	Olt	Bălteni	2,40	0,9	6,06	1,2	Moderată
2171	Olt	Băraști	2,84	0,9	7,13	1,2	Moderată
2172	Olt	Bârza	1,95	0,9	5,00	1,2	Moderată
2173	Olt	Bobicești	1,98	0,9	5,06	1,2	Moderată
2174	Olt	Brâncoveni	2,04	0,9	5,22	1,2	Moderată
2175	Olt	Brastavățu	1,81	0,9	5,00	1,2	Moderată
2176	Olt	Brebeni	2,24	0,9	5,68	1,2	Moderată
2177	Olt	Bucinișu	1,73	0,9	5,00	1,2	Moderată
2178	Olt	Călui	1,97	0,9	5,03	1,2	Moderată
2179	Olt	Caracal	1,88	0,9	5,00	1,2	Moderată
2180	Olt	Cârlogani	2,10	0,9	5,35	1,2	Moderată
2181	Olt	Cezieni	1,89	0,9	5,00	1,2	Moderată
2182	Olt	Cilieni	1,86	0,9	5,00	1,2	Moderată
2183	Olt	Colonești	2,79	0,9	6,97	1,2	Moderată
2184	Olt	Corabia	1,80	0,9	5,00	1,2	Moderată
2185	Olt	Corbu	2,61	0,9	6,52	1,2	Moderată
2186	Olt	Coteana	2,14	0,9	5,45	1,2	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
2187	Olt	Crâmpoia	2,37	0,9	5,98	1,2	Moderată
2188	Olt	Cungrea	2,54	0,9	6,51	1,2	Moderată
2189	Olt	Curtișoara	2,23	0,9	5,68	1,2	Moderată
2190	Olt	Dăneasa	2,05	0,9	5,24	1,2	Moderată
2191	Olt	Deveselu	1,88	0,9	5,00	1,2	Moderată
2192	Olt	Dobrețu	1,92	0,9	5,00	1,2	Moderată
2193	Olt	Dobrosloveni	1,94	0,9	5,00	1,2	Moderată
2194	Olt	Dobroteasa	2,54	0,9	6,59	1,2	Moderată
2195	Olt	Dobrun	1,91	0,9	5,00	1,2	Moderată
2196	Olt	Drăgănești-Olt	2,08	0,9	5,31	1,2	Moderată
2197	Olt	Drăghiceni	1,85	0,9	5,00	1,2	Moderată
2198	Olt	Făgetelu	2,77	0,9	7,07	1,2	Moderată
2199	Olt	Fălcoiu	1,99	0,9	5,11	1,2	Moderată
2200	Olt	Fărcașele	1,98	0,9	5,08	1,2	Moderată
2201	Olt	Găneasa	2,08	0,9	5,31	1,2	Moderată
2202	Olt	Gârcov	1,90	0,9	5,00	1,2	Moderată
2203	Olt	Găvănești	1,89	0,9	5,00	1,2	Moderată
2204	Olt	Ghimpețeni	2,43	0,9	6,25	1,2	Moderată
2205	Olt	Giuvărăști	1,94	0,9	5,00	1,2	Moderată
2206	Olt	Gostavățu	1,96	0,9	5,01	1,2	Moderată
2207	Olt	Grădinari	2,15	0,9	5,55	1,2	Moderată
2208	Olt	Grădinile	1,80	0,9	5,00	1,2	Moderată
2209	Olt	Grojdibodu	1,63	0,9	5,00	1,2	Moderată
2210	Olt	Gura Padinii	1,66	0,9	5,00	1,2	Moderată
2211	Olt	Ianca	1,59	0,9	5,00	1,2	Moderată
2212	Olt	Iancu Jianu	1,97	0,9	5,03	1,2	Moderată
2213	Olt	Icoana	2,51	0,9	6,30	1,2	Moderată
2214	Olt	Ipotesti	2,11	0,9	5,38	1,2	Moderată
2215	Olt	Izbiceni	1,90	0,9	5,00	1,2	Moderată
2216	Olt	Izvoarele	2,16	0,9	5,50	1,2	Moderată
2217	Olt	Leleasca	2,67	0,9	6,85	1,2	Moderată
2218	Olt	Mărunței	2,09	0,9	5,32	1,2	Moderată
2219	Olt	Mihăești	2,22	0,9	5,63	1,2	Moderată
2220	Olt	Milcov	2,15	0,9	5,47	1,2	Moderată
2221	Olt	Morunglav	2,03	0,9	5,19	1,2	Moderată
2222	Olt	Movileni	2,41	0,9	6,06	1,2	Moderată
2223	Olt	Nicolae Titulescu	2,34	0,9	5,90	1,2	Moderată
2224	Olt	Obârșia	1,72	0,9	5,00	1,2	Moderată
2225	Olt	Oboga	1,96	0,9	5,00	1,2	Moderată
2226	Olt	Oporelu	2,44	0,9	6,19	1,2	Moderată
2227	Olt	Optași-Măgura	2,70	0,9	6,74	1,2	Moderată
2228	Olt	Orlea	1,71	0,9	5,00	1,2	Moderată
2229	Olt	Osica de Jos	1,92	0,9	5,00	1,2	Moderată
2230	Olt	Osica de Sus	2,00	0,9	5,12	1,2	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
2231	Olt	Pârșcoveni	1,96	0,9	5,02	1,2	Moderată
2232	Olt	Perieți	2,39	0,9	6,03	1,2	Moderată
2233	Olt	Piatra-Olt	2,04	0,9	5,21	1,2	Moderată
2234	Olt	Pleșoiu	2,13	0,9	5,42	1,2	Moderată
2235	Olt	Poboru	2,62	0,9	6,65	1,2	Moderată
2236	Olt	Potcoava	2,52	0,9	6,33	1,2	Moderată
2237	Olt	Priseaca	2,39	0,9	6,03	1,2	Moderată
2238	Olt	Radomirești	2,13	0,9	5,43	1,2	Moderată
2239	Olt	Redea	1,79	0,9	5,00	1,2	Moderată
2240	Olt	Rotunda	1,76	0,9	5,00	1,2	Moderată
2241	Olt	Rusănești	1,88	0,9	5,00	1,2	Moderată
2242	Olt	Sâmburești	2,63	0,6	6,83	0,8	Moderată
2243	Olt	Sârbii - Măgura	2,69	0,9	6,71	1,2	Moderată
2244	Olt	Scărișoara	1,91	0,9	5,00	1,2	Moderată
2245	Olt	Schitu	2,32	0,9	5,85	1,2	Moderată
2246	Olt	Scornicești	2,57	0,9	6,46	1,2	Moderată
2247	Olt	Seaca	2,23	0,9	5,66	1,2	Moderată
2248	Olt	Șerbănești	2,38	0,9	5,99	1,2	Moderată
2249	Olt	Slatina	2,20	0,9	5,60	1,2	Moderată
2250	Olt	Slătioara	2,13	0,9	5,44	1,2	Moderată
2251	Olt	Șopârlița	1,97	0,9	5,06	1,2	Moderată
2252	Olt	Spineni	2,73	0,9	6,93	1,2	Moderată
2253	Olt	Sprâncenata	2,03	0,9	5,18	1,2	Moderată
2254	Olt	Ștefan Cel Mare	1,65	0,9	5,00	1,2	Moderată
2255	Olt	Stoenești	1,97	0,9	5,05	1,2	Moderată
2256	Olt	Stoicănești	2,21	0,9	5,61	1,2	Moderată
2257	Olt	Strejești	2,18	0,9	5,56	1,2	Moderată
2258	Olt	Studina	1,85	0,9	5,00	1,2	Moderată
2259	Olt	Tătulești	2,71	0,9	6,80	1,2	Moderată
2260	Olt	Teslui	2,32	0,9	5,89	1,2	Moderată
2261	Olt	Tia Mare	1,88	0,9	5,00	1,2	Moderată
2262	Olt	Topana	2,77	0,6	7,15	0,8	Moderată
2263	Olt	Traian	1,90	0,9	5,00	1,2	Moderată
2264	Olt	Tufeni	2,53	0,9	6,34	1,2	Moderată
2265	Olt	Urzica	1,69	0,9	5,00	1,2	Moderată
2266	Olt	Vădastra	1,76	0,9	5,00	1,2	Moderată
2267	Olt	Vădăstrița	1,72	0,9	5,00	1,2	Moderată
2268	Olt	Vâlcele	2,25	0,9	5,69	1,2	Moderată
2269	Olt	Valea Mare	2,31	0,9	5,85	1,2	Moderată
2270	Olt	Văleni	2,32	0,9	5,85	1,2	Moderată
2271	Olt	Verguleasa	2,43	0,9	6,21	1,2	Moderată
2272	Olt	Vișina	1,83	0,9	5,00	1,2	Moderată
2273	Olt	Vișina Nouă	1,78	0,9	5,00	1,2	Moderată
2274	Olt	Vitomirești	2,59	0,6	6,81	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
2275	Olt	Vlădila	1,83	0,9	5,00	1,2	Moderată
2276	Olt	Voineasa	1,89	0,9	5,00	1,2	Moderată
2277	Olt	Vulpeni	1,87	0,9	5,00	1,2	Moderată
2278	Olt	Vulturești	2,52	0,9	6,51	1,2	Moderată
2279	Prahova	Adunați	3,78	0,6	9,50	0,8	Mare
2280	Prahova	Albești-Paleologu	4,89	1,3	11,57	1,8	Mare
2281	Prahova	Aluniș	4,10	0,9	10,05	1,2	Mare
2282	Prahova	Apostolache	4,99	0,9	11,67	1,2	Mare
2283	Prahova	Ariceștii Rahtivani	4,61	1,3	11,03	1,8	Mare
2284	Prahova	Ariceștii Zeletin	4,63	0,9	10,91	1,2	Mare
2285	Prahova	Azuga	3,06	0,6	8,23	0,8	Mare
2286	Prahova	Baba Ana	5,13	1,3	12,02	1,8	Mare
2287	Prahova	Băicoi	4,57	0,9	10,96	1,2	Mare
2288	Prahova	Balta Doamnei	4,57	1,3	10,96	1,8	Mare
2289	Prahova	Bălțești	4,83	0,9	11,40	1,2	Mare
2290	Prahova	Bănești	4,29	0,9	10,42	1,2	Mare
2291	Prahova	Bărcănești	4,66	1,3	11,14	1,8	Mare
2292	Prahova	Bătrâni	4,24	0,6	10,10	0,8	Mare
2293	Prahova	Berceni	4,76	1,3	11,34	1,8	Mare
2294	Prahova	Bertea	3,91	0,6	9,70	0,8	Mare
2295	Prahova	Blejoii	4,74	1,3	11,29	1,8	Mare
2296	Prahova	Boldești-Gradiștea	5,04	1,3	11,87	1,8	Mare
2297	Prahova	Boldești-Scăeni	4,81	0,9	11,42	1,2	Mare
2298	Prahova	Brazi	4,59	1,3	10,99	1,8	Mare
2299	Prahova	Breaza	3,83	0,6	9,60	0,8	Mare
2300	Prahova	Brebu	3,96	0,6	9,83	0,8	Mare
2301	Prahova	Bucov	4,83	1,3	11,47	1,8	Mare
2302	Prahova	Bușteni	3,02	0,6	8,21	0,8	Mare
2303	Prahova	Călugăreni	5,11	1,3	11,93	1,8	Mare
2304	Prahova	Câmpina	4,11	0,9	10,10	1,2	Mare
2305	Prahova	Cărbunești	4,75	0,9	11,14	1,2	Mare
2306	Prahova	Ceptura	5,03	1,3	11,80	1,8	Mare
2307	Prahova	Cerașu	3,98	0,6	9,64	0,8	Mare
2308	Prahova	Chiojdeanca	4,98	0,9	11,62	1,2	Mare
2309	Prahova	Ciorani	4,88	1,3	11,56	1,8	Mare
2310	Prahova	Cocorastii Colt	4,50	1,3	10,81	1,8	Mare
2311	Prahova	Cocorăștii Mislii	4,52	0,9	10,84	1,2	Mare
2312	Prahova	Colceag	5,00	1,3	11,78	1,8	Mare
2313	Prahova	Comarnic	3,55	0,6	9,11	0,8	Mare
2314	Prahova	Cornu	3,97	0,9	9,85	1,2	Mare
2315	Prahova	Cosminele	4,24	0,9	10,32	1,2	Mare
2316	Prahova	Drăgănești	4,82	1,3	11,45	1,8	Mare
2317	Prahova	Drajna	4,41	0,9	10,46	1,2	Mare
2318	Prahova	Dumbrava	4,71	1,3	11,23	1,8	Mare

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
2319	Prahova	Dumbrăvești	4,64	0,9	11,06	1,2	Mare
2320	Prahova	Fântânele	5,07	1,3	11,87	1,8	Mare
2321	Prahova	Filipeștii de Pădure	4,37	0,9	10,57	1,2	Mare
2322	Prahova	Filipeștii de Târg	4,50	0,9	10,82	1,2	Mare
2323	Prahova	Florești	4,46	0,9	10,74	1,2	Mare
2324	Prahova	Fulga	5,02	1,3	11,82	1,8	Mare
2325	Prahova	Gherghița	4,69	1,3	11,19	1,8	Mare
2326	Prahova	Gorgota	4,50	1,3	10,83	1,8	Mare
2327	Prahova	Gornet	4,69	0,9	11,11	1,2	Mare
2328	Prahova	Gornet-Cricov	5,01	0,9	11,74	1,2	Mare
2329	Prahova	Gura Vadului	5,16	1,3	12,04	1,8	Mare
2330	Prahova	Gura Vitioarei	4,56	0,9	10,84	1,2	Mare
2331	Prahova	Iordăcheanu	4,95	1,3	11,65	1,8	Mare
2332	Prahova	Izvoarele	3,97	0,6	10,00	0,8	Mare
2333	Prahova	Jugureni	5,19	1,3	12,06	1,8	Mare
2334	Prahova	Lapoș	5,21	0,9	12,08	1,2	Mare
2335	Prahova	Lipănești	4,74	0,9	11,27	1,2	Mare
2336	Prahova	Măgurele	4,71	0,9	11,18	1,2	Mare
2337	Prahova	Măgureni	4,29	0,9	10,42	1,2	Mare
2338	Prahova	Măneciu	3,75	0,6	9,31	0,8	Mare
2339	Prahova	Mănești	4,50	0,9	10,80	1,2	Mare
2340	Prahova	Mizil	5,14	1,3	12,01	1,8	Mare
2341	Prahova	Olari	4,64	1,3	11,09	1,8	Mare
2342	Prahova	Păcureți	4,75	0,9	11,20	1,2	Mare
2343	Prahova	Păulești	4,71	1,3	11,23	1,8	Mare
2344	Prahova	Ploiești	4,71	1,3	11,23	1,8	Mare
2345	Prahova	Plopeni	4,67	0,9	11,13	1,2	Mare
2346	Prahova	Plopu	4,89	1,3	11,57	1,8	Mare
2347	Prahova	Podenii Noi	4,89	0,9	11,50	1,2	Mare
2348	Prahova	Poiana Câmpina	4,14	0,9	10,16	1,2	Mare
2349	Prahova	Poienarii Burchii	4,40	1,3	10,59	1,8	Mare
2350	Prahova	Posești	4,50	0,9	10,62	1,2	Mare
2351	Prahova	Predeal-Sărari	4,61	0,9	10,89	1,2	Mare
2352	Prahova	Provița de Jos	4,07	0,9	10,01	1,2	Mare
2353	Prahova	Provița de Sus	3,93	0,9	9,77	1,2	Mare
2354	Prahova	Puchenii Mari	4,59	1,3	11,00	1,8	Mare
2355	Prahova	Râfov	4,60	1,3	11,00	1,8	Mare
2356	Prahova	Salcia	5,05	0,9	11,75	1,2	Mare
2357	Prahova	Sălciile	4,93	1,3	11,65	1,8	Mare
2358	Prahova	Sângeru	5,11	0,9	11,89	1,2	Mare
2359	Prahova	Scorțeni	4,40	0,9	10,61	1,2	Mare
2360	Prahova	Secăria	3,52	0,6	9,04	0,8	Mare
2361	Prahova	Sinaia	3,23	0,6	8,56	0,8	Mare
2362	Prahova	Șirna	4,47	1,3	10,74	1,8	Mare

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
2363	Prahova	Slănic	4,15	0,9	10,10	1,2	Mare
2364	Prahova	Șoimari	4,85	0,9	11,37	1,2	Mare
2365	Prahova	Șotriile	3,87	0,6	9,68	0,8	Mare
2366	Prahova	Starchiojd	4,28	0,6	10,14	0,8	Mare
2367	Prahova	Ștefești	3,92	0,6	9,70	0,8	Mare
2368	Prahova	Surani	4,73	0,9	11,13	1,2	Mare
2369	Prahova	Talea	3,63	0,6	9,24	0,8	Mare
2370	Prahova	Târgșoru Vechi	4,59	1,3	11,00	1,8	Mare
2371	Prahova	Tătaru	5,07	0,9	11,83	1,2	Mare
2372	Prahova	Teișani	4,31	0,9	10,34	1,2	Mare
2373	Prahova	Telega	4,21	0,9	10,27	1,2	Mare
2374	Prahova	Tinosu	4,52	1,3	10,84	1,8	Mare
2375	Prahova	Tomșani	4,96	1,3	11,70	1,8	Mare
2376	Prahova	Urlați	4,96	1,3	11,68	1,8	Mare
2377	Prahova	Vadu Săpat	5,10	1,3	11,93	1,8	Mare
2378	Prahova	Vâlcănești	4,46	0,9	10,70	1,2	Mare
2379	Prahova	Valea Călugărească	4,85	1,3	11,51	1,8	Mare
2380	Prahova	Valea Doftanei	3,45	0,6	8,86	0,8	Mare
2381	Prahova	Vălenii de Munte	4,49	0,9	10,67	1,2	Mare
2382	Prahova	Vărbilău	4,40	0,9	10,56	1,2	Mare
2383	Sălaj	Agrij	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2384	Sălaj	Almașu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2385	Sălaj	Băbeni	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2386	Sălaj	Bălan	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2387	Sălaj	Bănișor	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2388	Sălaj	Benesat	1,25	0,6	2,63	0,8	Mică
2389	Sălaj	Bobota	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2390	Sălaj	Bocșa	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2391	Sălaj	Boghiș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2392	Sălaj	Buciumi	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2393	Sălaj	Camăr	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2394	Sălaj	Carastelec	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2395	Sălaj	Cehu Silvaniei	1,25	0,6	2,62	0,8	Mică
2396	Sălaj	Chieșd	1,25	0,6	2,67	0,8	Mică
2397	Sălaj	Cizer	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2398	Sălaj	Coșeiu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2399	Sălaj	Crasna	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2400	Sălaj	Creaca	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2401	Sălaj	Crișeni	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2402	Sălaj	Cristolț	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2403	Sălaj	Cuzăplac	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2404	Sălaj	Dobrin	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2405	Sălaj	Dragu	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2406	Sălaj	Fildu de Jos	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
2407	Sălaj	Gâlgău	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2408	Sălaj	Gârbou	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2409	Sălaj	Halmășd	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2410	Sălaj	Hereclean	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2411	Sălaj	Hida	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2412	Sălaj	Horoatu Crasnei	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2413	Sălaj	Ileanda	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2414	Sălaj	Ip	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2415	Sălaj	Jibou	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2416	Sălaj	Letca	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2417	Sălaj	Lozna	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2418	Sălaj	Măeriște	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2419	Sălaj	Marca	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2420	Sălaj	Meseșenii de Jos	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2421	Sălaj	Mirșid	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2422	Sălaj	Năpradea	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2423	Sălaj	Nușfalău	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2424	Sălaj	Pericei	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2425	Sălaj	Plopiș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2426	Sălaj	Poiana Blenchii	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2427	Sălaj	Românași	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2428	Sălaj	Rus	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2429	Sălaj	Sâg	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2430	Sălaj	Sălățiș	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2431	Sălaj	Șamșud	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2432	Sălaj	Sânmihaiu Almașului	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2433	Sălaj	Șarmășag	1,25	0,6	2,56	0,8	Mică
2434	Sălaj	Șimișna	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2435	Sălaj	Șimleu Silvaniei	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2436	Sălaj	Someș-Odorhei	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2437	Sălaj	Surduc	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2438	Sălaj	Treznea	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2439	Sălaj	Valcău de Jos	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2440	Sălaj	Vârșolț	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2441	Sălaj	Zalău	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2442	Sălaj	Zalha	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2443	Sălaj	Zimbor	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2444	Satu-Mare	Acâș	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2445	Satu-Mare	Agriș	1,25	0,6	4,04	0,8	Moderată
2446	Satu-Mare	Andrid	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2447	Satu-Mare	Apa	1,25	0,6	3,82	0,8	Moderată
2448	Satu-Mare	Ardud	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2449	Satu-Mare	Bârsău	1,25	0,6	3,24	0,8	Moderată
2450	Satu-Mare	Bătarci	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
2451	Satu-Mare	Beltiug	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2452	Satu-Mare	Berveni	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2453	Satu-Mare	Bixad	1,25	0,6	3,97	0,8	Moderată
2454	Satu-Mare	Bogdand	1,25	0,6	2,81	0,8	Mică
2455	Satu-Mare	Botiz	1,25	0,6	3,98	0,8	Moderată
2456	Satu-Mare	Călinești-Oaș	1,25	0,6	4,06	0,8	Moderată
2457	Satu-Mare	Cămărzana	1,25	0,6	3,99	0,8	Moderată
2458	Satu-Mare	Cămin	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2459	Satu-Mare	Căpleni	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2460	Satu-Mare	Carei	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2461	Satu-Mare	Căuaș	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2462	Satu-Mare	Cehal	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2463	Satu-Mare	Certeze	1,25	0,6	3,91	0,8	Moderată
2464	Satu-Mare	Ciumești	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2465	Satu-Mare	Craidorolț	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2466	Satu-Mare	Crucișor	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2467	Satu-Mare	Culciu	1,25	0,6	3,78	0,8	Moderată
2468	Satu-Mare	Doba	1,25	0,6	3,92	0,8	Moderată
2469	Satu-Mare	Dorolț	1,25	0,6	3,94	0,8	Moderată
2470	Satu-Mare	Foieni	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2471	Satu-Mare	Gherța Mică	1,25	0,6	4,09	0,8	Moderată
2472	Satu-Mare	Halmeu	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2473	Satu-Mare	Hodod	1,25	0,6	2,62	0,8	Mică
2474	Satu-Mare	Homoroad	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2475	Satu-Mare	Lazuri	1,25	0,6	3,95	0,8	Moderată
2476	Satu-Mare	Livada	1,25	0,6	4,08	0,8	Moderată
2477	Satu-Mare	Medieșu Aurit	1,25	0,6	3,92	0,8	Moderată
2478	Satu-Mare	Micula	1,25	0,6	3,99	0,8	Moderată
2479	Satu-Mare	Moftin	1,25	0,6	3,81	0,8	Moderată
2480	Satu-Mare	Negrești-Oaș	1,25	0,6	3,88	0,8	Moderată
2481	Satu-Mare	Odoreu	1,25	0,6	3,95	0,8	Moderată
2482	Satu-Mare	Orașu Nou	1,25	0,6	3,98	0,8	Moderată
2483	Satu-Mare	Păulești	1,25	0,6	3,84	0,8	Moderată
2484	Satu-Mare	Petrești	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2485	Satu-Mare	Pir	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2486	Satu-Mare	Pișcolt	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2487	Satu-Mare	Pomi	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2488	Satu-Mare	Porumbesti	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2489	Satu-Mare	Racșa	1,25	0,6	3,88	0,8	Moderată
2490	Satu-Mare	Săcășeni	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2491	Satu-Mare	Sanislău	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2492	Satu-Mare	Santău	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2493	Satu-Mare	Satu Mare	1,25	0,6	3,93	0,8	Moderată
2494	Satu-Mare	Săuca	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
2495	Satu-Mare	Socond	1,25	0,6	3,13	0,8	Moderată
2496	Satu-Mare	Supur	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2497	Satu-Mare	Tarna Mare	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2498	Satu-Mare	Târșolț	1,25	0,6	4,01	0,8	Moderată
2499	Satu-Mare	Tășnad	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2500	Satu-Mare	Terebești	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2501	Satu-Mare	Tiream	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2502	Satu-Mare	Turț	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2503	Satu-Mare	Turulung	1,25	0,6	4,12	0,8	Moderată
2504	Satu-Mare	Urziceni	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2505	Satu-Mare	Valea Vinului	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2506	Satu-Mare	Vama	1,25	0,6	3,85	0,8	Moderată
2507	Satu-Mare	Vetiș	1,25	0,6	3,94	0,8	Moderată
2508	Satu-Mare	Viile Satu Mare	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2509	Sibiu	Agnita	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2510	Sibiu	Alma	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2511	Sibiu	Alțina	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2512	Sibiu	Apoldu de Jos	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2513	Sibiu	Arpașu de Jos	1,44	0,6	6,25	0,8	Moderată
2514	Sibiu	Ațel	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2515	Sibiu	Avrig	1,26	0,6	5,07	0,8	Moderată
2516	Sibiu	Axente Sever	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2517	Sibiu	Bârgăniș	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2518	Sibiu	Bazna	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2519	Sibiu	Biertan	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2520	Sibiu	Blăjel	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2521	Sibiu	Boița	1,27	0,6	5,00	0,8	Moderată
2522	Sibiu	Brădeni	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2523	Sibiu	Brateiu	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2524	Sibiu	Bruiu	1,31	0,6	5,10	0,8	Moderată
2525	Sibiu	Cârța	1,29	0,6	5,10	0,8	Moderată
2526	Sibiu	Cârțișoara	1,47	0,6	6,25	0,8	Moderată
2527	Sibiu	Chirpăr	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2528	Sibiu	Cisnădie	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2529	Sibiu	Copșa Mică	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2530	Sibiu	Cristian	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2531	Sibiu	Dârlos	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2532	Sibiu	Dumbrăveni	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2533	Sibiu	Gura Râului	1,25	0,6	3,78	0,8	Moderată
2534	Sibiu	Hoghilag	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2535	Sibiu	Iacobeni	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2536	Sibiu	Jina	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2537	Sibiu	Laslea	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2538	Sibiu	Loamneș	1,25	0,6	3,82	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
2539	Sibiu	Ludoș	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2540	Sibiu	Marpod	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2541	Sibiu	Mediaș	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2542	Sibiu	Merghindeal	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2543	Sibiu	Micăsasa	1,25	0,6	3,90	0,8	Moderată
2544	Sibiu	Miercurea Sibiului	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2545	Sibiu	Mihăileni	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2546	Sibiu	Moșna	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2547	Sibiu	Nocrich	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2548	Sibiu	Ocna Sibiului	1,25	0,6	3,89	0,8	Moderată
2549	Sibiu	Orlat	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2550	Sibiu	Păuca	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2551	Sibiu	Poiana Sibiului	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2552	Sibiu	Poplaca	1,25	0,6	4,05	0,8	Moderată
2553	Sibiu	Porumbacu de Jos	1,35	0,6	6,25	0,8	Moderată
2554	Sibiu	Racovița	1,30	0,6	5,17	0,8	Moderată
2555	Sibiu	Rășinari	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2556	Sibiu	Râu Sadului	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2557	Sibiu	Roșia	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2558	Sibiu	Sadu	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2559	Sibiu	Săliște	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2560	Sibiu	Șeica Mare	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2561	Sibiu	Șeica Mică	1,25	0,6	3,88	0,8	Moderată
2562	Sibiu	Șelimbăr	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2563	Sibiu	Sibiu	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2564	Sibiu	Slimnic	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2565	Sibiu	Șura Mare	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2566	Sibiu	Șura Mică	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2567	Sibiu	Tălmaci	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2568	Sibiu	Târnava	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2569	Sibiu	Tilișca	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2570	Sibiu	Turnu Roșu	1,29	0,6	5,15	0,8	Moderată
2571	Sibiu	Valea Viilor	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2572	Sibiu	Vurpăr	1,25	0,6	5,00	0,8	Moderată
2573	Suceava	Adâncata	1,87	0,6	5,00	0,8	Moderată
2574	Suceava	Arbore	1,76	0,6	4,34	0,8	Moderată
2575	Suceava	Baia	2,24	0,6	5,59	0,8	Moderată
2576	Suceava	Bălăceana	1,86	0,6	4,65	0,8	Moderată
2577	Suceava	Bălcăuți	1,70	0,6	5,00	0,8	Moderată
2578	Suceava	Berchișești	1,92	0,6	5,00	0,8	Moderată
2579	Suceava	Bilca	1,70	0,6	5,00	0,8	Moderată
2580	Suceava	Bogdănești	2,36	0,6	5,90	0,8	Moderată
2581	Suceava	Boroaia	2,41	0,6	6,01	0,8	Moderată
2582	Suceava	Bosanci	2,10	0,6	5,35	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
2583	Suceava	Botoșana	1,78	0,6	4,40	0,8	Moderată
2584	Suceava	Breaza	1,25	0,6	2,87	0,8	Mică
2585	Suceava	Brodina	1,36	0,6	3,22	0,8	Moderată
2586	Suceava	Broșteni	1,35	0,6	3,75	0,8	Moderată
2587	Suceava	Bunești	2,18	0,6	5,55	0,8	Moderată
2588	Suceava	Burla	1,76	0,6	4,38	0,8	Moderată
2589	Suceava	Cacica	1,73	0,6	4,24	0,8	Moderată
2590	Suceava	Cajvana	1,80	0,6	4,48	0,8	Moderată
2591	Suceava	Calafindești	1,72	0,6	4,39	0,8	Moderată
2592	Suceava	Câmpulung Moldovenesc	1,38	0,6	3,75	0,8	Moderată
2593	Suceava	Capu Câmpului	1,80	0,6	4,41	0,8	Moderată
2594	Suceava	Cârlibaba	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2595	Suceava	Ciocănești	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2596	Suceava	Ciprian Porumbescu	1,92	0,6	5,00	0,8	Moderată
2597	Suceava	Comănești	1,82	0,6	4,52	0,8	Moderată
2598	Suceava	Cornu Luncii	2,09	0,6	5,20	0,8	Moderată
2599	Suceava	Coșna	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2600	Suceava	Crucea	1,32	0,6	3,75	0,8	Moderată
2601	Suceava	Dărmănești	1,82	0,6	4,62	0,8	Moderată
2602	Suceava	Dolhasca	2,37	0,6	6,04	0,8	Moderată
2603	Suceava	Dolhești	2,34	0,6	5,96	0,8	Moderată
2604	Suceava	Dorna Candrenilor	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2605	Suceava	Dorna-Arini	1,25	0,6	2,91	0,8	Mică
2606	Suceava	Dornești	1,73	0,6	5,00	0,8	Moderată
2607	Suceava	Drăgoiești	1,99	0,6	5,00	0,8	Moderată
2608	Suceava	Drăgușeni	2,53	0,6	6,34	0,8	Moderată
2609	Suceava	Dumbrăveni	1,98	0,6	5,14	0,8	Moderată
2610	Suceava	Fălticeni	2,26	0,6	5,72	0,8	Moderată
2611	Suceava	Fântâna Mare	2,32	0,6	5,85	0,8	Moderată
2612	Suceava	Fântânele	2,10	0,6	5,42	0,8	Moderată
2613	Suceava	Forăști	2,43	0,6	6,15	0,8	Moderată
2614	Suceava	Frasin	1,62	0,6	3,94	0,8	Moderată
2615	Suceava	Frătăuții Noi	1,77	0,6	5,00	0,8	Moderată
2616	Suceava	Frătăuții Vechi	1,76	0,6	5,00	0,8	Moderată
2617	Suceava	Frumosu	1,53	0,6	3,75	0,8	Moderată
2618	Suceava	Fundu Moldovei	1,25	0,6	2,73	0,8	Mică
2619	Suceava	Gălănești	1,74	0,6	5,00	0,8	Moderată
2620	Suceava	Grămești	1,67	0,6	4,30	0,8	Moderată
2621	Suceava	Grănicești	1,77	0,6	4,49	0,8	Moderată
2622	Suceava	Gura Humorului	1,72	0,6	4,20	0,8	Moderată
2623	Suceava	Hănțești	1,85	0,6	4,80	0,8	Moderată
2624	Suceava	Hârtop	2,26	0,6	5,75	0,8	Moderată
2625	Suceava	Horodnic de Jos	1,75	0,6	5,00	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
2626	Suceava	Horodnic de Sus	1,71	0,6	5,00	0,8	Moderată
2627	Suceava	Horodniceni	2,09	0,6	5,26	0,8	Moderată
2628	Suceava	Iacobeni	1,25	0,6	2,51	0,8	Mică
2629	Suceava	Iaslovăț	1,77	0,6	4,43	0,8	Moderată
2630	Suceava	Ilișești	1,89	0,6	5,00	0,8	Moderată
2631	Suceava	Ipotești	2,03	0,6	5,18	0,8	Moderată
2632	Suceava	Izvoarele Sucevei	1,25	0,6	2,55	0,8	Mică
2633	Suceava	Liteni	2,23	0,6	5,71	0,8	Moderată
2634	Suceava	Mălini	1,95	0,6	5,00	0,8	Moderată
2635	Suceava	Mănăstirea Humorului	1,67	0,6	4,06	0,8	Moderată
2636	Suceava	Marginea	1,71	0,6	4,21	0,8	Moderată
2637	Suceava	Milișăuți	1,76	0,6	4,43	0,8	Moderată
2638	Suceava	Mitocu Dragomirnei	1,84	0,6	4,72	0,8	Moderată
2639	Suceava	Moara	2,04	0,6	5,16	0,8	Moderată
2640	Suceava	Moldova-Sulița	1,25	0,6	2,57	0,8	Mică
2641	Suceava	Moldovița	1,39	0,6	3,75	0,8	Moderată
2642	Suceava	Mușenița	1,74	0,6	5,00	0,8	Moderată
2643	Suceava	Ostra	1,56	0,6	3,78	0,8	Moderată
2644	Suceava	Păltinoasa	1,83	0,6	5,00	0,8	Moderată
2645	Suceava	Panaci	1,25	0,6	2,76	0,8	Mică
2646	Suceava	Pârteștii de Jos	1,79	0,6	4,41	0,8	Moderată
2647	Suceava	Pătrăuți	1,85	0,6	4,72	0,8	Moderată
2648	Suceava	Poiana Stampei	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2649	Suceava	Poieni-Solca	1,75	0,6	4,31	0,8	Moderată
2650	Suceava	Pojorâta	1,25	0,6	2,98	0,8	Mică
2651	Suceava	Preutești	2,31	0,6	5,88	0,8	Moderată
2652	Suceava	Putna	1,53	0,6	3,75	0,8	Moderată
2653	Suceava	Rădășeni	2,19	0,6	5,52	0,8	Moderată
2654	Suceava	Rădăuți	1,75	0,6	5,00	0,8	Moderată
2655	Suceava	Râșca	2,18	0,6	5,36	0,8	Moderată
2656	Suceava	Sadova	1,30	0,6	3,15	0,8	Moderată
2657	Suceava	Salcea	2,00	0,6	5,16	0,8	Moderată
2658	Suceava	Șaru Dornei	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2659	Suceava	Satu Mare	1,75	0,6	5,00	0,8	Moderată
2660	Suceava	Șcheia	1,94	0,6	5,00	0,8	Moderată
2661	Suceava	Șerbăuți	1,76	0,6	4,48	0,8	Moderată
2662	Suceava	Siminicea	1,92	0,6	5,00	0,8	Moderată
2663	Suceava	Siret	1,68	0,6	5,00	0,8	Moderată
2664	Suceava	Slatina	1,83	0,6	5,00	0,8	Moderată
2665	Suceava	Solca	1,72	0,6	4,21	0,8	Moderată
2666	Suceava	Straja	1,48	0,6	3,75	0,8	Moderată
2667	Suceava	Stroiști	1,96	0,6	5,00	0,8	Moderată
2668	Suceava	Stulpicani	1,65	0,6	4,20	0,8	Moderată
2669	Suceava	Suceava	1,95	0,6	5,00	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
2670	Suceava	Sucevița	1,63	0,6	3,94	0,8	Moderată
2671	Suceava	Todirești	1,85	0,6	4,64	0,8	Moderată
2672	Suceava	Udești	2,13	0,6	5,48	0,8	Moderată
2673	Suceava	Ulma	1,25	0,6	2,83	0,8	Mică
2674	Suceava	Vadu Moldovei	2,39	0,6	6,03	0,8	Moderată
2675	Suceava	Valea Moldovei	1,91	0,6	5,00	0,8	Moderată
2676	Suceava	Vama	1,56	0,6	3,78	0,8	Moderată
2677	Suceava	Vatra Dornei	1,25	0,6	2,60	0,8	Mică
2678	Suceava	Vatra Moldoviței	1,45	0,6	3,75	0,8	Moderată
2679	Suceava	Verești	2,04	0,6	5,28	0,8	Moderată
2680	Suceava	Vicovu de Jos	1,64	0,6	4,02	0,8	Moderată
2681	Suceava	Vicovu de Sus	1,59	0,6	3,89	0,8	Moderată
2682	Suceava	Voitineli	1,67	0,6	4,11	0,8	Moderată
2683	Suceava	Volovăț	1,76	0,6	5,00	0,8	Moderată
2684	Suceava	Vulturești	2,21	0,6	5,65	0,8	Moderată
2685	Suceava	Zamostea	1,72	0,6	4,42	0,8	Moderată
2686	Suceava	Zvoriștea	1,77	0,6	4,57	0,8	Moderată
2687	Teleorman	Alexandria	2,45	0,9	6,25	1,2	Moderată
2688	Teleorman	Băbăița	2,67	0,9	6,72	1,2	Moderată
2689	Teleorman	Balaci	2,60	0,9	6,52	1,2	Moderată
2690	Teleorman	Beciu	2,03	0,9	5,17	1,2	Moderată
2691	Teleorman	Beuca	2,52	0,9	6,34	1,2	Moderată
2692	Teleorman	Blejești	3,01	1,3	7,51	1,8	Mare
2693	Teleorman	Bogdana	2,22	0,9	5,63	1,2	Moderată
2694	Teleorman	Botoroaga	2,79	1,3	7,00	1,8	Moderată
2695	Teleorman	Bragadiru	2,44	0,9	6,13	1,2	Moderată
2696	Teleorman	Brânceni	2,36	0,9	5,97	1,2	Moderată
2697	Teleorman	Bujoreni	2,84	1,3	7,10	1,8	Moderată
2698	Teleorman	Bujoru	2,46	0,9	6,17	1,2	Moderată
2699	Teleorman	Buzescu	2,34	0,9	6,25	1,2	Moderată
2700	Teleorman	Călinești	2,48	0,9	6,29	1,2	Moderată
2701	Teleorman	Călmățui	2,13	0,9	5,41	1,2	Moderată
2702	Teleorman	Călmățui de Sus	2,20	0,9	5,58	1,2	Moderată
2703	Teleorman	Cervența	2,44	0,9	6,12	1,2	Moderată
2704	Teleorman	Ciolănești	2,72	0,9	6,81	1,2	Moderată
2705	Teleorman	Ciuperceni	2,03	0,9	5,15	1,2	Moderată
2706	Teleorman	Conțești	2,44	0,9	6,11	1,2	Moderată
2707	Teleorman	Cosmești	2,99	0,9	7,44	1,2	Moderată
2708	Teleorman	Crângeni	2,13	0,9	5,41	1,2	Moderată
2709	Teleorman	Crângu	2,20	0,9	5,50	1,2	Moderată
2710	Teleorman	Crevenicu	2,95	1,3	7,37	1,8	Moderată
2711	Teleorman	Didești	2,44	0,9	6,25	1,2	Moderată
2712	Teleorman	Dobrotești	2,50	0,9	6,29	1,2	Moderată
2713	Teleorman	Dracea	2,14	0,9	5,43	1,2	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
2714	Teleorman	Drășenei	2,47	0,9	6,25	1,2	Moderată
2715	Teleorman	Drăgănești de Vede	2,41	0,9	6,25	1,2	Moderată
2716	Teleorman	Drăgănești-Vlașca	2,69	0,9	6,75	1,2	Moderată
2717	Teleorman	Fântânele	2,26	0,9	5,71	1,2	Moderată
2718	Teleorman	Frâsinet	2,76	0,9	6,94	1,2	Moderată
2719	Teleorman	Frumoasa	2,39	0,9	6,03	1,2	Moderată
2720	Teleorman	Furculești	2,22	0,9	5,62	1,2	Moderată
2721	Teleorman	Gălățeni	2,81	0,9	7,05	1,2	Moderată
2722	Teleorman	Gratia	3,31	0,9	8,17	1,2	Mare
2723	Teleorman	Islaz	1,97	0,9	5,00	1,2	Moderată
2724	Teleorman	Izvoarele	2,34	0,9	5,91	1,2	Moderată
2725	Teleorman	Lisa	2,13	0,9	5,38	1,2	Moderată
2726	Teleorman	Lița	2,03	0,9	5,13	1,2	Moderată
2727	Teleorman	Lunca	2,02	0,9	5,12	1,2	Moderată
2728	Teleorman	Măgura	2,57	0,9	6,48	1,2	Moderată
2729	Teleorman	Măldăeni	2,31	0,9	5,84	1,2	Moderată
2730	Teleorman	Mârzănești	2,50	0,9	6,28	1,2	Moderată
2731	Teleorman	Mavrodin	2,44	0,9	6,25	1,2	Moderată
2732	Teleorman	Mereni	3,00	1,3	7,47	1,8	Moderată
2733	Teleorman	Moșteni	2,83	1,3	7,10	1,8	Moderată
2734	Teleorman	Nanov	2,36	0,9	6,25	1,2	Moderată
2735	Teleorman	Năsturelu	2,41	0,9	6,07	1,2	Moderată
2736	Teleorman	Necșești	2,65	0,9	6,65	1,2	Moderată
2737	Teleorman	Nenciulești	2,37	0,9	6,25	1,2	Moderată
2738	Teleorman	Olteni	2,67	0,9	6,74	1,2	Moderată
2739	Teleorman	Orbeasca	2,57	0,9	6,48	1,2	Moderată
2740	Teleorman	Peretu	2,32	0,9	5,88	1,2	Moderată
2741	Teleorman	Piatra	2,22	0,9	5,62	1,2	Moderată
2742	Teleorman	Pietroșani	2,48	0,9	6,21	1,2	Moderată
2743	Teleorman	Plopii-Slăvitești	2,01	0,9	5,12	1,2	Moderată
2744	Teleorman	Plosca	2,30	0,9	5,83	1,2	Moderată
2745	Teleorman	Poeni	3,19	0,9	7,89	1,2	Mare
2746	Teleorman	Poroschia	2,36	0,9	5,96	1,2	Moderată
2747	Teleorman	Purani	3,14	0,9	7,79	1,2	Mare
2748	Teleorman	Putineiu	2,15	0,9	5,46	1,2	Moderată
2749	Teleorman	Rădoiști	2,49	0,9	6,28	1,2	Moderată
2750	Teleorman	Răsmirești	2,58	0,9	6,46	1,2	Moderată
2751	Teleorman	Roșiori de Vede	2,29	0,9	5,79	1,2	Moderată
2752	Teleorman	Săceni	2,56	0,9	6,44	1,2	Moderată
2753	Teleorman	Saelele	2,00	0,9	5,08	1,2	Moderată
2754	Teleorman	Salcia	2,17	0,9	5,49	1,2	Moderată
2755	Teleorman	Sârbeni	3,37	0,9	8,30	1,2	Mare
2756	Teleorman	Scrioaștea	2,40	0,9	6,25	1,2	Moderată
2757	Teleorman	Scurtu Mare	2,99	0,9	7,43	1,2	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
2758	Teleorman	Seaca	2,08	0,9	5,27	1,2	Moderată
2759	Teleorman	Segarcea-Vale	2,04	0,9	5,17	1,2	Moderată
2760	Teleorman	Sfințești	2,49	0,9	6,29	1,2	Moderată
2761	Teleorman	Siliștea	3,11	0,9	7,71	1,2	Mare
2762	Teleorman	Siliștea-Gumești	2,71	0,9	6,80	1,2	Moderată
2763	Teleorman	Slobozia Mândra	2,00	0,9	5,10	1,2	Moderată
2764	Teleorman	Smârdioasa	2,37	0,9	5,98	1,2	Moderată
2765	Teleorman	Stejaru	2,35	0,9	5,93	1,2	Moderată
2766	Teleorman	Ștorobăneasa	2,45	0,9	6,25	1,2	Moderată
2767	Teleorman	Suhaia	2,22	0,9	5,62	1,2	Moderată
2768	Teleorman	Talpa	2,87	0,9	7,17	1,2	Moderată
2769	Teleorman	Tătăraștii de Jos	2,90	0,9	7,22	1,2	Moderată
2770	Teleorman	Tătăraștii de Sus	2,89	0,9	7,19	1,2	Moderată
2771	Teleorman	Țigănești	2,36	0,9	5,96	1,2	Moderată
2772	Teleorman	Traian	2,06	0,9	5,22	1,2	Moderată
2773	Teleorman	Trivalea-Moșteni	2,75	0,9	6,90	1,2	Moderată
2774	Teleorman	Troianul	2,26	0,9	5,73	1,2	Moderată
2775	Teleorman	Turnu Magurele	2,01	0,9	5,10	1,2	Moderată
2776	Teleorman	Uda-Clocociov	1,99	0,9	5,06	1,2	Moderată
2777	Teleorman	Vârtoape	2,60	0,9	6,55	1,2	Moderată
2778	Teleorman	Vedea	2,39	0,9	6,25	1,2	Moderată
2779	Teleorman	Videle	3,04	1,3	7,57	1,8	Mare
2780	Teleorman	Viișoara	2,22	0,9	5,60	1,2	Moderată
2781	Teleorman	Vitănești	2,54	0,9	6,40	1,2	Moderată
2782	Teleorman	Zâmbreasca	2,61	0,9	6,56	1,2	Moderată
2783	Teleorman	Zimnicea	2,31	0,9	5,84	1,2	Moderată
2784	Timiș	Balinț	1,25	0,6	3,82	0,8	Moderată
2785	Timiș	Banloc	1,25	0,9	6,25	1,2	Moderată
2786	Timiș	Bara	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2787	Timiș	Bârna	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2788	Timiș	Beba Veche	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2789	Timiș	Becicherecu Mic	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2790	Timiș	Belinț	1,25	0,6	4,25	0,8	Moderată
2791	Timiș	Bethausen	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2792	Timiș	Biled	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2793	Timiș	Birda	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2794	Timiș	Bogda	1,25	0,9	4,32	1,2	Moderată
2795	Timiș	Boldur	1,25	0,6	4,46	0,8	Moderată
2796	Timiș	Brestovăț	1,25	0,9	4,15	1,2	Moderată
2797	Timiș	Bucovăț	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2798	Timiș	Buziaș	1,25	0,9	4,72	1,2	Moderată
2799	Timiș	Cărpiniș	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2800	Timiș	Cenad	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2801	Timiș	Cenei	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
2802	Timiș	Checea	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2803	Timiș	Chevereșu Mare	1,25	0,9	4,78	1,2	Moderată
2804	Timiș	Ciacova	1,25	0,9	6,25	1,2	Moderată
2805	Timiș	Comloșu Mare	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2806	Timiș	Coșteiu	1,25	0,6	4,00	0,8	Moderată
2807	Timiș	Criciova	1,25	0,6	3,94	0,8	Moderată
2808	Timiș	Curtea	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2809	Timiș	Darova	1,25	0,6	4,62	0,8	Moderată
2810	Timiș	Denta	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2811	Timiș	Deta	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2812	Timiș	Dudeștii Noi	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2813	Timiș	Dudeștii Vechi	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2814	Timiș	Dumbrava	1,25	0,6	3,09	0,8	Moderată
2815	Timiș	Dumbrăvița	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2816	Timiș	Făget	1,25	0,6	2,78	0,8	Mică
2817	Timiș	Fârdea	1,25	0,6	3,25	0,8	Moderată
2818	Timiș	Fibiș	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2819	Timiș	Foeni	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2820	Timiș	Gătaia	1,25	0,9	4,93	1,2	Moderată
2821	Timiș	Gavojdia	1,25	0,6	4,18	0,8	Moderată
2822	Timiș	Ghilad	1,25	0,9	6,25	1,2	Moderată
2823	Timiș	Ghiroda	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2824	Timiș	Ghizela	1,25	0,9	4,13	1,2	Moderată
2825	Timiș	Giarmata	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2826	Timiș	Giera	1,25	0,9	6,25	1,2	Moderată
2827	Timiș	Giroc	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2828	Timiș	Giulvăz	1,25	0,9	6,25	1,2	Moderată
2829	Timiș	Gottlob	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2830	Timiș	Iecea Mare	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2831	Timiș	Jamu Mare	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2832	Timiș	Jebel	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2833	Timiș	Jimbolia	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2834	Timiș	Lenauheim	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2835	Timiș	Liebling	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2836	Timiș	Livezile	1,25	0,9	6,25	1,2	Moderată
2837	Timiș	Lovrin	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2838	Timiș	Lugoj	1,25	0,6	4,02	0,8	Moderată
2839	Timiș	Mănăștiur	1,25	0,6	3,15	0,8	Moderată
2840	Timiș	Margina	1,25	0,6	2,50	0,8	Mică
2841	Timiș	Mașloc	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2842	Timiș	Moravița	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2843	Timiș	Mošnița Nouă	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2844	Timiș	Nădrag	1,25	0,6	3,64	0,8	Moderată
2845	Timiș	Nițchidorf	1,25	0,9	4,82	1,2	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
2846	Timiș	Ohaba Lungă	1,25	0,6	3,08	0,8	Moderată
2847	Timiș	Orțișoara	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2848	Timiș	Otelec	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2849	Timiș	Pădureni	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2850	Timiș	Parța	1,25	0,9	6,25	1,2	Moderată
2851	Timiș	Peciu Nou	1,25	0,9	6,25	1,2	Moderată
2852	Timiș	Periam	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2853	Timiș	Pesac	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2854	Timiș	Pietroasa	1,25	0,6	2,60	0,8	Mică
2855	Timiș	Pișchia	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2856	Timiș	Racovița	1,25	0,9	4,60	1,2	Moderată
2857	Timiș	Recaș	1,25	0,9	4,58	1,2	Moderată
2858	Timiș	Remetea Mare	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2859	Timiș	Săcălaz	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2860	Timiș	Sacoșu Turcesc	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2861	Timiș	Șag	1,25	0,9	6,25	1,2	Moderată
2862	Timiș	Sânandrei	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2863	Timiș	Șandra	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2864	Timiș	Sânmihaiu Român	1,25	0,9	6,25	1,2	Moderată
2865	Timiș	Sânnicolau Mare	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2866	Timiș	Sânpetru Mare	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2867	Timiș	Saravale	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2868	Timiș	Satchinez	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2869	Timiș	Secaș	1,25	0,6	3,81	0,8	Moderată
2870	Timiș	Știuca	1,25	0,6	4,45	0,8	Moderată
2871	Timiș	Teremia Mare	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2872	Timiș	Timișoara	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2873	Timiș	Tomești	1,25	0,6	3,01	0,8	Moderată
2874	Timiș	Tomnatic	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2875	Timiș	Topolovățu Mare	1,25	0,9	4,48	1,2	Moderată
2876	Timiș	Tormac	1,25	0,9	4,88	1,2	Moderată
2877	Timiș	Traian Vuia	1,25	0,6	3,75	0,8	Moderată
2878	Timiș	Uivar	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2879	Timiș	Vâlcani	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2880	Timiș	Variaș	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2881	Timiș	Victor Vlad Delamarina	1,25	0,6	4,50	0,8	Moderată
2882	Timiș	Voiteg	1,25	0,9	5,00	1,2	Moderată
2883	Tulcea	Babadag	2,49	0,6	6,21	0,8	Moderată
2884	Tulcea	Baia	2,46	0,6	6,15	0,8	Moderată
2885	Tulcea	Beidaud	2,54	0,6	6,33	0,8	Moderată
2886	Tulcea	Beștepe	2,34	0,9	5,80	1,2	Moderată
2887	Tulcea	C.A. Rosetti	1,80	0,9	5,00	1,2	Moderată
2888	Tulcea	Carcaliu	3,55	0,9	8,66	1,2	Mare

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
2889	Tulcea	Casimcea	2,77	0,6	6,88	0,8	Moderată
2890	Tulcea	Ceamurlia de Jos	2,39	0,9	5,98	1,2	Moderată
2891	Tulcea	Ceatalchioi	2,67	0,9	6,59	1,2	Moderată
2892	Tulcea	Cerna	3,18	0,6	7,83	0,8	Mare
2893	Tulcea	Chilia Veche	2,01	0,9	5,03	1,2	Moderată
2894	Tulcea	Ciucurova	2,82	0,6	6,99	0,8	Moderată
2895	Tulcea	Crișan	1,96	0,9	5,00	1,2	Moderată
2896	Tulcea	Dăeni	3,09	0,9	7,63	1,2	Mare
2897	Tulcea	Dorobanțu	3,04	0,6	7,52	0,8	Mare
2898	Tulcea	Frecăței	2,76	0,6	6,83	0,8	Moderată
2899	Tulcea	Greci	3,38	0,6	8,27	0,8	Mare
2900	Tulcea	Grindu	3,65	0,9	8,83	1,2	Mare
2901	Tulcea	Hamcearca	3,16	0,6	7,77	0,8	Mare
2902	Tulcea	Horia	2,95	0,6	7,29	0,8	Moderată
2903	Tulcea	I.C.Brătianu	3,90	0,9	9,39	1,2	Mare
2904	Tulcea	Isaccea	3,15	0,9	7,74	1,2	Mare
2905	Tulcea	Izvoarele	2,77	0,6	6,85	0,8	Moderată
2906	Tulcea	Jijila	3,73	0,9	9,02	1,2	Mare
2907	Tulcea	Jurilovca	2,42	0,9	6,06	1,2	Moderată
2908	Tulcea	Luncavița	3,41	0,9	8,33	1,2	Mare
2909	Tulcea	Măcin	3,63	0,9	8,81	1,2	Mare
2910	Tulcea	Mahmudia	2,25	0,9	5,60	1,2	Moderată
2911	Tulcea	Maliuc	2,31	0,9	5,73	1,2	Moderată
2912	Tulcea	Mihai Bravu	2,62	0,6	6,50	0,8	Moderată
2913	Tulcea	Mihail Kogălniceanu	2,59	0,6	6,43	0,8	Moderată
2914	Tulcea	Murighiol	2,14	0,9	5,35	1,2	Moderată
2915	Tulcea	Nalbant	2,70	0,6	6,80	0,8	Moderată
2916	Tulcea	Niculitel	3,05	0,6	7,52	0,8	Mare
2917	Tulcea	Nufăru	2,44	0,9	6,04	1,2	Moderată
2918	Tulcea	Ostrov	3,19	0,9	7,87	1,2	Mare
2919	Tulcea	Pardina	2,33	0,9	5,79	1,2	Moderată
2920	Tulcea	Peceneaga	3,28	0,9	8,05	1,2	Mare
2921	Tulcea	Sarichioi	2,43	0,9	6,06	1,2	Moderată
2922	Tulcea	Sfântu Gheorghe	1,86	0,9	5,00	1,2	Moderată
2923	Tulcea	Slava Cercheză	2,64	0,6	6,57	0,8	Moderată
2924	Tulcea	Smârdan	3,85	0,9	9,29	1,2	Mare
2925	Tulcea	Somova	2,80	0,9	6,93	1,2	Moderată
2926	Tulcea	Stejaru	2,63	0,6	6,54	0,8	Moderată
2927	Tulcea	Sulina	1,80	0,9	5,00	1,2	Moderată
2928	Tulcea	Topolog	2,91	0,6	7,20	0,8	Moderată
2929	Tulcea	Tulcea	2,60	0,9	6,42	1,2	Moderată
2930	Tulcea	Turcoaia	3,39	0,9	8,30	1,2	Mare
2931	Tulcea	Văcăreni	3,59	0,9	8,71	1,2	Mare
2932	Tulcea	Valea Nucarilor	2,40	0,9	5,95	1,2	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
2933	Tulcea	Valea Teilor	2,97	0,6	7,33	0,8	Moderată
2934	Vâlcea	Alunu	1,97	0,6	5,00	0,8	Moderată
2935	Vâlcea	Amărăști	2,33	0,6	6,02	0,8	Moderată
2936	Vâlcea	Băbeni	2,41	0,6	6,54	0,8	Moderată
2937	Vâlcea	Băile Govora	2,30	0,6	6,41	0,8	Moderată
2938	Vâlcea	Băile Olănești	2,05	0,6	6,10	0,8	Moderată
2939	Vâlcea	Bălcești	2,00	0,9	5,12	1,2	Moderată
2940	Vâlcea	Bărbătești	2,15	0,6	6,05	0,8	Moderată
2941	Vâlcea	Berbești	2,05	0,6	5,25	0,8	Moderată
2942	Vâlcea	Berislăvești	2,18	0,6	6,75	0,8	Moderată
2943	Vâlcea	Boișoara	1,61	0,6	6,25	0,8	Moderată
2944	Vâlcea	Brezoi	1,65	0,6	5,61	0,8	Moderată
2945	Vâlcea	Budești	2,54	0,6	7,00	0,8	Moderată
2946	Vâlcea	Bujoreni	2,39	0,6	6,93	0,8	Moderată
2947	Vâlcea	Bunești	2,29	0,6	6,48	0,8	Moderată
2948	Vâlcea	Câineni	1,45	0,6	6,25	0,8	Moderată
2949	Vâlcea	Călimănești	2,12	0,6	6,53	0,8	Moderată
2950	Vâlcea	Cernișoara	2,16	0,6	5,70	0,8	Moderată
2951	Vâlcea	Copăcenii	2,13	0,6	5,54	0,8	Moderată
2952	Vâlcea	Costești	1,98	0,6	5,64	0,8	Moderată
2953	Vâlcea	Crețeni	2,31	0,9	5,92	1,2	Moderată
2954	Vâlcea	Dăești	2,44	0,6	7,08	0,8	Moderată
2955	Vâlcea	Dănicei	2,68	0,6	7,08	0,8	Moderată
2956	Vâlcea	Diculești	2,06	0,9	5,24	1,2	Moderată
2957	Vâlcea	Drăgășani	2,34	0,9	5,99	1,2	Moderată
2958	Vâlcea	Drăgoești	2,53	0,6	6,60	0,8	Moderată
2959	Vâlcea	Fârțătești	2,15	0,6	5,48	0,8	Moderată
2960	Vâlcea	Făurești	2,04	0,9	5,20	1,2	Moderată
2961	Vâlcea	Frâncesti	2,30	0,6	6,30	0,8	Moderată
2962	Vâlcea	Galicea	2,49	0,6	6,73	0,8	Moderată
2963	Vâlcea	Ghioroiu	1,96	0,6	5,00	0,8	Moderată
2964	Vâlcea	Glăvile	2,33	0,6	6,05	0,8	Moderată
2965	Vâlcea	Golești	2,64	0,6	7,35	0,8	Moderată
2966	Vâlcea	Grădiștea	2,01	0,6	5,04	0,8	Moderată
2967	Vâlcea	Gușoeni	2,27	0,6	5,83	0,8	Moderată
2968	Vâlcea	Horezu	1,92	0,6	5,31	0,8	Moderată
2969	Vâlcea	Ionești	2,46	0,6	6,49	0,8	Moderată
2970	Vâlcea	Lăcusteni	2,01	0,6	5,11	0,8	Moderată
2971	Vâlcea	Lădești	2,24	0,6	5,79	0,8	Moderată
2972	Vâlcea	Laloșu	2,04	0,9	5,20	1,2	Moderată
2973	Vâlcea	Lăpușata	2,19	0,6	5,65	0,8	Moderată
2974	Vâlcea	Livezi	2,02	0,6	5,09	0,8	Moderată
2975	Vâlcea	Lungești	2,19	0,9	5,60	1,2	Moderată
2976	Vâlcea	Măciuca	2,21	0,6	5,66	0,8	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
2977	Vâlcea	Mădulari	2,20	0,9	5,62	1,2	Moderată
2978	Vâlcea	Malaia	1,58	0,6	5,00	0,8	Moderată
2979	Vâlcea	Măldărești	2,09	0,6	5,61	0,8	Moderată
2980	Vâlcea	Mateești	1,99	0,6	5,13	0,8	Moderată
2981	Vâlcea	Mihăești	2,38	0,6	6,59	0,8	Moderată
2982	Vâlcea	Milcoiu	2,68	0,6	7,29	0,8	Moderată
2983	Vâlcea	Mitrofani	2,38	0,9	6,15	1,2	Moderată
2984	Vâlcea	Muereasca	2,20	0,6	6,57	0,8	Moderată
2985	Vâlcea	Nicolae Bălcescu	2,61	0,6	7,07	0,8	Moderată
2986	Vâlcea	Ocnele Mari	2,39	0,6	6,73	0,8	Moderată
2987	Vâlcea	Olanu	2,51	0,6	6,66	0,8	Moderată
2988	Vâlcea	Orlești	2,44	0,6	6,36	0,8	Moderată
2989	Vâlcea	Oteșani	2,17	0,6	5,82	0,8	Moderată
2990	Vâlcea	Păușești	2,26	0,6	6,22	0,8	Moderată
2991	Vâlcea	Păușești-Măglași	2,31	0,6	6,61	0,8	Moderată
2992	Vâlcea	Perișani	1,79	0,6	6,25	0,8	Moderată
2993	Vâlcea	Pesceana	2,33	0,6	6,12	0,8	Moderată
2994	Vâlcea	Pietrari	2,20	0,6	6,10	0,8	Moderată
2995	Vâlcea	Popești	2,27	0,6	6,06	0,8	Moderată
2996	Vâlcea	Prundeni	2,42	0,9	6,25	1,2	Moderată
2997	Vâlcea	Racovița	1,69	0,6	6,25	0,8	Moderată
2998	Vâlcea	Râmnicu Vâlcea	2,48	0,6	6,96	0,8	Moderată
2999	Vâlcea	Roești	2,27	0,6	5,97	0,8	Moderată
3000	Vâlcea	Roșiile	2,10	0,6	5,35	0,8	Moderată
3001	Vâlcea	Runcu	2,49	0,6	7,21	0,8	Moderată
3002	Vâlcea	Sălătrucel	2,12	0,6	6,63	0,8	Moderată
3003	Vâlcea	Scundu	2,40	0,6	6,31	0,8	Moderată
3004	Vâlcea	Sinești	2,01	0,6	5,07	0,8	Moderată
3005	Vâlcea	Șirineasa	2,38	0,6	6,37	0,8	Moderată
3006	Vâlcea	Slătioara	1,97	0,6	5,16	0,8	Moderată
3007	Vâlcea	Stănești	2,25	0,6	5,78	0,8	Moderată
3008	Vâlcea	Ștefănești	2,24	0,9	5,73	1,2	Moderată
3009	Vâlcea	Stoenești	2,21	0,6	6,27	0,8	Moderată
3010	Vâlcea	Stoilești	2,57	0,6	6,85	0,8	Moderată
3011	Vâlcea	Stroești	2,05	0,6	5,39	0,8	Moderată
3012	Vâlcea	Șușani	2,12	0,9	5,41	1,2	Moderată
3013	Vâlcea	Sutești	2,31	0,9	5,91	1,2	Moderată
3014	Vâlcea	Tetoiu	2,08	0,6	5,29	0,8	Moderată
3015	Vâlcea	Titești	1,75	0,6	6,25	0,8	Moderată
3016	Vâlcea	Tomșani	2,16	0,6	5,90	0,8	Moderată
3017	Vâlcea	Vaideeni	1,81	0,6	5,00	0,8	Moderată
3018	Vâlcea	Valea Mare	2,12	0,6	5,41	0,8	Moderată
3019	Vâlcea	Vlădești	2,38	0,6	6,79	0,8	Moderată
3020	Vâlcea	Voicești	2,26	0,9	5,77	1,2	Moderată

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
3021	Vâlcea	Voineasa	1,39	0,6	3,97	0,8	Moderată
3022	Vâlcea	Zătreni	2,00	0,6	5,06	0,8	Moderată
3023	Vaslui	Albești	3,59	0,9	8,74	1,2	Mare
3024	Vaslui	Alexandru Vlahuță	4,08	0,9	9,77	1,2	Mare
3025	Vaslui	Arsura	2,97	0,9	7,40	1,2	Moderată
3026	Vaslui	Băcani	4,21	0,9	10,07	1,2	Mare
3027	Vaslui	Băcești	3,53	0,9	8,66	1,2	Mare
3028	Vaslui	Bălteni	3,52	0,9	8,60	1,2	Mare
3029	Vaslui	Banca	3,93	0,9	9,50	1,2	Mare
3030	Vaslui	Bârlad	4,36	0,9	10,42	1,2	Mare
3031	Vaslui	Berezeni	3,26	0,9	8,09	1,2	Mare
3032	Vaslui	Blăgești	3,87	1,3	9,49	1,8	Mare
3033	Vaslui	Bogdana	3,88	0,9	9,35	1,2	Mare
3034	Vaslui	Bogdănești	3,96	0,9	9,53	1,2	Mare
3035	Vaslui	Bogdănița	4,04	0,9	9,69	1,2	Mare
3036	Vaslui	Boțești	2,98	0,9	7,42	1,2	Moderată
3037	Vaslui	Bunești-Averești	2,97	0,9	7,38	1,2	Moderată
3038	Vaslui	Ciocani	4,49	0,9	10,69	1,2	Mare
3039	Vaslui	Codăești	2,90	0,9	7,25	1,2	Moderată
3040	Vaslui	Coroiești	4,60	0,9	10,89	1,2	Mare
3041	Vaslui	Costești	3,80	0,9	9,19	1,2	Mare
3042	Vaslui	Cozmești	3,60	0,9	8,78	1,2	Mare
3043	Vaslui	Crețești	3,11	0,9	7,69	1,2	Mare
3044	Vaslui	Dănești	3,09	0,9	7,66	1,2	Mare
3045	Vaslui	Deleni	3,69	0,9	8,95	1,2	Mare
3046	Vaslui	Delești	3,60	0,9	8,78	1,2	Mare
3047	Vaslui	Dimitrie Cantemir	3,15	0,9	7,81	1,2	Mare
3048	Vaslui	Dodești	3,70	0,9	9,05	1,2	Mare
3049	Vaslui	Dragomirești	3,99	0,9	9,64	1,2	Mare
3050	Vaslui	Drânceni	2,95	0,9	7,35	1,2	Moderată
3051	Vaslui	Duda-Epureni	2,97	0,9	7,41	1,2	Moderată
3052	Vaslui	Dumești	3,45	0,9	8,50	1,2	Mare
3053	Vaslui	Epureni	3,82	0,9	9,33	1,2	Mare
3054	Vaslui	Fălciu	3,29	0,9	8,22	1,2	Mare
3055	Vaslui	Ferești	3,15	0,9	7,80	1,2	Mare
3056	Vaslui	Frunțișeni	4,22	0,9	10,15	1,2	Mare
3057	Vaslui	Găgești	3,46	0,9	8,57	1,2	Mare
3058	Vaslui	Gârceni	3,68	0,9	8,97	1,2	Mare
3059	Vaslui	Gherghești	4,06	0,9	9,76	1,2	Mare
3060	Vaslui	Grivița	4,42	1,3	10,56	1,8	Mare
3061	Vaslui	Hoceni	3,29	0,9	8,10	1,2	Mare
3062	Vaslui	Huși	2,97	0,9	7,40	1,2	Moderată
3063	Vaslui	Iana	4,29	0,9	10,23	1,2	Mare
3064	Vaslui	Ibănești	4,17	0,9	9,98	1,2	Mare

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
3065	Vaslui	Ivănești	3,82	0,9	9,26	1,2	Mare
3066	Vaslui	Ivești	4,64	0,9	11,02	1,2	Mare
3067	Vaslui	Laza	3,68	0,9	8,93	1,2	Mare
3068	Vaslui	Lipovăț	3,71	0,9	8,99	1,2	Mare
3069	Vaslui	Lunca Banului	2,92	0,9	7,31	1,2	Moderată
3070	Vaslui	Mălușteni	3,93	1,3	9,58	1,8	Mare
3071	Vaslui	Miclești	2,91	0,9	7,26	1,2	Moderată
3072	Vaslui	Muntenii de Jos	3,47	0,9	8,47	1,2	Mare
3073	Vaslui	Muntenii de Sus	3,32	0,9	8,16	1,2	Mare
3074	Vaslui	Murgeni	3,51	1,3	8,73	1,8	Mare
3075	Vaslui	Negrești	3,31	0,9	8,18	1,2	Mare
3076	Vaslui	Oltenesti	3,35	0,9	8,22	1,2	Mare
3077	Vaslui	Oșești	3,51	0,9	8,60	1,2	Mare
3078	Vaslui	Pădureni	3,00	0,9	7,47	1,2	Moderată
3079	Vaslui	Perieni	4,41	0,9	10,50	1,2	Mare
3080	Vaslui	Pochidia	4,79	1,3	11,39	1,8	Mare
3081	Vaslui	Pogana	4,41	0,9	10,49	1,2	Mare
3082	Vaslui	Pogonești	4,74	1,3	11,24	1,8	Mare
3083	Vaslui	Poienești	3,85	0,9	9,31	1,2	Mare
3084	Vaslui	Puiești	4,30	0,9	10,27	1,2	Mare
3085	Vaslui	Pungești	3,72	0,9	9,07	1,2	Mare
3086	Vaslui	Pușcași	3,66	0,9	8,88	1,2	Mare
3087	Vaslui	Rafaila	3,52	0,9	8,64	1,2	Mare
3088	Vaslui	Rebricea	3,13	0,9	7,76	1,2	Mare
3089	Vaslui	Roșiești	3,65	0,9	8,89	1,2	Mare
3090	Vaslui	Solești	3,09	0,9	7,65	1,2	Mare
3091	Vaslui	Stăniliești	2,91	0,9	7,28	1,2	Moderată
3092	Vaslui	Ștefan cel Mare	3,44	0,9	8,43	1,2	Mare
3093	Vaslui	Șuletea	3,71	0,9	9,08	1,2	Mare
3094	Vaslui	Tăcuta	2,88	0,9	7,22	1,2	Moderată
3095	Vaslui	Tanacu	3,25	0,9	7,99	1,2	Mare
3096	Vaslui	Tătărăni	3,10	0,9	7,67	1,2	Mare
3097	Vaslui	Todirești	3,35	0,9	8,28	1,2	Mare
3098	Vaslui	Tutova	4,71	1,3	11,19	1,8	Mare
3099	Vaslui	Văleni	3,18	0,9	7,86	1,2	Mare
3100	Vaslui	Vaslui	3,45	0,9	8,43	1,2	Mare
3101	Vaslui	Vetrișoaia	2,98	0,9	7,50	1,2	Mare
3102	Vaslui	Viișoara	3,62	0,9	8,87	1,2	Mare
3103	Vaslui	Vinderei	4,22	1,3	10,17	1,8	Mare
3104	Vaslui	Voinești	4,11	0,9	9,88	1,2	Mare
3105	Vaslui	Vulturești	3,35	0,9	8,25	1,2	Mare
3106	Vaslui	Vutcani	3,46	0,9	8,49	1,2	Mare
3107	Vaslui	Zăpodeni	3,30	0,9	8,13	1,2	Mare
3108	Vaslui	Zorleni	4,14	0,9	9,96	1,2	Mare

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
3109	Vrancea	Adjud	5,29	1,3	12,32	1,8	Mare
3110	Vrancea	Andreiașu de Jos	5,57	0,9	12,50	1,2	Mare
3111	Vrancea	Bălești	5,58	1,3	12,50	1,8	Mare
3112	Vrancea	Bârsești	4,95	0,9	11,40	1,2	Mare
3113	Vrancea	Biliești	5,48	1,3	12,50	1,8	Mare
3114	Vrancea	Boghești	4,94	1,3	11,64	1,8	Mare
3115	Vrancea	Bolotești	5,78	1,3	12,50	1,8	Mare
3116	Vrancea	Bordești	5,91	1,3	12,50	1,8	Mare
3117	Vrancea	Broșteni	5,82	1,3	12,50	1,8	Mare
3118	Vrancea	Câmpineanca	5,90	1,3	12,50	1,8	Mare
3119	Vrancea	Câmpuri	4,59	0,9	10,66	1,2	Mare
3120	Vrancea	Cârligele	5,95	1,3	12,50	1,8	Mare
3121	Vrancea	Chiojdeni	5,68	0,9	12,50	1,2	Mare
3122	Vrancea	Ciorăști	5,32	1,3	12,50	1,8	Mare
3123	Vrancea	Corbița	5,15	1,3	12,07	1,8	Mare
3124	Vrancea	Cotești	5,95	1,3	12,50	1,8	Mare
3125	Vrancea	Dumbrăveni	5,90	1,3	12,50	1,8	Mare
3126	Vrancea	Dumitrești	5,76	0,9	12,50	1,2	Mare
3127	Vrancea	Fitionești	5,32	0,9	12,24	1,2	Mare
3128	Vrancea	Focșani	5,76	1,3	12,50	1,8	Mare
3129	Vrancea	Garoafa	5,64	1,3	12,50	1,8	Mare
3130	Vrancea	Golești	5,85	1,3	12,50	1,8	Mare
3131	Vrancea	Gologanu	5,52	1,3	12,50	1,8	Mare
3132	Vrancea	Gugești	5,81	1,3	12,50	1,8	Mare
3133	Vrancea	Gura Calitei	5,79	0,9	12,50	1,2	Mare
3134	Vrancea	Homocea	5,21	1,3	12,17	1,8	Mare
3135	Vrancea	Jariștea	5,86	1,3	12,50	1,8	Mare
3136	Vrancea	Jitia	5,60	0,9	12,50	1,2	Mare
3137	Vrancea	Măicănești	5,16	1,3	12,21	1,8	Mare
3138	Vrancea	Mărășești	5,68	1,3	12,50	1,8	Mare
3139	Vrancea	Mera	5,66	0,9	12,50	1,2	Mare
3140	Vrancea	Milcovul	5,66	1,3	12,50	1,8	Mare
3141	Vrancea	Movilița	5,62	1,3	12,50	1,8	Mare
3142	Vrancea	Nănești	5,08	1,3	12,05	1,8	Mare
3143	Vrancea	Năruja	5,22	0,9	11,97	1,2	Mare
3144	Vrancea	Negrilești	4,73	0,9	10,92	1,2	Mare
3145	Vrancea	Nereju	5,10	0,6	11,68	0,8	Mare
3146	Vrancea	Nistorești	4,73	0,6	10,89	0,8	Mare
3147	Vrancea	Obrejița	5,87	1,3	12,50	1,8	Mare
3148	Vrancea	Odobești	5,91	1,3	12,50	1,8	Mare
3149	Vrancea	Paltin	5,21	0,9	11,95	1,2	Mare
3150	Vrancea	Panciu	5,76	1,3	12,50	1,8	Mare
3151	Vrancea	Păulești	4,46	0,6	10,30	0,8	Mare
3152	Vrancea	Păunești	5,46	1,3	12,50	1,8	Mare

Nr. crt.	Județ	Localitate	$S_{ap,h}^{SLS}$	T_C^{SLS}	$S_{ap,h}^{SLU}$	T_C^{SLU}	Seismicitate
			m/s ²	s	m/s ²	s	
3153	Vrancea	Ploscuțeni	5,34	1,3	12,46	1,8	Mare
3154	Vrancea	Poiana Cristei	5,79	0,9	12,50	1,2	Mare
3155	Vrancea	Popești	5,93	1,3	12,50	1,8	Mare
3156	Vrancea	Pufești	5,53	1,3	12,50	1,8	Mare
3157	Vrancea	Răcoasa	5,00	0,9	11,57	1,2	Mare
3158	Vrancea	Răstoaca	5,65	1,3	12,50	1,8	Mare
3159	Vrancea	Reghiu	5,45	0,9	12,48	1,2	Mare
3160	Vrancea	Ruginești	5,35	1,3	12,37	1,8	Mare
3161	Vrancea	Sihlea	5,74	1,3	12,50	1,8	Mare
3162	Vrancea	Slobozia Bradului	5,90	1,3	12,50	1,8	Mare
3163	Vrancea	Slobozia Ciorăști	5,73	1,3	12,50	1,8	Mare
3164	Vrancea	Soveja	4,41	0,6	10,23	0,8	Mare
3165	Vrancea	Spulber	5,31	0,9	12,16	1,2	Mare
3166	Vrancea	Străoane	5,50	0,9	12,50	1,2	Mare
3167	Vrancea	Suraia	5,39	1,3	12,50	1,8	Mare
3168	Vrancea	Tâmboești	5,91	1,3	12,50	1,8	Mare
3169	Vrancea	Tănăsoaia	5,13	1,3	12,04	1,8	Mare
3170	Vrancea	Tătăranu	5,47	1,3	12,50	1,8	Mare
3171	Vrancea	Țifești	5,83	1,3	12,50	1,8	Mare
3172	Vrancea	Tulnici	4,40	0,6	10,20	0,8	Mare
3173	Vrancea	Urechești	5,94	1,3	12,50	1,8	Mare
3174	Vrancea	Valea Sării	5,21	0,9	11,97	1,2	Mare
3175	Vrancea	Vânători	5,54	1,3	12,50	1,8	Mare
3176	Vrancea	Vârteșcoiu	5,95	1,3	12,50	1,8	Mare
3177	Vrancea	Vidra	5,30	0,9	12,19	1,2	Mare
3178	Vrancea	Vintileasca	5,48	0,9	12,50	1,2	Mare
3179	Vrancea	Vizantea-Livezi	4,90	0,9	11,33	1,2	Mare
3180	Vrancea	Vrâncioaia	4,98	0,9	11,46	1,2	Mare
3181	Vrancea	Vulturu	5,27	1,3	12,44	1,8	Mare

(2) Apartenența unităților administrativ teritoriale la zone cu seismicitate mică, moderată și mare, în conformitate cu informațiile din [Tabelul A.1](#), este reprezentată în [Figura A.1](#).

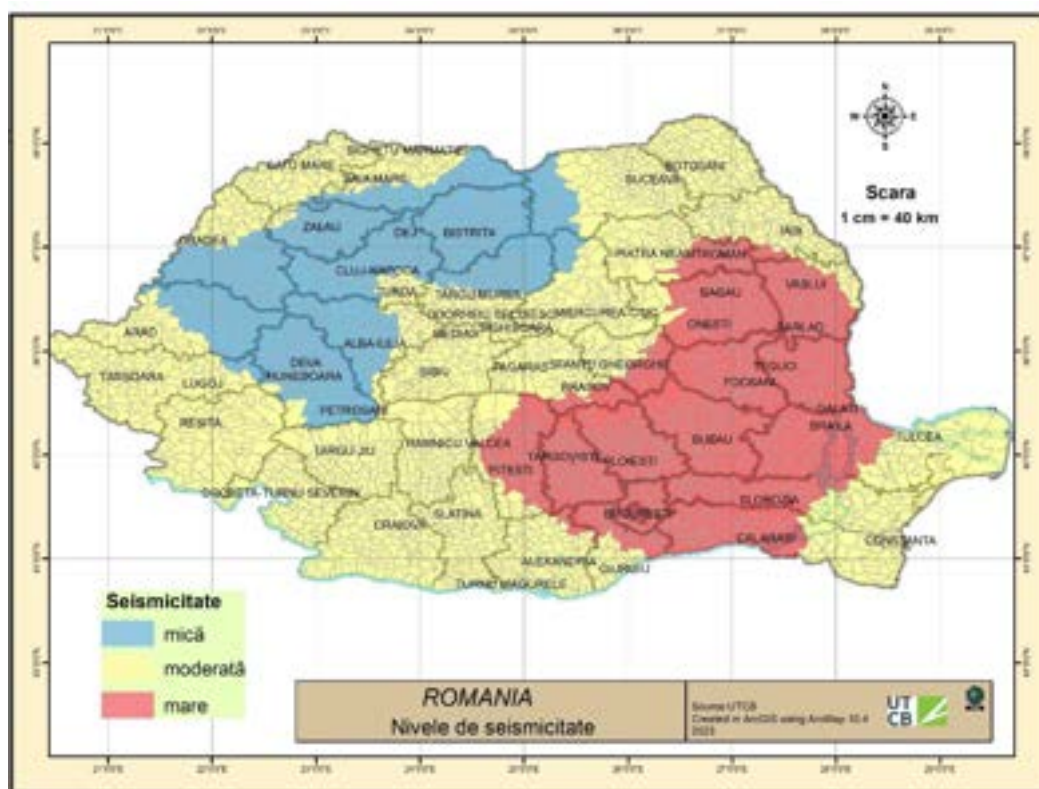


Figura A.1 România – zone cu seismicitate mică, moderată și mare în funcție de valorile $S_{ap,h}^{SLU}$ caracteristice amplasamentului

Anexa B Comentarii (anexă informativă)

B.1 Obiect și domeniu de aplicare

(1) Conform prevederilor acestei reglementări tehnice, întregul teritoriu național este expus mișcărilor seismice din diferite surse și, ca urmare, orice clădire trebuie să facă obiectul proiectării la acțiunea seismică. Totuși, clădirile se proiectează și pentru alte tipuri de acțiuni, care pot fi sau nu concomitente cu acțiunea seismică, în acord cu prevederile reglementărilor tehnice specifice.

(4) Această reglementare tehnică cuprinde, în general, criteriile pentru verificarea calității clădirilor din punct de vedere al îndeplinirii cerinței fundamentale „rezistență mecanică și stabilitate” la acțiunea seismică. Pentru verificarea propriu-zisă a îndeplinirii acestor criterii, se aplică principiile general acceptate ale mecanicii structurilor care trebuie să fie familiare utilizatorului acestei reglementări.

(8) Conform acestei prevederi, calitatea proiectului unei clădiri în ceea ce privește cerința fundamentală „rezistență mecanică și stabilitate” la acțiunea seismică se judecă în funcție de modul în care proiectul clădirii îndeplinește cerințele minimale date în această reglementare tehnică sau în documentele normative de referință. O clădire care îndeplinește integral prevederile minimale date în această reglementare tehnică poate fi considerată conformă, în sensul că îndeplinește cerința fundamentală de calitate „rezistență mecanică și stabilitate” definită prin legea 10/1995, cu modificările și completările ulterioare.

(9) Conform acestei prevederi, ținând seama de:

- a) caracterul aleator al acțiunii seismice;
- b) incertitudinile de evaluare a valorilor de proiectare ale efectelor acțiunii seismice și ale capacităților;

proiectantul poate recurge la o strategie acoperitoare de proiectare, în sensul că soluția proiectată poate să ofere un nivel de performanță mai ridicat decât nivelul minim stabilit prin prevederile acestui cod, fără ca prin această decizie proiectantul să poată fi considerat culpabil pentru eventualele consumuri suplimentare de materiale și manoperă sau pentru timpul mai lung de execuție.

(14) În acord cu prevederile legale, în cazul în care la nivel național nu există reglementări tehnice în construcții pentru proiectarea unui produs sau a unei soluții tehnice, acestea pot fi înglobate în elementele structurale sau în structura numai pe baza prevederilor acordurilor tehnice, performanța lor rezultând direct din acordul tehnic.

În ceea ce privește produsele și soluțiile tehnice care fac obiectul unui acord tehnic, proiectarea clădirii presupune selectarea acestora și nu proiectarea lor propriu-zisă. Produsele acordate care se înglobează în clădire se selectează. Proiectarea lor nu este posibilă din cauza lipsei reglementărilor tehnice relevante.

Acordul tehnic poate constitui baza pentru utilizarea unui produs sau a unei soluții tehnice în clădire numai dacă include prevederi explicite privind comportarea în condiții de solicitare seismică, compatibile cu cerințele fundamentale ale proiectării seismice date în capitolul 2, având în vedere specificitatea mișcărilor seismice care afectează teritoriul național, conform parametrilor definiți în capitolul 3.

B.2 Cerințe fundamentale

B.2.2. Clase de importanță și de expunere la cutremur

(2) Clasele de importanță și de expunere la cutremur sunt prevăzute în reglementarea tehnică CR 0 și sunt reluate aici pentru a înlesni parcurgerea prevederilor.

(7) Pentru interpretarea unitară a sintagmei „înălțime totală supraterană” se pot utiliza schițele din Figura B.2.1.

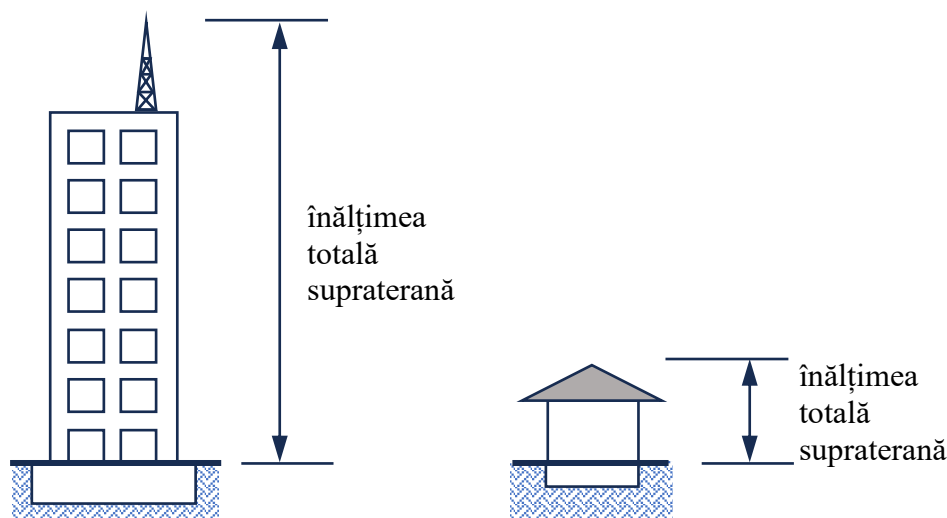


Figura B.2.1. Stabilirea înălțimii totale supraterane

B.2.3. Stări limită

B 2.3.1 Starea Limită Ultimă

(1) Probabilitatea de depășire în 50 de ani egală cu 10% corespunde unei perioade medii de revenire de 475 de ani.

Un scurt istoric al utilizării valorii convenționale de 475 de ani pentru perioada medie de revenire a valorilor de proiectare ale mișcării terenului este prezentat în *The Evolution of Performance-Based Design in Geotechnical Earthquake Engineering* de Steven L. Kramer (International Association for Earthquake Engineering Monograph, Vol. 3, ISBN 978-88-85701-19-9), din care se prezintă în continuare o sinteză a informațiilor.

În urma cutremurului de la San Fernando, SUA din anul 1971, un grup de ingineri au fondat în 1973 *Applied Technology Council* (ATC) cu scopul de a răspunde nevoilor de reglementări tehnice îmbunătățite de proiectare seismică și de strategii de reducere a riscului seismic. Un pas important în exprimarea probabilistică a acțiunii seismice a fost publicarea în 1978 a raportului ATC-3-06 intitulat *Tentative Provisions for the Development of Seismic Regulations for Buildings*. Acest raport a avut la bază conceptele analizei probabilistice de hazard seismic dezvoltate de C. Allin Cornell în 1968 în articolul *Engineering seismic risk analysis* (Bulletin of the Seismological Society of America (1968) 58 (5): 1583–1606) și zonarea teritoriului SUA efectuată de Sylvester Theodore Algermissen și David M. Perkins în 1976 (*A probabilistic estimate of maximum acceleration in rock in the contiguous United States*, Open-File Report 76-416, <https://doi.org/10.3133/ofr76416>). Astfel, ATC 3-06 prezintă hărți de zonare a teritoriului SUA pentru valorile de vârf ale accelerației efective (EPA) și ale vitezei efective (EPV) spre a fi utilizate pentru obținerea spectrelor de răspuns pentru

proiectarea seismică și recomandă ca proiectarea să se bazeze pe valorile EPA corespunzătoare unei probabilități de depășire în 50 de ani egală cu 10%.

În Japonia, Building Standard Law cere ca proiectarea seismică să se efectueze pentru două nivele de hazard, primul asociat unei mișcări seismice moderate cu perioada medie de revenire de câteva zeci de ani și al doilea asociat unei mișcări seismice cu perioada medie de revenire de aproximativ 500 de ani. Primul nivel de hazard seismic este pentru verificarea îndeplinirii condițiilor referitoare la avarierea nesemnificativă a elementelor structurale și menținerea funcționării neîntrerupte a clădirii. Al doilea nivel de hazard seismic este pentru verificarea îndeplinirii condițiilor referitoare la prevenirea colapsului sau a avarierii puternice care poate pune în pericol viața utilizatorilor clădirii.

În 1975, Comisia Comunității Europene a inițiat dezvoltarea unui set de reglementări tehnice pentru proiectarea construcțiilor, ceea ce a dus la apariția primei generații de 10 standarde numite Eurocoduri în anii 1980. Eurocodul 8 (Design of Structures for Earthquake Resistance) cere verificarea comportării clădirilor pentru două stări limită: limitarea avariilor, asociată unui hazard seismic caracterizat de mișcarea terenului cu 95 de ani perioadă medie de revenire și prevenirea colapsului, asociată unui hazard seismic caracterizat de mișcarea terenului cu 475 de ani perioadă medie de revenire.

B.2.3.2 Starea Limită de Serviciu

(1) Probabilitatea de depășire în 50 de ani egală cu 70% corespunde unei perioade medii de revenire de 40 de ani.

B.3. Acțiunea seismică de proiectare

(2) (a) Spectrul de răspuns elastic al accelerațiilor absolute

Spectrul de răspuns elastic este o reprezentare grafică a valorilor maxime ale răspunsului elastic al unei mulțimi de sisteme cu un grad de libertate dinamică caracterizate de perioadele de vibrație $T_1 < T_2 < T_3 < \dots < T_n$ și de aceeași fracțiune de amortizare critică ξ excitate la bază de o mișcare seismică a terenului. Pentru fiecare din cele trei direcții ortogonale (două în plan orizontal și una pe verticală) de mișcare a terenului se obține câte un spectru de răspuns. Valorile perioadelor de vibrație sunt reprezentate pe axa orizontală a spectrului de răspuns elastic, iar valorile maxime ale răspunsului elastic sunt reprezentate pe axa verticală. Răspunsul elastic este exprimat în mod uzual prin valorile maxime ale accelerațiilor absolute, și ale vitezelor și deplasărilor relative ale sistemelor cu un grad de libertate dinamică. Astfel, un punct oarecare ce aparține spectrului de răspuns elastic al accelerațiilor absolute reprezintă valoarea maximă a accelerației absolute al unui sistem cu un grad de libertate dinamică ce este caracterizat de perioada de vibrație corespunzătoare abscisei și de fracțiunea de amortizare critică pentru care a fost determinat răspunsul sistemului corespunzător mișcării seismice considerate.

Pentru fiecare mișcare seismică a terenului se obține un spectru de răspuns corespunzător, spectrul de răspuns elastic fiind o cantitate deterministă ce poate fi obținută ulterior producerii unei mișcări seismice. Dar, date fiind caracterul aleator al mișcărilor seismice posibile a se produce pe amplasamentul unei clădiri și necesitatea de a proiecta o clădire conformă cu considerarea incertitudinilor asociate unor mișcări seismice viitoare, reglementările tehnice utilizează spectre de răspuns elastic ce reprezintă forme înfășurătoare ale formelor individuale posibile a se produce pe amplasament în viitor. Astfel, aceste forme înfășurătoare nu corespund unei mișcări seismice reale (deja înregistrate, sau posibil a fi înregistrate), ci reprezintă un prag

superior ce are o probabilitate rezonabil de mică de a fi depășit de valorile spectrale produse de mișcările seismice posibil a apărea în amplasamentul clădirii pe durata de viață proiectată a acesteia.

Spectrul elastic al accelerațiilor absolute din reglementările tehnice se obține pornind de la o formă spectrală normalizată ce este apoi scalată cu o valoare spectrală care are asociată explicit o probabilitate de depășire într-un număr de ani. Forma spectrală normalizată este instrumentul prin care caracterul înfășurător al mișcărilor seismice trecute și așteptate este luat în considerare. Valoarea spectrală corespunzătoare unei probabilități de depășire într-un număr de ani este determinată prin analiza probabilistică a hazardului seismic pe un amplasament dat. Astfel, spectrul elastic al accelerațiilor absolute din reglementările tehnice are un caracter semi-probabilistic, spre deosebire de spectrele de hazard uniform pentru care fiecare ordonată a spectrului de răspuns are asociată aceeași probabilitate de depășire într-un număr de ani.

(2) (b) Variația în timp a accelerației terenului

Mișcarea seismică a terenului poate fi reprezentată printr-o serie de timp pentru care la fiecare moment de timp este asociată o valoare a parametrului cinematic de interes: accelerație, viteză sau deplasare. Dat fiind caracterul spațial al mișcării terenului, fiecare parametru cinematic are trei componente, două ortogonale în plan orizontal și una în plan vertical. Variația în timp a accelerației terenului este numită accelerogramă și poate fi rezultatul unei mișcări seismice înregistrate sau obținute numeric (prin simularea accelerogramelor sau prin generarea de accelerograme artificiale).

(3) Valoarea de proiectare a acțiunii seismice

Valoarea de proiectare a acțiunii seismice este o valoare convențională a acțiunii asupra clădirii provocată de mișcarea seismică a terenului. Valoarea de proiectare a acțiunii seismice este determinată din valoarea caracteristică a acțiunii seismice. În mod convențional se consideră că valorile de proiectare și caracteristice ale acțiunii seismice sunt egale.

(4) Valoarea de proiectare a acțiunii seismice considerată în Capitolul 3 este asociată cu valoarea minimă de proiectare. Pentru proiecte individuale, valoarea de proiectare poate fi specificată explicit cu valori superioare, asociate de obicei cu probabilități mai mici de depășire a valorilor accelerației spectrale în 50 de ani (de exemplu, 5% probabilitate de depășire în 50 de ani pentru verificări starea limită ultimă și 40% în 50 de ani pentru verificări starea limită de serviciu). Valorile accelerației spectrale S_{ap} corespunzătoare se determină prin analiza probabilistică a hazardului seismic pe amplasamentul proiectului individual.

3.1 Spectru de răspuns elastic

(1) Fiecare din cele trei componente ale accelerației ce descriu mișcarea seismică a terenului este caracterizată de spectre de răspuns elastic. Astfel, se definesc spectrele de răspuns elastic ale accelerațiilor absolute pentru componentele orizontale sau verticale ale mișcării terenului din amplasament. Convențional, se consideră că cele două componente orizontale ortogonale ale accelerației terenului sunt caracterizate de același spectru de răspuns elastic. În acest sens, parametrul ce caracterizează analiza probabilistică a hazardului seismic este media geometrică a valorilor accelerației spectrale pentru componentelor orizontale ortogonale.

(4) Compoziția de frecvență și valorile accelerațiilor spectrale sunt diferite pentru componentele orizontale și verticale ale mișcării terenului. În consecință, sunt definite spectre diferite ale accelerațiilor orizontale sau verticale.

(5) Probabilitatea de depășire de 10% în 50 ani corespunde unor valori spectrale ale accelerației absolute orizontale cu perioada medie de revenire de 475 ani.

(6) Probabilitatea de depășire de 70% în 50 ani corespunde unor valori spectrale ale accelerației absolute orizontale cu perioada medie de revenire de 40 ani.

(7) Spectrul accelerațiilor pentru proiectare definit generic este un spectru convențional care se bazează pe teoria dinamicii construcțiilor. Astfel, sunt definite trei zone (paliere), a accelerațiilor, a vitezelor și a deplasărilor, zone (paliere) în care aceste valori spectrale sunt constante. Granițele (limitele) dintre aceste trei paliere sunt identificate prin valori ale perioadelor de colț (control) notate cu T_C (între zona accelerațiilor și zona vitezelor) și T_D (între zona vitezelor și zona deplasărilor). Cea de a treia perioadă de colț (control) definită de spectrul accelerațiilor pentru proiectare este T_B și caracterizează limita superioară a perioadelor de vibrație pe direcție orizontală a sistemelor cu un grad de libertate dinamică și cu răspuns elastic până la care se consideră convențional că valorile spectrale ale accelerațiilor sunt egale cu valoarea de vârf a accelerației terenului (valoare corespunzătoare originii sistemului de axe ale spectrului accelerațiilor).

Valorile accelerației spectrale absolute S_{ap} sunt determinate pe baza analizei probabilistice a hazardului seismic prin considerarea seismicității amplasamentului, a propagării mișcării seismice din focar în amplasament în funcție de magnitudinea cutremurului și a distanței sursă-amplasament și a terenului din amplasament.

Analiza probabilistică de hazard seismic este efectuată fără luarea explicită în considerare a topografiei amplasamentului. Dar, sunt situații în care valorile de proiectare ale ordonatelor spectrelor de răspuns elastic ale accelerațiilor absolute pentru componentele orizontale sau verticale ale mișcării terenului din amplasament depind și de topografia amplasamentului clădirii. Topografia poate produce efecte de amplificare ale mișcării terenului pentru amplasamente situate pe versanți, pe creste sau pe culmi ale acestora. Aceste efecte de amplificare sunt luate în considerare prin intermediul factorului topografic.

Valorile de proiectare ale ordonatelor spectrelor de răspuns elastic ale accelerațiilor absolute pentru componentele orizontale sau verticale ale mișcării terenului din amplasament sunt determinate pentru o fracțiune din amortizarea critică a clădirii egală cu 5%. Valori mai mari ale fracțiunii din amortizarea critică produc valori de proiectare mai mici ale ordonatelor spectrelor de răspuns elastic ale accelerațiilor absolute, pe când valorile mai mici ale fracțiunii din amortizarea critică produc valori de proiectare mai mari. Acest efect al amortizării este considerat prin intermediul factorului de corecție care ține cont de fracțiunea de amortizare critică a clădirii. Acest factor trebuie calculat și aplicat pentru toate situațiile în care valoarea fracțiunii din amortizarea critică este diferită de 5%.

(8) Valorile factorului de importanță și expunere la cutremur sunt stabilite în funcție de panta curbei de hazard seismic. Valoarea acesteia stabilește raportul între valorile accelerațiilor spectrale cu diferite probabilități anuale de depășire. Pentru județele din zona 1 (județe afectate în principal de surse seismice crustale) a fost considerat un exponent k ce caracterizează curba de hazard seismic egal cu 2 și pentru județele din zona 2 (județe afectate în principal de sursa seismică Vrancea) un exponent k egal cu 3. Nivelele de seismicitate sunt definite convențional în funcție de valorile accelerațiilor

spectrale care nu sunt într-o relație liniară cu valorile exponentului k și nu pot caracteriza panta curbei de hazard seismic.

(9) Valorile factorului de importanță și expunere la cutremur pentru verificări la SLU și SLS sunt determinate cu luarea în considerare a pantei curbei de hazard seismic astfel încât probabilitățile de depășire a valorilor spectrale S_{ap} în 50 de ani să fie aproximativ egale pentru clădirile din clasele de importanță și expunere I, II și IV, indiferent de zona în care este situat amplasamentul. De exemplu, pentru clădirile din clasa I de importanță și expunere, probabilitățile de depășire ale valorilor S_{ap} în 50 de ani, pentru verificări la SLU și SLS sunt de 5%, respectiv 40%.

(15) Condițiile locale de teren pot fi luate în considerare prin intermediul claselor de teren arătate la 3.3 (4)...(8). Relațiile și corelațiile descrise la 3.3 (4)...(8) pot fi aplicate atunci când există informații din studii geotehnice și geofizice privind valoarea medie ponderată a vitezei undelor de forfecare pentru stratigrafia considerată în amplasament și pentru adâncimea la care apare roca de bază seismică (sau frecvența fundamentală de vibrație a pachetului de strate de teren). Factorii de amplificare F_α și F_β utilizați pentru calculul spectrelor accelerațiilor orizontale pentru proiectare conform draftului viitorului Eurocode 8 nu pot fi aplicați pentru amplasamentele afectate de sursa seismică de adâncime intermediară Vrancea întrucât nu pot surprinde perioadele predominante lungi caracteristice acestor amplasamente (Pavel et al. 2022). Pentru teritoriul României nu există o bază de date care să cuprindă aceste informații, dar există un număr important de mișcări seismice înregistrate pe teritoriul României. Prin prelucrarea acestor mișcări seismice înregistrate se determină valorile perioadelor de colț (control). În consecință, s-a optat pentru descrierea condițiilor locale de teren prin valorile perioadei de colț T_C ale spectrelor accelerațiilor orizontale pentru proiectare obținute din prelucrarea mișcărilor seismice înregistrate, păstrând abordarea utilizată în codurile de proiectare seismică în vigoare după 1990. Valorile perioadelor de colț T_B și T_D sunt corelate cu valorile perioadei de colț T_C prin intermediul unor factori obținuți din analiza și prelucrarea mișcărilor seismice înregistrate pe teritoriul României.

3.1.2 Spectre ale accelerațiilor orizontale pentru proiectare

(3) Valorile ordonatelor spectrului de răspuns elastic al deplasărilor relative pentru componentele orizontale ale mișcării terenului se obțin din valorile ordonatelor spectrului accelerațiilor orizontale pentru proiectare în amplasament prin intermediul relației pseudo-spectrale (3.11). Prin aplicarea acestei relații se obțin valori care aproximează valorile obținute din rezolvarea ecuației de mișcare cu atât mai bine cu cât fracțiunea din amortizarea critică este mai mică (de regulă, pentru valori din amortizarea critică cel mult egale cu 10%).

3.2.1 Accelerograme artificiale

(1) Utilizarea accelerogramele artificiale în calculul dinamic al structurilor clădirilor este recomandată doar pentru cazurile pentru care numărul de cicluri de încărcare-descărcare nu este relevant pentru comportarea seismică așteptată a structurii. Astfel de cazuri sunt caracteristice, de exemplu, analizelor dinamice neliniare efectuate pentru verificări la SLS sau analizelor dinamice liniare.

3.2.2 Accelerograme înregistrate

(2) Accelerogramele înregistrate se selectează cu considerarea, pe cât posibil, a contextului tectonic regional, a mecanismelor surselor seismice, a magnitudinii cutremurului și a distanței de la sursă la amplasament pentru cutremurul care

controlează hazardul seismic pe amplasament. Informațiile menționate anterior se obțin, în principiu, prin dezagregarea hazardului seismic specific amplasamentului analizat.

3.2.3 Accelerograme simulate

(1) Accelerogramele simulate sunt generate prin simularea fizică a mecanismelor sursei seismice, a căii de propagare a undelor seismice de la sursă la amplasamentul considerat și a proprietăților dinamice ale straturilor de teren din amplasament .

3.3 Alte prevederi

(1) În funcție de valoarea accelerației spectrale orizontale absolute care corespunde palierului de accelerații constante a spectrului de răspuns elastic calculat pentru o fracțiune de amortizare critică egală cu 5%, pentru verificări la SLU, teritoriul României este împărțit convențional în zone de seismicitate mică, moderată și mare. Această împărțire cu caracter convențional este necesară pentru aplicarea unor prevederi normative specifice și pentru definirea politicilor publice în domeniul reducerii riscului seismic.

B.4. Proiectare seismică

(1) Acest capitol conține prevederi generale privind proiectarea seismică a clădirilor aplicabile indiferent de tip sistemului structural sau natura materialului structural. Pentru anumite tipuri de sisteme structurale sau materiale structurale, aceste prevederi sunt detaliate în capitolele 5-9.

(2) Orice clădire, indiferent de tipul sistemului structural sau materialul structural, trebuie să îndeplinească cerințele fundamentale ale proiectării seismice date în capitolul 2. Pentru anumite tipuri de sisteme structurale și materiale structurale, această reglementare tehnică conține prevederi a căror aplicare conduce la îndeplinirea cerințelor fundamentale ale proiectării seismice date în capitolul 2. În celelalte cazuri, cu limitările prevăzute în această reglementare tehnică, performanța seismică a clădirilor în raport cu prevederile privind cerințele fundamentale ale proiectării seismice date în capitolul 2 se demonstrează fie prin aplicarea unor alte reglementări tehnice, dacă acestea există, fie prin prevederile agreementului tehnic.

(3) În general, este de dorit ca componentele nestructurale să nu influențeze semnificativ răspunsul seismic al structurii prin rigiditatea și rezistența lor. În alte situații, ținând seama de posibilitatea redusă de cuantificare credibilă a răspunsului seismic al componentelor nestructurale și a influenței acestora asupra structurii, trebuie adoptată o strategie de proiectare acoperitoare conform prevederilor acestui paragraf.

B.4.1.2 Clase de ductilitate

(2) Proiectantul alege clasa de ductilitate a clădirii pentru optimizarea soluției tehnice din punct de vedere al performanței seismice și al costurilor. În ceea ce privește componenta de costuri, se recomandă să se aibă în vedere atât costul inițial de realizare al investiției cât și costurile regulate de întreținere și cele necesare pentru repararea clădirii după apariția unui cutremur.

4.2.2.1 Regularitatea în plan orizontal

(2) (e) În sensul acestui paragraf se consideră ca rezemate direct: grinzile care reazemă direct pe elementele structurale verticale, stâlpii și pereții care reazemă direct pe componentele sistemului de fundații.

4.5.1.2 Modelare pentru calcul

Data fiind diversitatea abordărilor numerice și multitudinea programelor de calcul structural existente în prezent, prevederile au caracter general, necesitând, suplimentar, verificarea aplicabilității lor efective în raport cu cerințele și capacitățile programului de calcul structural utilizat.

Recomandările de mai jos se referă la programele de calcul structural bazate pe metoda elementului finit.

În conformarea modelului structural, se are vedere să nu existe la noduri grade de libertate active pe direcția cărora rigiditatea este nulă, deoarece această situație poate genera probleme numerice și compromiterea calculului. Pentru a o evita, gradele de libertate respective trebuie blocate sau dezactivate (eliminate din calcul) prin mijloace specifice programului utilizat. În funcție de configurația structurii reale, aceasta se poate realiza prin:

- introducerea de reazeme rigide pe direcția gradelor de libertate respective;

- includerea nodurilor în care există gradele de libertate respective într-o legătură interioară de tip rigid care împiedică deplasarea pe direcția lor;
- dezactivarea gradelor de libertate respective la nivel de structură, în funcție de capacitățile specifice ale programului de calcul utilizat.

În cazul calculului plan, se recomandă dezactivarea gradelor de libertate corespunzătoare deplasărilor în afara planului.

La alcătuirea modelului se evită crearea de rețele de discretizare alăturate (de exemplu a celor din panourile vecine de planșeu) care nu au nodurile în corespondență. În acest caz, transmiterea deplasărilor de la un nod la altul nu se va putea realiza. Când nu se poate evita situația respectivă, se pot introduce legături interioare de compatibilizare a deplasărilor la interfața dintre cele două rețele, dacă în programul utilizat există astfel de capacități.

Transmiterea deplasărilor și eforturilor între elementele finite se poate realiza în general numai prin nodurile de conexiune ale acestora cu restul structurii. Din acest motiv, se creează în cadrul modelului un număr suficient de noduri pentru a aproxima cât mai fidel situațiile reale de conexiune între elementele structurale, în condițiile respectării criteriilor de conformare a elementelor finite.

Modelarea intersecțiilor dintre elementele structurale se realizează prevăzând obligatoriu minimum un nod comun în cazul intersecțiilor dintre bare (elemente liniare), respectiv dintre bare și plăci (elemente de suprafață).

În cazul intersecțiilor dintre plăci, se încearcă, pe cât posibil, ca rețelele de discretizare să fie în corespondență, în caz contrar aplicându-se procedeul indicat la punctul 1.2 0 de mai sus.

În cazul intersecțiilor dintre bare și plăci, având în vedere caracterul idealizat al modelării (conform celor arătate la punctele 0 și 0) și apariția concentrărilor de eforturi în aceste zone, se are în vedere îndesirea rețelei de discretizare din placă în dreptul intersecției (de exemplu, în cazul intersecțiilor dintre stâlpi și planșee-dală), de asemenea se poate realiza o conectare a barelor la mai multe noduri din placă, aflate pe direcția axului acestora (de exemplu, în cazul riglelor de cuplare ale pereților structurali, când acestea sunt modelate prin elemente de tip bară).

Pentru intersecții de elemente structurale cu configurații mai complicate se aplică indicațiile de la punctul 1.2 0 de mai sus.

Se vor prevedea obligatoriu noduri:

- în punctele de rezemare a structurii;
- în punctele de aplicație ale încărcărilor concentrate, dacă programul de calcul utilizat nu oferă alte capacități de modelare specifice;
- în punctele de modificare a proprietăților materialelor;
- în punctele de modificare a caracteristicilor geometrice ale elementelor (de exemplu grosimea unei plăci sau înălțimea secțiunii unei grinzi), dacă programul utilizat nu oferă alte capacități de modelare specifice. -

În cazul reazemelor rigide, deplasările nodurilor de rezemare se blochează pe direcția rezemării. În cazul reazemelor elastice (de exemplu al celor la care se prevăd elemente de tip resort care modelează rigiditatea terenului), nu se introduc blocaje în paralel cu resorturile, pe direcția acestora.

La construcția modelului structural pentru o structură în cadre se are în vedere că, în programele de calcul bazate pe metoda elementului finit, modelarea unei bare (grindă sau stâlp) se realizează în general sub forma unei linii care trece prin centrul de masă al secțiunii barei. În lipsa specificării unor atribute suplimentare de definire (caracteristici geometrice, zone rigide la extremitățile barelor etc.), intersecțiile dintre bare vor fi considerate ca fiind de dimensiuni punctuale, iar dimensiunile reale ale nodurilor de cadru nu vor fi luate în calcul. Utilizatorul trebuie să aplice capacitățile specifice ale programului de calcul structural în scopul realizării unei modelări care să corespundă situației reale.

La construcția modelului structural se are în vedere că, în programele de calcul bazate pe metoda elementului finit, modelarea unei plăci se realizează, în general, sub forma unei suprafețe care trece prin planul median al plăcii, iar nodurile elementului vor fi situate în acest plan.

La crearea rețelelor de discretizare se are în vedere criteriile de conformare (implicit, caracteristicile elementelor finite rezultate), specifice cerințelor programului de calcul utilizat și menționate în documentația acestuia. Se încearcă situarea în domeniile optime sau, dacă acest lucru nu este posibil, încadrarea în domeniile de acceptabilitate, evitând elementele cu caracteristici situate în apropierea valorilor extreme admise ale parametrilor de conformare.

Se urmărește crearea, prin discretizarea plăcilor, a unor elemente finite cât mai apropiate de pătrat, având raportul de formă apropiat de valoarea 1 și unghiurile interioare la colțuri apropiate de 90° , acestea reprezentând conformația ideală a elementelor finite patrulate. În cazul elementelor triunghiulare, se va urmări obținerea, prin discretizare, a unor elemente finite cât mai aproape de forma de triunghi echilateral. Dacă acest lucru nu este posibil, se vor utiliza valorile considerate acceptabile, prevăzute în documentația programului.

Raportul de formă pentru elementele finite de suprafață (plăci) patrulate este definit, în general, prin raportul între cea mai mare, respectiv cea mai mică dimensiune. Pentru definițiile specifice se va consulta întotdeauna documentația programului de calcul utilizat.

Pentru elementele finite de tip placă plană se are în vedere de asemenea asigurarea planeității elementului sau, dacă nu este posibil, încadrarea în criteriile acceptabile prevăzute de documentația programului.

Planeitatea se calculează în general prin unghiul normalelor la colțurile elementului, dar se pot utiliza și alte metode specifice diferitelor programe. Parametrul care definește planeitatea trebuie să respecte valoarea limită stabilită prin documentația programului de calcul utilizat.

Rezultatele calculului se validează printr-una sau mai multe din următoarele metode:

- verificări ale diferențelor existente între valorile rezultate la noduri, provenind din toate elementele care converg în acel nod;
- comparații între mai multe configurații de rețele de discretizare;
- comparații între rezultatele obținute prin utilizarea a mai multe tipuri de elemente finite egal aplicabile structurii modelate, dacă programul de calcul oferă astfel de capacități, în condițiile respectării în toate cazurile a corespondenței cu comportarea structurală reală;

- comparații cu rezultatele oferite de alte programe de calcul bazate pe metoda elementelor finite;
- comparații cu rezultatele oferite de alte metode de calcul;
- alte metode de validare, de exemplu rezultate obținute prin experimente și măsurători in situ.

În scopul optimizării preciziei rezultatelor în raport cu timpul de calcul, rețelele de discretizare pot fi îndesite în zonele critice ale structurii, precum zonele cu concentrări de eforturi (colțuri întrânde, goluri în pereți, intersecții între stâlpi și planșee-dală, puncte de aplicație ale încărcărilor concentrate pe pereți sau planșee etc.), sau în orice alte zone ale structurii pentru care se dorește determinarea detaliată a stării de eforturi și deformații. Restul rețelei poate fi mai puțin densă, cu condiția respectării criteriilor de conformare și a validării rezultatelor conform prevederilor punctului 0.

Rarefierea rețelei se realizează astfel încât să nu rămână noduri care nu sunt conectate cu alte noduri, urmând recomandările de la punctul 0.

Conformarea optimă a rețelei se poate stabili prin încercări succesive, rafinând rețeaua până când variația rezultatelor de la o rulare la alta se reduce sub nivelul de precizie necesar.

Pentru testarea diferitelor configurații de rețele și de elemente finite se poate lucra la început pe modele de dimensiuni mai restrânse, relevante pentru structura modelată, în scopul economiei de timp. Ulterior, modelarea se va aplica pentru întreaga structură, realizând validările rezultatelor conform punctului 0.

În modelarea pentru calcul se vor respecta prevederile codurilor și standardelor specifice tipului de material și sistem structural la care se referă proiectul. De exemplu, pentru structurile din oțel, sunt aplicabile prevederile referitoare la modelare din SR EN 1993-1-5 (anexa C) și SR EN 1993-1-6 (capitolul 5.2).

Având în vedere că masele sunt concentrate, în general, la nodurile structurii, modelarea pentru calculul dinamic trebuie realizată în funcție de scopurile urmărite, de exemplu:

- dacă se dorește determinarea detaliată a modurilor proprii de vibrație la nivel de elemente structurale, acestea se vor discretiza astfel încât să se prevadă un număr suficient de noduri pe deschiderea / suprafața acestuia;
- dacă se dorește analiza modală generală a unei structuri în cadre sau cu pereți structurali din beton armat, se va prefera concentrarea maselor la nivelul planșeelor, eliminându-se astfel modurile proprii de vibrație care ar apărea, în urma discretizării elementelor structurale, datorită oscilației maselor din nodurile intermediare de pe înălțimea nivelurilor; în acest scop se vor utiliza procedee specifice programului de calcul utilizat.

La modelarea planșeelor care formează diafragme rigide în planul lor, este obligatoriu ca toate nodurile elementelor finite care alcătuiesc planșeul să se situeze în același plan, fără a exista noduri aflate în afara planului diafragmei și care fac parte din ea.

B.5. Structuri de beton

5.1.1 Obiect și domeniu de aplicare

(1) Tot teritoriu României este expus acțiunii seismice, conform prevederilor acestei reglementări tehnice. Astfel, toate clădirile de beton se proiectează și la acțiunea seismică.

Clădirile la care componentele structurale din beton precomprimat constituie componente structurale secundare, care nu participă la preluarea acțiunii seismice orizontale, se proiectează în acord cu prevederile acestui capitol. Componentele structurale secundare se proiectează conform reglementărilor tehnice specifice cu respectarea și a prevederilor din această reglementare tehnică.

(3) Pentru proiectarea componentelor structurale de beton se utilizează standardele din seria SR EN 1992. Standardul SR EN 1992-1-1 se utilizează pentru calculul și alcătuirea componentelor structurale din beton, beton armat și beton precomprimat.

5.2 Principii de proiectare

5.2.1 Clase de ductilitate

(3) Înzestrarea structurilor cu ductilitate adecvată poate asigura supraviețuirea acestora și la cutremure mai puternice decât cele reprezentate prin acțiunea seismică de proiectare, definită prin această reglementare tehnică. Ținând seama de caracterul imprevizibil, aleator, al cutremurelor, se recomandă ca structurile să fie înzestrate cu ductilitate.

Pentru structurile proiectate pentru clasa de ductilitate DCL nu este prevăzută asigurarea ductilității în această reglementare tehnică.

(4) Această prevedere este destinată unor tipuri structurale rar întâlnite pentru care nu este posibilă asigurarea ductilității. Întrucât astfel de structuri nu pot fi în totalitate excluse, se permite utilizarea lor prin excepție, dacă acestea sunt înzestrate cu o capacitatea de rezistență la acțiuni orizontale suficient de mare pentru a se asigura un răspuns cvasi-elastic la acțiunea seismică de proiectare.

(5) Prevederile acestui capitol se aplică și structurilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCL dacă această clasă este indicată explicit în textul prevederii.

5.2.2 Tipuri de structuri

(1) Această reglementare tehnică cuprinde prevederi explicite pentru proiectarea sistemelor structurale de tipul celor indicate la (a)...(g).

(2) Utilizarea altor tipuri de sisteme structurale în raport cu cele indicate la (1), (a)...(g), este permisă numai dacă acestea sunt înzestrate cu o capacitate de rezistență la acțiuni orizontale în măsură să le asigure un răspuns cvasi-elastic la acțiunea seismică de proiectare corespunzătoare stării limită ultime.

(3) Utilizarea a două tipuri de sisteme structurale distincte pe cele două direcții principale orizontale ortogonale este permisă.

(5) Dacă clădirea se încadrează în categoria clădirilor cu flexibilitate mare la torsiune atunci trebuie utilizat un singur tip de sistem structural pe ambele direcții orizontale ortogonale.

(6) Prin această prevedere se urmărește ca sistemul structural să aibă o alcătuire unitară pe înălțimea clădiri, fără schimbări. De exemplu, structuri alcătuite din pereți la nivelurile de jos și cadre la nivelurile de sus nu sunt permise.

(7) În cazul în care în proiectare seismică se dorește ca pe una dintre direcțiile orizontale, zonele de capăt ale pereților, dispuși perpendicular pe această direcție, și grinzile dispuse paralel cu această, care intersectează zonele de capăt, să constituie cadre în sensul definiției din acest capitol trebuie îndeplinite cele două condiții indicate.

(8) Acest capitol conține prevederi explicite pentru proiectarea structurilor de tip hală parter, distincte sau complementare față de prevederile pentru structurile cu stâlpi în consolă. Aplicarea acestor prevederi este condiționată de limitarea efortului axial mediu de compresiune din stâlpi și realizarea planșeului ca diafragmă orizontală rigidă.

Învelitoarea din tablă de oțel poate constitui componentă structurală secundară, întrucât are rolul structural de a transmite încărcări gravitaționale la grinzi. Totuși, ea nu poate fi considerată componentă structurală principală și contribuția acesteia la rigiditatea acoperișului în plan orizontal trebuie neglijată.

(9) În general, structurile de beton care sunt proiectate pe baza prevederilor acestui capitol sunt realizate din componente structurale principale de beton neprecomprimat. Acest paragraf indică două excepții în acest sens. Prin brațul de pârghie al forței tăietoare se înțelege raportul dintre valoarea momentului încovoietor și forța tăietoare de la capătul grinzii, cauzate de acțiunea seismică de proiectare. Un braț de pârghie al forței tăietoare mai mare sau egal cu 5,0 arată că grinda este solicitată predominant la încovoiere, cu influență redusă a forței tăietoare asupra răspunsului histeretic.

Dacă o structură principală conține și componente structurale principale precomprimate care nu îndeplinesc condițiile indicate în acest paragraf, atunci ea se proiectează conform prevederii de la (2), pentru clasa de ductilitate DCL, pe baza prevederilor reglementărilor tehnice specifice și/sau ale acordului tehnic.

(10) Un cadru perimetral se constituie dacă toate componentele structurale principale verticale situate pe perimetrul clădiri sunt conectate în mod sistematic, la nivelul fiecărei diafragme, prin grinzi așezate paralel cu perimetrul. Grinzile și nodurile constituie se realizează astfel încât să îndeplinească prevederile specifice lor din această reglementare tehnică.

(11) În sensul acestei prevederi, componentele structurale principale verticale situate pe perimetrul clădirii trebuie unite sistematic, în dreptul fiecărei diafragme, prin grinzi așezate paralel cu perimetrul. Grinzile și nodurile constituie se realizează astfel încât să îndeplinească prevederile specifice lor din această reglementare tehnică.

(12) Semnificația înfășurătorii poligonale convexe a pereților se poate stabili conform prevederilor din Figura B.5.1.

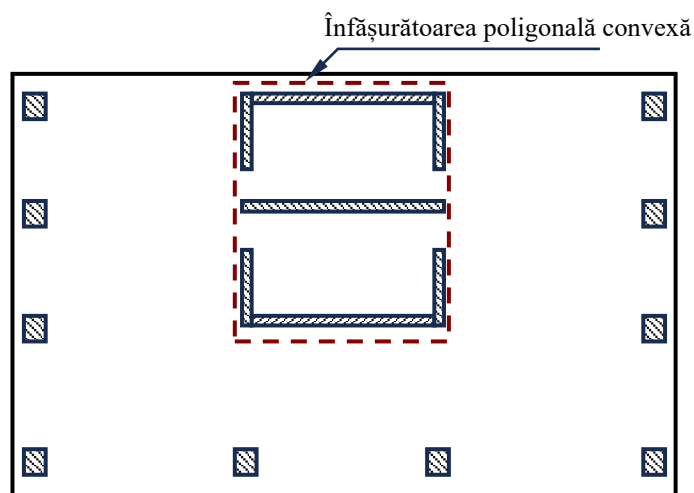


Figura B.5.1 Înfășurătoare poligonală convexă a pereților (plan cofraj planșeu)

(13) Indiferent de sesimicitatea amplasamentului sau de regimul de înălțime, în România nu este permisă utilizarea sistemelor structurale principale la care infrastructura este alcătuită numai din stâlpi și plăci care reazemă direct pe aceștia.

5.2.3 Mecanismul plastic optim

(1) Proiectarea seismică performantă este condiționată de controlul mecanismului plastic astfel încât să se poată asigura o capacitate suficientă de disipare a energiei indusă de cutremur prin deformații plastice ale componentelor structurale.

(2) La componentele structurale de beton armat, asigurarea unei capacități optime de disipare a energiei seismice este condiționată de curgerea armăturilor longitudinale întinse din încovoiere.

5.2.4 Factori de comportare

5.2.4.1 Starea limită ultimă

(1) Valorile indicate ale factorului de comportare sunt valori maxime admise pentru fiecare tip de sistem structural. Acestea sunt în acord cu capacitatea de disipare a energiei pentru fiecare tip de sistem structural care este alcătuit în mod optim pentru acest scop. Aceste valori trebuie adaptate în funcție de caracteristicile proprii ale sistemului structural care afectează capacitatea de disipare a energiei seismice. În cazul în care nu poate fi apreciată, cu un nivel de încredere satisfăcător, ductilitatea de ansamblu a structurii, factorul de comportare se reduce față de valoarea maximă indicată în acest aliniat.

(2) În cazul structurilor cu flexibilitate mare la torsiune, indiferent de tipul sistemului structural, valorile maxime ale factorului de comportare pentru acțiuni seismice orizontale stabilite conform (1) trebuie micșorate pentru a ține seama de capacitatea mai mică de disipare a energiei seismice a acestor structuri. Trebuie avut în vedere că în cazul structurilor cu flexibilitate mare la torsiune controlul răspunsului structural prin calcul este deficitar și nivelul de încredere în rezultatele calculului structural este mai mic.

(6) Pereții scurți de beton armat au capacitate mică de disipare energiei seismice, influența forței tăietoare asupra răspunsului lor la forțe orizontale fiind mare.

5.2.4.1 Starea limită de serviciu

(1) Valoarea factorului de comportare se utilizează pentru aplicarea relațiilor privind controlul deplasărilor orizontale ale clădirii sub acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime. De asemenea, acest factor se poate utiliza, după caz, pentru verificarea capacității de rezistență și a stabilității structurii la starea limită de serviciu.

5.2.5 Efecte locale cauzate de interacțiunea cu componentele nestructurale

(7) Interacțiunea necontrolată cu pereții rigizi de compartimentare și închidere constituie una dintre principalele cauze de degradare a halelor parter. Aceste structuri sunt relativ flexibile și dispunerea de elemente rigide de compartimentare restricționează local deformația stâlpilor putând cauza degradarea acoperișului sau chiar prăbușirea locală.

5.2.6 Fundații și infrastructuri

(4) Această prevedere se adresează practic structurilor ușoare care aduc încărcări mici la nivelul fundațiilor dar pentru care asigurarea condițiilor privind limitarea ariei comprimate și a ariei reduse nu poate fi realizată în mod practic din cauza excentricității mari a forței axiale pe stâlpi (raport mare între momentul încovoietor și forța axială).

5.2.8 Fundații și infrastructuri

(3) La calculul structurilor de beton armat se consideră că toate componentele structurale de beton fisurează ca urmare a încărcărilor aplicate. Această convenție are în vedere și posibila perioadă lungă de exploatare a clădirii de până la incidența acțiunii seismice de proiectare. Se face observația că fisurarea betonului din elementele de beton armat nu constituie un defect de comportare, elementele de beton armat lucrând în mod obișnuit în stadiul II de comportare – fisurat.

(7) Această prevedere este introdusă pentru a se obține o abordare unitară a verificării deplasărilor orizontale a structurilor de beton armat care este dependentă puternic de valoarea aleasă pentru modulul de elasticitate al betonului. La data realizării proiectului nu toți parametrii care influențează modulul de elasticitate al betonului pus în operă pot fi cunoscuți de către proiectant.

5.3 Criterii de performanță seismică

5.3.2 Rezistență

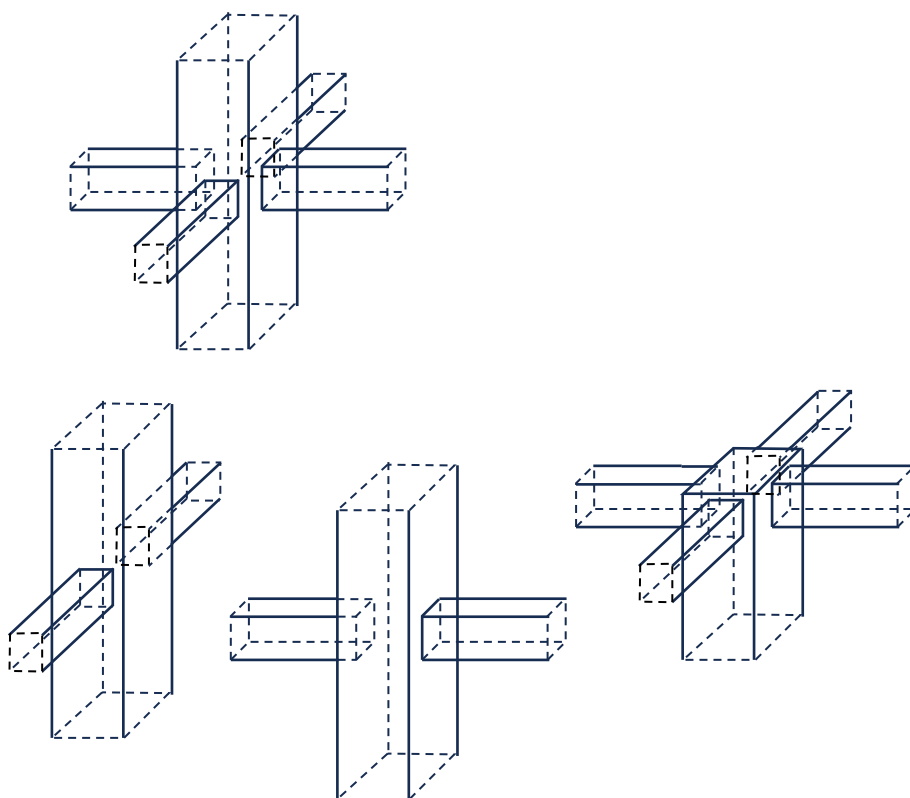


Figura B.5.2 Modul de confinare al nodului prin aportul stâlpilor și grinzilor

Distanța dintre axa longitudinală a grinzii și axa secțiunii transversale a stâlpului reprezintă excentricitatea grinzii, notată în figură cu e .

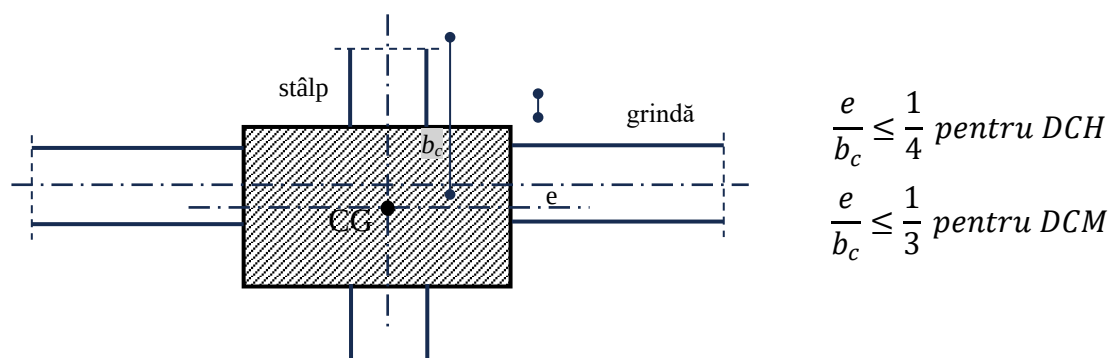


Figura B.5.3 Excentricitatea axei grinzii în raport cu axa stâlpului

5.7.2.2. Stâlpi

(1) O dimensiune minimă constructivă a secțiunii stâlpului este necesară pentru asigurarea condițiilor de betonare corectă și pentru a asigura posibilitatea confinării betonului prin armare transversală.

(2) Prevederea are ca scop evitarea unor proporții geometrice care să facă stâlpul deosebit de sensibil la acțiunea forței tăietoare, cu limitarea posibilității dezvoltării deformațiilor plastice din încovoiere.

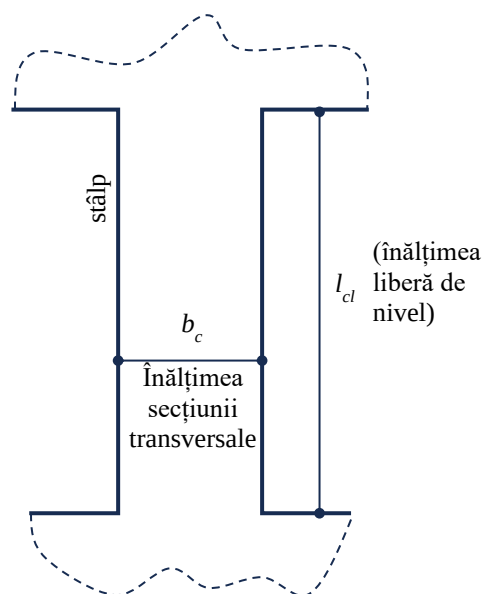


Figura B.5.3 Dimensiunile stâlpului

B.5.7.2.2 Stâlpi

(3) Formele admise pentru stâlpii structurilor proiectate pentru clasa de ductilitate DCH sunt: pătrat, dreptunghi, cerc, pentagon, hexagon sau octogon.

5.7.3.5 Ancorarea și înnădirea armăturilor

(11)

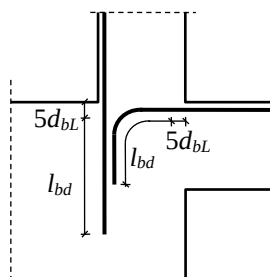


Figura A.2 Reprezentare exemplificativă privind ancorarea armăturilor din zonele critice ale grinzilor și stâlpilor

B.2 Structuri de oțel

B.6.1 Generalități

Capitolul 6 din codul P 100-1 se bazează, în principal, pe prevederile din SR EN 1998-1 cu unele completări și modificări.

B.6.1.1 Obiect și domeniu de aplicare

(1) Prevederile din acest capitol se referă exclusiv la clădiri cu structura metalică (construcție civile, industriale, agricole și alte tipuri de construcții metalice cu structura similară cu cea a clădirilor (platforme industriale, estacade, structuri în cadre pentru susținerea echipamentelor etc.).

(2) Prezentul cod implementează criteriile de verificare pentru rezistența elementelor structurale și a îmbinărilor armonizate cu SR EN 1993-1-1 și SR EN 1993-1-8.

B.6.1.2 Definiții

Bara disipativă poate fi parte a riglei de cadru sau poate fi un element amplasat în planul cadrului, atașat de rigla de cadru.

Pentru determinarea tipului de cadru (deplasabil sau nedeplasabil) se vor compara deplasările cadrelor produsă de aceleași forțe laterale. Forțele pot aplicate fie la ultimul nivel structural al clădirii, fie la fiecare nivel (prin aplicarea forțelor tăietoare de nivel), neglijându-se efectul de torsiune. Calculul se va realiza pe ambele direcții principale ale construcției. O structură poate fi cu noduri fixe pe o direcție și cu noduri deplasabile pe cealaltă direcție.

Contravântuirile cu flambaj împiedicat sunt elemente care pot prelua numai eforturi axiale. Prevederile prezentului cod de proiectare se referă numai la contravântuiri cu flambaj împiedicat cu comportare de bară dublu articulată.

Panourile de forfecare sunt amplasate în planul median al cadrelor, prinderea acestora se realizează în dreptul inimilor elementelor de bordare. Elementele de bordare de pe conturul panourilor de forfecare sunt constituite de riglele și stâlpilor de cadru.

Cadrelle cu sisteme neuniforme de contravântuiri verticale pe elevație, se vor încadra în clasa de ductilitate cea mai puțin favorabilă corespunzătoare sistemelor de contravântuire componente. De exemplu, un cadru cu două niveluri, care are la primul nivel contravântuiri centrice în "X" iar la etaj contravântuiri centrice în "V - inversat", din punct de vedere al clasei de ductilitate va fi încadrat în categoria cadrelor contravântuite în "V - inversat" dar se vor respecta toate prevederile fiecărui tip de contravântuire component. În cazul în care lipsesc contravântuirile la primul nivel al cadrului contravântuit, structura va fi considerată de clasă de ductilitate joasă.

La structurile alcătuite din cadre necontravântuite și cadre contravântuite se vor aplica regulile de conformare și calcul al tipului de cadru care preia cel puțin 75% din forța orizontală. Aceasta verificare se poate face prin însumarea reacțiunilor orizontale din acțiunea seismică transmise de cadrele contravântuite (aflate pe direcția acțiunii seismice) și compararea acestora cu forța tăietoare de bază.

B.6.2 Principii de proiectare

B.6.2.1. Clase de ductilitate

Caracterizarea tipului de comportare a unei structuri, disipativă sau nedisipativă, pentru calcul, în cazul aplicării metodelor de calcul în domeniul elastic (cu forțe statice

echivalente sau pe baza spectrelor de răspuns) se realizează prin intermediul factorului de comportare q . În Figura B.6.1 este prezentată o relație tipică dintre forța tăietoare la bază și deplasarea la vârf a unei structuri. Pentru simplificarea răspunsului neliniar al structurii se adoptă adeseori o idealizare biliniară. Valoarea factorului q depinde de următorii factori:

- suprarezistența de proiectare q_S care provine din:
 - dimensionarea structurii din alte condiții decât rezistența la cutremur (rezistența în gruparea fundamentală de încărcări sau limitarea deplasărilor relative de nivel la starea limita de serviciu seismică);
 - evitarea unei variații prea mari a numărului de secțiuni pentru a uniformiza și simplifica procesele de proiectare și execuție;
 - o rezistență reală a materialelor mai mare decât cea nominală etc.
- redundanța structurală q_R reprezintă capacitatea de redistribuție plastică a structurii, după formarea primei articulații plastice
- ductilitatea structurii q_D caracterizează capacitatea de deformare postelastice fără o reducere semnificativă a caracteristicilor de rezistență și rigiditate

Valoarea totală a factorului de comportare q poate fi exprimată ca produsul suprarezistenței de proiectare, a redundanței structurale și a factorului de reducere datorat ductilității:

$$q = q_S \cdot q_R \cdot q_D.$$

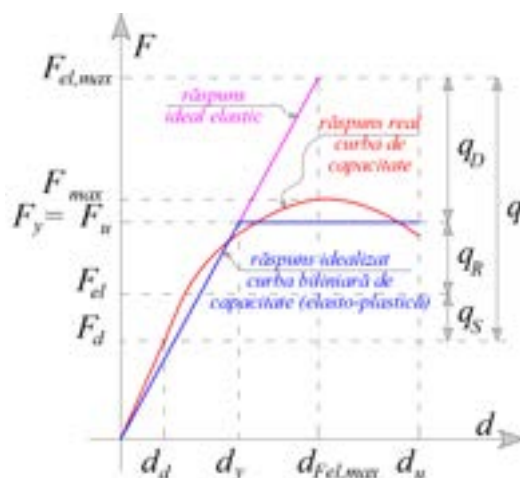


Figura B.6.1. Definiția componentelor factorului de comportare q

În principiu, orice structură conformată și dimensionată corect posedă suprarezistență de proiectare datorită coeficienților parțiali de siguranță utilizați la definirea rezistentelor de calcul și a încărcărilor folosite la proiectare. Structurile static nedeterminate posedă în plus și o redundanță structurală. În consecință, pentru o structură alcătuită și dimensionată în mod corect, valoarea efectivă a factorului q este întotdeauna supraunitară. Cea de-a treia componentă a factorului q , dată de ductilitate, este și cea mai importantă. Aceasta presupune asigurarea ductilității la nivelul materialului, a secțiunilor elementelor structurale, a elementelor structurale și îmbinărilor dintre ele, a structurii în ansamblul ei.

Structurile alcătuite și dimensionate pentru a asigura cerințele privind suprarezistența, redundanța și ductilitatea sunt denumite structuri disipative și sunt încadrate în

conformitate cu P 100-1 în clasele de ductilitate DCH (ductilitate înaltă) sau DCM (ductilitate medie).

Structurile care nu îndeplinesc toate condițiile de ductilitate dar posedă suprarezistență structurală sunt considerate slab disipative și sunt încadrate în clasa de ductilitate DCL (ductilitate joasă). Structurile slab disipative alcătuite din elemente cu secțiune de clasa 1, 2 sau 3 pot fi proiectate pe baza unui factor $1 \leq q \leq 1,5$ și se verifica pe baza prevederilor din SR EN 1993-1-1. Structurile cu elemente de clasa 4 se proiectează pe baza unui factor $q = 1$ și se verifică în conformitate cu prevederile din SR EN 1993-1-3 și/sau SR EN 1993-1-5.

Pentru clădirile amplasare în zone cu seismicitate înaltă și medie, care nu respectă cerințele de proiectare specifice clasei de ductilitate DCH sau DCM, se pot proiecta structuri la clasa de ductilitate DCL penalizând factorul de comportare prevăzut în tabelul 6.3. pentru a avea o rezervă a capacității structurii în domeniul elastic de comportare ($q=1$).

Se acceptă sisteme de contravântuire în care diagonalele se intersectează pe înălțimea stâlpului, în situația în care alcătuirea constructivă a structurii este impusă de condiții tehnologice sau funcționale. În acest caz, diagonalele contravântuirii se vor dimensiona la compresiune iar punctul de intersecție al acestora pe stâlp nu se va considera reazem lateral pentru stâlp.

B.6.2.2 Clasa de secțiune

În cazul elementelor solicate la întindere, ductilitatea secțiunii este asigurată de ductilitatea materialului. În cazul elementelor structurale solicate la compresiune și/sau încovoiere, ductilitatea de secțiune depinde de suplețea pereților și de ductilitatea de material. În funcție de suplețea de perete, exprimată prin raportul lățime/grosime, pereții comprimați și/sau încovoiați se încadrează în patru clase de secțiuni.

Criteriile de clasificare în clase de secțiuni se stabilesc conform SR EN 1993-1-1. Pereții de clasa 4 sunt cei cu suplețe mai mare decât valorile corespunzătoare clasei 3 de secțiune. Pereții din clasa 4 comprimați și/sau încovoiați, în care tensiunile de compresiune sunt mai mari decât tensiunea critică de voalare, se consideră că lucrează în cadrul secțiunii cu caracteristici geometrice reduse (secțiunea efecă). Calculul acestor pereți (secțiuni) se face cu metoda lățimii efecă, în conformitate cu prevederile SR EN 1993-1-3 și SR EN 1993-1-5.

Figura B.6.2 prezintă comparativ relația moment - curbura pentru cele patru clase de secțiune.

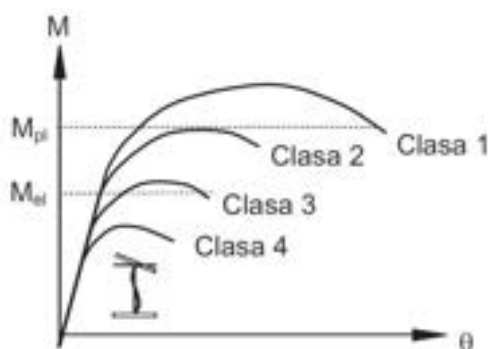


Figura B.6.2. Relația moment-curbura pentru clasele de secțiune 1-4

Clasa de secțiune a elementelor structurale componente este un factor esențial pentru definirea clasei de ductilitate a structurii. În tabelul 6.1 se prezintă relația dintre clasa de ductilitate a structurii și clasele de secțiune (vezi Tabelul B.6.1). Pentru relaționarea claselor de secțiune cu factorul de comportare q , se va face corelarea între tabelele 6.1 și 6.3.

Structurile realizate din elemente structurale cu secțiune de clasa 4 se vor dimensiona numai în domeniul elastic, cu un factor de comportare q egal cu 1, luând în considerare caracteristicile geometrice ale secțiunii eficiente (vezi și capitolul B.6.3.2).

B.6.2.3 Condiții privind materialele

(1), (2) Pentru structurile din clasele DCH și DCM de ductilitate, în elementele disipative (care conțin zone plastice potențiale) se vor utiliza mărcile de oțeluri S235, S275, S355, S420 și S460.

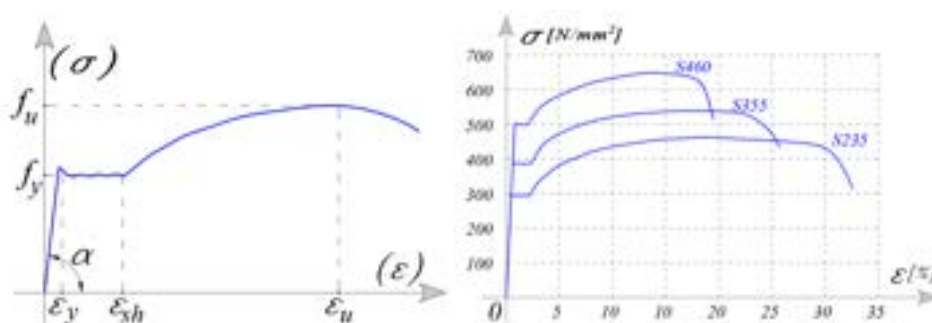


Figura C 6.3. Diagrama caracteristică $\sigma - \varepsilon$ și exemplificare pe mărci de oțeluri

(3), (4) Elementele din tabla cu grosimi mai mari de 16 mm solicate la întindere perpendicular pe planul lor sunt susceptibile de apariția destrămării lamelare. Riscul de apariție a acestui fenomen este semnificativ în cazul plăcilor de capăt ale grinzilor în cazul îmbinărilor grinda-stâlp în zona afectată termic de sudura dintre talpa grinzii și placa de capăt. Riscul de destrămare lamelara poate să apară și în cazul grinzilor sudate direct de talpa stâlpului, în cazul stâlpilor sudați de placa de bază sau în cazul îmbinărilor de continuitate realizate cu flanșe.

În vederea evitării riscului de destrămare lamelară, se recomandă următoarele măsuri:

- evitarea soluțiilor constructive care conduc la tensiuni semnificative de întindere în direcția grosimii din cauza sudării și din efectul încărcărilor exterioare;
- dacă astfel de soluții nu pot fi evitate, este necesară utilizarea unor mărci de oțel cu o valoare minimă a găturii Z_z la încercarea la tracțiune pe epruvete prelevate pe direcția grosimii (încercare efectuată conform SR EN ISO 6892-1): $Z_z \geq Z_{z,nec}$
- unde $Z_{z,nec}$ este valoarea minimă necesară a găturii și se determină conform procedurii din SR EN 1993-1-10.

(5) Valoarea medie a limitei de curgere a oțelului este în general mai mare decât cea nominală și depinde de marca oțelului și tipul de produs siderurgic (table, profile, etc.).

În zonele disipative se limitează valoarea limitei de curgere maximă $f_{y,max}$, a materialului din elementele structurale respective pentru a asigura concordanta între mecanismul de disipare proiectat și răspunsul real al structurii. Limita de curgere maximă, $f_{y,max}$, nu va

fi mai mare decât limita de curgere nominală amplificată cu factorul de suprarezistență:
 $f_{y,max} \leq \omega_{rm} \cdot f_y$.

Limita de curgere reală a zonei disipative se va determina prin încercări de laborator pe epruvete de tracțiune extrase din fiecare tip de profil aprovizionat din același lot de fabricație.

(6) Îmbinările cu șuruburi ale elementelor structurale care participă la preluarea și transmiterea acțiunii seismice (grinzi și stâlpi la cadre necontravântuite, grinzi, stâlpi și contravântuiri la cadre contravântuite) se vor proiecta cu șuruburi de înaltă rezistență grupele 8.8 și 10.9.

Elementele care nu participa la preluarea și transmiterea acțiunii seismice (ex. grinzi secundare de planșeu), pot fi îmbinate și cu șuruburi din grupele de calitate 4.6, 5.6, 5.8 și 6.8.

(7) În general, șuruburile și tije de ancoraj ale stâlpilor în fundații se recomandă să se realizeze din oțeluri din grupe de calitate 4.6 și 5.6. sau din oțel mărcile S235, S275, S355, S420 sau S460.

Atunci când se folosesc șuruburi sau tije de ancoraj cu caracteristici fizico-mecanice similare grupei de calitate 8.8, trebuie să se acorde o atenție sporită clasei betonului, respectiv sistemelor de ancorare. În principiu, trebuie să existe compatibilitate între rezistența la întindere a șuruburilor și aderența dintre acestea și betonul din fundații.

B.6.2.4 Tipuri de structuri

Sistem structural de tip cadru necontravântuit

Capacitatea de rezistență și rigiditate a structurii solicitate la acțiunea seismică este asigurată, în principal, de rezistența și rigiditatea la încovoiere a grinzilor și stâlpilor, precum și de capacitatea de transmitere a momentelor încovoietoare la nivelul îmbinărilor dintre grinzi și stâlpi, respectiv a îmbinărilor dintre stâlpi și fundații. Condițiile de conformare și proiectare pentru acest tip de structuri sunt detaliate în paragraful 6.6.

Pentru cadrele necontravântuite cu îmbinări rigla-stâlp rigide, articulațiile plastice se vor dirija la capetele grinzilor. Pentru a asigura suprarezistența îmbinării față de elementul îmbinat, se poate reduce local secțiunea tălpilor grinzii – soluția "dog-bone". Zonele disipative pot fi situate și în stâlpi, respectiv la baza acestora (deasupra prinderii în fundații) și la partea superioară a stâlpilor de la ultimul etaj.

P 100-1 permite utilizarea îmbinărilor rigla-stâlp semirigide și parțial rezistente (în conformitate cu clasificarea din SR EN 1993-1-8), dacă îmbinările au capacitate de rotire totală suficientă (cel puțin egală cu $0,04 \text{ rad}$ pentru clasa DCH de ductilitate, respectiv $0,03 \text{ rad}$ pentru clasa DCM de ductilitate). Formarea articulațiilor plastice în îmbinări este permisă în condițiile în care rigiditatea și capacitatea reală de rezistență sunt luate în calcul în analiza structurii.

În cazul cadrelor parter cu îmbinări rigla-stâlpi rigide și de rezistență completă și cu prinderi rigide în fundații, articulațiile plastice se pot forma la partea superioară și la baza stâlpilor, cu condiția ca forța axială de compresiune din stâlpi, N_{Ed} , să îndeplinească condiția $N_{Ed}/N_{pl,Rd} < 0,3$ (N_{Ed} – efortul axial de proiectare în gruparea de încărcări care conține acțiunea seismică; $N_{pl,Rd}$ – rezistența plastică a secțiunii la compresiune centrică).

Sistem structural de tip cadru contravântuit centric

Cadrelle contravântuite centric sunt acele cadre cu contravântuiri la care axele elementelor structurale se întâlnesc în noduri și formează o structura verticală triangulată (vezi Figura B.6.4). Condițiile de conformare și proiectare pentru acest tip de structuri sunt detaliate în paragraful 6.7.

În aceasta categorie intră următoarele sisteme structurale (vezi Tabelul 6.3):

- Contravântuiri cu diagonale întinse active, la care forțele orizontale sunt preluate numai de diagonalele întinse, neglijând diagonalele comprimate.
- Contravântuiri cu diagonale în V, la care forțele orizontale sunt preluate atât de diagonalele întinse cât și de cele comprimate. Punctul de intersecție al acestor diagonale este situat pe grinda, care trebuie să fie continuă.



Figura B.6.4. Sisteme constructive cu contravântuiri centrice

Pentru asigurarea unei comportări ductile a acestor sisteme, este necesar ca secțiunile diagonalelor să fie de clasa 1 pentru clasa de ductilitate structurală DCH și clasa 1 sau 2 pentru clasa de ductilitate structurală DCM. Prinderile diagonalelor trebuie să asigure nivelul de suprarezistență specificat la 6.5.5.

Utilizarea unor contravântuiri având secțiuni cu suplețe ridicată poate să conducă la o voalare prematură a acestora, chiar și la nivele reduse ale deplasărilor relative de nivel și, implicit, la o ductilitate redusă a elementelor.

Se pot folosi și alte sisteme de contravântuiri, de exemplu contravântuiri în X pe două niveluri sau contravântuiri în V-inversat cu bară verticală de legătură (vezi Figura B.6.5).

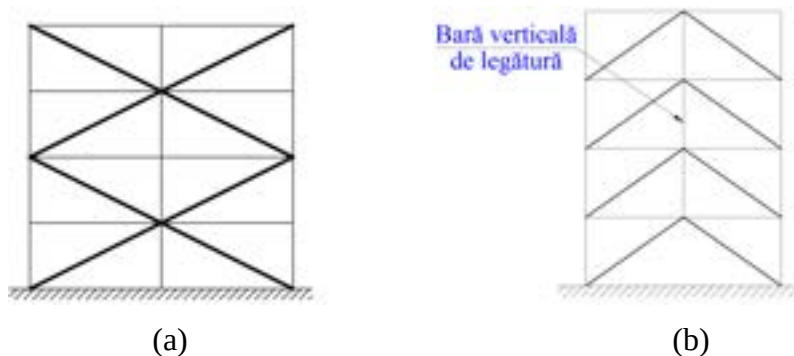


Figura B.6.5. Cadre cu contravântuiri în X pe două niveluri (a) și contravântuiri în V cu bară verticală de legătură (AICS, 2005)

Aceste cadre pot fi proiectate cu o comportare post elastică similară cadrelor contravântuite în X. Aceste două sisteme au avantajul că asigură o reducere a forțelor transmise grinzilor după flambajul contravântuirilor comprimate. Sistemul cu contravântuiri în X pe două niveluri este în general mai flexibil decât sistemul cu contravântuiri în V, pe de altă parte sistemul cu bară verticală de legătură asigură o

uniformizare a eforturilor axiale din contravântuiri pe înălțimea structurii. Folosirea acestor două sisteme reduce riscul formării mecanismelor de nivel.

Sistem structural de tip cadru contravântuit excentric

Caracteristica principală a acestor sisteme constă în transmiterea forței axiale din contravântuiri prin intermediul unui segment de grindă, denumit bară disipativă (link), solicitat la forfecare și/sau încovoiere (vezi Figura B.6.6)

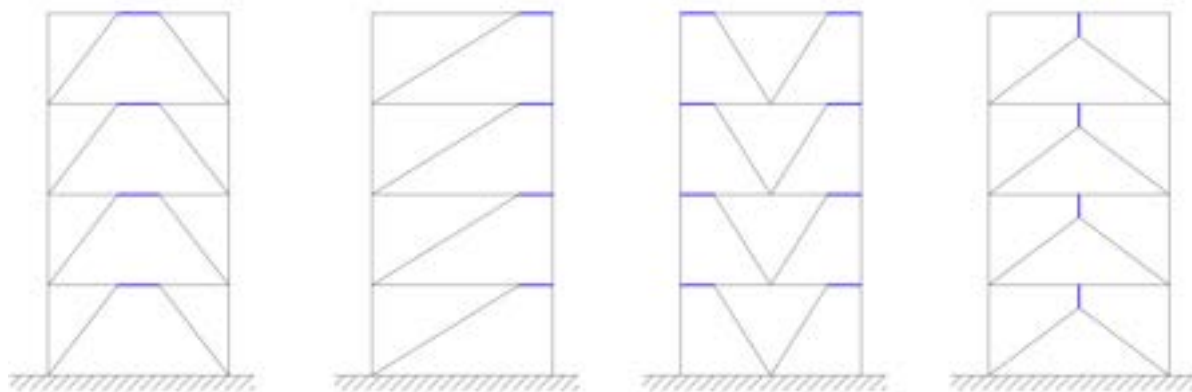


Figura B.6.6. Sisteme constructive cu contravântuiri excentrice

Avantajul cadrelor cu contravântuiri excentrice constă în faptul că printr-o alcătuire și dimensionare corespunzătoare a sistemului structural, se poate obține o rigiditate similară celei oferite de cadrele cu contravântuiri centrice, simultan cu caracteristici de ductilitate specifice cadrelor necontravântuite.

Condițiile de conformare și proiectare pentru acest tip de structuri sunt detaliate în paragraful 6.8.

Sistem structural de tip pendul inversat

Aceste structuri sunt caracteristice pentru structuri care susțin rezervoare de apă, platforme sau structuri parter care susțin greutăți mari, cum ar fi cele pentru silozuri, buncăre etc. Condițiile de conformare și proiectare pentru acest tip de structuri sunt detaliate în paragraful 6.9.

Sistem structural de tip cadru cu contravântuiri cu flambaj împiedicat

Caracteristica principală a contravântuirilor împiedicate la flambaj este dată de răspunsul histeretic cvasi-simetric, care se datorează prevenirii flambajului la compresiune. Aceste contravântuiri se compun de regulă dintr-un miez de oțel înglobat într-o teacă metalică umplută cu mortar, care are rolul de a preveni flambajul miezului din oțel. La fel ca în cazul contravântuirilor centrice obișnuite, dispunerea contravântuirilor împiedicate la flambaj trebuie făcută astfel încât axele barelor să se întâlnească într-un punct. Comportarea histeretică stabilă a contravântuirilor cu flambaj împiedicat conduce la un răspuns seismic superior față de cel al cadrelor cu contravântuiri centrice clasice. Acest fapt oferă posibilitatea folosirii unor factori de comportare q mai mari.

Condițiile de conformare și proiectare pentru acest tip de structuri sunt detaliate în paragraful 6.10.

Sistem structural de tip cadru necontravântuit cu panouri de forfecare din oțel

Panourile de forfecare sunt alcătuite dintr-o inimă alcătuită din panouri de tablă rigidizate sau nu, amplasate pe aceeași verticală în golurile din planul cadrelor necontravântuite, având ca elemente de bordare stâlpii și riglele de cadru.

Condițiile de conformare și proiectare pentru acest tip de structuri sunt detaliate în paragraful 6.11.

Sistem structural dual (cadre necontravântuite asociate cu cadre contravântuite)

În general, pentru structura unei clădiri nu se pot folosi numai cadre contravântuite, acestea fiind de regula asociate cu cadre necontravântuite. În situația în care cadrele necontravântuite sunt proiectate să preia cel puțin 25% din acțiunile orizontale, sistemul structural compus (cadre necontravântuite și contravântuite) se numește sistem dual. În principiu, un sistem dual se poate obține prin combinarea cadrelor contravântuite și necontravântuite în același plan (structura 2D), sau în plane diferite pe aceeași direcție (structura 3D), conlucrarea fiind asigurată de efectul de diafragmă al planșeului.

Se pot realiza structuri duale prin combinarea cadrelor necontravântuite cu cadre contravântuite centric, respectiv cu cadre contravântuite excentric. Pentru ambele sisteme compuse, în P 100-1 sunt prevăzute valori distincte ale factorilor de comportare q .

Structuri metalice asociate cu nuclee sau pereți de beton armat

La aceste structuri, forțele orizontale sunt preluate în principal de diafragme sau nuclee de beton armat (tabel 6.3.e). Cadrele metalice, de regula necontravântuite, se dimensionează din acțiuni gravitaționale. Calculul elementelor din beton armat se face în conformitate cu prevederile din capitolul 5 al P 100-1. Calculul structurii metalice se face în conformitate cu prevederile din SR EN 1993-1-1 și SR EN 1993-1-8.

În cazul structurilor nesimetrice, sau simetrice dar cu o distribuție excentrică a maselor, trebuie luate măsuri pentru preluarea efectelor de torsiune deoarece nucleul de beton armat nu asigură întotdeauna rigiditatea la torsiune necesară. O soluție poate fi introducerea unor contravântuiri verticale în structura metalică, de preferat în cadrele perimetrale. În acest caz structura se dimensionează în conformitate cu prevederile relevante din P 100-1.

B.6.2.6 Factori de comportare

(1-3, 7) Semnificația factorului de comportare q a fost prezentată în paragraful C 6.2, respectiv Figura B.6.1. Valorile factorului q asociate diferitelor tipuri de structuri sunt prezentate în Tabelul 6.3. Valorile din tabel pot fi utilizate cu condiția respectării criteriilor de ductilitate și suprarezistența precizate în paragrafele 6.6-6.11, respectiv cele cu privire la calitatea materialelor din capitolul 6.2 și a calității execuției din capitolul 6.12. Se subliniază faptul că utilizarea valorilor din tabelul 6.3 se poate face doar în condițiile satisfacerii criteriilor de regularitate a structurii, precizate în capitolul 4.4.3.

În situația în care structura este neregulată în elevație, valorile factorului de comportare q date în tabel se reduc cu 20%. Aceasta reducere se explică prin faptul că neregularitatea pe verticală (nivele cu rigiditate și/sau rezistență substanțial diferite de nivelele adiacente) poate genera apariția unor mecanisme plastice de nivel. În cazul în care structura prezintă neregularitate atât în plan cât și pe verticală, se recomandă reducerea cu cel puțin 30% a valorii de referință a factorului q (data în tabelul 6.3).

În urma penalizării valorii factorului de comportare pentru neregularități în plan orizontal, în plan vertical sau pentru sensibilitate mare la torsiune, valoarea factorului

de comportare q nu va fi mai mică decât 1,50, pentru structuri proiectate pentru clasa de ductilitate DCH și DCM și 1,00 pentru structuri proiectate pentru clasa de ductilitate DCL.

(4-5) Valorile raportului α_u/α_1 prezentate în tabelul 6.3 din P 100-1 pentru diverse tipuri de structuri reprezintă redundanța structurală definită prin factorul q_R (vezi Figura C 6.1). Teoretic, acest raport are valoarea 1 doar în cazul structurilor static determinate, care pot forma o singură articulație plastică. Valori mai exacte ale raportului α_u/α_1 se pot determina printr-o analiză statică neliniară (*pushover*), caz în care acest raport se limitează superior la valoarea 1,3.

(6) Factorul q se va determina independent pentru fiecare direcție principală a structurii, în funcție de tipul structural considerat, cu valorile maxime date în tabelul 6.3 din P 100-1. În principiu, se recomandă ca structura să fie conformată astfel încât să aibă rigidități și capacități de deformare în domeniul post-elastic comparabile pe cele două direcții. În practica curentă de proiectare se întâlnesc însă numeroase situații în care pe o direcție se utilizează cadre necontravântuite, iar pe cealaltă cadre contravântuite sau cadre duale.

B.6.3 Calculul structural

(1-2) O structura bine conformată pentru a prelua acțiunile seismice trebuie să asigure prin alcătuire, calcul, dimensionare și detalii constructive un echilibru între rezistența, rigiditatea și ductilitatea elementelor structurale și a îmbinărilor acestora. În acest context, calculul structurii se realizează în ipoteza că toate elementele structurale componente sunt active. Excepție fac structurile în cadre contravântuite centric cu diagonale care lucrează numai la întindere (în X sau alternante). În aceste cazuri, dacă nu se efectuează un calcul neliniar, se neglijează aportul contravântuirilor comprimate la preluarea acțiunii seismice. Spre exemplu, în cazul unei analize elastice cu forțe statice echivalente, se vor considera doar contravântuirile întinse pentru un sens al forțelor; vor fi deci două modele structurale pentru cele două sensuri ale acțiunii seismice. În cazul unui calcul modal cu spectre de răspuns, se pot utiliza cele două modele structurale menționate anterior, dar eforturile și reacțiunile de calcul se vor obține din înfășurătoarea rezultatelor celor două analize structurale.

Modelarea structurii pentru analiza va ține seama de efectul de diafragma orizontală dat de planșee, care se vor proiecta ca atare în conformitate cu prevederile de la 4.4.1.6.

În cazul în care se accepta îmbinări semirigide și/sau parțial rezistente, în analiza globală statică sau dinamică se va ține seama de rigiditatea și de rezistența acestora.

B.6.4 Proiectarea structurilor pentru clasa de ductilitate DCL

Clădirile se proiectează pentru clasa de ductilitate DCL astfel încât să îndeplinească cerințele fundamentale ale proiectării seismice date în capitolul 2.

B.6.5 Proiectarea structurilor pentru clasa de ductilitate DCM sau DCH

B.6.5.1 Generalități

Ductilitatea unei structuri solicitată la acțiunea seismică este dată de capacitatea structurii de a disipa energia indusă de mișcarea seismică prin deformații plastice. Ductilitatea structurală definește capacitatea structurii de a dezvolta deformații în domeniul post-elastic fără o reducere semnificativă a capacității portante.

B.6.5.2 Criterii de proiectare

(1–2) Structurile disipative (clasele de ductilitate DCH și DCM) sunt acele structuri la care, prin proiectare și execuție, se asigură cerințele de ductilitate la nivelul materialului, secțiunilor, elementelor structurale, îmbinărilor și a structurii pe ansamblu.

Structurile disipative se proiectează în așa fel încât deformațiile plastice să fie dirijate în anumite zone ale structurii, în funcție de tipul structurii (vezi B.6.3.1). În general, într-o structură există componente care pot avea o comportare fragilă (de exemplu șuruburile și sudurile în îmbinări), sau care trebuie să aibă o comportare preponderent elastică pentru asigurarea stabilității generale a structurii (de exemplu stâlpii). Aceste componente trebuie să li se asigure prin proiectare o suprazistentă suficientă pentru a rămâne în domeniul elastic chiar și după plasticizarea componentelor disipative. Elementele disipative vor fi dimensionate din punct de vedere al rezistenței și al stabilității în așa fel încât să poată intra în lucru în domeniul post-elastic, la nivelul de solicitare corespunzător factorului de comportare q considerat. În principiu, elementele disipative nu trebuie supradimensionate. Există situații în care pentru a se dirija și controla deformațiile plastice, se recurge la o reducere a capacității portante a elementelor ductile în zonele disipative (exemplu: grinzi cu secțiune redusă în vecinătatea îmbinărilor cu stâlpii; contravânturi comprimate realizate din oțel de marca inferioară față de restul structurii, etc.)

(3–4) În cazul oțelului, cerințele de ductilitate de material se exprimă prin intermediul alungirii specifice la rupere, respectiv prin raportul dintre rezistența la rupere și rezistența minimă la curgere; aceste cerințe sunt specificate în capitolul 6.2.3 și la B.6.2.3.

Ductilitatea elementelor structurale depinde de ductilitatea de material, de ductilitatea de secțiune, de tipul de solicitare, de viteză și modul de rezemare a elementului structural. În principiu, ductilitatea elementului structural exprimă capacitatea acestuia de a forma articulații plastice. Ductilitatea elementelor structurale solicitate la întindere este dată de ductilitatea de material. În cazul elementelor comprimate și/sau încovoiate, ductilitatea elementelor structurale se definește prin capacitatea de rotire plastică pentru grinzi, stâlpi, bare disipative lungi, capacitatea de deformare plastică la forfecare pentru bare disipative scurte și capacitatea de deformare plastică axială pentru contravânturi.

Ductilitatea structurală se asociază cu capacitatea de deformare laterală a structurii în domeniul post-elastic pe durata acțiunii seismice. Ductilitatea structurală integrează ductilitatea de material, ductilitatea secțiunilor, ductilitatea elementelor structurale și a îmbinărilor.

Limitarea deplasărilor relative de nivel are ca scop principal asigurarea integrității elementelor nestructurale (pereți de închidere și compartimentare) în cazul unui cutremur major. Indirect, această verificare limitează și cerința de ductilitate a structurii.

(5–6) Toate îmbinările dintre componentele structurale principale se proiectează pentru a răspunde elastic la acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime. Se pot utiliza îmbinări cu componente disipative numai pe baza unui acord tehnic care conține prevederi privind utilizarea lor în condiții de solicitare seismică.

Ductilitatea îmbinărilor dintre elementele structurale se exprimă prin capacitatea de deformare în domeniul plastic a acestora.

Ghidul de proiectare GP 082/2003 prezintă soluții constructive și parametri pentru proiectarea îmbinărilor ductile la structuri metalice în zone seismice. Totodată, în acest

ghid se prezinta procedeul de efectuare a încercărilor experimentale în regim ciclic pentru elemente structurale și îmbinări bazat pe recomandările europene ECCS, 1985.

Trebuie însă menționat că o îmbinare structurală nu se rezumă numai la mijloacele de asamblare (șuruburi, cordoane de sudura), ci implica interacțiunea mai multor elemente componente ce aparțin elementelor structurale care se îmbină.

De exemplu, într-o îmbinare grindă-stâlp cu placă de capăt și șuruburi se pot evidenția următoarele componente ale îmbinării: placa de capăt la încovoiere (incluzând șuruburile), talpa stâlpului la încovoiere (incluzând șuruburile), inima stâlpului la compresiune, inima stâlpului la întindere, talpa grinzii la compresiune. În funcție de tipologia nodului, numărul componentelor poate fi mai mare sau mai mic. Între aceste componente, unele (de exemplu panoul de inima al stâlpului, placa de capăt etc.) au capacitatea de a se deforma în domeniul plastic, asigurând îmbinării o comportare ductilă, altele (de exemplu șuruburile și cordoanele de sudura) au o comportare fragilă. Este necesar ca proiectarea componentelor fragile să asigure o suprarezistență față de elementele ductile ale îmbinării, pentru a li se asigura o comportare elastică pe toată durata acțiunii seismice. Pentru a asigura o comportare ductilă a unui nod, componentele îmbinării cu rezistența cea mai mică vor trebui să aibă cele mai bune proprietăți de ductilitate.

Suprarezistența și ductilitatea se asigură prin proiectare, printr-o alegere corespunzătoare a materialului, printr-o corectă alcătuire și dimensionare a îmbinării și prin controlul calității execuției.

B.6.5.3 Reguli de proiectare pentru elemente supuse la compresiune și/sau încovoiere

(1) Elementele care se deformează plastic la acțiunea seismică de proiectare, corespunzătoare stării limită ultime, din cauza compresiunii și/sau încovoierii se proiectează astfel încât să aibă ductilitate suficientă prin limitarea supleței pereților secțiunii, conform claselor de secțiuni transversale definite SR EN 1993-1-1.

B.6.5.4 Reguli de proiectare pentru elemente întinse

(1) Cerințele de ductilitate pentru elemente întinse sunt date în SR EN 1993-1-1.

(2) Pentru verificarea elementelor supuse la întindere se utilizează prevederile SR EN 1993-1-1.

B.6.5.5 Reguli de proiectare pentru îmbinări în zone disipative

(1) Prin concepția constructivă, dimensionarea, tehnologia de execuție și controlul calității, se vor evita concentrările de tensiuni și apariția unor tensiuni reziduale mari în îmbinările elementelor structurale, în special în acele componente care au o comportare fragilă.

(2) Rezistența îmbinărilor nedisipative trebuie să fie suficientă pentru a permite formarea zonei plastice complet consolidate în elementele disipative adiacente. În acest scop, efortul de calcul pentru dimensionarea îmbinării ($F_{Rd,j}$), se determină pe baza efortului capabil al elementului îmbinat ($F_{Rd,pl}$), ținând cont de factorul și de suprarezistența de material (ω_{rm}) și de consolidarea oțelului (ω_{sh}) .

(4-5) Îmbinările cu șuruburi solicitate la forfecare vor fi realizate cu șuruburi de înaltă rezistență pretensionate, pentru a realiza transmiterea eforturilor prin lunecare împiedicată. Sunt admise îmbinări din categoriile B (lunecarea împiedicată la starea

limita de serviciu) și C (lunecarea împiedicată la starea limită ultimă) conform SR EN 1993-1-8. Suprafețele pieselor în contact vor fi prelucrate pentru a se încadra în clasele A (coeficient $\mu=0.5$) și B ($\mu=0.4$) conform SR EN 1090-2 tabelul 17.

(7) În scopul asigurării unei comportări ductile, în cazul îmbinărilor cu șuruburi solicitate în planul lor, rezistența la forfecare a șuruburilor va depăși cu cel puțin 20% rezistența la presiune pe pereții găurii. Se asigură astfel un mod de cedare ductil prin plasticizarea găurii (ovalizare plastică), evitând forfecarea tijei, care reprezintă un mod de cedare fragil.

În cazul îmbinărilor cu șuruburi de înaltă rezistență pretensionate, care lucrează în planul lor, pentru a ține seama de posibilitatea lunecării pieselor ca efect al solicitării ciclice, îmbinările se vor verifica și ca îmbinări cu șuruburi obișnuite, în concordanță cu prevederile SR EN 1993-1-8.

(8) Din cauza rigidității și capacității de deformare substanțial diferite a îmbinărilor cu șuruburi și a celor sudate, nu se admit soluții constructive hibride, la care preluarea și transmiterea eforturilor să se realizează simultan prin șuruburi și cordoane de sudură. Este permisă folosirea șuruburilor la montajul unor elemente îmbinate cu sudură, dacă șuruburile nu sunt luate în considerare la dimensionarea îmbinării în faza finală.

B.6.5.6 Reguli de proiectare pentru îmbinări în zone nedisipative

(1) Îmbinările elementelor nedisipative se realizează astfel încât să se îndeplinească cerința:

$$F_{Rd,j} \geq \omega_{rm} F_{Rd,pl}$$

B.6.5.7 Reguli de proiectare pentru prinderea stâlpilor în fundații

Pentru transmiterea eforturilor din șuruburile de ancoraj în fundație, trebuie să existe compatibilitate între rezistența la întindere a șuruburilor și aderența dintre acestea și betonul din fundație. În general, șuruburile pentru ancorarea stâlpilor în fundații se realizează din oțeluri S235, S275, S355, S420 sau S460.

(1) Prinderea stâlpului în fundație se dimensionează pentru a asigura îmbinării de la baza stâlpului o suprarezistență care să mențină componentele acesteia în domeniul elastic pe tot parcursul acțiunii seismice. Eventualele articulații plastice vor putea să se formeze numai în stâlpi, în vecinătatea îmbinării, dar nu în aceasta. Componentele îmbinării de la baza stâlpului sunt șuruburile de ancoraj, placa de bază, traversele și rigidizările (atunci când acestea există). Pentru realizarea condiției de suprarezistență, îmbinarea de la baza stâlpilor se va dimensiona sub efectul eforturilor determinate conform relației (6.8) din P 100-1.

(2) Pentru a asigura o comportare ductilă a șuruburilor de ancoraj la solicitări extreme, se recomandă asigurarea unei zone de deformare liberă a șuruburilor de ancoraj de minim $5d$ (unde d este diametrul tijei șurubului). Materialul din care sunt confecționate șuruburile de ancoraj va îndeplini condițiile de ductilitate specificate în P 100-1 capitolul 6.2.

(3) Se recomandă evitarea stărilor complexe de tensiune în șuruburile de ancoraj (întindere și forfecare). În acest scop, P 100-1 recomandă ca forța tăietoare de la baza stâlpului să nu se transmită fundației prin șuruburile de ancoraj ci prin înglobarea bazei stâlpului într-o suprabetonare armată sau prevederea unor elemente sudate sub placa de bază a stâlpului. În caz contrar, verificarea șuruburilor de ancoraj se va face la efectul combinat al eforturilor de întindere și forfecare, în conformitate cu prevederile SR EN

1993-1-8. Alternativ, prinderea stâlpului în fundație se poate realiza prin înglobarea acestuia în infrastructura pe o înălțime care să îi asigure ancorarea directă, fără a fi necesare șuruburi de ancoraj.

B.6.5.8 Îmbinările de continuitate ale stâlpilor

Îmbinările de continuitate ale stâlpilor se calculează conform SR EN 1993-1-8. Acestea se amplasează la aproximativ 1/3 din înălțimea de etaj pentru a facilita asamblarea îmbinării direct de pe planșeu și pentru ca îmbinarea să fie amplasată într-o zonă cu momente reduse.

B.6.5.9 Lungimile de flambaj ale stâlpilor structurilor multietajate

Prevederile din acest paragraf se aplică pentru determinarea lungimilor de flambaj ale stâlpilor structurilor multietajate realizate cu bare cu secțiune constantă pe lungimea lor.

B.6.6 Cadre necontravântuite

B.6.6.1 Criterii de proiectare

(1-3) Asigurarea unei capacități maxime de disipare a energiei seismice are loc în cazul unui mecanism plastic de tip global. În cazul cadrelor necontravântuite, această condiție corespunde formării articulațiilor plastice la capetele grinzilor, precum și la baza stâlpilor și la partea superioară a stâlpilor de la ultimul nivel. Evitarea formării articulațiilor plastice în stâlpi se bazează și pe faptul că aceste elemente structurale au o capacitate de rotire plastică mai redusă din cauza forței axiale, iar cedarea acestora afectează stabilitatea de ansamblu a structurii de rezistență.

B.6.6.2 Grinzi

(1) În cazul cadrelor necontravântuite, grinzile reprezintă elementele disipative principale. Disiparea energiei seismice are loc prin formarea articulațiilor plastice din încovoiere la capetele grinzilor.

(3) Dezvoltarea momentului plastic capabil al secțiunii și asigurarea capacității de rotire sunt influențate de zveltețea elementului, suplețea pereților secțiunii, precum și de prezenta unor forțe importante de compresie și/sau forfecare. De aceea, P 100-1 prevede dispunerea unor legături laterale suficiente pentru a împiedica flambajul grinzii prin încovoiere-răsucire în ipoteza formării articulației plastice la unul dintre capetele grinzii.

(4) În zonele disipative, secțiunile vor fi de clasa 1 pentru clasa DCH de ductilitate a structurii și de clasa 1 sau 2 pentru clasa DCM de ductilitate a structurii. Pentru ca momentul capabil al secțiunii și capacitatea de rotire să nu fie diminuate, forța axială va fi limitată la 15% din forța axială plastică capabilă a secțiunii, iar forța tăietoare va fi limitată la 50% din forța tăietoare plastică capabilă (vezi relațiile 6.17 și 6.18). În cazul în care forța axială și/sau forța tăietoare din grindă nu respectă condițiile (6.17) și (6.18), grinda nu poate fi considerată element disipativ la încovoiere. În cazul unui calcul structural elastic, forțele tăietoare sunt substanțial subevaluate față de nivelul forțelor tăietoare din structură care răspunde în domeniul plastic sub acțiunea încărcării seismice. De aceea, determinarea forței tăietoare din grinzile disipative se face în ipoteza formării articulațiilor plastice la cele două capete ale grinzii (conform relațiilor 6.19 și 6.20).

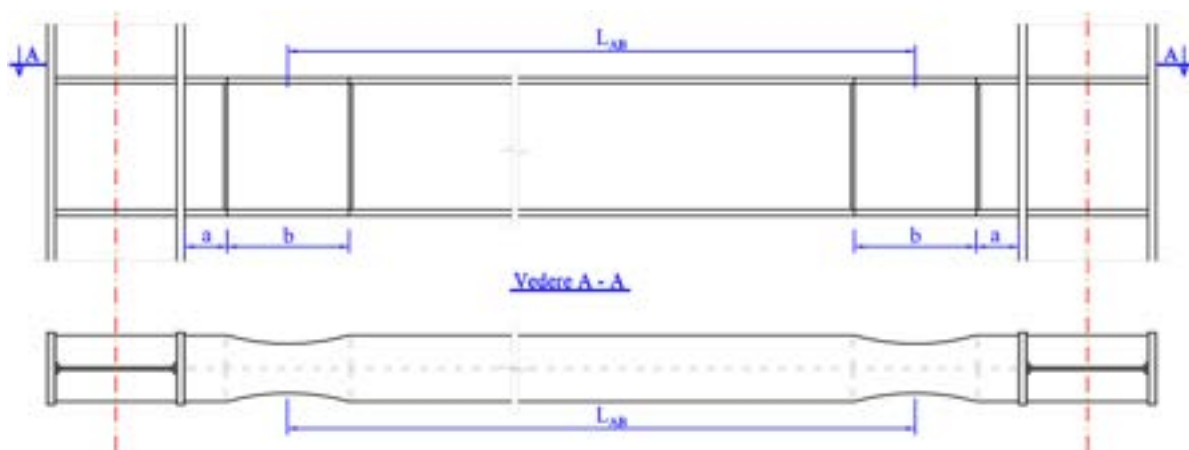


Figura B.6.7 – Distanța dintre zonele potențial plastice (L_{AB})

Pentru a preveni creșterea momentului capabil al grinzii ca urmare a conlucrării cu placa de beton armat, nu se vor dispune conectori în zona articulației plastice pe o lungime definită în secțiunea 7.7.5 din SR EN 1998-1.

(4) Asigurarea suprarezistenței îmbinărilor grinda-stâlp poate conduce în multe cazuri la soluții neeconomice. O alternativă o constituie reducerea lățimii tălpilor grinzii în apropierea zonei de îmbinare grinda-stâlp, prevăzută în Figura C.6.8.

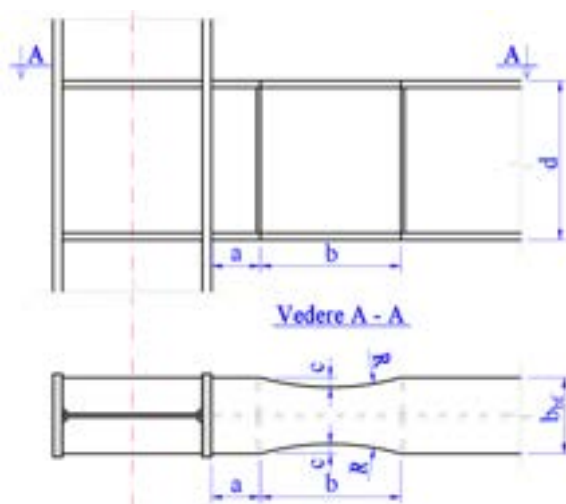


Figura B.6.8. Grinda cu secțiune redusă în zona potențial plastică

Dirijarea formării articulațiilor plastice în vecinătatea îmbinării grindă-stâlp se poate realiza fie prin reducerea secțiunii grinzii prin decuparea tălpilor conform relațiilor (6.21) fie prin mărirea secțiunii grinzii în vecinătatea îmbinării grindă-stâlp, conform Figurilor B.6.9 și B.6.10.

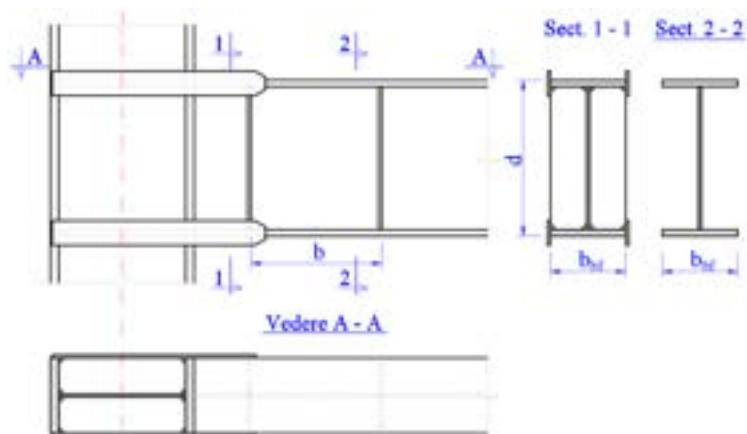


Figura B.6.9. Grinda cu mărirea secțiunii în zona îmbinării grindă-stâlp

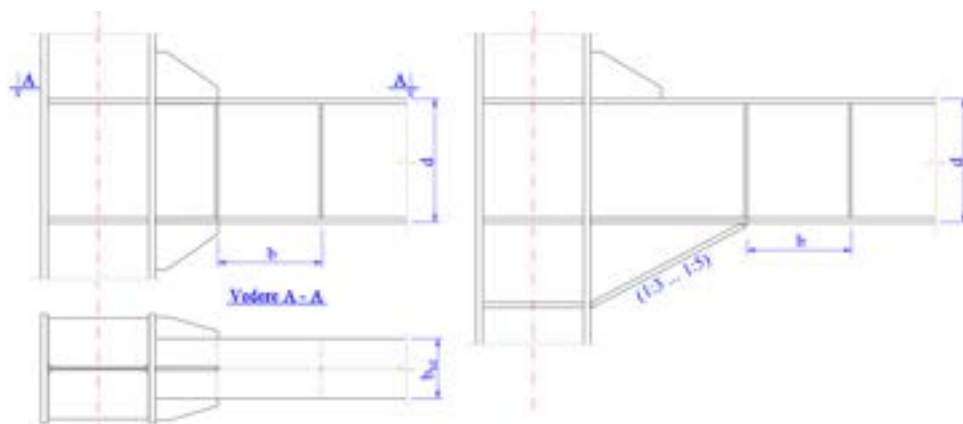


Figura B.6.10. Elemente suplimentare în îmbinarea grindă-stâlp (rigidizări sau vute)

(5-6) Pentru a preveni flambajul prin încovoiere-răsucire al grinzilor, acestea vor fi fixate lateral, la talpa superioară și inferioară. Distanțele maxime dintre aceste reazeme laterale și relațiile pentru determinarea rezistenței necesare a acestor prinderi laterale se determină conform SR EN 1993-1-1 și paragraful 6.6.2 (9). Suplimentar, legăturile laterale trebuie dispuse în zonele în care este posibilă formarea articulațiilor plastice.

B.6.6.3 Stâlpi

(1-2) Stâlpii care fac parte din structura principală de rezistență trebuie să aibă o rezistență suficientă pentru a preveni plasticizarea lor sub efectul acțiunii seismice de calcul (vezi B.6.5.1 - B.6.5.4). Excepție fac secțiunile stâlpilor în care se permite formarea articulațiilor plastice, respectiv la baza stâlpilor și la partea superioară a stâlpilor de la ultimul nivel (vezi B.6.6.1).

Pentru asigurarea suprarezistenței necesare a stâlpilor, eforturile de calcul se obțin prin însumarea eforturilor din componenta seismică amplificate cu factorul Ω_T și a celor din componenta gravitațională, conform relațiilor (6.22), (6.23) și (6.24).

P 100-1 prevede determinarea valorii Ω_d ca și valoarea minimă a rapoartelor $\Omega_{M,i} = M_{pl,Rd,i}/M'_{Ed,i}$ calculate pentru toate grinzile care conțin zone potențial plastice. Nu va fi luată în considerare suprarezistența $\Omega_{M,i}$ a grinzilor care nu sunt dimensionate din acțiunea seismică.

În cazul unui calcul simplificat se pot adopta valorile suprarezistenței sistemului structural Ω_T din Tabelul 6.5.

Întrucât este posibil ca nu întotdeauna condițiile de suprarezistență introduse prin relațiile (6.6) să conducă la evitarea apariției articulațiilor plastice în stâlpi, se recomandă ca, dacă proiectarea nu are la bază un calcul în domeniul inelastic, să se facă și verificarea condiției de grindă slabă – stâlp tare, în conformitate cu prevederile din SR EN 1998-1.

Verificarea de rezistență și stabilitate a stâlpilor se va efectua conform SR EN 1993-1-1.

Pentru determinarea lungimilor de flambaj ale stâlpilor structurilor multietajate se pot folosi prevederile de la 6.5.9.

B.6.6.4 Îmbinări grinda-stâlp

(4-6) Panoul de inimă al stâlpului are un aport important la ductilitatea totală a nodului. Deși panoul de inimă al stâlpului are o comportare ductilă, deformațiile excesive ale acestuia au un efect defavorabil asupra comportării de ansamblu a nodului. De aceea, rezistența panoului de inimă a stâlpului trebuie să fie echilibrată în raport cu cea a grinzilor adiacente. Forța tăietoare de calcul din panou se determină în ipoteza formării articulațiilor plastice în grinzile adiacente, pe baza momentelor plastice capabile, corectate prin proiectare la fața stâlpului.

Rezistența panoului de inimă al stâlpului se determină conform SR EN 1993-1-8. Creșterea rezistenței la forfecare a panoului de inimă al stâlpului poate fi obținută prin dispunerea unor plăci suplimentare (de dublare), vezi Figura B.6.11.

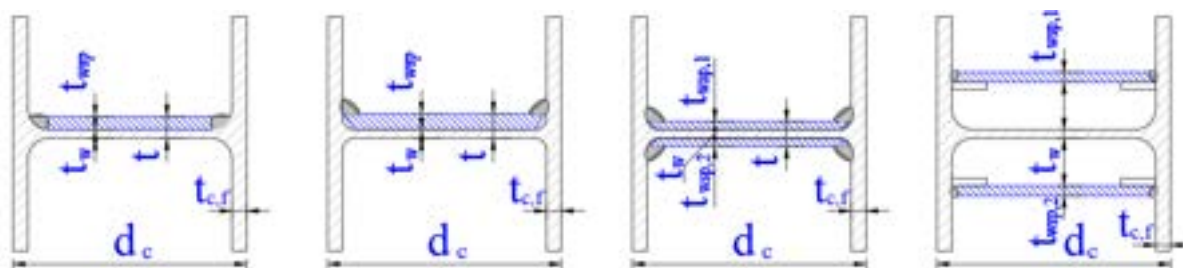


Figura B.6.11. Plăci de dublare pentru panourile de inimă

(7-9) Asigurarea rezistenței și rigidității nodurilor grindă-stâlp necesită, în general, dispunerea pe ambele părți ale stâlpului a unor rigidizări de continuitate la nivelul tălpilor grinzii. Pe lângă rolul de transfer al solicitărilor de la tălpile grinzii la stâlp, rigidizările servesc și la delimitarea panoului de inimă al stâlpului, care reprezintă o zonă puternic solicitată. Rigidizările vor fi proiectate astfel încât să posede o rezistență cel puțin egală cu cea a tălpilor grinzii.

(10) În zona îmbinării grinda-stâlp, tălpile stâlpului trebuie legate lateral. Aceste legături laterale pot fi realizate prin intermediul contravânturilor, grinzilor, planșelor de beton etc. În cazul în care nu există astfel de elemente în structură, se vor dispune elemente speciale, care trebuie să posede o rezistență de minim $0,02 f_y t_{bf} b$ (t_{bf} și b sunt dimensiunile tălpii grinzii).

(11 -12) Dacă structura este proiectată să formeze zone plastice în grinzi, îmbinările grinzilor cu stâlpii se realizează astfel încât să răspundă în domeniul elastic la incidența cutremurului de proiectare, corespunzător stării limită ultime. În cazul în care îmbinările nu au o suprarezistență suficientă (sunt parțial rezistente), articulațiile plastice se

formează în îmbinări. În acest caz, îmbinările trebuie să posedă capacitățile de rotire specificate anterior. Determinarea capacității de rotire a îmbinărilor trebuie demonstrată prin încercări experimentale.

La cadrele necontravântuite zonele disipative sunt amplasate la capetele grinzilor. Pentru îndeplinirea cerințelor de siguranță la starea limită ultimă sub efectul încărcării seismice, zonele plastice potențiale trebuie să posedă o capacitate de rotire adecvată (0,04 radiani pentru clasa de ductilitate DCH și 0,03 radiani pentru clasa de ductilitate DCM).

În cazul în care îmbinările sunt suprarezistente față de zonele disipative din grinzi, iar grinziile sunt proiectate conform capitolului 6.6.2 din P 100-1, capacitatea de rotire în articulațiile plastice din grinzi poate fi considerată adecvată.

Capacitatea de rotire θ a îmbinărilor sau a zonelor din grinzi adiacente îmbinărilor se determină cu relația $\theta = \delta / 0,5L$, unde θ reprezintă deformația grinzii la mijlocul deschiderii, iar L este deschiderea grinzii (vezi Figura B.6.12).

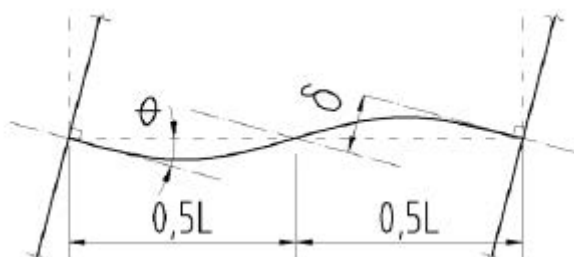


Figura B.6.12. Deformarea δ a grinzii pentru calculul rotirii θ

Capacitatea de rotire θ în articulațiile plastice trebuie asigurată pentru o încărcare ciclică, fără o degradare de rezistență și rigiditate mai mare de 20% (vezi Figura B.6.13). Această cerință este valabilă independent de amplasarea articulației plastice (îmbinare sau grinda).

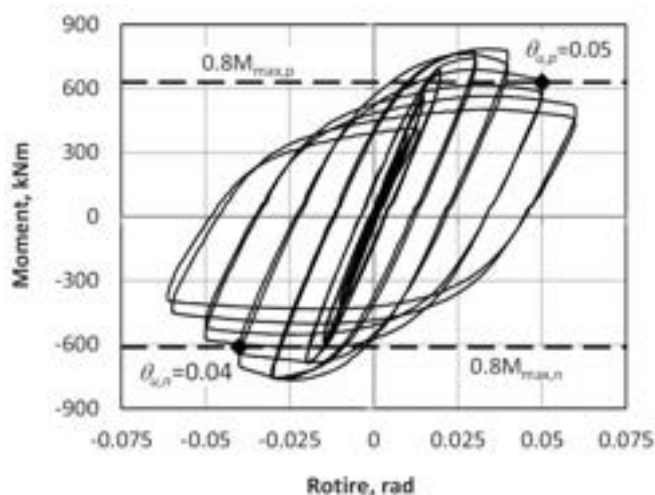


Figura B.6.13. Nivelul de acceptare al degradării de rezistență

B.6.6.5 Prinderea stâlpilor în fundații

La structurile clădirilor proiectate în clasele de ductilitate DCM și DCH, în vecinătatea bazei stâlpilor se pot dezvolta deformații plastice; zona potențial plastică situată în

vecinătatea bazei stâlpului trebuie să asigure rotiri plastice compatibile cu deformațiile globale, dar cel puțin de 0,04 rad.

B.6.7 Cadre contravântuite centric

B.6.7.1 Criterii de proiectare

(1-3) Cadrele contravântuite centric disipează energia seismică prin deformații plastice axiale ale contravântuirilor. Încercările experimentale pe contravântuiri solicitate la încărcări ciclice au arătat ca după producerea flambajului în domeniul plastic, forța capabilă de compresiune scade dramatic în ciclurile de încărcare succesive, ceea ce conduce la reducerea energiei disipate în semiciclurile de compresiune. Astfel, preluarea forțelor laterale seismice și disiparea energiei are loc preponderent în contravântuirile întinse.

Pentru a asigura o comportare uniformă a structurii per ansamblu, pentru ambele sensuri ale acțiunii seismice, proiecția orizontală a ariei contravântuirilor ascendente trebuie să fie cât mai apropiată de cea a ariei contravântuirilor descendente (vezi relația 6.38 și Figura 6.7 din P 100-1).

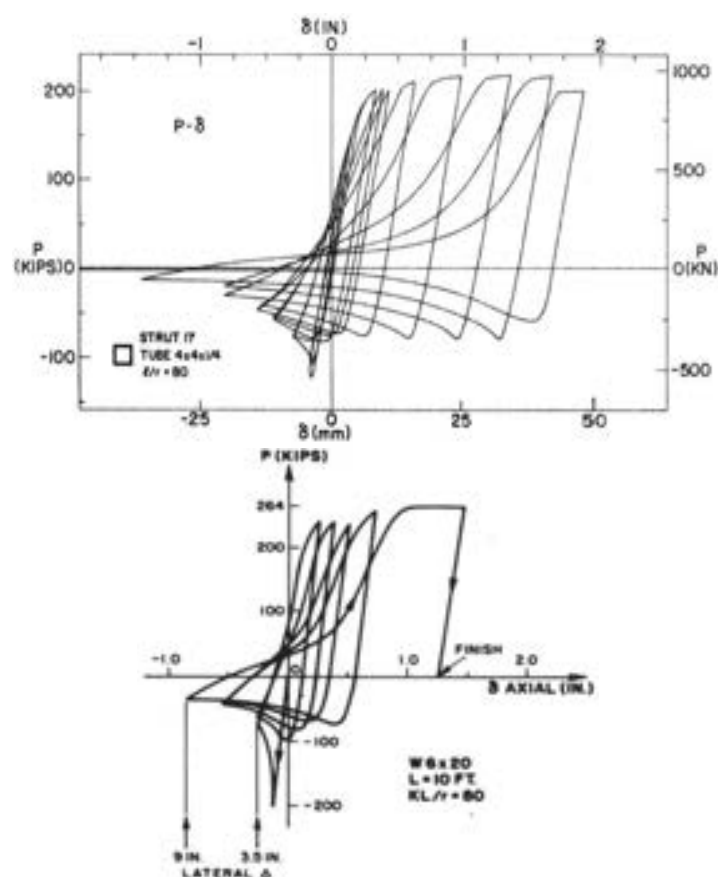


Figura B.6.14. Diagrama ciclica forță-deplasare pentru o contravântuire cu secțiunea din țevă rectangulară (Blank et al 1980) și pentru secțiune "H" (AISC 2010)

B.6.7.2 Particularități de calcul

(1) Contravântuirile cadrelor contravântuite centric sunt elementele disipative ale acestora. Acestea sunt caracterizate de o reducere semnificativă a capacității portante la

compresiune în urma deformațiilor plastice care au loc în timpul unui cutremur. De aceea, după încetarea acțiunii seismice, când contravântuirile sunt practic scoase din uz, preluarea încărcărilor gravitaționale trebuie să fie asigurată doar de grinzi și stâlpi, fără a ține cont de prezența contravântuirilor.

(2-3) Datorită reducerii semnificative a rezistenței contravântuirilor comprimate în urma flambajului plastic, contribuția contravântuirilor comprimate la preluarea forțelor orizontale produse de acțiunea seismică este redusă. Pentru a ține cont de acest aspect într-un calcul elastic, modelul structurii este construit în ipoteza ca sunt active doar contravântuirile întinse. Excepție fac structurile cu contravântuiri în V, la care atât contravântuirile întinse cât și cele comprimate se considera active.

În cazul în care se efectuează un calcul neliniar static sau dinamic, modelul de calcul trebuie să conțină atât contravântuirile întinse, cât și cele comprimate, cu condiția ca modelul inelastic al contravântuirii să reflecte comportarea acesteia înainte și după flambaj (vezi Figura B.6.14). Modelul de comportare a contravântuirii comprimate trebuie să aibă la baza justificări teoretice și experimentale adecvate.

B.6.7.3 Calculul diagonalelor

(1) Secțiunile transversale ale diagonalelor trebuie să se încadreze în clasa 1 de secțiuni pentru proiectarea în clasa DCH de ductilitate, respectiv în clasa 1 sau 2 de secțiuni pentru proiectarea în clasa DCM de ductilitate, în conformitate cu prevederile din SR EN 1993-1-1.

(2) Lungimea diagonalei se consideră egală cu distanța între nodurile teoretice; nodurile se consideră a fi intersecțiile axei diagonalei cu axele stâlpilor sau a grinzilor.

(3-9) Pentru toate sistemele de contravântuiri centrice, zveltețea adimensională a contravântuirilor $\bar{\lambda}$ se limitează superior la 2.0, pentru a preveni flambajul prematur al contravântuirii comprimate.

În cazul contravântuirilor cu diagonale în X, zveltețea adimensională $\bar{\lambda}$ va fi mai mare decât 1,3, pentru a evita suprasolicitarea stâlpilor în faza premergătoare flambajului diagonalei comprimate (atunci când sunt active atât diagonale întinse cât și cele comprimate).

(4-5) Contravântuirile solicitate la întindere se dimensionează astfel încât efortul plastic capabil al secțiunii transversale $N_{pl,Rd}$ să fie mai mare decât efortul de calcul din combinația seismică N_{Ed} . Pentru sistemele cu contravântuiri în V, diagonalele comprimate se vor verifica la flambaj conform SR EN 1993-1-1.

(12) Zonele cu secțiuni reduse amplasate pe lungimea diagonalelor au rolul de a asigura respectarea cerinței de zveltețe ($\bar{\lambda} \leq 2.0$) concomitent cu o capacitate de rezistență adecvată la întindere, cu valori optime a coeficienților de amplificare $\Omega_{d,i} = N_{pl,Rd,i} / N_{Ed,i} \geq 1,0$. Se recomandă ca raportul $N_{pl,Rd,i} / N_{Ed,i}$ să aibă valori cât mai apropiate de 1,0.

Pentru a avea o influență cât mai mică asupra flambajului diagonalei, zonele cu secțiune redusă se amplasează către extremitățile barei (în imediata vecinătate a prinderilor diagonalei de stâlpi) pentru a nu afecta capacitatea de rezistență la flambaj a diagonalei.

De asemenea, este necesar ca secțiunea redusă a diagonalei să asigure o capacitate de rezistență la întindere ($N_{pl,Rd,i} = A_{rs} \cdot f_y$) mai mare decât capacitatea de rezistență la flambaj a acesteia ($N_{b,Rd,i}$).

$N_{b,Rd,i}$ va fi evaluată cu secțiunea curentă, neredusă a diagonalei și lungimea de flambaj egală cu minimul dintre 0,80 din lungimea interax a diagonalei, respectiv distanța dintre mijloacele zonelor cu secțiune redusă).

$$N_{pl,Rd,i} \geq 1,1 \cdot N_{b,Rd,i}$$

Lungimea zonelor cu secțiune redusă din diagonale se determină cu relația:

$$L_r \geq 2 \cdot c + 5.65 \cdot \sqrt{t_f \cdot (b_{bf} - 2c)}$$

Semnificația termenilor c , t_f și b_{bf} este dată în Figura B.6.15:

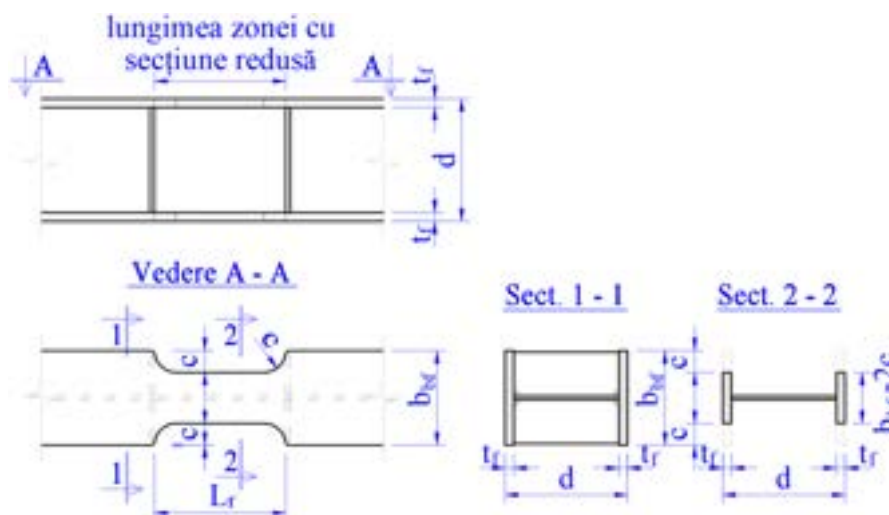


Figura B.6.15. Geometria zonei cu secțiune redusă amplasată la capetele diagonalelor

Pentru a preveni fenomenele de deplanare sau de pierdere a stabilității locale la capetele zonelor cu secțiuni reduse din diagonale se vor prevedea perechi de rigidizări transversale pe întreaga lățime a tălpilor diagonalei cu secțiune neredusă.

B.6.7.4 Calculul grinzilor și stâlpilor

(1) La cadrele contravântuite centric, grinzile și stâlpii sunt elemente nedisipative. Pentru a preîntâmpina plasticizarea lor, acestea trebuie să aibă o suprarezistență suficientă față de elementele disipative (contravântuirile). Eforturile de calcul în stâlpi și grinzi se obțin prin însumarea eforturilor din componenta seismică amplificate cu factorul Ω_T și a celor din componenta gravitațională, conform relațiilor (6.48)...(6.50).

Pentru verificarea elementelor nedisipative menționate anterior, valorile de proiectare ale eforturilor se evaluează din combinațiile de încărcare cu seismul pe o singură direcție amplificat cu factorul Ω_T .

(2) Pentru a se asigura un mecanism plastic global, diagonalele sistemului de contravântuiri trebuie să se plasticizeze cât mai uniform pe toată înălțimea structurii.

În acest scop, se recomandă ca valorile maximă și minimă ale rapoartelor $\Omega_{N,i}$ să nu difere cu mai mult de 25%. Această condiție este dificil de respectat în cazul clădirilor cu multe niveluri, la care acțiunea vântului poate impune cerințe de rezistență și rigiditate diferite față de acțiunea seismică. În cazul în care nu este posibilă respectarea

cerinței de uniformitate a solicitării contravântuirilor în situația seismică de proiectare, performanța seismică a structurii trebuie confirmată printr-un calcul neliniar.

(3) În cazul cadrelor cu contravântuiri în V inversat, grinzile trebuie proiectate pentru a prelua încărcările gravitaționale din combinația seismică și eforturile produse de către contravântuiri după flambajul diagonalei comprimate. Aceste eforturi se calculează considerând $N_{pl,Rd}$ pentru diagonala întinsă și $0.3 N_{pl,Rd}$ pentru diagonala comprimată. Calculul grinzii se va face fără a considera reazemul intermediar asigurat de contravântuiri.

(5) Funcționare corespunzătoare a sistemelor cu contravântuiri în V este asigurată de împiedicarea pierderii stabilității generale a grinzii. În acest scop se vor prevedea legături laterale la nivelul tălpilor grinzii în secțiunea de intersecție cu diagonalele.

(11) Zonele cu secțiuni reduse amplasate pe lungimea grinzilor cadrelor contravântuite centric asigură:

- a) Un control mai bun al poziției în care se pot dezvolta articulațiile plastice pe lungimea grinzilor și o evaluare mai exactă a cerinței de deformare plastică (rotire plastică) a acestora.
- b) Evitarea dezvoltării de mecanisme plastice de cedare a grinzii (mai mult de două articulații plastice pe grindă).
- c) Un spor de capacitate de rezistență sub solicitări seismice pentru stâlpii de cadru în raport cu grinzile (se asigură o ierarhizare favorabilă a capacității de rezistență între stâlpi și grinzi).
- d) Evitarea dezvoltării de mecanisme de cedare prin formarea de articulații plastice la capetele stâlpilor (mecanisme de etaj).

Zonele cu secțiuni reduse din grinzi vor fi prevăzute în vecinătatea prinderii grinzilor de stâlpi. Zonele cu secțiuni reduse din grinzi vor fi capabile să preia eforturile din situația seismică de proiectare:

$$\begin{aligned}N_{Ed} &= N_{Ed,G} + \sqrt{\Omega_T} N_{Ed,E} \\V_{Ed} &= V_{Ed,G} + \sqrt{\Omega_T} V_{Ed,E} \\M_{Ed} &= M_{Ed,G} + \sqrt{\Omega_T} M_{Ed,E}\end{aligned}$$

Configurația geometrică a zonelor cu secțiuni reduse din grinzile cadrelor contravântuite centric va respecta cerințele constructive de la zonele reduse ale grinzilor cadrelor necontravântuite (vezi 6.6.2, (11), și Figura 6.4).

B.6.7.5 Îmbinările grindă-stâlp

(1) Se recomandă ca îmbinarea grindă-stâlp să fie de tip rigid pentru a putea avea suficientă capacitate de disipare a energiei seismice în situația în care contravântuirile ies din lucru la acțiunea seismică.

În situația în care stâlpii de cadru nu au suficientă capacitate de rezistență la încovoiere în planul cadrului contravântuit în raport cu grinzile, se poate realiza prinderea articulată grindă-stâlp.

(2) Atunci când, din punct de vedere constructiv, îmbinarea poate fi considerată articulată, aceasta trebuie să permită dezvoltarea unei rotiri libere de cel puțin 0,02 rad.

(3) – (5) Îmbinarea trebuie să aibă suficientă capacitate de rezistență la încovoiere astfel încât să nu cedeze înaintea elementelor structurale care se îmbină..

B.6.7.6 Îmbinările barelor contravântuite

(1) Elementele de contravântuire sunt solicitate preponderent la forță axială. Prinderea acestora la noduri se poate realiza de tip articulat sau rigid.

Se recomandă îmbinarea diagonalelor la ambele capete să fie de tip articulat pentru a se putea controla starea de eforturi din contravântuire.

(2) Îmbinarea barelor de contravântuire se verifică la eforturile date de relațiile (6.58), (6.59) și (6.60)

B.6.8 Cadre contravântuite excentric

B.6.8.1. Criterii de proiectare

(1-4) La cadrele contravântuite excentric zonele disipative sunt localizate în barele disipative (linkuri). Celelalte elemente ale cadrelor contravântuite excentric trebuie să rămână preponderent în domeniul elastic sub efectul forțelor care se pot dezvolta după plasticizarea și consolidarea barelor disipative. Elementele componente ale cadrelor contravântuite excentric sunt prezentate în Figura B.6.12. Funcție de lungimea barei disipative, comportarea plastică a acesteia poate fi dominată de forfecare (pentru bare disipative scurte) sau de încovoiere (pentru bare disipative lungi). Barele disipative pot fi orizontale (pe lungimea grinzii, vezi Figura B.6.12 i-iii) sau verticale (exterioare grinzii, vezi Figura B.6.12 iv).

Pentru a evita concentrarea deformațiilor plastice într-un număr redus de bare disipative, este necesară asigurarea unui mecanism plastic global. Pentru aceasta, nivelul de solicitare al barelor disipative sub efectul acțiunii seismice trebuie să fie cât mai uniform.

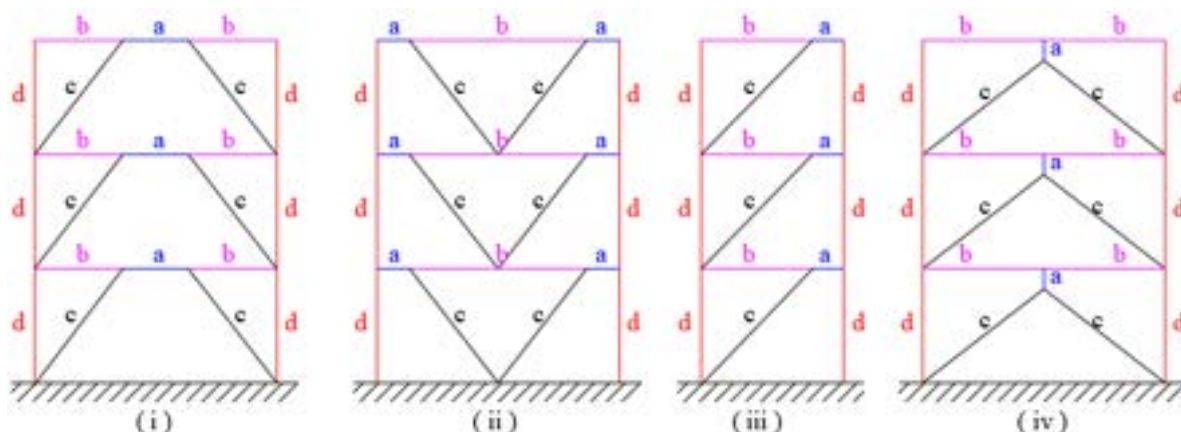
Pe lungimea barelor disipative se va evita transmiterea încărcărilor gravitaționale de la elementele planșeului. Se recomandă detașarea plăcii de planșeu de bara disipativă.

La cadrele contravântuite excentric, îmbinările de la capetele barelor de contravântuire se recomandă să fie de tip rigid.

B.6.8.2. Calculul barelor disipative

(1) Inima barelor disipative se va realiza fără plăci de dublare, deoarece este posibil ca acestea să nu participe corespunzător la mecanismul plastic al barei disipative. De asemenea, prezenta găurilor are un efect defavorabil asupra comportării plastice a barelor disipative, de aceea acestea nu sunt permise.

(2-9) Răspunsul inelastic al barelor disipative depinde semnificativ de lungimea barei, în relație cu raportul $M_{pl,link}/V_{pl,link}$. Atunci când lungimea barei disipative este mai mică decât $1,6M_{pl,link}/V_{pl,link}$ (bare disipative scurte), răspunsul inelastic va fi dominat de forfecare. Dacă lungimea barei disipative este mai mare decât $3M_{pl,link}/V_{pl,link}$ (bare disipative lungi), răspunsul inelastic va fi dominat de încovoiere. Pentru lungimi intermediare ale barei disipative, răspunsul inelastic este caracterizat de interacțiunea dintre forfecare și încovoiere (bare disipative intermediare). Capacitatea de deformare plastică a barelor disipative este în general mai mare pentru barele disipative scurte.



(a) = bară disipativă / link (b) = porțiunea de grindă adiacentă barei disipative
(c) = contravântuire (d) = stâlp

Figura B.6.16. Exemple de cadre contravântuite excentric (AISC 2010)

Efectul forței axiale asupra răspunsului inelastic al barei disipative poate fi neglijat dacă forța axială nu depășește 15% din forța axială plastică capabilă a barei disipative. În cazul în care nivelul forței axiale depășește 15% din forța axială plastică capabilă a barei disipative, forța tăietoare capabilă și momentul plastic capabil se vor reduce. În acest caz sunt permise doar barele disipative scurte, a căror lungime maximă este dată de relațiile (6.21) și (6.22).

În cazul cadrelor contravântuite excentric la care momentele încovoietoare la cele două capete ale barei disipative sunt egale (vezi Figura 6.9 (a) și Figura B.6.16 (i)), clasificarea barelor disipative (scurte, intermediare și lungi) se face conform indicațiilor de la 6.8.2 (8). În cazul cadrelor contravântuite excentric la care momentele încovoietoare la cele două capete ale barei disipative sunt diferite (vezi Figura 6.9 (a)-(c) și Figura B.6.16 (ii)-(iv)), clasificarea barelor disipative (scurte, intermediare și lungi) se face conform indicațiilor de la 6.8.2 (9).

(10-14) O comportare ciclică ductilă a barelor disipative se poate obține printr-o detaliere corespunzătoare a rigidizărilor transversale ale inimii. În acest scop, sunt necesare rigidizări la capetele barei disipative pe ambele părți ale inimii, precum și rigidizări intermediare (vezi Figura B.6.17).

La barele disipative scurte rigidizările intermediare au scopul de a limita voalarea plastică a inimii. În acest caz, distanța maximă dintre rigidizările intermediare depinde de deformația plastică necesară a barei disipative, o distanță mai mică fiind necesară pentru o capacitate de deformare plastică mai mare.

La barele disipative lungi, cu lungimea cuprinsă între $3M_{pl,link}/V_{pl,link}$ și $5M_{pl,link}/V_{pl,link}$ este necesar să se dispună câte o rigidizare intermediară la fiecare capăt al barei disipative la o distanță egală cu $1.5b$, unde b este lățimea tălpii, pentru a limita degradarea de rezistență cauzată de voalarea plastică a tălpiilor și de flambajul prin încovoiere-răsucire.

În cazul în care lungimea barei disipative depășește $5M_{pl,link}/V_{pl,link}$ nu sunt necesare rigidizări intermediare. Atunci când înălțimea secțiunii transversale a barei disipative este mai mare decât 600 mm rigidizările intermediare se dispun pe ambele părți ale inimii. În cazul barelor disipative cu înălțimea mai mică de 600 mm, este permisă dispunerea rigidizărilor doar pe o singură parte a inimii.

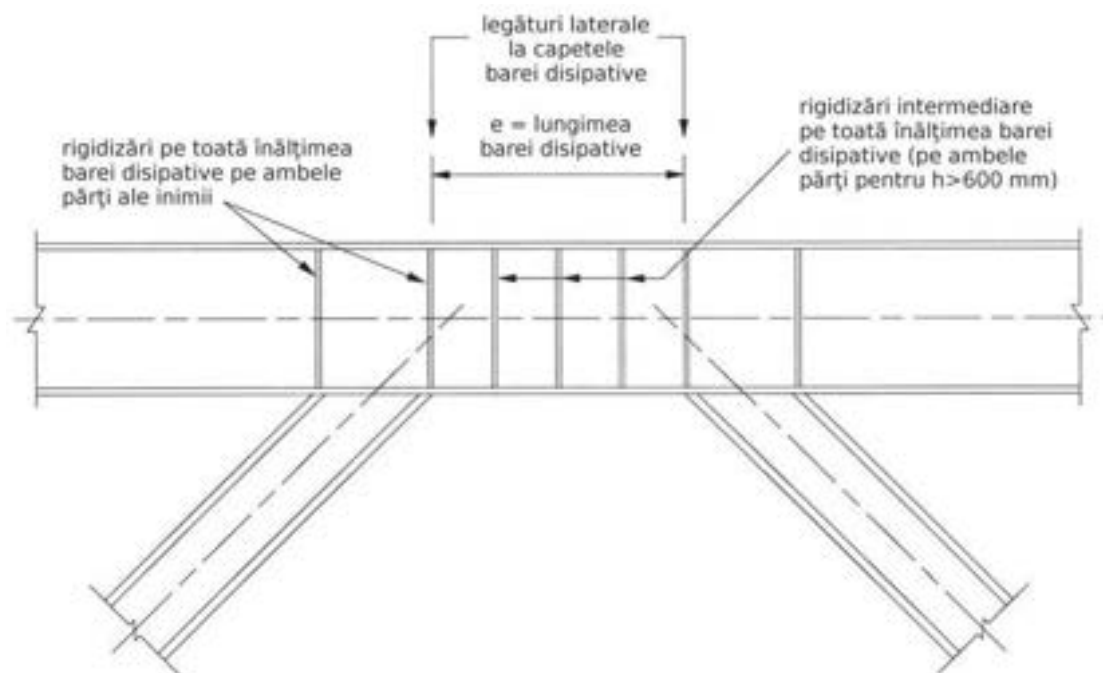


Figura B.6.17. Elementele principale ale barei disipative (AISC 2010)

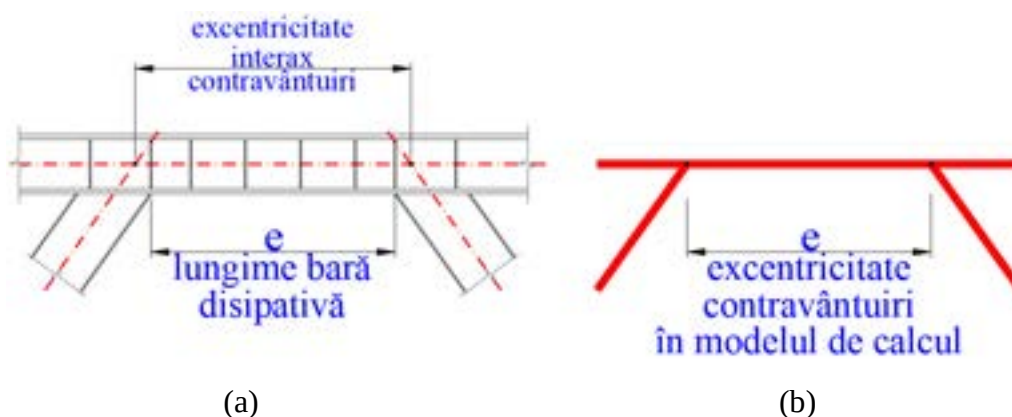


Figura B.6.18. Modelarea lungimii barei disipative

Prinderea rigidizărilor de inimă și tălpi se realizează cu sudură în relief (de colt).

Rigidizările trebuie detaliate astfel încât să se evite sudura în zona de racord dintre talpă și inimă, aceasta putând să conducă la reducerea capacității de deformare plastică a barei disipative prin inițierea unor fisuri în inimă (AISC, 2010).

Lungimea barei disipative influențează în mod major comportarea seismică a structurii. De aceea, este foarte importantă modelarea lor corectă în analiza structurală. În mod ideal, lungimea barei disipative (e) măsurată între capetele contravântuirii ar trebui să fie egală cu excentricitatea formată de intersecția dintre axele contravântuirilor și axa grinzii (e_a). În realitate, datorită dimensiunii secțiunilor grinzii și ale contravântuirilor, lungimea barei disipative e poate fi diferită de excentricitatea interax a contravântuirilor (e_a), vezi Figura B.6.18 (a). Un model de calcul cu elemente finite de tip bară în care elementele structurale sunt dispuse în ax ar subestima momentele încovoietoare din segmentele de grindă din afara barei disipative și din contravântuiri (atunci când $e_a > e$) sau pe cele din bara disipativă (atunci când $e_a < e$). O posibilă soluție este adoptarea unui model de calcul în care înclinarea contravântuirilor să fie ajustată astfel încât

excentricitatea teoretică în axa grinzii formată de axele contravântuirilor sa fie egală cu lungimea fizică a barei disipative (e), vezi Figura B.6.18 (b).

Pe lungimea barelor disipative se va evita pe cât posibil transmiterea încărcărilor gravitaționale de la elementele planșeului. Se recomandă detașarea plăcii de planșeu de bara disipativă.

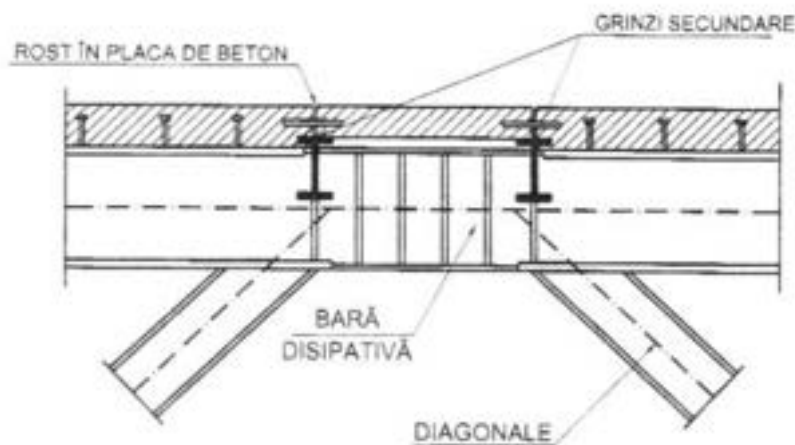


Figura B.6.19 – Soluție pentru detașarea plăcii de beton armat pentru a permite deformata liberă a barelor disipative

B.6.8.3. Elemente nedisipative

(1) La cadrele contravântuite excentric, stâlpii, contravântuirile și segmentele de grinzi adiacente barelor disipative sunt elemente nedisipative. Pentru a preîntâmpina producerea deformațiilor plastice în aceste elemente, acestea trebuie să aibă o suprazrezistență suficientă față de barele disipative. Eforturile de calcul în elementele nedisipative se obțin prin însumarea eforturilor din componenta seismică amplificate cu factorul Ω_T și a celor din componenta gravitațională, conform relațiilor (6.73)...(6.75). Este însă posibil ca relațiile (6.73)...(6.75) să nu ofere în toate situațiile suprazrezistența necesară în elementele nedisipative. De aceea, se recomandă estimarea directă a eforturilor de calcul în elementele nedisipative printr-un calcul neliniar (static sau dinamic).

Atunci când bara disipativă și grinda care o conține sunt confecționate dintr-un singur element, limita de curgere a oțelului are aceeași valoare în bara disipativă și în segmentul de grindă adiacent. În consecință, eforturile de calcul în segmentul de grindă adiacent barei disipative pot fi determinate conform relațiilor (6.73)...(6.75), folosind valoarea suprazrezistenței de material $\omega_{rm} = 1.00$.

(2) Pentru a se asigura un mecanism plastic global, barele disipative trebuie să fie dimensionate astfel încât sub acțiunea forțelor seismice să se plasticizeze uniform pe înălțimea structurii. În acest scop, valorile maximă și minimă ale rapoartelor Ω_i trebuie să nu difere cu mai mult de 25%. Aceasta condiție este dificil de respectat în cazul clădirilor cu multe niveluri. În cazul în care nu este posibilă respectarea cerinței de uniformitate de mai sus, performanța seismică a structurii trebuie confirmată printr-un calcul neliniar.

(4) Pentru verificarea elementelor nedisipative menționate la paragraful (1), valorile de proiectare ale eforturilor se evaluează din combinațiile de încărcare cu seismul pe o singură direcție amplificat cu factorul Ω_T .

În cazul cadrelor contravântuite excentric în sistem ”Y inversat”, zonele cu secțiuni reduse din grinzi (zonele potențial plastice suplimentare) vor fi prevăzute în vecinătatea prinderii grinzilor de stâlpi. Zonele cu secțiuni reduse din grinzi vor fi capabile să preia eforturile din situația seismică de proiectare:

$$N_{Ed} = N_{Ed,G} + \sqrt{\Omega_T} N_{Ed,E}$$

$$V_{Ed} = V_{Ed,G} + \sqrt{\Omega_T} V_{Ed,E}$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,G} + \sqrt{\Omega_T} M_{Ed,E}$$

Configurația geometrică a zonelor cu secțiuni reduse din grinzile cadrelor contravântuite excentric în sistem ”Y inversat” va respecta cerințele constructive de la zonele reduse ale grinzilor cadrelor necontravântuite (vezi paragraf 6.6.2 (11) și Figura 6.4)

Se recomandă ca prinderile articulate de la extremitățile grinzilor sau diagonalelor fixate de stâlpi să se execute cu bolțuri.

Pentru evitarea fenomenelor de pierdere generală a stabilității se vor prevedea legături laterale la extremitățile barelor disipative verticale în cazul cadrelor contravântuite excentric în sistem „Y” inversat - Figura B.6.19. . Legătura laterală din dreptul nodului de intersecție al barei disipative cu contravântuirile va avea o capacitate de rezistență la compresiune adecvată pentru a împiedica pierderea stabilității generale atât a barei disipative, cât și a barelor de contravântuire



Figura B.6.19 – Exemplu de prevedere a legăturilor laterale pentru evitarea fenomenelor de pierdere a stabilității

B.6.8.4 Îmbinările barelor disipative

În cazul cadrelor contravântuite excentric de tipul celor din Figura 6.9 (a) respectiv Figura B.6.16 (i), îmbinările grinda-stâlp ale grinzilor care conțin bare disipative se vor dimensiona cu aceleași relații folosite la dimensionarea grinzilor (6.29).

În cazul cadrelor contravântuite excentric de tipul celor din Figura B.6.16 (ii) și (iii), îmbinările grinda-stâlp sunt amplasate în zone plastice potențiale și necesită atenție deosebită. Cercetările experimentale au arătat că acest tip de îmbinări sunt solicitate într-un mod diferit față de îmbinările grinda-stâlp de la cadrele necontravântuite (AISC

2010). De aceea, modul de alcătuire a îmbinărilor grindă stâlp de la cadrele necontravântuite nu asigură întotdeauna o comportare adecvată în cazul în care sunt folosite pentru îmbinări bară disipativă – stâlp la cadre contravântuite excentric.

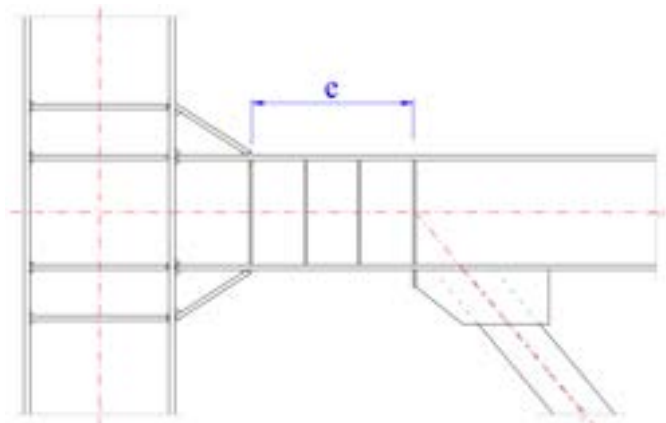


Figura B.6.20. Exemplu al unui nod întărit bară disipativă - stâlp

Se recomandă ca alcătuirea și dimensionarea îmbinărilor bară disipativă – stâlp la cadre contravântuite excentric să fie validate prin încercări experimentale, sau să se asigure o suprarezistență față de bara disipativă. În acest caz îmbinarea va fi dimensionată la eforturile corespunzătoare dezvoltării mecanismului plastic în bara disipativă, amplificate cu $1,5\psi_{ov}$. În Figura B.6.15 este prezentat un exemplu de alcătuire a unei astfel de îmbinări întărite bară disipativă – stâlp.

B.6.9 Reguli de proiectare pentru structuri de tip pendul inversat

6.9 Caracteristica principală a acestor structuri o constituie localizarea articulațiilor plastice exclusiv în stâlpi și nivelul ridicat al forței axiale în stâlpi. Aceste structuri sunt caracteristice pentru castele de apă, platforme sau structuri parter care susțin greutăți mari, cum ar fi cele pentru silozuri, buncăre etc. Cadrele parter de tipul celor care se folosesc pentru hale sau platforme industriale nu se caracterizează, de regulă, prin dezvoltarea în stâlpi a unor forțe axiale care să satisfacă condiția anterioară.

B.6.10. Cadre cu contravântuiri cu flambaj împiedicat

B.6.10.1 Criterii de proiectare

(1-2) Contravântuirile cu flambaj împiedicat sunt o categorie specială de contravântuiri centrice. Aceste contravântuiri se compun de regulă dintr-un miez de oțel înglobat într-o teacă metalică umplută cu mortar, care are rolul de a preveni flambajul miezului din oțel.

Contravântuirile cu flambaj împiedicat (BRB) sunt elemente disipative care sunt calculate să dezvolte deformații plastice semnificative atunci când sunt supuse acțiunii seismice de calcul. Contravântuirile sunt realizate dintr-un miez din oțel introdus într-un sistem care împiedică flambajul miezului.

Cadrele cu contravântuiri cu flambaj împiedicat trebuie proiectate astfel încât deformarea în domeniul postelastice a contravântuirilor să se producă înainte de formarea articulațiilor plastice sau de pierderea stabilității generale în grinzi și stâlpi.

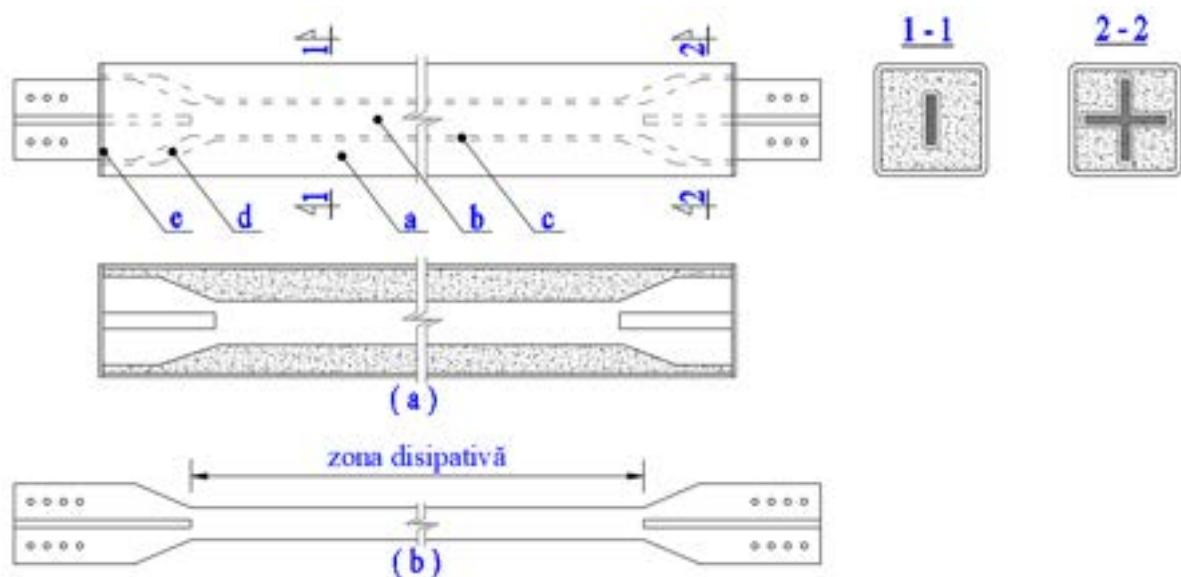


Figura B.6.20 - Alcătuirea de principiu a unei contravântuiri cu flambaj împiedicat (a – teacă pentru împiedicarea flambajului; b – miez (înimă) din oțel; c – spațiu liber pentru glisare; d – spațiu liber de deformare longitudinală; e – ghidaj pentru miezul de oțel)

(3) Pentru asigurarea unei comportări corespunzătoare a sistemului, sunt necesare încercări experimentale pe contravântuiri. Aceste încercări au și rolul de a determina forța maximă care se dezvoltă în contravântuiri și care ține seama de creșterea rezistenței la compresiune comparativ cu rezistența la întindere, de consolidarea materialului din miez și de posibilitatea creșterii limitei de curgere a oțelului din miez.

B.6.10.2. Particularități de calcul

La fel ca în cazul contravântuirilor centrice obișnuite, dispunerea contravântuirilor cu flambaj împiedicat trebuie făcută astfel încât axele barelor să se întâlnească într-un punct. Figura B.6.16 prezintă câteva exemple de configurații posibile. De menționat că nu se acceptă folosirea configurațiilor în K sau X.

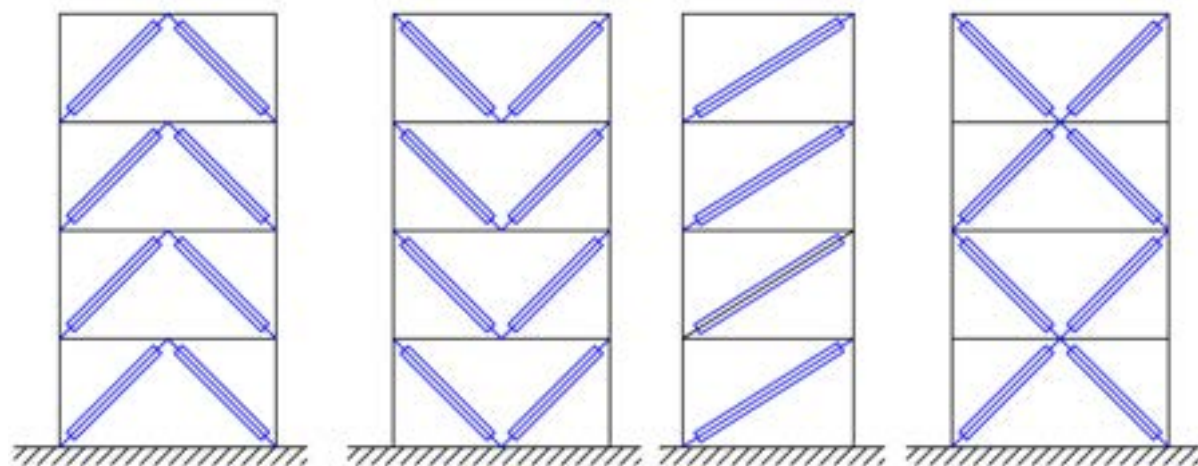
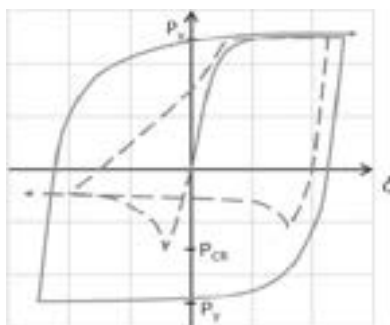


Figura B.6.21 Exemple de cadre cu contravântuiri cu flambaj împiedicat

Contravântuirile cu flambaj împiedicat sunt caracterizate prin capacitatea de a se plasticiza atât la întindere cât și la compresiune prin împiedicarea flambajului

contravântuirii cel puțin până la un nivel al forțelor și deformațiilor corespunzătoare deplasării de proiectare. Aceasta comportare asigură un răspuns ciclic cvasi-simetric fără degradare de rezistență sau rigiditate și implică o capacitate mai mare de disipare a energiei comparativ cu contravântuirile clasice (vezi Figura B.6.22).



- contravântuiri cu flambaj împiedicat
 - - contravântuiri centrice convenționale

Figura B.6.22 - Comparație între contravântuiri clasice și contravântuiri cu flambaj împiedicat (Star Seismic Europe)

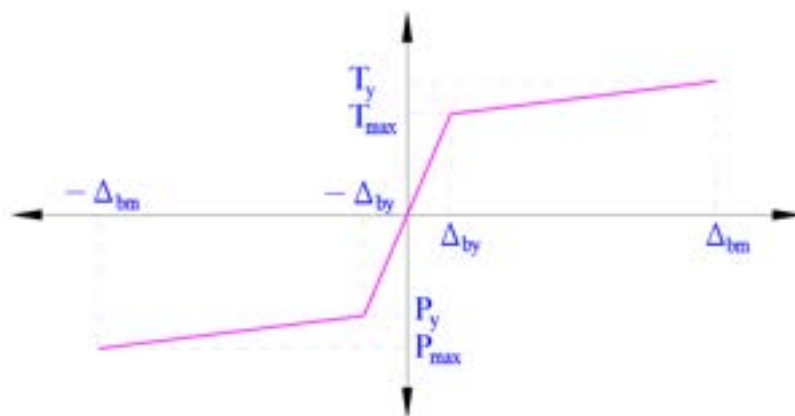
Nu sunt permise îmbinări de continuitate pe lungimea miezului din oțel.

Oțelul trebuie să satisfacă cerințele minime privind materialele.

B.6.10.2. Particularități de calcul

(1-3) Contravântuirile nu fac parte din sistemul de preluare a încărcărilor gravitaționale. De aceea, la cadrele cu contravântuiri în V și în V întors, grinda care intersectează contravântuirile va fi proiectată astfel încât să aibă suficientă capacitate de rezistență care să permită dezvoltarea deformațiilor plastice în ambele contravântuiri pentru nivelul maxim al deplasării de nivel și ținând seama de capacitatea diferită la întindere și compresiune a contravântuirii. În plus, capacitatea de deformație a contravântuirii trebuie să țină seama de deformația suplimentară produsă de deformarea grinzii. Din aceste motive, se recomandă evitarea unor grinzi de legătură flexibile.

(4-7) Conformitatea contravântuirilor se bazează pe efectuarea de încercări experimentale realizate pe baza prevederilor din SR EN 15129. Încercările constau în încercări pe elemente individuale și încercări pe subansambluri. Încercările la întindere și compresiune pe contravântuirea individuală au scopul de a verifica satisfacerea cerințelor de rezistență și deformație plastică exprimate prin prezentele prevederi. Valorile obținute experimental pot fi folosite și la determinarea forțelor maxime luate în considerare la proiectarea elementelor adiacente. În cazul încercării pe subansamblu, specimenul este încărcat axial iar îmbinările de la capete sunt rotite pentru a simula condițiile în care lucrează contravântuirea în interiorul cadrului. Aceasta încercare are scopul de a verifica dacă cerințele de rotire impuse de cadru în îmbinările contravântuirii nu compromit performanța acestora. Aceasta încercare nu poate fi folosită pentru evaluarea performanței cadrului.



P_{max} – forța maximă de compresiune; T_{max} – forța maximă de întindere

Figura B.6.23 Diagrama forță – deformație pentru contravântuire

Factorul de corecție datorat consolidării γ_{CT} se calculează ca raport între forța maximă de întindere și forța maximă de compresiune a specimenului încercat experimental pentru o deformație dublă față de cea așteptată, la incidența cutremurului de proiectare, corespunzător stării limită ultime.

Factorul de corecție a capacității la compresiune, γ_{CT} ține seama de creșterea rezistenței la compresiune față de rezistența la întindere, cauzată în special de interacțiunea dintre miezul de oțel și sistemul care împiedică flambajul miezului. Atunci când o contravântuire cu flambaj împiedicat este supusă la deformații axiale alternante (întindere și compresiune), diferența dintre forța maximă din ciclurile de întindere și forța maximă din ciclurile de compresiune trebuie să fie cât mai redusă.

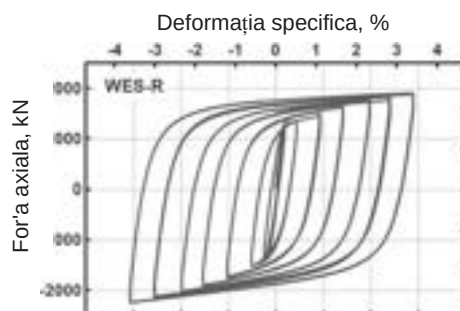


Figura B.6.24 Comportarea histeretică a contravântuirii cu flambaj împiedicat (Tsai et al. 2013)

Factorul de corecție datorat consolidării, ω_{sh} , ia în considerare fenomenul de consolidare a materialului din miez în urma deformațiilor plastice mari și a ciclurilor repetate în domeniul inelastic. Contravântuirile cu valori subunitare ale factorilor γ_{CT} și ω_{sh} , nu pot fi considerate contravântuiri împiedicate la flambaj și folosirea lor nu este permisă de aceste prevederi.

Sunt acceptate în calcul atât rezultatele obținute în cadrul încercărilor pentru proiectul respectiv cât și rezultatele încercărilor experimentale existente în literatura de specialitate sau încercări pentru alte proiecte similare.

B.6.10.3. Verificarea contravântuirilor cu flambaj împiedicat

(1-2) Aceste prevederi de calcul au la baza proiectarea asistată de încercări. Acestea urmăresc să asigure folosirea contravântuirilor cu flambaj împiedicat doar în limitele capacității lor de deformare și formarea de articulații plastice și mecanisme de cedare bazate doar pe comportarea histeretică stabilă a contravântuirilor cel puțin până la atingerea deplasărilor maxime de nivel. În cazul în care se folosește o analiză elastică, deplasarea maximă de nivel corespunde dublului deplasării de nivel de calcul la ULS, dar nu mai puțin de 0,02 din înălțimea de etaj. În cazul în care se folosește o analiză neliniară dinamică deplasarea maximă se poate obține direct din analiză.

B.6.10.4. Grinzile și stâlpii

(1-4) Proiectarea grinzilor și a stâlpilor trebuie să se facă astfel încât plasticizarea contravântuirilor să se producă înainte de formarea articulațiilor plastice în grinzi și stâlpi sau de pierderea stabilității generale. Acest lucru se face prin utilizarea în calcul a forței maxime care se poate dezvolta în contravântuiri.

Atunci când se folosesc sisteme cu contravântuiri în V, deoarece capacitatea contravântuirii la întindere și cea la compresiune sunt aproximativ egale, grinda de legătură care intersectează contravântuirile este solicitată la forțe neechilibrate reduse comparativ cu structurile similare cu contravântuiri centrice convenționale. Nu este însă recomandată folosirea unor grinzi flexibile deoarece acest lucru poate conduce la deformări excesive ale grinzii și la cerințe suplimentare de deformare plastică în contravântuiri.

Pentru verificarea elementelor nedisipative menționate la paragraful (1), valorile de proiectare ale eforturilor se evaluează din combinațiile de încărcare cu seismul pe o singură direcție amplificat cu factorul Ω_T .

B.6.10.5. Îmbinările contravântuirilor

(1) Îmbinările contravântuirilor nu trebuie să se plasticizeze la forțe mai mici decât cele corespunzătoare curgerii miezului din oțel. Două dintre îmbinările utilizate frecvent în practică sunt prezentate în Figura B.6.25.

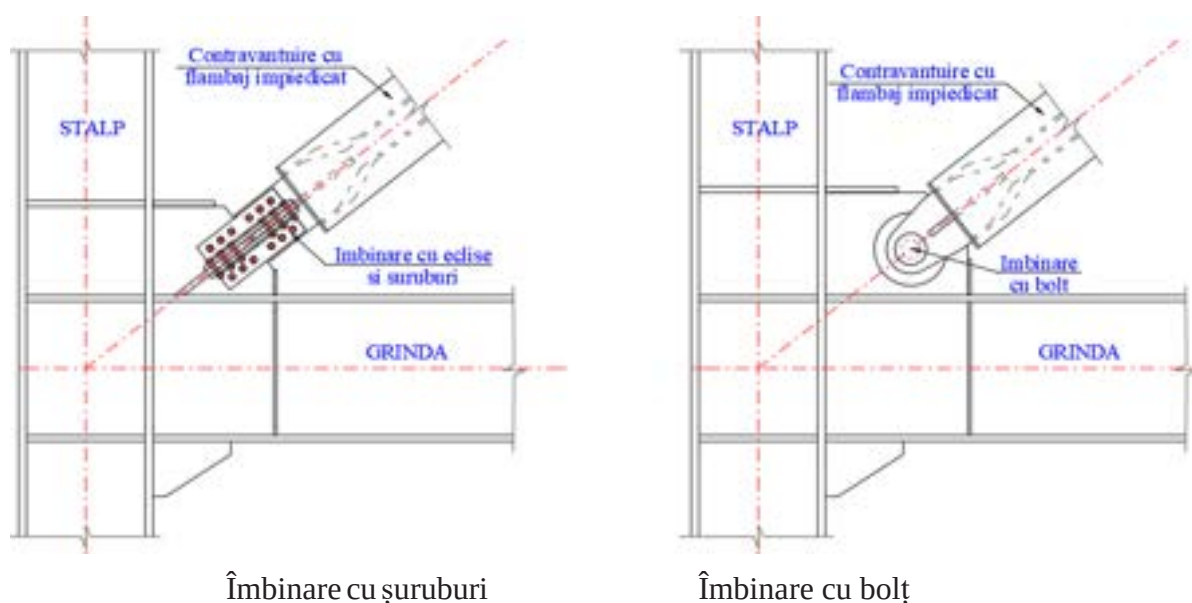


Figura B.6.25 Îmbinări pentru contravântuiri cu flambaj împiedicat

(2) Îmbinările contravântuirilor trebuie dimensionate la forța axială maximă de compresiune care se poate dezvolta în contravântuire, majorată cu un factor egal cu 1,1. Acest factor ia în considerare posibilitatea ca cerința de deformare să fie mai mare decât cea folosită la determinarea capacităților de rezistență la întindere și compresiune.

(3) Încercările experimentale efectuate în ultimii ani au arătat că îmbinarea poate fi unul din punctele critice în proiectarea contravântuirilor din cauza modului de cedare.

B.6.10.6. Îmbinările grinda-stâlp

(1) Cadrele contravântuire pot fi supuse unor deplasări relative de nivel mari, astfel ca se pot produce rotații semnificative în îmbinările grinda-stâlp. Pentru a asigura o comportare corespunzătoare, se pot adopta atât soluții cu grinda prinsă rigid, cât și cu grinda prinsă articulat (vezi Figura B.6.21), caz în care îmbinarea trebuie dimensionată astfel încât să permită o rotație de cel puțin 25 mrad.

B.6.11. Cadre cu panouri de forfecare

B.6.11.1 Criterii de proiectare

Panourile de forfecare sunt alcătuite dintr-o inimă alcătuită din panouri de tablă rigidizate sau nu, amplasate pe aceeași verticală în golurile din planul cadrelor necontravântuite, având ca elemente de bordare stâlpii și riglele de cadru. Panoul de tablă este conectat pe tot conturul de elementele de bordare cu șuruburi sau cu sudură în relief.

Panourile de forfecare preiau forța tăietoare produsă de acțiunea seismică prin intermediul câmpului diagonal de tensiuni de întindere. Voalarea se produce în domeniul elastic.

B.6.11.2 Particularități de calcul

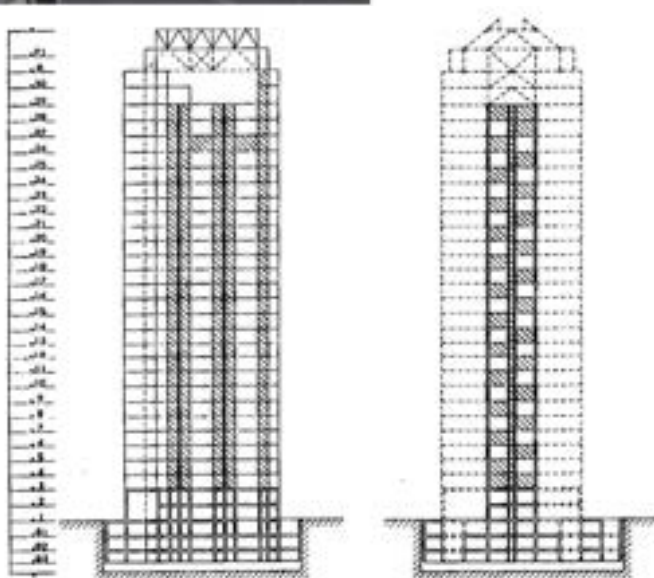


Figura B.6.26 Primăria nouă (în plan secund) și primăria veche (în prim plan) din orașul Kobe după seismul din 1995; amplasarea panourilor de forfecare pe doua direcții ortogonale in clădirea noua a primăriei

B.6.11.3 Calculul panourilor de forfecare

Modelarea panoului de tablă se poate realiza:

- (a) prin discretizarea acestuia cu elemente de tip „shell”, la care se rotesc axele principale cu unghiul „ α ” și care au rigiditatea la compresiune neglijabilă;
- (b) prin discretizarea acestuia cu elemente de tip bară paralele, de arie A_s , orientate după câmpul diagonal (formând unghiul α cu verticala), care sunt active numai la întindere; această discretizarea se poate utiliza pentru calcul static neliniar.

În cazul unui calcul dinamic neliniar, discretizarea panoului de tablă se poate realiza cu elemente de tip bară pe ambele direcții, cu comportare diferită la întindere și compresiune. În figura de mai jos este prezentată diagrama de comportare $\sigma - \varepsilon$ pentru un element de tip bară.

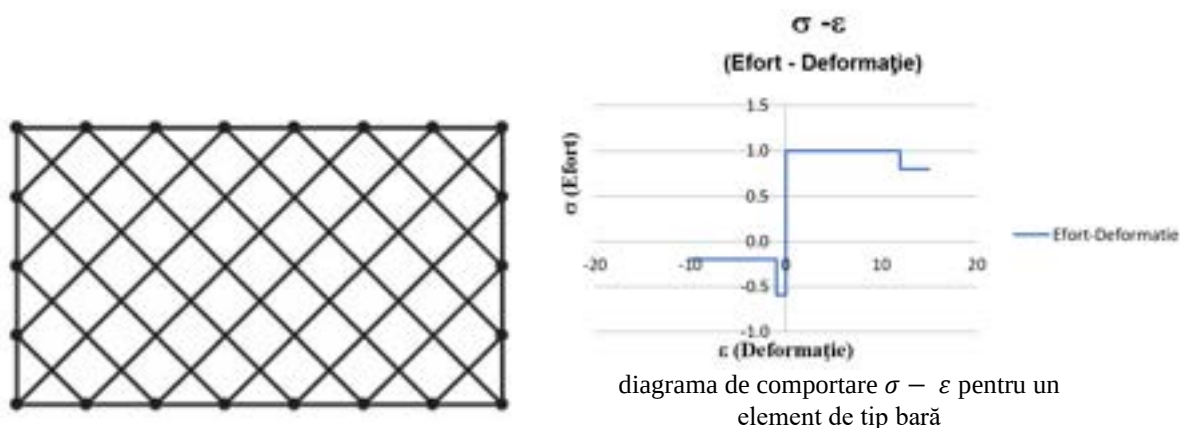


Figura B.6.27 – Discretizarea panoului de tablă cu elemente de tip bară pe două direcții;

Pentru discretizarea elementelor de tip bară pe două direcții se vor utiliza aceleași relații de calcul ca în situația discretizării pe o singură direcție.

B.6.11.4 Calculul elementelor de bordare – stâlpi și grinzi

În cazul proiectării structurii în clasa de ductilitate DCH, se acceptă formarea de articulații plastice în elementele de bordare orizontale (grinzi), care vor avea secțiuni din clasa 1 de secțiuni.

Îmbinările între elementele de bordare orizontale și verticale și îmbinările de continuitate ale elementelor de bordare verticale vor respecta condițiile de alcătuire prezentate în capitolul de structuri cu cadre necontravântuite (6.6).

Elementele de bordare orizontale se proiectează pentru o forță corespunzătoare curgerii panoului de tablă din acțiunea forței tăietoare.

B.6.11.5 Îmbinările panourilor de forfecare

(1) Prinderea panourilor de forfecare de elementele de bordare orizontale și verticale va fi dimensionată la eforturile n_{VBE} respectiv n_{HBE} . Aceste eforturi se calculează cu relațiile (6.122)...(6.123) și sunt arătate în Figura B.6.28.

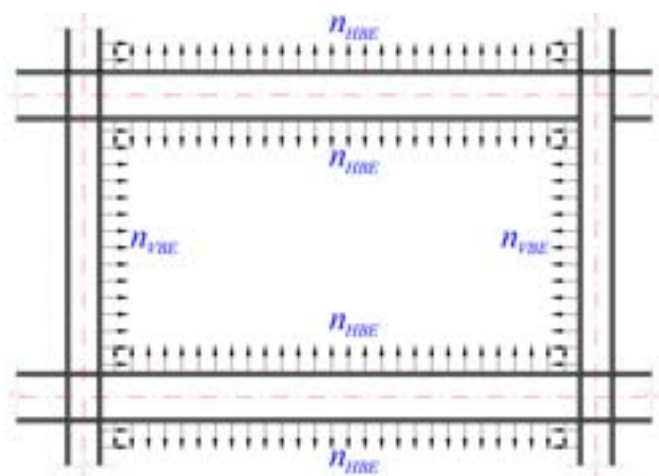


Figura B.6.28 Eforturile pe unitatea de lungime pentru prinderea panourilor de tablă de elementele de bordare orizontale (stâlpi) și verticale (grinzi)

(2-3) Panoul de tablă va fi axat pe inimile elementelor de bordare, după cum se poate observa în Figura B.6.29.

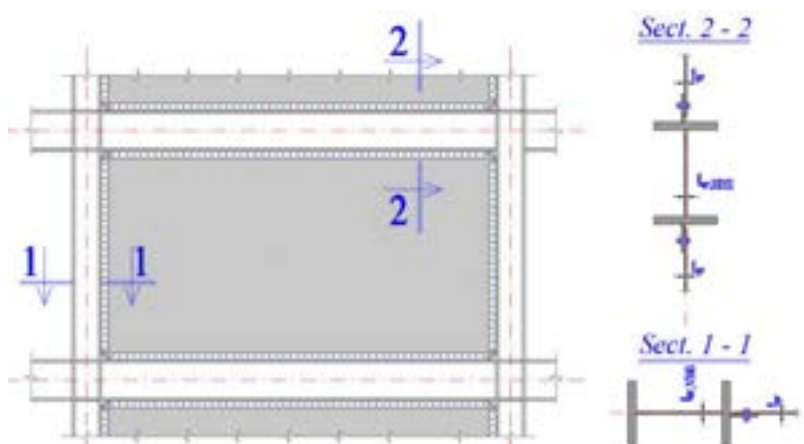


Figura B.6.29 Axarea tablei panoului de forfecare în raport cu axele elementelor de bordare

B.6.12. Structuri duale

La aceste structuri, forțele orizontale sunt preluate în principal de diafragme sau nuclee de beton armat. Cadrele metalice, de regulă necontravântuite, se dimensionează din acțiuni gravitaționale. Deoarece participarea cadrelor metalice la preluarea forțelor seismice orizontale este neglijabilă, acestea se verifică conform SR EN 1993-1-1 și SR EN 1993-1-8. Calculul elementelor din beton, care asigură preluarea forțelor seismice, se face în conformitate cu prevederile din capitolul 5. Proiectantul va avea grijă ca detaliile constructive prin care se soluționează legăturile dintre structura metalică și cea din beton să respecte ipotezele de lucru menționate anterior.

În cazul în care structura metalică are o contribuție semnificativă (cel puțin 25%) la preluarea forțelor seismice, aceasta se va proiecta pe baza prevederilor din capitolul 6 pentru sistemul structural corespunzător.

B.6.10.2. Structuri duale

O structură alcătuită din cadre contravântuite și necontravântuite poate fi considerată duală atunci când cadrele necontravântuite au o contribuție semnificativă la preluarea forțelor seismice (minim 25% din forța seismică totală). Aceste structuri se proiectează cu un factor de reducere q unic, conform Tabelului 6.3 paragraf (e).

Cadrele contravântuite centric au o capacitate redusă de disipare a energiei seismice. Structura duală obținută prin combinarea cadrelor contravântuite centric cu cele necontravântuite are un răspuns seismic global îmbunătățit, datorită redundanței și capacității de disipare mai mari a structurii necontravântuite.

În categoria structurilor duale intră și cele obținute prin combinarea cadrelor contravântuite excentric cu cadre necontravântuite. În acest caz ambele structuri au o capacitate de disipare a energiei seismice comparabilă, asocierea lor făcându-se de cele mai multe ori din considerente funcționale. Folosirea contravântuirilor excentrice în locul celor centrice conduce la sisteme structurale mai omogene, atât din punct de vedere al rigidității cât și al ductilității. În plus, impactul contravântuirilor excentrice asupra fluxurilor de circulație în clădire este mai redus.

În cazul în care participarea cadrelor necontravântuite la preluarea forțelor seismice este mai mică decât 25% din forța seismică totală, contribuția acestora se neglijează. Factorul

de reducere q este cel al sistemului contravântuit, care se dimensionează în conformitate cu prevederile capitolelor 6.7 și 6.8. În acest caz, cadrele necontravântuite se verifică conform SR EN 1993-1-1.

B.6.13. Controlul execuției

Asigurarea calității execuției unei structuri metalice solicitate seismic și care s-a proiectat ca structură disipativă este esențială. În acest scop, la execuția și montajul structurii se recomandă ca pe lângă prevederile din SR EN 1090-2 și C150-99 să se respecte prevederile din SR EN 1993-1-10.

Desenele elaborate pentru execuție și montaj trebuie să indice detaliile îmbinărilor, mărimea și calitatea șuruburilor și sudurilor precum și marca oțelului. Pentru a se putea controla mecanismul optim de disipare a energiei, pe desene va fi notată limita de curgere maximă admisă a oțelului $f_{y,max} = \omega_{rm} \cdot f_y$ ce poate să fie utilizată de fabricant în zonele disipative, f_y conform SR EN 10025. În timpul execuției se va verifica dacă limita de curgere a oțelului folosit în barele și zonele disipative este cea indicată în proiect.

Controlul strângerii șuruburilor și calitatea sudurilor trebuie să se realizeze în conformitate cu prevederile reglementărilor tehnice specifice actuale.

Bibliografie

ANSI/AISC 341-10 (2010). "Seismic Provisions for Structural Steel Buildings". American Institute of Steel Construction, Inc. Chicago, Illinois, USA.

ANSI/AISC 358-10 (2010). "Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications", American Institute of Steel Construction, One East Wacker Drive, Suite 700, Chicago, Illinois 60601-1802.

Dubina D., Grecea D., Ciutina A., Stratan A. (2000), "Influence of connection typology and loading asymmetry", in F. Mazzolani (ed.), Moment resisting connections of steel building frames in seismic areas, E & FN SPON, p. 217-244.

ECCS (1985). "Recommended Testing Procedures for Assessing the Behaviour of Structural Elements under Cyclic Loads", European Convention for Constructional Steelwork, Technical Committee 1, TWG 1.3 – Seismic Design, No.45

FEMA 350, (2000). "Recommended Seismic Design Criteria for New Steel Moment-Frame Buildings", SAC Joint Venture.

FEMA 356, (2000). "Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings", Federal Emergency Management Agency, Washington (DC).

GP 082/2003. "Ghid privind proiectarea îmbinarilor ductile la structuri metalice în zone seismice". Buletinul Construcțiilor, nr. 16/2004.

Mazzolani, F.M., Moment resistant connections of steel frames in seismic areas: Design and Reliability. London: E & FN Spon, 2000.

Ministerul Lucrarilor Publice și Amenajării Teritoriului (1999), Normativ privind calitatea îmbinarilor sudate din oțel ale construcțiilor civile, industriale și agricole, indicativ C 150-99

OPUS (2010). "Optimizing the seismic performance of steel and steel-concrete structures by standardizing material quality control". Contract no. RFSR-CT-2007-00039. Final Report. Research Programme of the Research Fund for Coal and Steel.

SR EN 1090-2+A1:2012. "Executarea structurilor de oțel și structurilor de aluminiu. Partea 2: Cerințe tehnice pentru structurile de oțel"

SR EN 15129: 2010. "Dispozitive antiseismice".

SR EN 1993-1-1:2006. "Eurocod 3: Proiectarea structurilor de oțel. Partea 1-1: Reguli generale și reguli pentru clădiri"

SR EN 1993-1-10:2006. "Eurocod 3: Proiectarea structurilor de oțel. Partea 1-10: Alegerea claselor de calitate a oțelului"

SR EN 1993-1-3:2007. "Eurocod 3: Proiectarea structurilor de oțel. Partea 1-3: Reguli generale. Reguli suplimentare pentru elemente structurale și table formate la rece"

SR EN 1993-1-5:2007. "Eurocod 3: Proiectarea structurilor de oțel. Partea 1-5: Elemente structurale din plăci plane sollicitate în planul lor"

SR EN 1993-1-8:2006. "Eurocod 3: Proiectarea structurilor de oțel. Partea 1-8: Proiectarea îmbinărilor"

SR EN 1998-1: 2003. "Eurocod 8: Proiectarea structurilor pentru rezistența la cutremur. Partea 1: Reguli generale, acțiuni seismice și reguli pentru clădiri".

SR EN 1990 "Eurocod: Bazele proiectării structurilor"

SR EN ISO 6892-1:2010 Materiale metalice. Încercarea la tracțiune. Partea 1: Metoda de încercare la temperatura ambiantă

Stoakes, C.D. și Fahnestock, L.A., "Flexural Behavior of Concentrically-Braced Frame Beam-Column Connections," ASCE Structures Congress 2010, Orlando, FL, May 2010.

Thornton, W.A. și Muir, L.S. (2008). "Vertical Bracing Connections in the Seismic Regime". ECCS / AISC Workshop Connections in Steel Structures VI. June 23-24, 2008. Chicago, IL.

Tsai, K.C., Lin, P. C., Wu, A. C., Chuang, M. C. (2013). "Buckling restrained braces: research and implementation in Taiwan". Steel Innovations Conference 2013, Christchurch, New Zealand, 21-22 February 2013.

B.7 Structuri compozite

B.7.5.3 Noduri de cadru

(1) Pentru a se asigura ductilitatea la încovoiere a zonelor disipative ale acestor grinzi sunt necesare îndeplinirea a două condiții:

- să se evite flambajul componentei de oțel
- să se evite zdrobirea betonului plăcii

Prima condiție limitează superior aria de armătură longitudinală întinsă A_s din lățimea efectivă a plăcii și impune limitarea supleței pereților comprimați ai secțiunii din oțel.

A doua condiție limitează inferior aria de armătură transversală A_T care trebuie dispusă în placă în imediata vecinătate a stâlpului.

(2) Dacă grinda compozită transmite un moment negativ stâlpului marginal (exterior), atunci când nu există grindă transversală de fațadă și nici placă în consolă față de stâlp spre exterior, momentul maxim ce se poate transfera de la grindă la stâlp este cel capabil al grinzii de oțel.

(3) Dacă grinda compozită transmite un moment negativ stâlpului marginal (exterior) și nu există grindă de fațadă transversală, dar există placă în consolă, momentul maxim ce se poate transfera stâlpului este momentul capabil al grinzii compozite. Barele din lățimea efectivă de placă se vor ancora în placa în consolă prin bucle care înconjoară stâlpul.

(4) Dacă grinda compozită transmite un moment negativ stâlpului marginal (exterior), în situația în care există grindă transversală de fațadă dar nu există placă în consolă spre exterior, singurul mod de transfer al momentului este preluarea de către această grindă a forțelor de întindere din armăturile din placă. Barele de armătură ale plăcii se vor ancora cu ciocuri de conectorii grinzii transversale.

Aria de armătură A_s care se va dispune pe o lățime egală cu lățimea efectivă definită în tabelul 7.2 va fi determinată de relația:

$$F_{Rd3} \leq 1,1 A_s f_{yd}$$

$$F_{Rd3} = n P_{Rd}$$

unde:

n este numărul de conectori din lățimea efectivă a plăcii

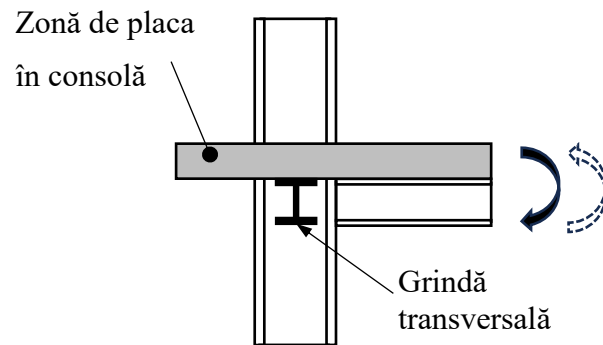
P_{Rd} efortul capabil al conectorului

Grinda transversală de fațadă solicitată la forțele orizontale aplicate conectorilor trebuie verificată la încovoiere, forță tăietoare și torsiune. Suplimentar, îmbinarea dintre grinda transversală și stâlp trebuie să fie capabilă să preia inclusiv datorate forțele orizontale aplicate conectorilor.

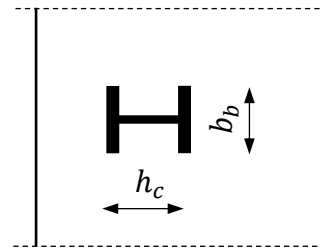
(5) Dacă grinda compozită transmite un moment negativ stâlpului marginal (exterior), există o grindă de fațadă transversală și există și placă în consolă, momentul maxim ce se poate transfera stâlpului este momentul capabil al grinzii compozite. Barele din lățimea efectivă de placă se vor ancora în placa în consolă prin bucle care înconjoară stâlpul.

(6) Dacă grinda compozită transmite un moment pozitiv stâlpului marginal (exterior), atunci când nu există grindă transversală de fațadă și nici placă în consolă față de stâlp

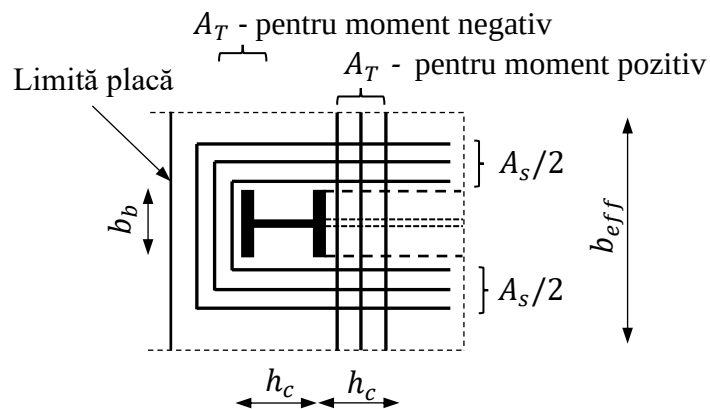
spre exterior, transferul momentului este posibil prin transmiterea directă a compresiunii de la placa de beton la talpa stâlpului..



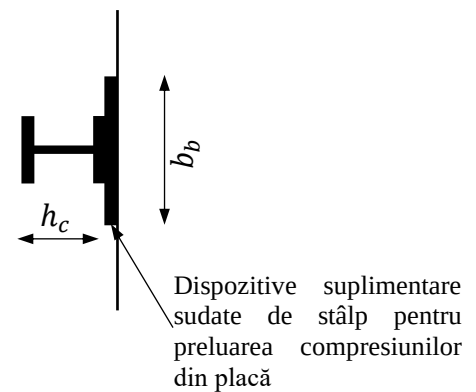
a) Elevație stâlp marginal



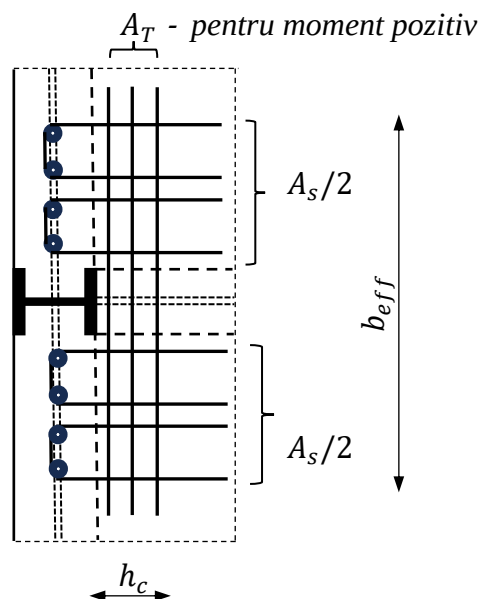
b) Vedere în plan orizontal stâlp marginal



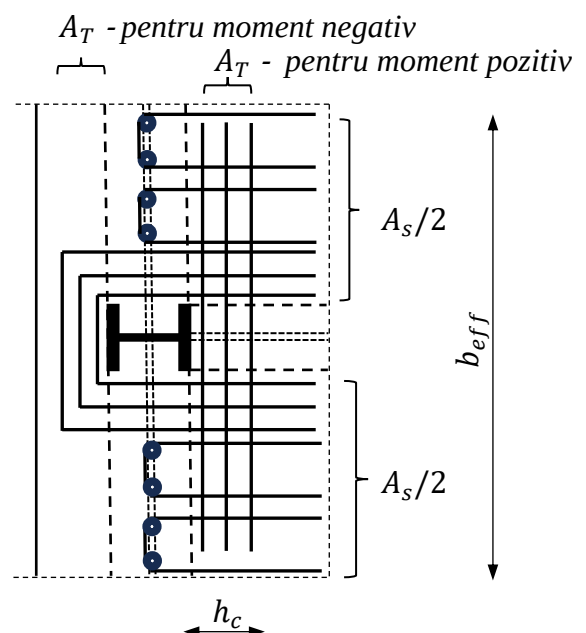
c) Stâlp marginal cu placa în consolă și fără grindă transversală



d) Stâlp marginal fără placă în consolă și fără grindă transversală



e) Stâlp marginal fără placă în consolă și cu grindă transversală



f) Stâlp marginal cu placă în consolă și cu grindă transversală

Figura B.7.1. Situații posibile în cazul nodurilor grindă – stâlp, pentru stâlpii marginali (exteriori)

Forța maximă transmisă de placă este dată de relația:

$$F_{Rd1} = b_b d_{eff} f_{cd}$$

unde

d_{eff} este în cazul plăcilor de beton armat înălțimea totală a plăcii iar în cazul placilor compozite cu tablă cutată reprezintă grosimea betonului de peste tabla cutată

b_b este lățimea pe care se transmit compresiunile plăcii la stâlp

Dacă sunt prevăzute dispozitive suplimentare de preluare a compresiunii, sudate de talpa stâlpului, b_b poate crește în raport cu lățimea stâlpului b_c dar nu mai mult decât valorile date în tabelul 7.2.

Betonul din vecinătatea tălpiei stâlpului trebuie fretat cu armatură transversală A_T . Aria acestei armături trebuie să satisfacă relația:

$$A_T \geq 0,25 d_{eff} \frac{b_b(0,15l - b_b)}{0,15l} f_{cd} / f_{yd}$$

Aceasta armatură se va distribui uniform pe o lungime egală cu b_b . Prima bară nu va fi la o distanță mai mare de 30 mm de talpa stâlpului.

Armătura transversală poate fi și armătura determinată din încovoierea plăcii.

(7) Dacă grinda compozită transmite un moment pozitiv stâlpului marginal (exterior), atunci când nu există grindă de fațadă transversală, există placă în consolă, momentul poate fi transferat în acest caz prin două mecanisme:

- Mecanismul 1: prin compresiune directă asupra stâlpului. Forța de transfer prin acest mecanism va fi data de relația:

$$F_{Rd1} = b_b d_{eff} f_{cd}$$

- Mecanismul 2: prin diagonale comprimate din beton care acționează înclinat pe părțile laterale ale stâlpului. Înclinarea acestor diagonale este de 45°. Forța de transfer prin acest mecanism va fi data de relația:

$$F_{Rd2} = 0,7 h_c d_{eff} f_{cd}$$

unde h_c este înălțimea secțiunii stâlpului

Armătura transversală cu rol de tirant, A_T , trebuie să satisfacă relația:

$$A_T \geq 0,5 F_{Rd2} / f_{yd,T}$$

Aria de armatură A_T se va distribui pe o lățime egală cu h_c și va fi ancorată corespunzător. Rezultă o lungime totală a barelor de armatură $L = b_b + 4h_c + 2 l_{bd}$, unde l_{bd} este lungimea de ancoraj a barei.

Forța maximă de compresiune ce poate fi transmisă de placă va fi:

$$F_{Rd1} + F_{Rd2} = b_{eff} d_{eff} f_{cd} \text{ în care } b_{eff} = 0,7h_c + b_b$$

Momentul capabil pozitiv al grinzii compozite se va calcula în acest caz considerând o lățime efectivă de placă egală cu b_{eff}

(8) Dacă grinda compozită transmite un moment pozitiv stâlpului marginal (exterior), atunci când există grindă transversală de fațadă, compresiunea din placă acționează asupra grinzii de fațadă mobilizând al treilea mecanism de transfer și o forță F_{Rd3} ($F_{Rd3} = nP_{Rd}$), care reprezintă capacitatea conectorilor dispuși pe grinda transversală pe lățimea b_{eff} .

Pentru a se transmite forța de compresiune maximă a plăcii trebuie respectată condiția:

$$F_{Rd1} + F_{Rd2} + F_{Rd3} \geq b_{eff} d_{eff} f_{cd}$$

unde b_{eff} este lățimea efectivă dată în tabelul 7.2

La limită, pentru un momentul capabil al secțiunii grinzii compozite se poate determina F_{Rd3} și numărul de conectori n .

(9) Dacă grinzile compozite transmit momente de ambele semne stâlpului central (interior), atunci când nu există grindă transversală, transferul compresiunii din placă se realizează prin două mecanisme:

- Mecanismul 1: prin compresiune directă asupra stâlpului. Forța F_{Rd1} este dată de relația:

$$F_{Rd1} = b_b d_{eff} f_{cd}$$

- Mecanismul 2: prin diagonale comprimate de beton care acționează înclinat pe părțile laterale ale stâlpului. Înclinarea acestor diagonale este de 45° . Forța F_{Rd2} este dată de relația:

$$F_{Rd2} = 0,7 h_c d_{eff} f_{cd}$$

Armătura transversală cu rol de tirant A_T trebuie să satisfacă relația:

$$A_T \geq 0,5 F_{Rd2} / f_{yd,T}$$

Aceeași cantitate de armătură A_T trebuie dispusă în ambele părți ale stâlpului pentru a se ține cont de inversarea sensului momentelor.

În acest caz rezultanta compresiunilor din beton nu poate depăși:

$$F_{Rd1} + F_{Rd2} = (0,7h_c + b_b) d_{eff} f_{cd}$$

Rezultanta forțelor din placă este suma dintre forța de întindere din barele de armătură din zona de moment negativ F_{St} și forța de compresiune din beton din zona cu moment pozitiv F_{Sc} :

$$F_{Sc} + F_{St} = A_s f_{yd} + b_{eff} d_{eff} f_{cd}$$

unde:

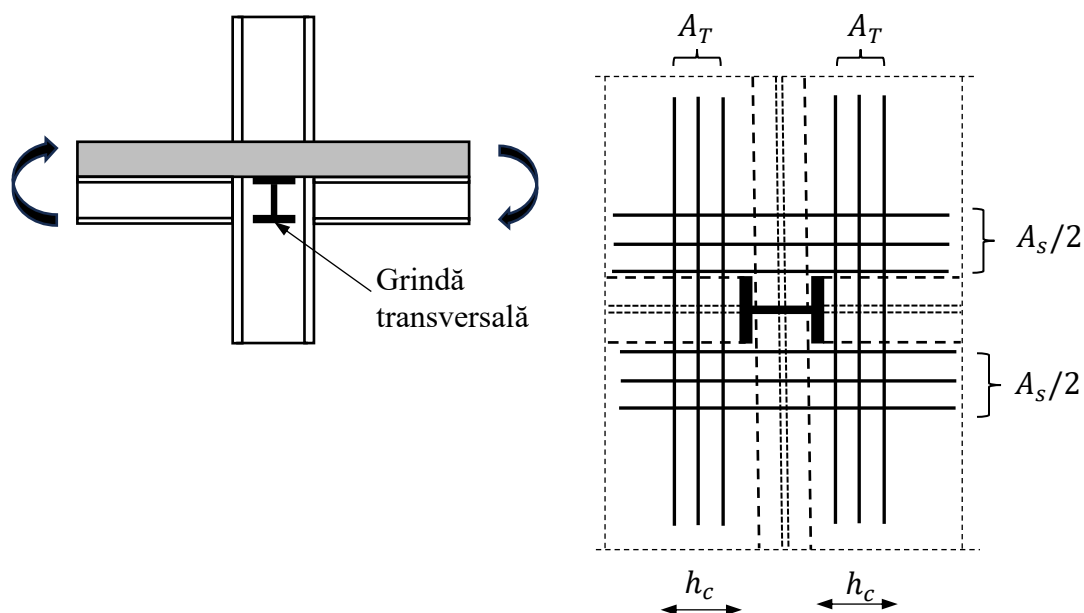
A_s este aria armaturii din zona de lățime efectivă b_{eff} pentru moment negativ definită conform tabelului 7.2

$b_{eff} = 0,15l$ este lățimea efectivă de placă definită pentru momentul pozitiv în tab. 7.2

Dacă prin proiectare se urmărește ca oțelul tălpii inferioare a grinzii să ajungă la curgere fără ca betonul plăcii să se zdrobească trebuie să se îndeplinească condiția:

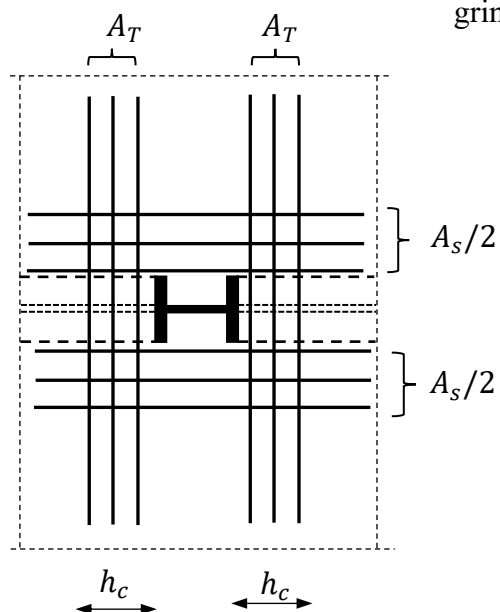
$$1,2(F_{Sc} + F_{St}) \leq F_{Rd1} + F_{Rd2}$$

Dacă condiția de mai sus nu este îndeplinită, capacitatea de transmitere a compresiunii din placă poate mărită fie prin introducerea unei grinzi transversale (F_{Ra3}), fie prin mărirea forței de compresiune directă asupra stâlpului prin sudarea unor dispozitive adiționale de stâlp.



a) Elevație stâlp interior

b) Vedere în plan stâlp interior cu grindă transversală



c) Vedere în plan stâlp interior fără grindă transversală

Figura B.7.2. Situații posibile în cazul nodurilor grindă – stâlp pentru stâlpii interiori

(10) Dacă grinzile compozite transmit momente de ambele semne stâlpului central (interior), atunci când există grindă transversală, pe lângă mecanismele 1 și 2, se manifestă al treilea mecanism de transmitere a forței de compresiune F_{Rd3} dat de relația:

$$F_{Rd3} = n P_{Rd}$$

Pentru ca mecanismul 2 să funcționeze trebuie prevăzută armatura transversală cu rol de tirant A_T determinată cu relația:

$$A_T \geq 0,5 F_{Rd2} / f_{yd,T}$$

Forța de compresiune maximă care poate fi transmisă în acest caz este:

$$F_{Rd1} + F_{Rd2} + F_{Rd3} = (0.7h_c + b_b) d_{eff} f_{cd} + n P_{Rd}$$

unde n este numărul de conectori din zona de lățime b_{eff} corespunzătoare celui mai mare moment în valoare absolută din nod.

Dacă prin proiectare se urmărește curgerea tălpii inferioare a grinzii, fără zdrobirea betonului plăcii trebuie să fie îndeplinită condiția:

$$1,2 (F_{Sc} + F_{St}) \leq F_{Rd1} + F_{Rd2} + F_{Rd3}$$

B.8 Structuri de zidărie

B.8.1 Generalități

Capitolul 8 se referă la proiectarea la acțiunea seismică a clădirilor în care structurile principale conțin pereți realizați din zidărie, care constituie componente structurale principale.

Situațiile în care se utilizează pereți realizați din zidărie fără rol structural fac obiectul prevederilor din capitolul 10 al codului.

B.8.2. Principii de proiectare

B.8.2.1 Generalități

(3) Ca regulă generală, pereții care sunt componente structurale principale se dispun paralel cu două direcții ortogonale. Când există pereți care nu sunt dispuși paralel cu cele două direcții ortogonale, aceștia se consideră elemente secundare (vezi și Figura B.8.1).

B.8.2.2 Clase de ductilitate

(2) În lipsa comportării de diafragmă rigidă a planșeelor, există incertitudini semnificative referitoare la comportarea structurii în cazul incursiunilor în domeniul post elastic. Din aceste considerente, clădirile ale căror planșee nu sunt diafragme rigide se proiectează în clasa de ductilitate DCL.

(3) Clădirile din zidărie confinată și clădirile din zidărie confinată cu armături din oțel în rosturi au avut o comportare favorabilă la evenimentele seismice din trecut. Clădirile cu aceste configurații pot fi proiectate pentru clasa de ductilitate DCM.

(4) Clădirile din zidărie nearmată au capacitate redusă de deformare post-elastică și trebuie proiectate pentru clasa de ductilitate DCL.

(6) Pot fi proiectate pentru clasa de ductilitate DCM și alte tipuri de structuri din zidărie (de exemplu cu alte tipuri de armături), dar doar în baza unor reglementări tehnice specifice.

B.8.2.3 Mecanismul plastic

(1) În multe situații, geometria clădirii este dictată de criterii arhitectural-funcționale, iar aceasta nu permite obținerea unei structuri pentru care este clar identificabil mecanismul favorabil post-elastic de disipare a energiei. În aceste situații, este recomandabil ca proiectarea să fie făcută pentru clasa de ductilitate DCL.

B.8.2.4 Factori de comportare

B.8.2.4.1 Starea limită ultimă

(2) Configurația clădirii poate fi diferită, din punct de vedere al capacității de deformare post-elastică, pe cele două direcții principale (vezi, de exemplu, Figura B.8.1). În astfel de situații, este justificată considerarea unor factori de comportare diferiți pentru cele două direcții.

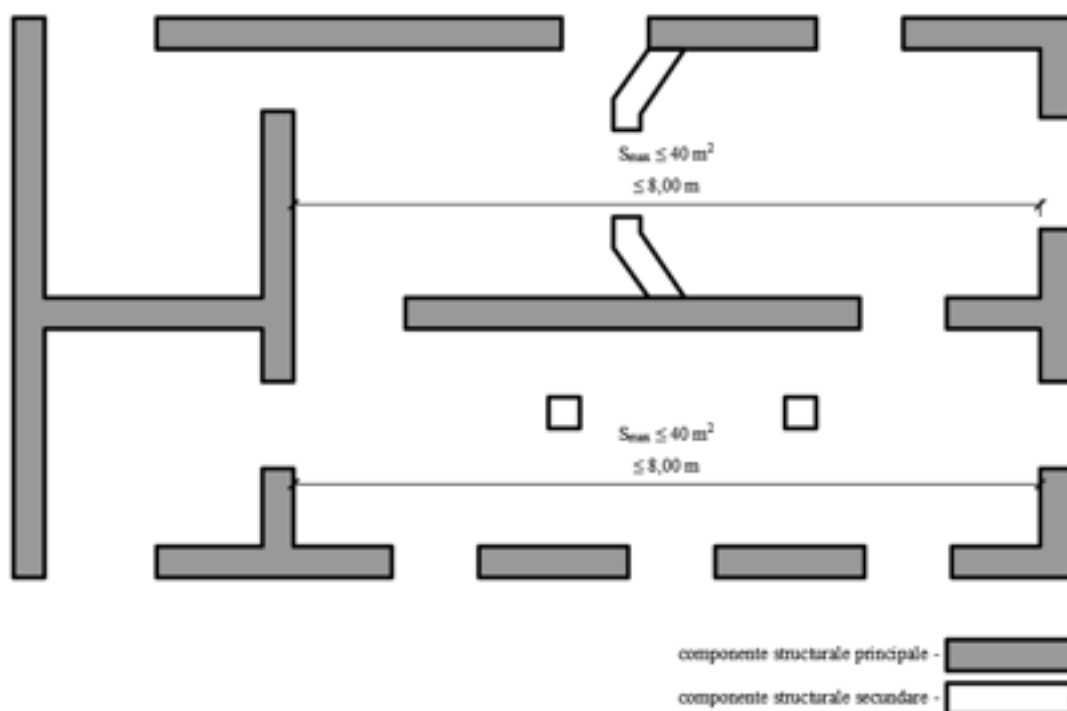


Figura B.8.1. Exemplu de configurație a unei clădiri cu structura din zidărie

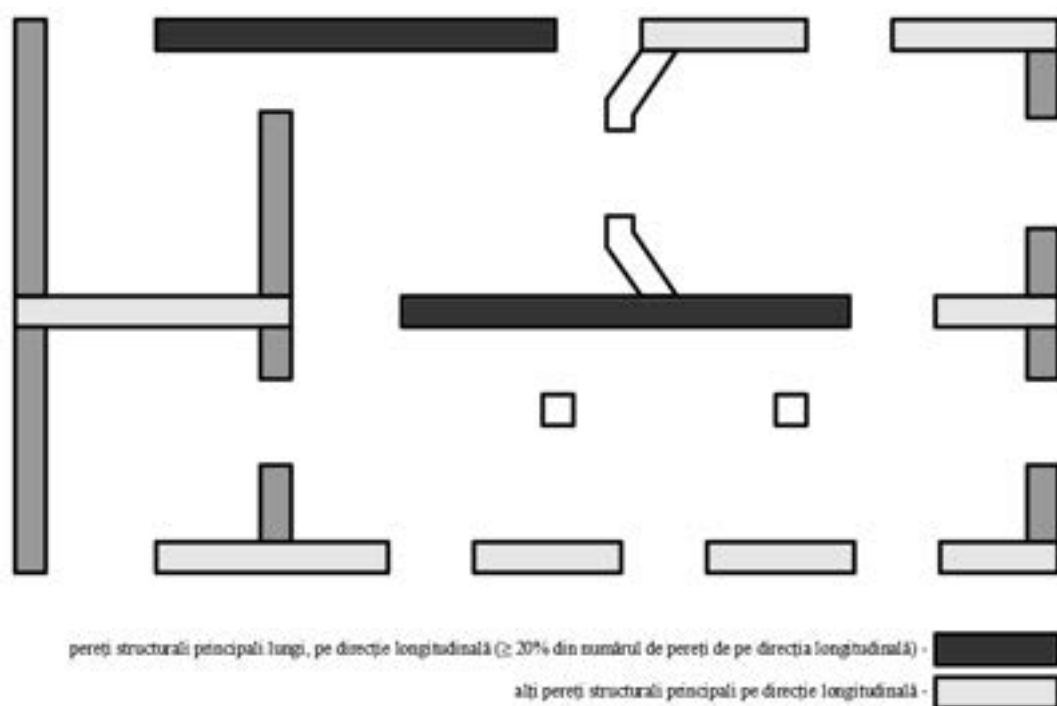


Figura B.8.2. Situație în care nu se reduce valoarea maximă a factorului q

(5) Abordarea de a permite considerarea unor valori maxime ale factorului de comportare mai mari pentru clădirile cu mulți pereți de lungimi diferite este similară cu cea din EN 1998-1-2. În cazul unor astfel de clădiri, este puțin probabil ca toți pereții să își atingă simultan capacitatea ultimă de deformare.

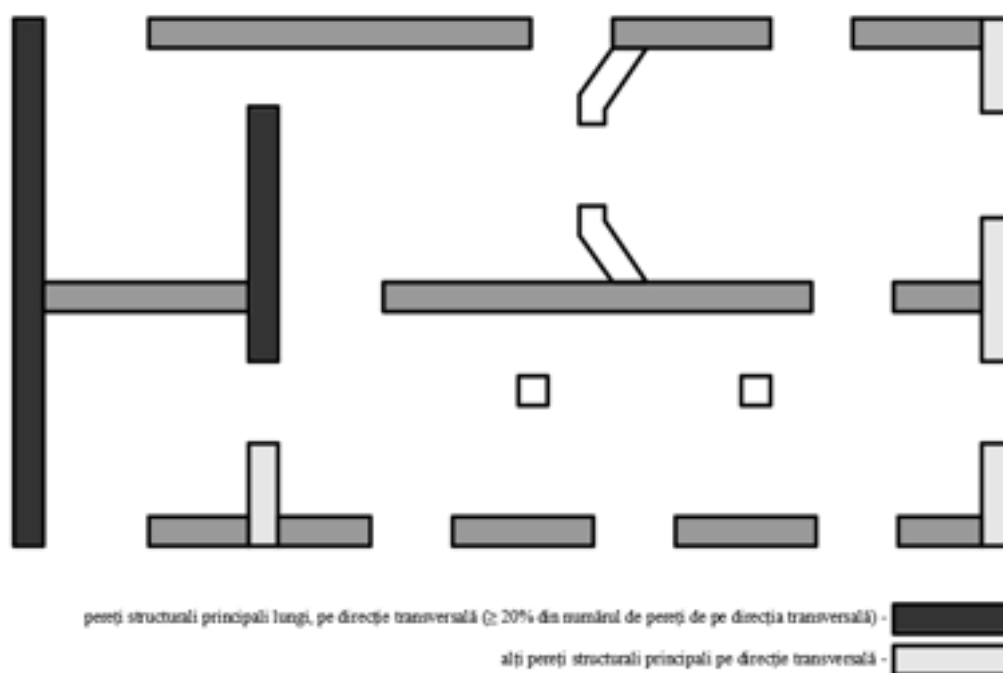


Figura B.8.3. Situație în care se reduce valoarea maximă a factorului q

(7) În Figura B.8.2 și Figura B.8.3 este exemplificat modul de analiză pe cele două direcții pentru o clădire cu structura din zidărie. Fiind vorba despre o clădire proiectată pentru clasa de ductilitate DCM, pereții care nu sunt dispuși paralel cu direcțiile principale sunt considerați elemente secundare. Se observă că, atât pe direcție longitudinală, cât și pe direcție transversală, clădirea prezintă mai mult de 5 pereți (10, respectiv 6), și că lungimile acestora sunt diferite, în sensul definiției din cod. Numărul de pereți „lungi” care se exclud din verificare este egal cu 2 în ambele situații, deoarece se determină procentul de 20% din numărul total de pereți pe o direcție și se rotunjește superior valoarea obținută la primul număr întreg.

(8) Pot exista situații în care într-o clădire există câțiva pereți a căror lungime (și, prin urmare rigiditate) este mult mai mare decât a celorlalți pereți. În astfel de situații, redundanța este redusă. În cazul cedării neductile a unui perete foarte lung, nu există posibilitatea redistribuirii eforturilor către alte elemente cu rezerve de capacitate. Din acest motiv, codul impune reducerea valorilor maxime ale factorilor de comportare. În Figura B.8.2 și Figura B.8.3 sunt exemplificate situații când se impune sau nu reducerea valorii maxime a factorului de comportare.

B.8.3 Criterii de performanță seismică

B.8.3.1 Rezistență

(1) În special în cazul clădirilor cu planșee care nu au comportare de diafragmă rigidă, este posibil ca anumiți pereți să își atingă capacitatea de rezistență perpendicular pe planul lor înainte de a ceda în plan.

B.8.3.3 Ductilitate

(2) Principiile de stabilire a valorilor admisibile ale deplasării relative din tabelul 8.3 sunt în acord cu EN 1998-1-2.

(3) Principiile de stabilire a valorilor admisibile ale deplasării relative din tabelul 8.4 sunt în acord cu EN 1998-1-2.

(5) Rotirea corzii se stabilește ca pentru elementele din beton armat detaliate la capitolul 5.

Stabilitate

B.8.3.5 Rigiditate

(2) Valorile admisibile au în vedere limitarea degradărilor asociate SLS

B.8.4 Valori de proiectare ale eforturilor

B.8.4.1 Clădiri proiectate pentru clasa de ductilitate DCM

(2) Cu excepția situațiilor în care se realizează un calcul neliniar, valorile de proiectare ale eforturilor se stabilesc, pornind de la eforturile obținute printr-o metodă de calcul liniar, astfel încât să se asigure principiile metodei de ierarhizare a capacităților de rezistență. Se urmărește formarea unui mecanism plastic favorabil și evitarea apariției de rupeți de tip fragil.

B.8.4.1.1 Pereți

(2) Pentru evitarea apariției de rupeți de tip fragil, valorile de proiectare ale forțelor tăietoare se obțin prin amplificarea cu doi factori de suprarezistență. Dacă pentru toți pereții pe o direcție factorii de suprarezistență la încovoiere au valori mari, este posibil ca proiectarea clădirii pentru clasa de ductilitate DCM să fie mai puțin economică decât dacă respectiva clădire ar fi fost proiectată pentru clasa de ductilitate DCL, cu un factor de comportare q redus.

B.8.6 Alcătuire

B.8.6.1. Materiale

B.8.6.1.2 Mortare

(5) Nu există o experiență practică în România referitor la comportarea seismică a clădirilor cu pereți din zidărie cu rosturi subțiri. În norma italiană „*Norme tecniche per le costruzioni*” din 17 ianuarie 2018, acest tip structural este acceptat doar în cazul proiectării în clasa de ductilitate DCL, pentru valori ale accelerației maxime pentru proiectare $a_g \leq 0,15 g$ și pentru o înălțime maximă a clădirii de 7 m. S-a considerat oportună impunerea unei limitări a înălțimii maxime și a numărului de niveluri maxim și pentru clădirile din România.

B.8.6.2. Alcătuirea generală a structurilor

(6) Suprafața planșeului situat deasupra nivelului considerat din formula (8.21) include suprafața în plan orizontal a centurilor și grinzilor și include și suprafețele plăcilor situate în consolă sau în afara conturului pereților (balcoane, logii, bovindouri).

(8) Vezi Figura B.8.1.

(10) Vezi Figura B.8.1.

(11) Vezi Figura B.8.1.

B.8.6.4 Elemente de confinare din beton armat

(4) În figurile B.8.4, B.8.5, B.8.6 sunt exemplificate modalitățile de asigurare a conlucrării dintre stâlpișori și zidărie.

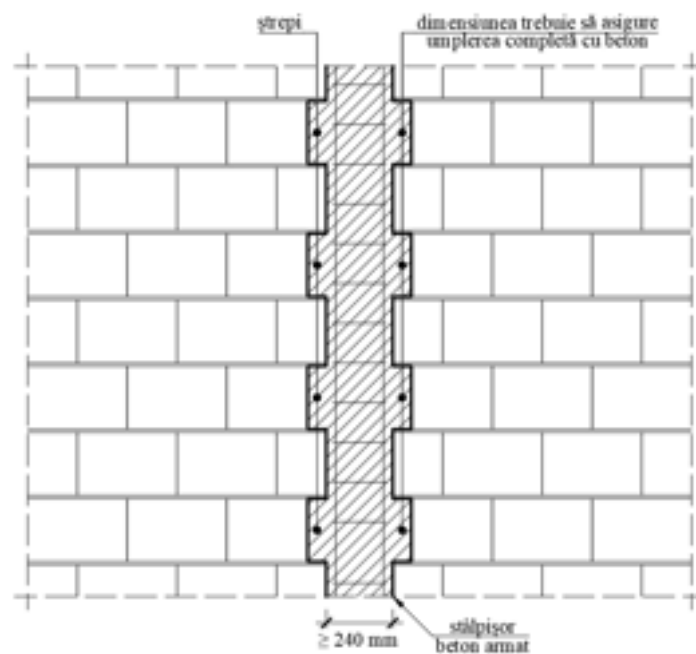


Figura B.8.4 Asigurarea conlucrării prin ștrepi

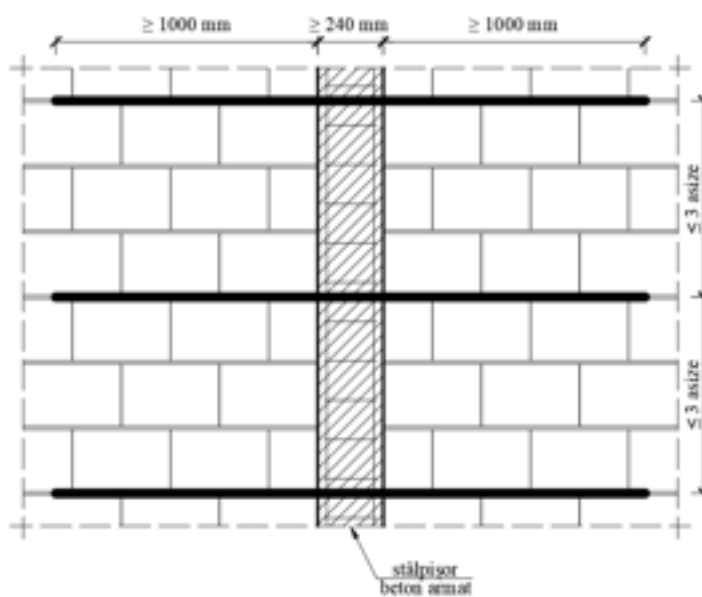


Figura B.8.5 Asigurarea conlucrării prin bare de armătură dispuse în rosturile orizontale

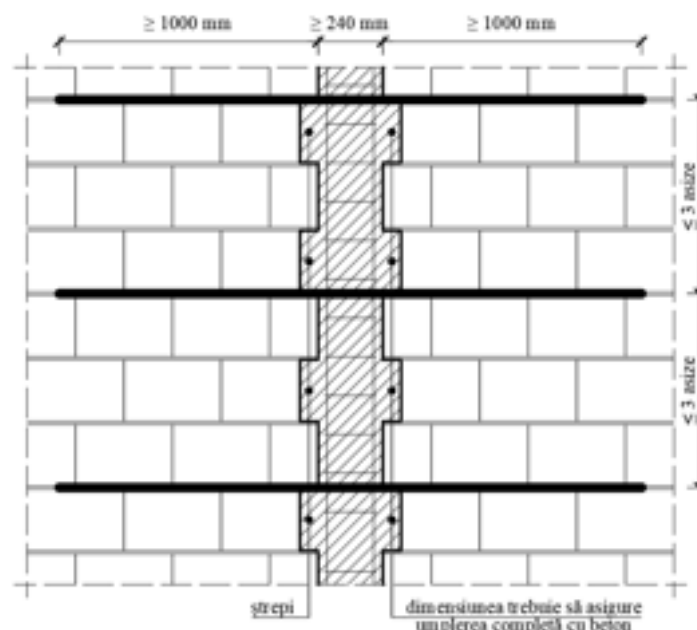


Figura B.8.6 Asigurarea conlucrării prin ștrepi și prin bare de armătură dispuse în rosturile orizontale

B.8.6.4.1 Stâlpișori

(1) Dimensiunea minimă a laturii stâlpișorului, 240 mm, coincide cu grosimea minimă impusă pentru pereții structurali. Dacă se utilizează pereți cu grosime mai mare (vezi de exemplu Figura B.8.11 sau Figura B.8.12), nu este obligatoriu ca stâlpișorul să fie dispus pe întreaga grosime a peretelui.

(5) Lungimile de înădădire indicate la acest paragraf sunt minimale și nu exclud stabilirea acestora prin calcul, conform prevederilor SR EN 1992-1-1.

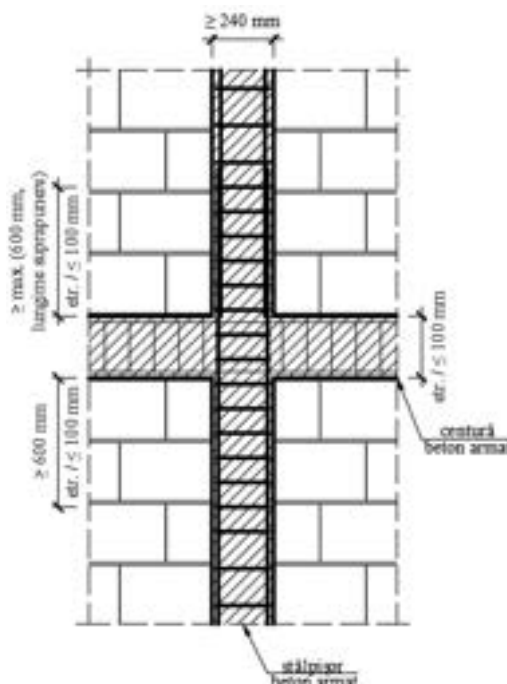


Figura B.8.7 Îndesirea etrierilor din stâlpișori pe zonele de suprapunere a barelor longitudinale și pe zona de intersecție cu centurile

(9) Vezi Figura B.8.7

(10) Vezi Figura B.8.7

B.8.6.4.2 Centuri

(5) Este recomandabil ca înădirea prin suprapunere a barelor longitudinale să nu se realizeze în același loc pentru toate barele. În figura B.8.8 este reprezentat un exemplu de bună practică de înădire a barelor.

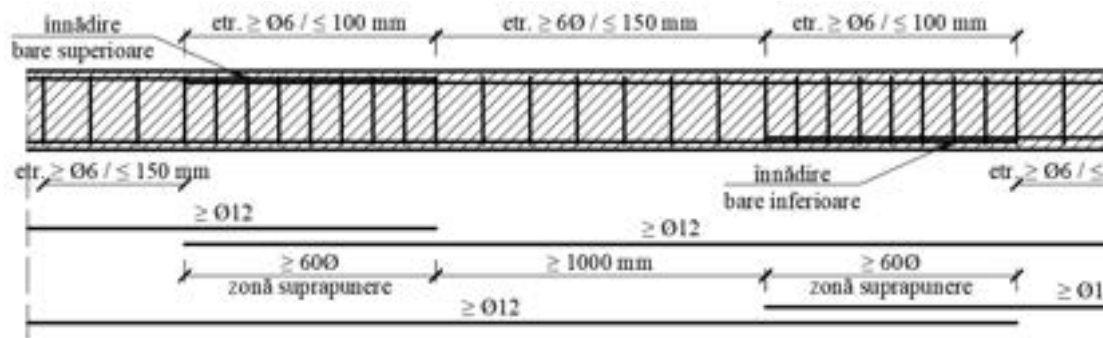


Figura B.8.8. Înădirea prin suprapunere a barelor longitudinale din centuri

(6) Lungimile de înădire indicate la acest paragraf sunt minimele și nu exclud stabilirea acestora prin calcul, conform prevederilor SR EN 1992-1-1.

(7) Ancorarea barelor longitudinale din centuri în centurile perpendiculare se face în plan orizontal (vezi Figura B.8.9 și Figura B.8.10).

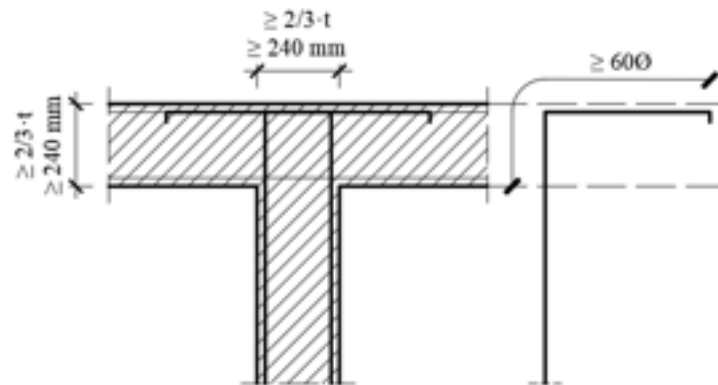


Figura B.8.9 Ancorarea barelor longitudinale din centuri la intersecții în „T”

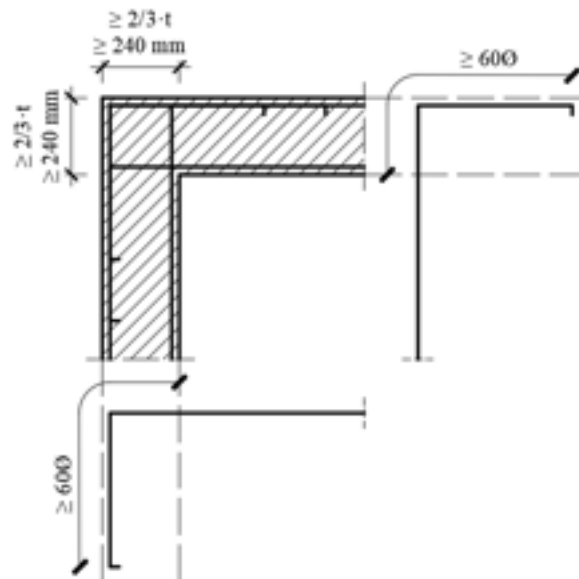


Figura B.8.10 Ancorarea barelor longitudinale din centuri la colțuri

B.8.6.5 Buiandrugi

(2) Se atrage atenția că inclusiv pentru clădirile proiectate în clasa de ductilitate DCL aflate în zone cu seismicitate moderată sau mare trebuie respectate prevederile acestui paragraf.

B.8.6.6 Armarea zidăriei în rosturile orizontale

(2) Exemple de dispunere a armăturilor de conlucrare la intersecții de pereți sunt prezentate în Figura B.8.11 și Figura B.8.12

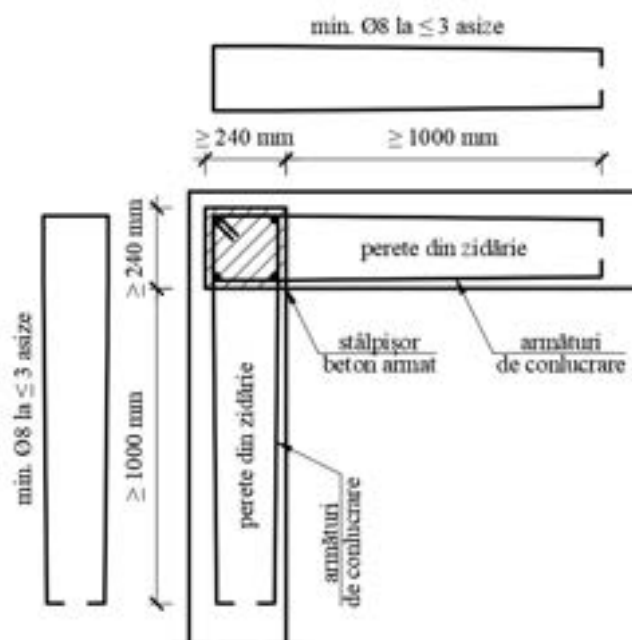


Figura B.8.11 Armături de conlucrare la colțuri

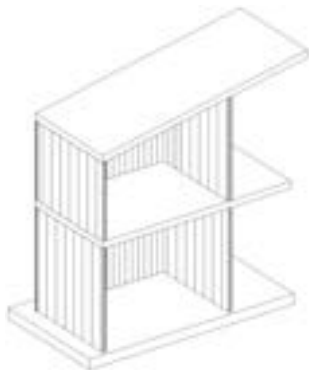
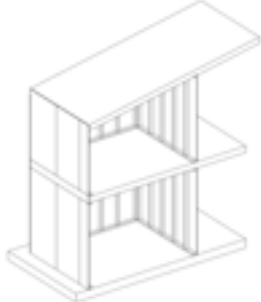


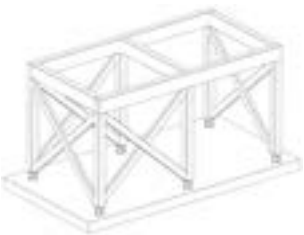
B.9 Structuri de lemn

B 9.2.1 Tipuri de structuri

(1) Clasificarea tipurilor de structuri principale de rezistență din lemn este definită în tabelul B 9.1:

Tabel B 9.1. Tipuri de structuri de lemn

Exemplu structural	Tipuri structurale de lemn
	a) Sisteme structurale alcătuite din lemn lamelat încrucișat Elemente structurale din lemn lamelat încleiat sau LVL pot fi utilizate ca alternativă numai în cazul structurilor proiectate în DCM, respectiv DCL și pentru indicele de seismicitate $S_8 \leq 4,0$ [m/s²]. Acestea sunt sisteme caracteristice structurilor cu pereți de lemn de tip platformă. Structurile cu pereți din lemn lamelat încrucișat trebuie să fie proiectate conform NP005.
	b) Sisteme structurale cu pereți din panouri de lemn Structurile cu pereți din panouri reprezintă sistemul structural compus din cadre de lemn rigidizate cu plăci colaborante pe bază de lemn (de exemplu, placaj sau OSB) sau alt tip de material. Structurile trebuie proiectate în conformitate cu NP005.
	c) Structurile cu pereți din bârne Sisteme structurale cu pereți din elemente liniare cu secțiune rotundă sau rectangulară, din lemn solid sau lemn lamelat încleiat (bârne), îmbinate prin chertare, în sistem « coadă de rândunică ». Structurile trebuie proiectate în conformitate cu NP005.
	d) Structura în cadre spațiale Sisteme structurale formate din cadre de lemn ortogonale realizate cu îmbinări semirigide utilizând mijloace mecanice. Aceste structuri trebuie proiectate conform NP005.

	Structuri în cadre contravântuite Acestea constau din ansambluri de stâlpi și grinzi din lemn contravântuite, articulate la noduri și realizate cu îmbinări de tip tijă. Structurile în cadre contravântuite se proiectează conform NP005.
	Structuri tip consolă Sunt alcătuite din console verticale (pereți, stalpi) din lemn lamelat încleiat, LVL ori CLT fără rosturi orizontale. Acestea sunt sisteme caracteristice structurilor cu pereți de lemn de tip platformă. Acest tip de structura se proiectează conform NP005.
	Arce cu două și trei articulații Structuri de tip dom Aceste tipuri de structuri se proiectează în clasa de ductilitate DCL.
*Figurile din tabelul B 9.1 descriu o parte a structurilor. Structurile pot avea mai multe niveluri și mai multe deschideri. **Structurile din CLT pot fi introduse în categoria a) sau f) în funcție de înălțimea pereților structurali: egală cu înălțimea de nivel (structura tip platformă) sau mai multe niveluri (structura tip balon).	

(1) Grosimea minimă a panourilor de lemn lamelat încrucișat sau lemn lamelat încleiat trebuie să fie mai mare de 60mm.

(2) Proprietățile materialelor componente ale panourilor de lemn și a conectorilor din zonele disipative trebuie să satisfacă condițiile din (3) și (4).

(3) Pentru plăcile colaborante trebuie satisfăcute următoarele condiții:

(a) Plăcile aglomerate din aşchii (PFL) derivate respectă prevederile standardului SR EN 312 au grosimea de minimum 12mm și densitatea caracteristica de cel puțin 550 kg/m³.

(b) Placajele au cel puțin 9 mm grosime și sunt formate din minimum 5 straturi și au densitatea caracteristică de cel puțin 450 kg/m³.

(c) Plăcile fibrolemnoase (PAL) respectă prevederile standardului SR EN 622 și au cel puțin 12 mm grosime și densitatea caracteristica de cel puțin 550 kg/m³.

(d) Plăcile cu lamele de lemn dublu orientate (OSB) respectă prevederile standardului SR EN 300 și au cel puțin 12mm grosime și densitatea caracteristică de cel puțin 550 kg/m³.

(e) Placi din gips-carton (GF) respectă prevederile standardului SR EN 15283-2 -2 și au cel puțin 12 mm grosime și densitatea caracteristică de cel puțin 1000 kg/m³.

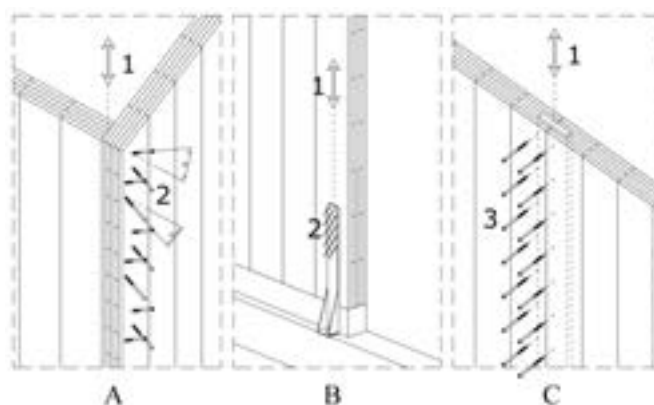
(f) Placi din lemn stratificat (LVL-C) respectă prevederile standardului SR EN 14279 și au cel puțin densitatea caracteristică de cel puțin 450 kg/m³.

(3) Pentru îmbinările proiectate cu cerințe de ductilitate se vor utiliza elemente metalice (tije și conectori) din oțel care satisfac exigențele de ductilitate prevăzute în normativul NP005.

B 9.2.2 Clase de ductilitate

(1) Îmbinările care conțin tije solicitate axial nu vor fi considerate ca fiind îmbinări disipative (Fig. B 9.1 A și B).

(2) Elementele de fixare tip tija situate în zonele disipative trebuie să fie solicitate perpendiculare pe forța de forfecare din conexiune (Fig. B 9.1 C).



A și B Conexiuni cu elemente de fixare introduse înclinat față de direcția forței tăietoare, transferând cea mai mare parte a încărcării prin rezistența axială, care nu ar trebui să fie considerată disipativă

C Conexiune cu elemente de fixare introduse perpendicular față de direcția forței tăietoare, transferând cea mai mare parte a încărcării prin rezistența la forfecare, care poate fi considerată disipativă

(1) Direcție de transfer a forței tăietoare

(2) Elemente de fixare înclinate în raport cu direcția de transfer a forței tăietoare

(3) Elemente de fixare perpendiculare pe direcția de transfer a forței tăietoare

Figura B.9.1 Exemple de îmbinări ne-disipative și disipative

B 9.2.5 Modelare pentru calcul

(4) Pentru proiectarea preliminară a clădirilor realizate cu structura din lemn lamelat încrucișat și structura cu pereți din panouri de lemn se poate utiliza următoarea formulă simplificată pentru estimarea perioadei fundamentale de vibrație:

$$T_{1,est} \leq 0.05 H_b^{3/4} \quad (B.9.1)$$

H_b – înălțimea clădirii, în m, măsurată de la nivelul fundației sau de la extremitatea superioară a infrastructurii considerată rigidă.

(2) Perioada fundamentală T_1 calculată prin modelare numerică și analitică în conformitate cu capitolul 4 nu trebuie luată mai mult de $2T_{1,est}$ din formula (B.9.1).

B.10 Componente nestructurale

10.4.1.2 Metoda spectrelor de etaj

Metoda spectrelor de etaj este o metodă simplificată pentru stabilirea accelerației componentelor nestructurale cauzată de acțiunea seismică de proiectare. Calculul spectrelor de răspuns de etaj implică parcurgerea următoarelor etape:

- determinarea variației în timp a accelerației planșeului pe care este fixată componenta nestructurală, prin integrarea directă a ecuației de mișcare a structurii sub acțiunea unei accelerograme compatibile cu spectrul de proiectare al accelerațiilor orizontale;
- determinarea spectrului de răspuns de etaj prin metodologia obișnuită folosind ca acțiune accelerograma de etaj.
- determinarea spectrului de răspuns al componentei nestructurale pe baza caracteristicilor dinamice ale acesteia folosind spectrul de răspuns de etaj.

10.4.1.1 Metoda forțelor statice echivalente

B.11 Dispozitive seismice

11.2 Izolarea bazei

11.2.4 Prevederi generale de proiectare

11.2.4.2 Controlul mișcărilor nedorite

În cazul clădirilor care adăpostesc echipamente sensibile la deformații (cum este de exemplu aparatura medicală), accelerațiile de nivel se limitează în conformitate cu indicațiile tehnice de funcționare a echipamentelor respective.

(3) Dispozitive adecvate pentru atenuare pot fi amortizori, absorbanți de șoc, etc.

11.2.4.4 Controlul deplasărilor relative față de terenul și construcțiile înconjurătoare

Spațiul rezultat pentru consumarea deplasărilor suprastructurii generate de acțiunea seismică trebuie acoperit adecvat pentru a nu permite căderea accidentală. Protecția spațiului respectiv nu trebuie să împiedice deplasarea suprastructurii.

11.2.4.7 Acțiunea seismică

(1) O atenție deosebită trebuie acordată componentei verticale a acțiunii seismice, care poate provoca forțe de întindere în dispozitivele de izolare și poate genera instabilitate.

11.2.5 Calculul structurii

11.2.5.3 Calculul liniar simplificat

(5), (c) Pentru perioade efective superioare limitei de 3s literatura de specialitate menționează instabilitate numerică a rezultatelor, chiar și în cazul calculului dinamic neliniar. Având în vedere valorile mari ale perioadei de colț pentru sudul și sud-estul țării noastre, se impune calculul dinamic pentru clădirile având baza izolată.

11.3 Clădiri echipate cu dispozitive seismice pasive

11.3.1 Obiect și domeniu de aplicare

(1) Sunt considerate două tipuri de dispozitive de disipare a energiei, dependente de deplasări: (i) dispozitive cu comportare plastic rigidă; și (ii) dispozitive cu comportare histeretică multiliniară.

Sunt considerate două tipuri de dispozitive de disipare a energiei, dependente de viteză: (i) dispozitive vâscoelastice (solid și fluid); și (ii) dispozitive vâscoase (fluid).

Relația forță-deplasare a unui dispozitiv de disipare a energiei, dependent de deplasări, având comportare plastic rigidă, își schimbă alura numai atunci când solicitarea aplicată depășește limita de curgere a dispozitivului. Atunci dispozitivul se deformează sub forță aproximativ constantă.

Un dispozitiv de disipare a energiei, dependent de deplasări, având comportare histeretică multiliniară, va fi caracterizat de o relație forță-deplasare liniar-elastică până la atingerea limitei de curgere. Apoi dispozitivul se va deforma plastic, având o rigiditate inferioară celei din domeniul elastic de comportare.

11.3.2 Cerințe fundamentale

Capacitatea de deplasare, forțele aplicate și alte caracteristici esențiale ale dispozitivelor seismice, utilizate în procesul de proiectare și de testare, vor respecta EN15129, EN

1337 și prevederile capitolului 11.3. Aceste caracteristici se stabilesc din analiza structurală.

B.A. Acțiunea seismică de proiectare – valori definitorii

(1) Valorile accelerațiilor spectrale orizontale absolute care corespund palierului de accelerații constante a spectrului de răspuns elastic calculat pentru o fracțiune de amortizare critică egală cu 5% pentru verificări la SLU și SLS sunt prezentate în tabelul A.1 pentru toate unitățile administrativ-teritoriale ale României.

Valorile accelerației spectrale absolute S_{ap} sunt determinate prin analiza probabilistică a hazardului seismic în centroidul fiecărei unități administrativ-teritoriale, analiză care a fost revizuită de către UTCB, INCDFP și URBAN-INCERC în cadrul proiectului național de cercetare BIGSEES (<http://infp.infp.ro/bigsees/default.htm>) finanțat de Ministerul Educației și Cercetării Științifice din România în perioada 2012–2016. În acest scop, seismicitatea tuturor surselor care influențează teritoriul României a fost actualizată pe baza datelor obținute în ultimii ani. De asemenea, au fost selectate modelele alternative de mișcare a terenului (relațiile de atenuare), precum și ponderile acestora. Analiza hazardului seismic pentru România efectuată în acest studiu se bazează pe abordarea tradițională Cornell-McGuire. Valorile accelerațiilor spectrale orizontale absolute prezentate în tabelul A.1 sunt corelate și cu prevederilor normative anterioare minime pentru calibrarea hazardului seismic pentru proiectare din România.

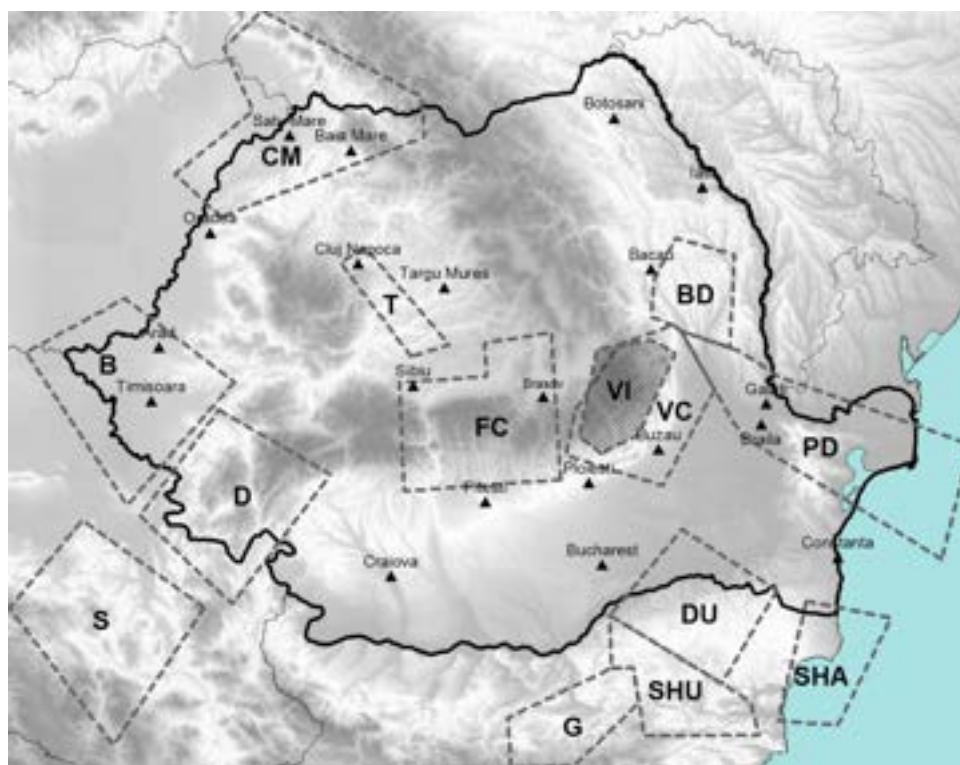


Figura B.1. Surse care contribuie la hazardul seismic al României. Semnificațiile acronimelor de pe hartă sunt: B- Banat, BD- Depresiunea Bârladului, CM – Crișana Maramureș, D – Danubius, DU – Dulovo, FC – Făgăraș Câmpulung, G – Gorna, PD –

Depresiunea Pre-Dobrogeană, S – Serbia, SHA- Șabla, SHU – Șumen, T – Transilvania, VC – Vrancea crustal și VI – Vrancea adâncime intermediară (Pavel et. al., 2016)

Sursele seismice care contribuie la hazardul seismic al României sunt definite în Figura B.1. Astfel, au fost considerate 13 surse crustale și una de adâncime intermediară în regiunea Vrancea. Pentru calibrarea parametrilor relațiilor Gutenberg-Richter de recurență a seismicității au fost considerate 549 de cutremure generate de cele 13 surse crustale și 230 de cutremure generate de sursa seismică de adâncime intermediară Vrancea.

Modelele de mișcare a terenului utilizate în analiza probabilistică a hazardului seismic au fost selectate pe baza mai multor studii recente (Văcăreanu et al., 2013; Pavel et. al., 2014, Văcăreanu et al., 2015) care au avut ca scop testarea și ierarhizarea modelelor candidate de predicție a mișcării terenului atât pentru sursa seismică de adâncime intermediară Vrancea, cât și pentru sursele seismice crustale. Baza de date utilizată pentru testarea și ierarhizarea modelelor candidate pentru predicția mișcării terenului conține 431 de înregistrări de la 10 cutremure de adâncime intermediară din Vrancea și 125 de înregistrări de la 25 de cutremure crustale. Pentru mișcările terenului generate de evenimentele seismice de adâncime intermediară din Vrancea au fost considerate doar cutremurele cu magnitudinea moment mai mare ca 5, deoarece cutremurele mai mici au efecte structurale relativ minore.

Principalele avantaje ale acestui model față de modelele utilizate anterior pentru analiza probabilistică a hazardului seismic pentru România sunt:

- utilizarea de contururi și cataloage actualizate pentru sursele seismice care afectează teritoriul României;
- selectarea modelelor de predicție a mișcării terenului utilizate în analiză se bazează pe proceduri riguroase de testare și clasificare din literatura de specialitate;
- considerarea sistematică atât a variabilității aleatoare a seismicității și a mișcării terenului prin intermediul repartițiilor de probabilitate de tip exponențial și lognormal, cât și a incertitudinilor epistemice prin intermediul unui arbore de evenimente).

Rezultatele analizei probabilistice a hazardului seismic pentru România au fost obținute utilizând versiunea din 2014 a codului CRISIS (Ordaz et al., 2013).

Mai multe detalii referitoare la analiza probabilistică a hazardului seismic pentru România sunt data în (Pavel et al., 2016) și (Văcăreanu et al., 2016).

Comparațiile rezultatelor analizelor probabilistice de hazard seismic efectuate pentru România cu cele rezultate din modelul european ESHM 2020 (Danciu et al. 2024) pentru diferite amplasamente afectate atât de surse seismice crustale, cât și de sursa seismică de adâncime intermediară Vrancea arată diferențe de cel mult $\pm 10\%$.

Valorile perioadelor de colț (control) T_C pentru verificări la SLU și SLS sunt bazate pe prelucrarea statistică a valorilor obținute din prelucrarea mișcărilor seismice din baza de date utilizată pentru testarea și ierarhizarea modelelor mișcării terenului și pe calibrarea unor modele predictive cu considerarea incertitudinilor asociate. Informații suplimentare privind calibrarea valorilor perioadelor de colț (control) pentru spectrele de proiectare orizontale și verticale sunt disponibile în (Pavel & Yaghmaci-Sabegh, 2023) și Pavel et al., 2024).

Delimitarea teritoriului României în funcție de valorile $S_{ap,h}^{SLS}$ (în m/s^2) din Tabelul A.1 este reprezentată în Figura A.1.

Delimitarea teritoriului României în funcție de valorile $S_{ap,h}^{SLU}$ (în m/s^2) din Tabelul A.1 este reprezentată în Figura A.1A.3.

Delimitarea teritoriului României în funcție de valorile T_C^{SLS} (în s) din Tabelul A.1 este reprezentată în Figura A.1A.4.

Delimitarea teritoriului României în funcție de valorile T_C^{SLU} (în s) din Tabelul A.1 este reprezentată în Figura A.1A.5.

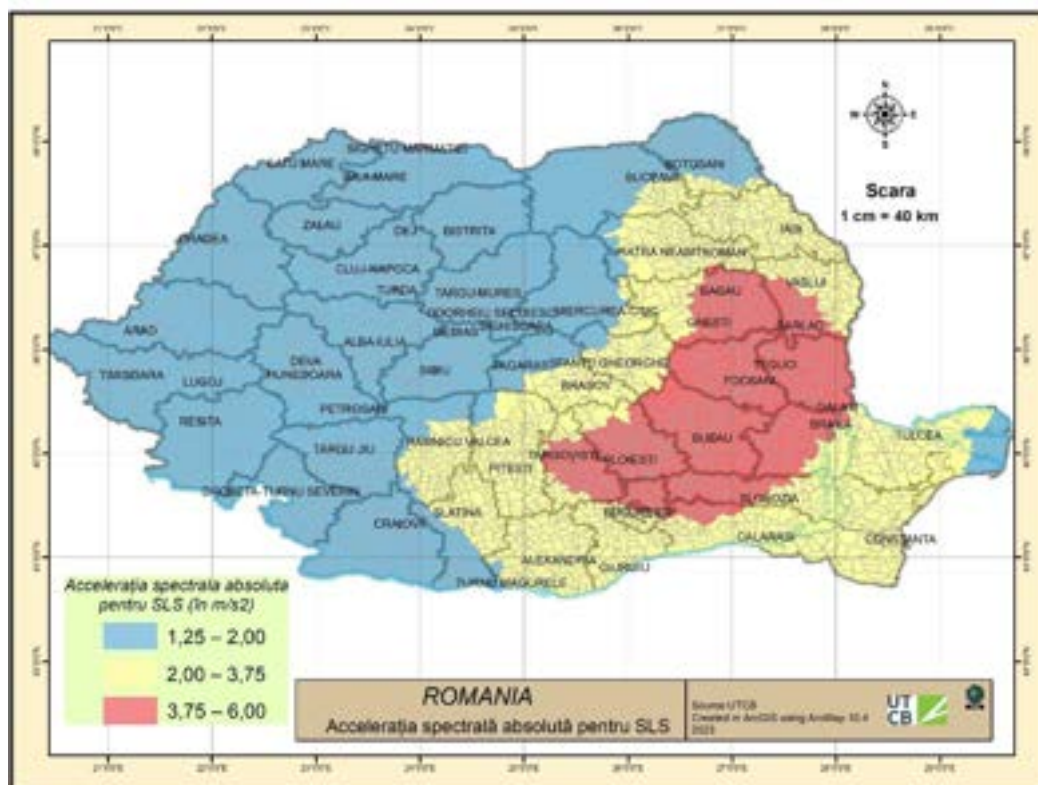


Figura B.A.2 Delimitarea teritoriului României în funcție de valorile $S_{ap,h}^{SLS}$ caracteristice amplasamentului

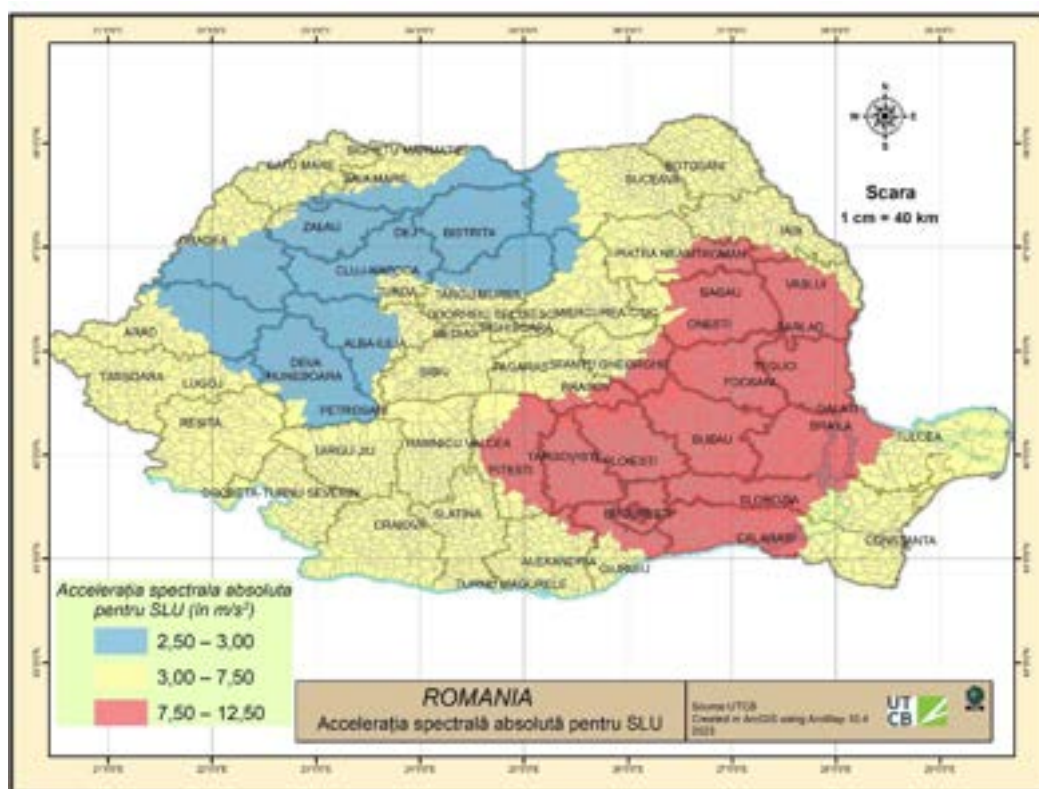


Figura B.A.3 Delimitarea teritoriului României în funcție de valorile $S_{ap,h}^{SLU}$ caracteristice amplasamentului

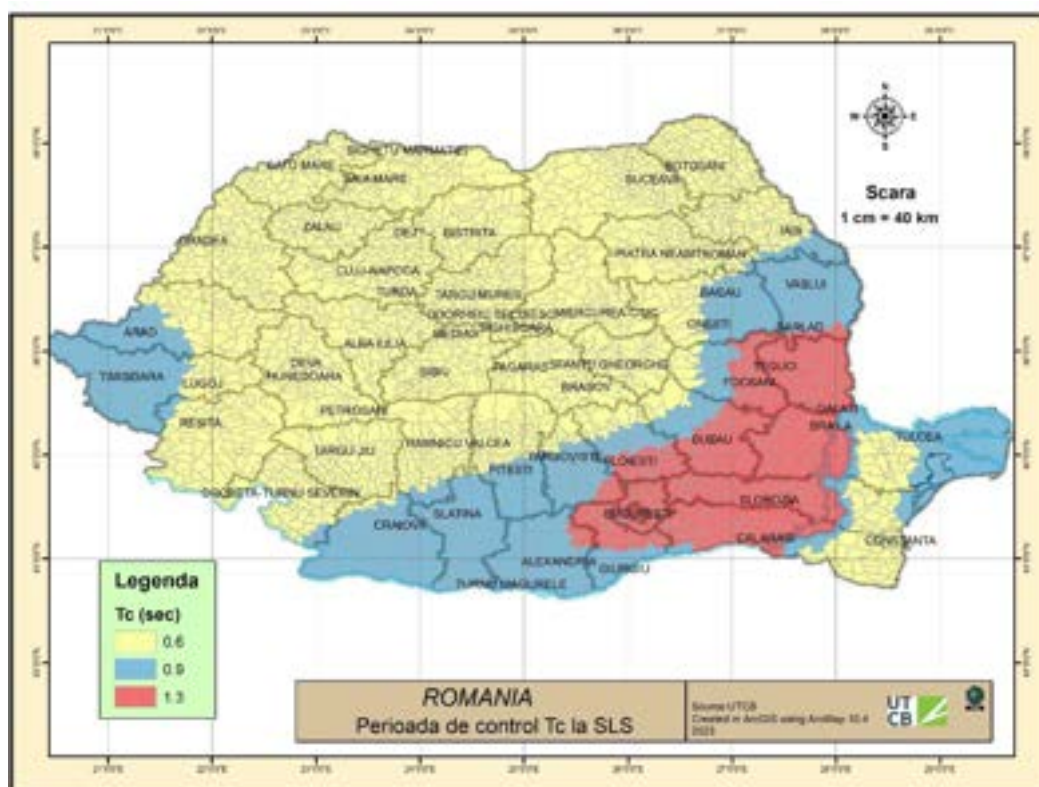


Figura B.A.4 Delimitarea teritoriului României în funcție de valorile T_C^{SLS} caracteristice amplasamentului

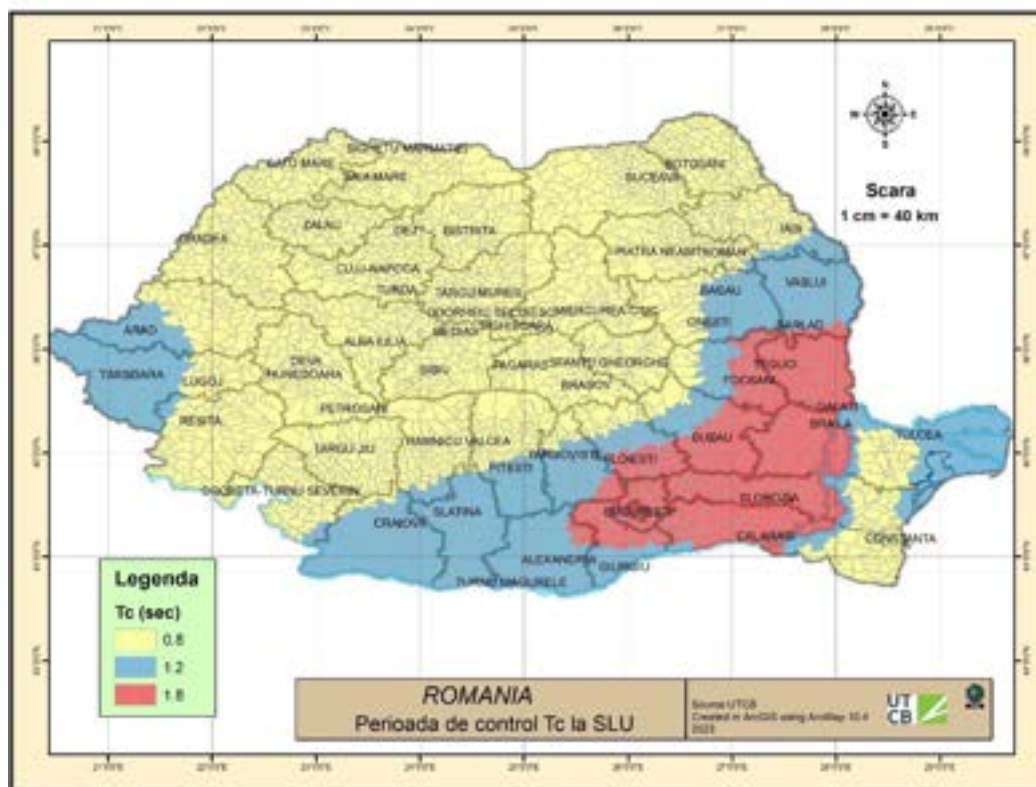


Figura B.A.5 Delimitarea teritoriului României în funcție de valorile T_C^{SLU} caracteristice amplasamentului

Referințe bibliografice pentru comentariile la Anexa A

1. Danciu, L., Giardini, D., Weatherill, G., Basili, R., Nandan, S., Rovida, A., Beauval, C., Bard, P.-Y., Pagani, M., Reyes, C. G., Sesetyan, K., Vilanova, S., Cotton, F., Wiemer, S. (2024), The 2020 European Seismic Hazard Model: Overview and Results, EGU sphere [preprint], <https://doi.org/10.5194/egusphere-2023-3062>.
2. Ordaz, M., Martinelli, F., D'Amico, V., Meletti, C. (2013), CRISIS 2008: a flexible tool to perform probabilistic seismic hazard assessment, Seismol. Res. Lett., 84(3), 495-504.
3. Pavel, F., Văcăreanu, R., Arion, C., and Neagu, C. (2014), On the variability of strong ground motions recorded from Vrancea earthquakes, Eq. and Struct., 6(1), 1-18.
4. Pavel, F., Văcăreanu, R., Douglas, J., Radulian, M., Cioflan, C. O., Barbat, A. (2016). An Updated Probabilistic Seismic Hazard Assessment for Romania and Comparison with the Approach and Outcomes of the SHARE Project. Pure and Applied Geophysics, 173(6): 1881-1905, DOI: 10.1007/s00024-015-1223-6

5. Pavel, F., Văcăreanu, R., Pitiliakis, K. (2022), Preliminary evaluation of the impact of Eurocode 8 draft revision on the seismic zonation of Romania. *Appl. Sci.*, 12(2), 649.
6. Pavel, F., Yaghmaei-Sabegh, S. (2023), Empirical evaluation of the control period TC for intermediate-depth earthquakes: application for Romania. *Natural Hazards*, 118, 2609–2628 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11069-023-06110-x>
7. Pavel, F., Văcăreanu, R., Aldea, A., Arion, C. (2024), Vertical Elastic Acceleration Response Spectra for Vrancea Intermediate-Depth Earthquakes. *Buildings*, 14, 906. <https://doi.org/10.3390/buildings14040906>
8. Văcăreanu, R., Pavel, F., and Aldea, A. (2013), On the selection of GMPEs for Vrancea subcrustal seismic source, *Bull. Eq. Eng.*, 11(6), 1867-1884.
9. Văcăreanu, R., Radulian, M., Iancovici, M., Pavel, F., and Neagu, C. (2015), Fore-arc and back-arc ground motion prediction model for Vrancea intermediate depth seismic source, *J. Eq. Eng.*, 19(3), 535-562.
10. Văcăreanu, R., Aldea, A., Lungu, D., Pavel, F., Neagu, C., Arion, C., Demetriu, S., Iancovici, M. (2016). Probabilistic Seismic Hazard Assessment for Romania. In: D'Amico, S. (Eds) *Earthquakes and Their Impact on Society*, Springer Natural Hazards Book Series, p. 137-169, ISBN: 978-3-319-21752-9 (Print) 978-3-319-21753-6 (Online), <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-21753-6>