

# Comentarii privind unele prevederi introduse în codul de proiectare P100-1/2012

**Dan Crețu**

Departamentul de Rezistența Materialelor,  
Poduri și Tuneluri,

UTCB

# 1. Principalele modificări care influențează mărimea forțelor seismice de proiectare (capitolul 3 - Acțiunea seismică)

- creșterea cu 25% a nivelului de hazard seismic ;
- reducerea factorului maxim de amplificare dinamică a mișcării în plan orizontal a terenului ,  $\beta_0$  , cu cca. 9%, de la 2,75 la 2,5;
- majorarea de două ori a perioadei de colț  $T_B$  , de la  $0,1T_C$  la  $0,2T_C$  ;
- majorarea  $\beta_0$  cu 20% pentru clădiri din București cu  $T_1 = 1,4 \div 1,6$  sec;
- reducerea factorului de amplificare dinamică a accelerației mișcării verticale a terenului ,  $\beta_{0v}$  , de la 3,0 la 2,75;

## 1. Principalele modificări care influențează mărimea forțelor seismice de proiectare (capitolul 3 - *Acțiunea seismică*)

- indicarea caracteristicilor macroseismice pentru 337 localități, față de 76 în versiunea anterioară;
- specificarea unei limite inferioare pentru forța seismică de bază, la 20% din forța de inerție de corp rigid corespunzătoare amplasamentului ;
- specificarea unei limite superioare, de 5 sec, a domeniului de definiție pentru spectrul elastic de proiectare;
- introducerea
  - clădirilor cu o înălțime supraterană de peste 45 m în clasa I de importanță
  - clădirilor multietajate de locuit, birouri și comerciale cu o capacitate de peste 300 de persoane pe aria totală expusă, în clasa a II-a de importanță.

## 2. Unele considerente privind estimarea nivelului hazardului seismic

Abordări probabilistice care au la bază o serie de înregistrări ale unor mișcări seismice semnificative.



Aprecierea hazardului seismic



- aprecierea intervalului mediu de recurență asociat unor accelerograme înregistrate;
- determinarea spectrului elastic normalizat de răspuns în accelerații absolute;
- calculul accelerației maxime probabile a mișcării terenului într-un amplasament dat pentru un interval mediu de recurență acceptat.

Estimarea hazardului seismic și evaluarea riscului seismic depind de IMR.

## 2. Unele considerente privind estimarea nivelului hazardului seismic

- Aprecierea nivelului de hazard este influențată direct de mărimile extreme ale magnitudinilor cutremurelor care intervin într-o analiză probabilistică.
- Magnitudinea maximă credibilă se poate estima folosind ecuațiile de regresie

$$\begin{array}{llll} \log SRL = -3,55 + 0,74M_w & \sigma = 0,23 & SRL = \text{lungimea} & \left. \vphantom{\begin{array}{l} \log SRL \\ \log SRA \end{array}} \right\} \text{aferește suprafeței} \\ \log SRA = -3,42 + 0,90M_w & \sigma = 0,22 & SRA = \text{aria} & \text{de rupere} \end{array}$$

Pentru cutremurul maxim credibil din sursa Vrancea, prof. C. Dinu și acad. M. Săndulescu au estimat

$$SRL \leq 150 \div 200 \text{ km} \quad SRA \leq 8000 \text{ km}^2$$

$$M_{w,\max} = 8,1 \quad \longrightarrow \quad \left\{ \begin{array}{l} SRL = 278 \text{ km} \\ SRA = 7413 \text{ km}^2 \end{array} \right.$$

$$M_{w,\min} = 6.3 \quad \left[ \begin{array}{l} \text{mișcările seismice cu magnitudini moment inferioare nu sunt semnificative în calculul} \\ \text{construcțiilor din zonele afectate de cutremurele subcrustale din sursa Vrancea} \end{array} \right]$$

## 2. Unele considerente privind estimarea nivelului hazardului seismic

- Determinarea IMR

$$n(\geq M) = e^{\alpha - \beta M} \frac{1 - e^{-\beta(M_{\max} - M)}}{1 - e^{-\beta(M_{\max} - M_{\min})}} = \text{legea Gutenberg-Richter trunchiată}$$

Catalogul Radu

Autor	$m$	Nr. de înregistrări	IMR	$M_{\min}$
Lungu	$M_w = 7,5$	12	82	$M_{w,\min} = 6,3$
	$M_w = 7,6$	12	108	
Ginsari	$M_{G-R} = 7,2$	90	94	$M_{G-R,\min} = 5,0$
	$M_{G-R} = 7,3$	90	125	

Diferența dintre rezultate provine de la valoarea considerată pentru magnitudinea minimă și numărul de mișcări înregistrate.

Secolul XX: numai 4 înregistrări pentru mișcări seismice semnificative

4.03.1977	30.08.1986	30.05.1990	31.05.1990
$M_w = 7,5$	$M_w = 7,2$	$M_w = 7,0$	$M_w = 6,4$

*Date insuficiente într-o analiză probabilistică  $\Rightarrow$  este imposibilă calibrarea unei relații de atenuare.*

## 2. Unele considerente privind estimarea nivelului hazardului seismic

- Determinarea numărului de cutremure într-un an cu magnitudinea mai mare ca  $m$  (Dang 1984)

$$n(m) = \frac{n(M_{\min}) (e^{-\lambda m} - e^{-\lambda M_{\max}})}{e^{-\lambda M_{\min}} - e^{-\lambda M_{\max}}} \quad (M_{\min} \leq m \leq M_{\max}) \quad \begin{cases} M_{\min} = 5 \\ M_{\max} = 7,8 \end{cases}$$

cutremurele vrâncene	$m$	IMR
Ginsari	$M_{G-R} = 7,2$	177
	$M_{G-R} = 7,3$	243

- Probabilitatea de depășire a magnitudinii în  $T$  ani

$$R_T(m) = 1 - e^{-\alpha T e^{-\beta m}} \longrightarrow$$

$$R_T = 1 - e^{-Tn(M_{\min}) \frac{e^{-\lambda m} - M_{\max} e^{-\lambda M_{\max}}}{e^{-\lambda M_{\min}} - e^{-\lambda M_{\max}}}} \longrightarrow$$

$R_{T=50}(7,2)$
0,553
0,245

$M_{\min} \uparrow \Rightarrow \text{IMR} \downarrow$

Utilizarea unui set de date insuficiente va conduce sigur la o supraestimare a nivelului de hazard.

## 2. Unele considerente privind estimarea nivelului hazardului seismic

Data cutremur	$m$ G-R	nr. de înregistrări	Interval catalog	IMR			$R_{T=50}$	
4.03.1977	7,2	$(M_{\min} \geq 6,0)$ 12	1901-2000	50	77	69	0,627	0,514
	7,3	12	1901-2000	59	102	89	0,570	0,427
	7,2	$(M_{\min} \geq 6,0)$ 20	1801-2000	87	125	108	0,430	0,370
	7,3	20	1801-2000	105	168	143	0,370	0,295

$$\log n(\geq m) = a - bm$$

$$n(\geq M) = e^{\alpha - \beta M} \frac{1 - e^{-\beta(M_{\max} - M)}}{1 - e^{-\beta(M_{\max} - M_{\min})}}$$

$$R_T = 1 - e^{-Tn(M_{\min}) \frac{e^{-\lambda m - M_{\max}} e^{-\lambda M_{\max}}}{e^{-\lambda M_{\min}} - e^{-\lambda M_{\max}}}}$$

$$R_T(m) = 1 - e^{-\alpha T e^{-\beta m}}$$

$$n(m) = \frac{n(M_{\min}) (e^{-\lambda m} - e^{-\lambda M_{\max}})}{e^{-\lambda M_{\min}} - e^{-\lambda M_{\max}}}$$

*“We all know that we cannot predict all important seismic demands and capacities with confidence, even in a probabilistic format”.*

H. Krawinkler

*“Se știe că nu se pot face predicții de încredere ale tuturor cerințelor seismice și capacităților importante, chiar și într-un format probabilistic”.*



## 2. Unele considerente privind estimarea nivelului hazardului seismic

- Zonarea teritoriului României din punct de vedere al accelerației de vârf
  - model de regresie Joiner-Boore modificat

$$\ln PGA = b_0 + b_1 M_w + b_2 \ln R + b_3 R + b_4 h + \varepsilon$$

depind de datele înregistrate disponibile

$$R = \sqrt{h^2 + \Delta^2} = \text{distanța hipocentrală}$$

$h$  = adâncimea focarului

$a_g$  are un anumit grad de incertitudine

$$\ln h = -0,866 + 2,846 \ln M_w \longleftrightarrow M_w \leq 6,3$$

- din înregistrările existente rezultă o supraestimare a nivelului de hazard în unele zone din România

Exemplu	Piatra Neamț	Iași
30.08.1986, EW	$a_{\max} = 12,4 \text{ cm/s}^2$	$\approx$ x 10
P100-1/2012	$a_g = 0,25g$	$a_g = 0,25g$

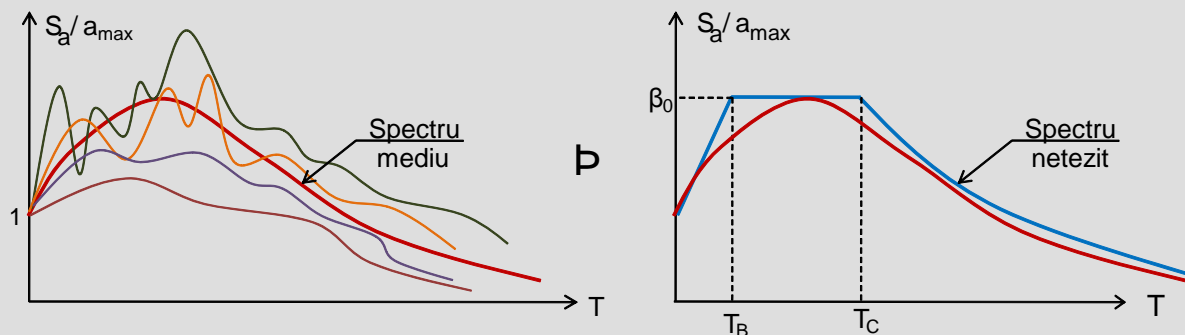
- Toate comentariile sunt valabile strict în cazul unui răspuns elastic, acceptând relațiile empirice de atenuare, IMR, cutremurul maxim credibil, adâncimea și distanța focarului pentru un număr insuficient de înregistrări.

### 3. Spectrul de proiectare, supraamplificarea și răspunsul structural

- Mărimea forțelor seismice static convenționale depinde de  $a_g$  și  $\beta(T)$ .
- În cazul unor incursiuni în domeniul inelastic, accelerațiile absolute maxime de răspuns se reduc considerabil și pot fi obținute în mod simplificat din spectrul elastic de proiectare prin intermediul factorului de comportare  $q > 1$ :

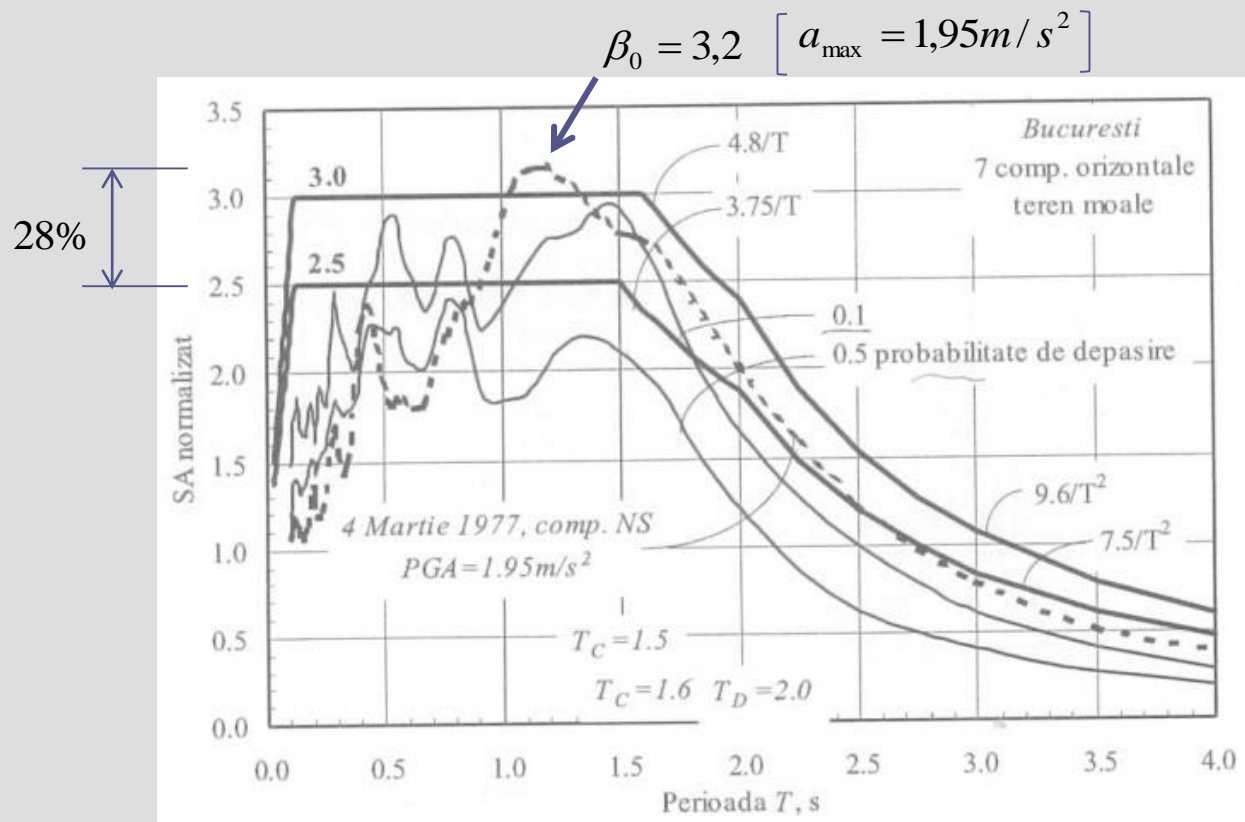
$$S_d(T) = S_e(T) / q \quad S_e(T) = a_g \cdot \beta(T)$$

- $\beta(T) = S_e(T) / a_g =$  spectrul normalizat al accelerațiilor absolute de răspuns elastic



### 3. Spectrul de proiectare, supraamplificarea și răspunsul structural

- pentru cutremurele din sursa Vrancea, spectrul netezit este de fapt înfășurătoarea spectrului normalizat obținut din accelerograma celui mai sever cutremur înregistrat pînă în prezent, la INCERC-București, la 4.03.1977

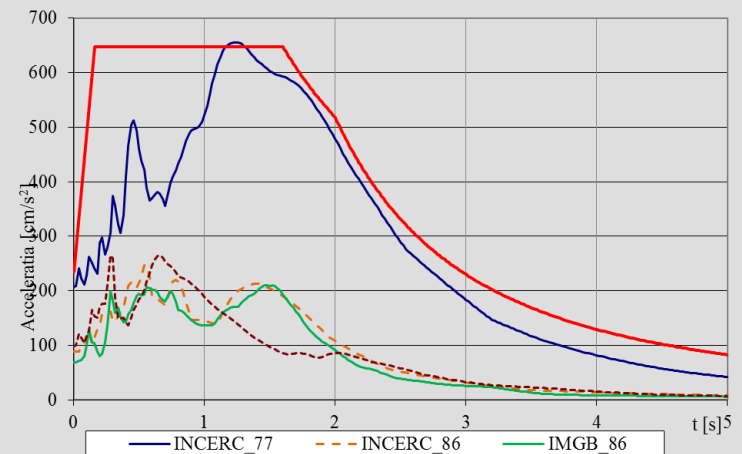
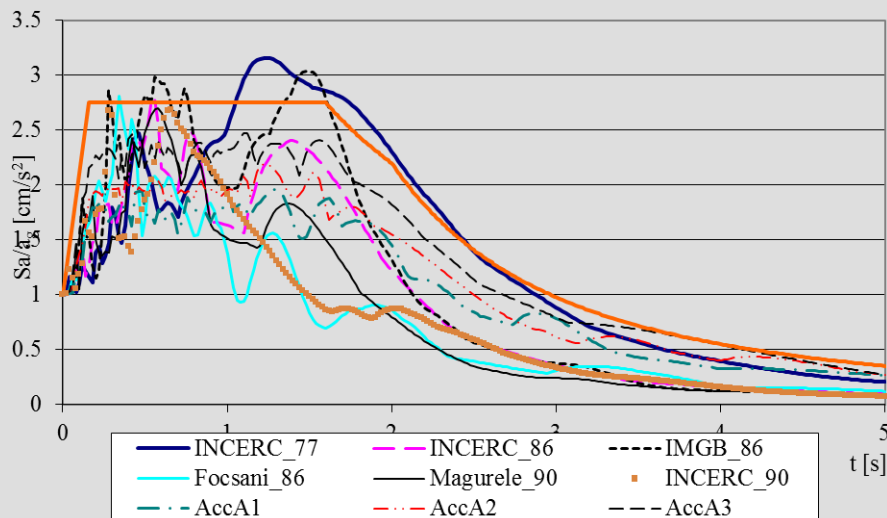


### 3. Spectrul de proiectare, supraamplificarea și răspunsul structural

$$P100-1/2012: \beta_0 = 2,5 \leftrightarrow a_g = a_{\max} = 0,3g = 2,943m/s^2$$

	$S_{d,e}$		$S_e$
P100-1/2012	$2,5 \cdot 2,943 = 7,3575 \text{ m/s}^2$	1,18	4.03.1977
P100-1/2006	$2,75 \cdot 0,24 \cdot 9,85 = 6,478 \text{ m/s}^2$		$3,2 \cdot 1,95 = 6,24 \text{ m/s}^2$

Raportarea la nivel de spectre normalizate, fără a examina valorile absolute, poate produce aprecieri eronate, pierzându-se caracterul mișcării reale a terenului.




### 3. Spectrul de proiectare, supraamplificarea și răspunsul structural

<i>IMR</i>	
P100-1/2012	225
P100-1/2006	100

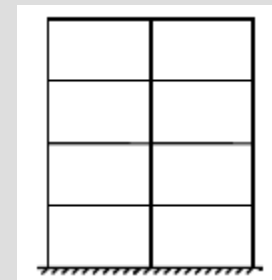
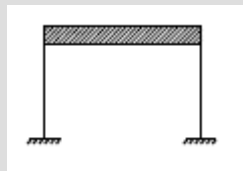
$$\longrightarrow S_{e,IMR=225} = 1,25 \cdot 6,24 = 7,8 \text{ m/s}^2$$

$$\frac{S_{IMR=225}}{S_{d,el}} = \frac{7,8}{7,3575} = 1,08 \longleftrightarrow T_p = 1,3 \div 1,7 \text{ s}$$

⇒ spor de numai 8%, mai mic față de amplificarea de 20% propusă în capitolul 3 din noul cod.


 P100-1/2012, subcapitolul 3.1, *Reprezentarea acțiunii seismice pentru proiectare*:  
 sporul de 20% poate fi evitat în cazul în care calculul structural este de tip *dinamic liniar sau dinamic neliniar*, când majorarea factorului de amplificare dinamică maximă  $\beta_0$  nu mai este necesară.

□ Ar putea produce un calcul dinamic liniar valori mai mari decât un calcul simplificat cu forțe seismice static echivalente?



spectrul de răspuns nu este decât o reprezentare grafică a accelerațiilor maxime absolute aferente unor sisteme elatic-liniare cu 1 GLD cu diferite rigidități

nu se pune problema proiectării în domeniul elastic-liniar, în spiritul codului EC8-1, respectiv P100-1 ca variantă a codului european

### 3. Spectrul de proiectare, supraamplificarea și răspunsul structural

- Considerarea disipării energiei induse de cutremurul sever de proiectare, prin incursiuni în domeniul nelinier fizic de comportare, limitează forțele seismice la capacitățile de rezistență ale elementelor disipative (grinzi, contravântuiri, linkuri, stâlpi la bază, etc).
  - $\Rightarrow$  răspuns inelastic la forțe mult reduse față de un răspuns elastic liniar

$$F_b = F_e / q \quad q > 1$$

- $\Rightarrow$  sporul de 20% se situează în afara conceptului „proiectării la capacitate” care guvernează codul de proiectare seismică P100-1
- Răspunsului histeretic inelastic se poate evalua printr-o amortizare vâscoasă echivalentă asociată unei excitații sinusoidale (Jocobsen 1930)

$$\xi_{eq} = \xi_0 + \xi_{hist}$$

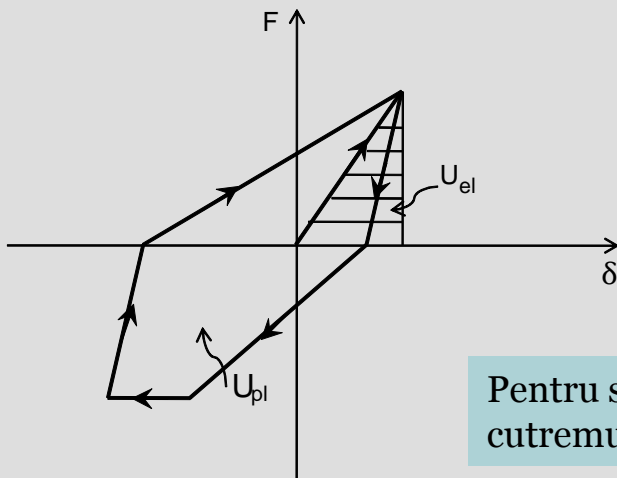
$$\xi_{hist} = \frac{1}{4\pi} \frac{\omega_1}{\omega} \frac{U_{pl}}{U_{el}}$$

$$\xi_0 = 0,05$$

La rezonanță,

$\omega_1 = \omega \rightarrow$  pulsația excitației  
 $\rightarrow$  pulsația sistemului oscilant

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi_{eq}}} \geq 0,55$$



Pentru structuri cu o capacitate ridicată de absorbție a energiei induse de cutremur, deci cu o înaltă ductilitate, aceste relații sunt descoperitoare.

### 3. Spectrul de proiectare, supraamplificarea și răspunsul structural

- regula de comportare inelastică și factorul de ductilitate  $\mu$  influențează semnificativ valoarea  $\xi_{eq}$  (Miranda -2002, Priestley-2003, Lin-2005)
  - materiale cu comportare ideal elasto-plastică sau cu consolidare

$$\xi_{hist} = \alpha \left( 1 - \frac{1}{\mu} \right)$$

↳ = 0,64 pentru un model histeretic biliniar

Ex.: material elasto-plastic ideal

$\mu$	$\alpha$	$\xi_{eq}$	$\eta$
6	0,23	19%	0,646
2	0,16	8%	0,877
1	0,00	2%	1,195

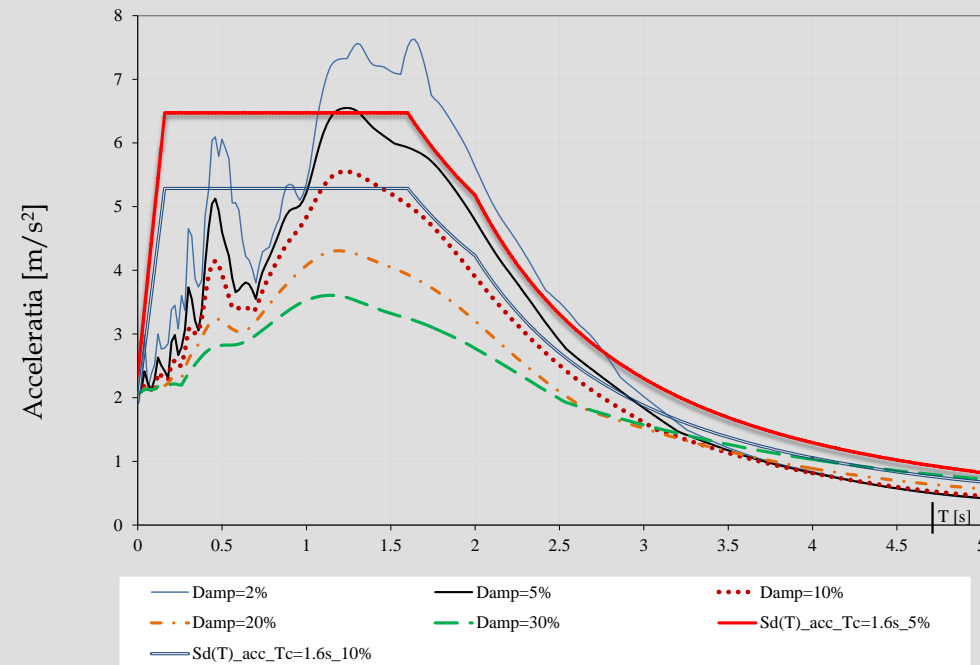
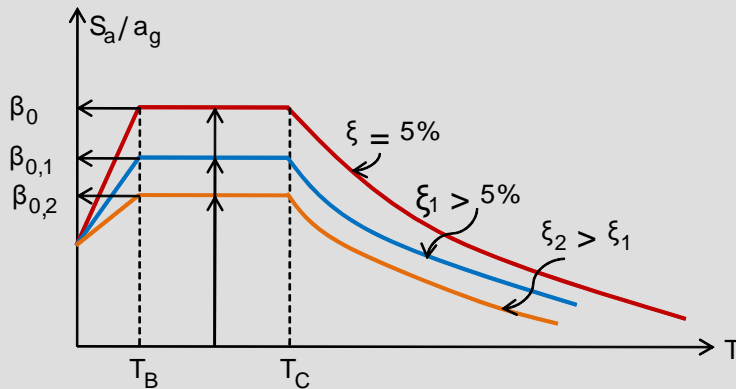
- materiale structurale cu alte reguli de comportare

$$\xi_{eq} = \xi_0 + \alpha \left( 1 - \frac{1}{\mu} \beta \right)$$

↳ depind de material

### 3. Spectrul de proiectare, supraamplificarea și răspunsul structural

- Răspunsul în accelerații absolute trebuie determinat pe un spectru redus (inelastic)



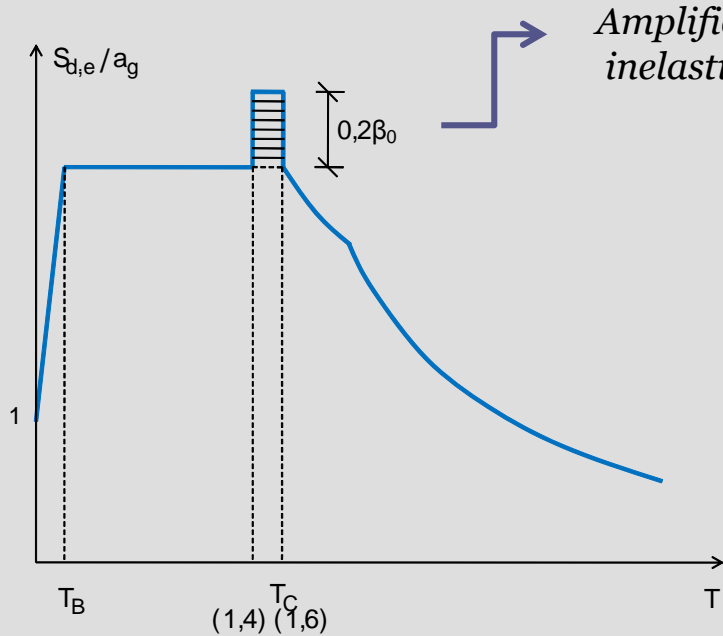
- În cazul unui răspuns în domeniul inelastic, valoarea forței tăietoare de bază este mult redusă în raport cu un răspuns ideal elastic liniar

$$F_b = \gamma_I \frac{S_{d,el}}{q} a_g m \lambda = \gamma_i S_{inel} m a_g \lambda$$

$$S_{inel} < S_{d,el}$$



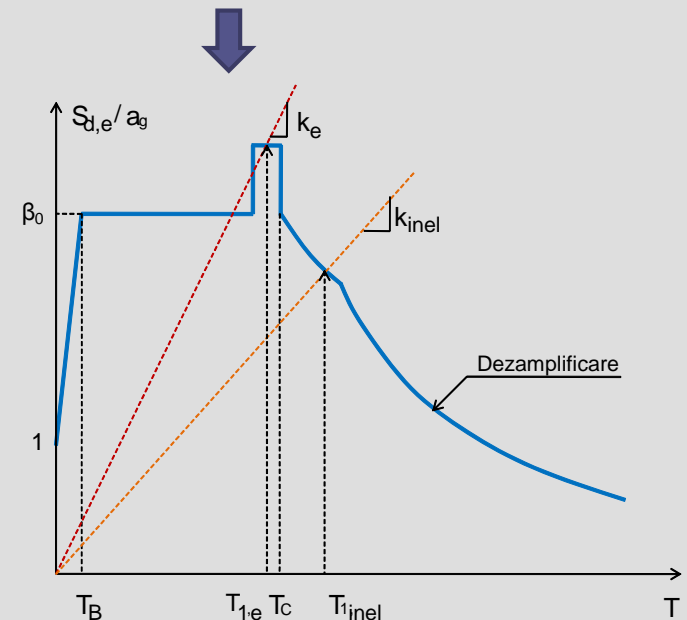
### 3. Spectrul de proiectare, supraamplificarea și răspunsul structural



*Amplificare nejustificată în cazul unui răspuns inelastic asociat unei comportări ductile*

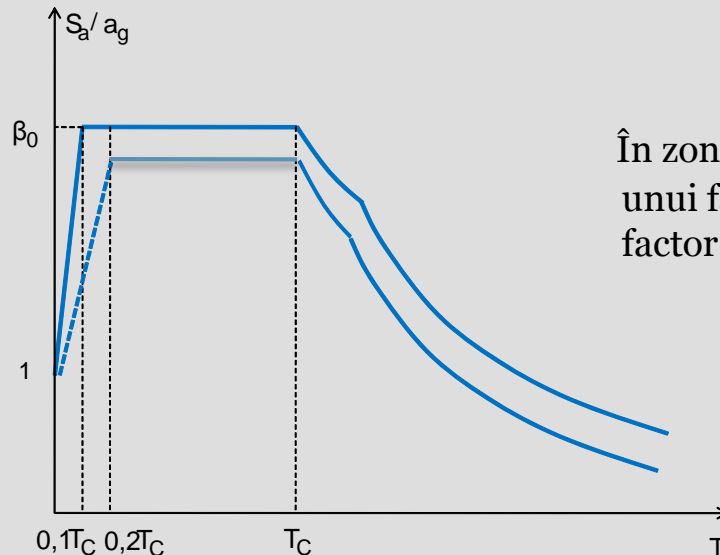
Proiectarea la forțe reduse în raport cu un răspuns elastic liniar va „împinge” structura în domeniul inelastic cu mult mai devreme față de șocul maxim specific cutremurelor vrâncene de adâncime intermediară, de tip puls  $\Rightarrow$  reducerea rigidității structurale și creșterea perioadei fundamentale de răspuns  $T_{1,el} < T_{1,inel}$

Efectul incursiunilor în domeniul inelastic va fi îndepărtarea de zona de rezonanță cu terenul și transferarea răspunsului în zona favorabilă, de dezamplificare  $\Rightarrow$  prin degradarea rigidității, structura se autoizolează.



### 3. Spectrul de proiectare, supraamplificarea și răspunsul structural

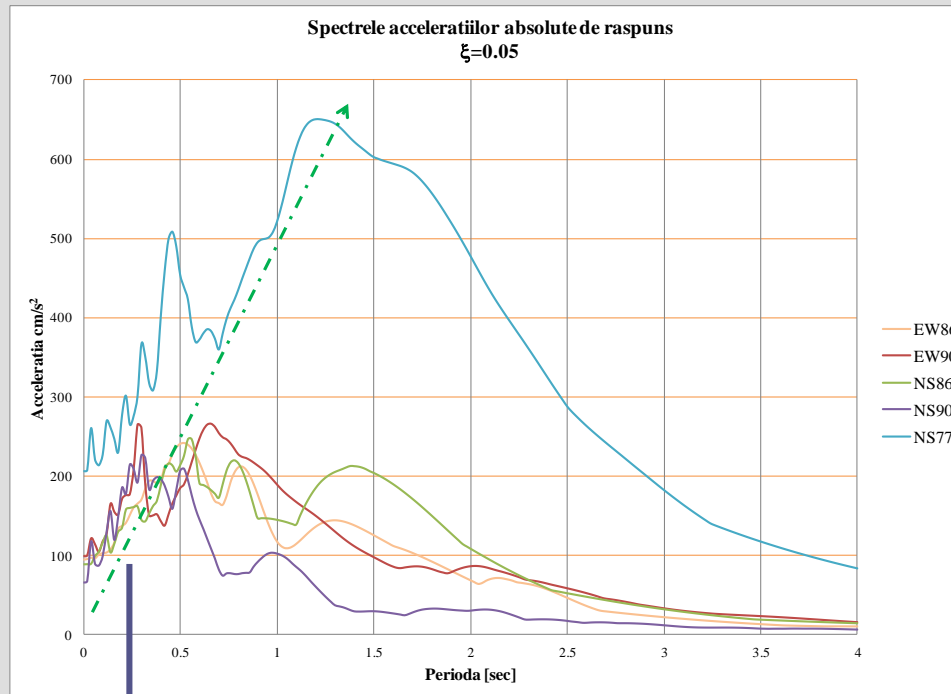
- Pentru a se produce fenomenul de rezonanță, este necesară o perioadă de timp suficientă pentru dezvoltarea integrală a răspunsului dinamic specific unui astfel de fenomen.
- Spectrul elastic poate amplifica mult incertitudinile în predicția cerințelor unei structuri cu comportare în domeniul inelastic (Krawinkler-1997, Priestley-2013).
- Utilizarea spectrului elastic de răspuns presupune de fapt un răspuns instantaneu și căruia îi va corespunde forța tăietoare de bază elastică  $F_e$ .
- Relaxarea valorii  $T_B$  de la  $0,1T_C$  la  $0,2T_C$



În zona  $T \in (0, T_B)$ , a perioadelor scurte, unui factor de comportare mare îi va corespunde un factor de ductilitate sporit, uneori imposibil de realizat.

### 3. Spectrul de proiectare, supraamplificarea și răspunsul structural

- Această relaxare a valorilor spectrale poate fi riscantă.



deplasare a valorilor maxime spectrale spre zona perioadelor mici pentru cutremurul din 30.05.1990, componenta N-S, înregistrat la INCERC-București

### 3. Spectrul de proiectare, supraamplificarea și răspunsul structural

- *Pentru construcțiile cu regim mic de înălțime ( $P, P+1E$ ) situate în zona  $T \in (0, T_B)$ , ar trebui*
  - *ca spectrul de proiectare să păstreze pentru  $T_B$  valoarea  $0,1 T_C$  din P100-1/2006*
  - *pentru factorul de comportare  $q$  să se recomande valoarea  $1,0 \div 1,5$  specifică unui răspuns în domeniul elastic asociat unor structuri slab disipative.*
- *Amplificarea spectrului de proiectare în zona construcțiilor cvasirezonante cu mișcarea terenului ar trebui să se refere strict la construcțiile care se proiectează în domeniul elastic.*
- *Pentru construcțiile din clasa de importanță I și II, principiile determinării răspunsului structural la o acțiune seismică nu diferă de construcțiile din clasa III (normală) de importanță.*
  - *Construcțiile se deosebesc prin numărul de persoane aflate în suprafața construită și prin consecințele economice și de siguranță națională în cazul avarierii și ieșirii din funcție la un cutremur sever.*
  - $\Rightarrow$  *coeficienți de amplificare a forțelor seismice supraunitari:*
    - *clasa de importanță I,  $\gamma_I = 1,4$*
    - *clasa de importanță II,  $\gamma_I = 1,2$*
  - *O „pedeapsă” de două ori nu este justificată decât dacă se dorește creșterea indirectă a IMR de la 225 de ani la 475 de ani.*
    - *raportul accelerațiilor de răspuns pentru cele două IMR este 1,5.*
    - *același raport se obține prin multiplicarea coeficientului 1,25 care asigură trecerea de la IMR = 100 de ani la IMR = 225 de ani cu sporul propus de 20%:  $1,25 \cdot 1,2 = 1,5$*

### 3. Spectrul de proiectare, supraamplificarea și răspunsul structural

- *În general, structurile posedă o rezervă de rezistență nespecificată direct în codurile de proiectare și care rezultă din formalismul de calcul, numită suprarezistență*
- Suprarezistența este inerentă în procesul de proiectare și provine din măsurile constructive asociate alegerii dimensiunilor elementelor, procentului minim de armare, respectării conceptului ierarhizării capacităților și redundanței structurale.
- Va rezulta de fapt o structură cu rezerve sporite de rezistență și deformabilitate față de factorul de comportare ales inițial. Este ca și cum structura ar fi proiectată la un factor de comportare mai mic.
- Efectiv se realizează condițiile ca structura să fie capabilă de a prelua un cutremur de proiectare asociat unui IMR sporit.
- De exemplu, în cazul cadrelor din beton armat se obține în mod curent un factor de suprarezistență între 1,2 și 1,6. Dacă inițial s-a dorit proiectarea pentru un seism cu IMR = 100 ani, de fapt sunt întrunite condițiile ca structura să reziste la un cutremur cu IMR = 475 ani, evident cu respectarea prevederilor realizării unor elemente ductile.

## 4. Efectul rigidității asupra calculului forței tăietoare de bază și a deplasărilor

- Nespecificarea explicită a valorii rigidității în calculul factorului de amplificare  $\beta(T)$  produce confuzii.
  - Anexa E, „*Procedeele de verificare a deplasărilor laterale ale structurilor*”, tabelul E.1 :
    - se indică o reducere cu 50% a rigidității structurilor cu pereți și în cadre care nu conlucrează cu pereții de compartimentare nestructurali.
    - de regulă, se interpretează că această reducere, care de fapt ține seama de fisurarea elementelor de beton armat la SLU, se aplică numai pentru calculul deplasărilor.
- Valoarea forței tăietoare de bază este dependentă de zona de răspuns spectral prin mărimea perioadelor proprii de vibrație.
  - Diferența dintre perioada proprie fundamentală a unei structuri cu rigiditatea degradată și, respectiv, nedegradată este de circa 40% .

$$T_1^* = \sqrt{2}T_1$$

- În zona de dezamplificare, cu  $T > T_C$  , sau în apropierea zonei cvasirezonante cu mișcarea terenului, considerarea unei structuri nedegradate va conduce la forțe seismice static echivalente mai mari.

## 4. Efectul rigidității asupra calculului forței tăietoare de bază și a deplasărilor

- O astfel de abordare neglijează incursiunile în domeniul postelastice (stadiul II sau III de comportare a elementelor din beton armat), în care elementele fisurează și rigiditatea se reduce semnificativ.
- Evaluarea perioadei proprii de oscilație trebuie făcută în corelație cu domeniul de comportare a elementelor structurale la cutremurul de proiectare.
  - Acest aspect a fost precizat în codul P100-1/2006 într-o manieră generală, fără a se cuantifica factorul de reducere, ca în Anexa E, în paragrafele
    - 4.5.3.5. „Metoda de calcul neliniară”, alin. (3)
    - 4.5.2. „Modelarea comportării structurale”, alin. (9).
  - Efectul  $\Rightarrow$  o supraestimare a forțelor seismice convenționale dacă se consideră o rigiditate nedegradată a elementelor din beton armat, specifică stadiului I de comportare în domeniul elastic.
- *Precizarea în mod explicit a reducerii rigidității elementelor din beton armat cu 50% pentru calculul forțelor seismice static echivalente va elimina unele interpretări arbitrare.*
- Pentru justificarea acestei afirmații se pot consulta și codurile seismice din alte țări sau chiar codurile românești anterioare.

#### 4. Efectul rigidității asupra calculului forței tăietoare de bază și a deplasărilor

- În codurile americane ACI-318 sau ASCE41-06 se indică explicit mărimea coeficienților prin care se reduce rigiditatea grinzilor ( $0,35 \div 0,50$ ), respectiv a stâlpilor ( $0,50 \div 0,70$ ), față de un răspuns elastic.
  - Există și recomandarea de a se ține seama de nivelul forței axiale în elementele de beton armat din încărcări gravitaționale.
  - ASCE 41-06: pentru  $N \leq 0,1A_g f'_c$ , situație specifică grinzilor, coeficientul de reducere a rigidității elastice este 0,3.
- În norma românească de proiectare a structurilor în cadre din beton armat NP007-97 se preciza explicit reducerea rigidității elastice:

grinzi	stâlpi comprimați	stâlpi întinși
$0,6E_b I_b$	$0,8E_b I_b$	$0,2E_b I_b$

- Reducerea se referea numai la calculul eforturilor (Anexa A) ; pentru deplasări, în paragraful 8.2.1. „*Ipoteze de calcul*”, nu se aplica reducerea de rigiditate a elementelor structurale la SLU, în GS.
  - Această necorelare cu P100-1/2006 provine de la păstrarea condiției de drift maxim de 7‰ din P100-92 față de 25‰ în P100-1/2006 la starea limită ultimă.
- Deoarece la structurile în cadre disiparea energiei seismice se realizează într-o proporție importantă prin grinzi, la capătul cărora se pot forma articulațiile plastice, justifică mărimea factorului de reducere de 0,5 atât pentru stâlpi cât și pentru grinzi.



## Concluzii

- Predicția nivelului de hazard pentru o anumită probabilitate de depășire în 50 de ani este dificil de făcut.
- O subapreciere a nivelului de hazard poate deveni riscantă, un exemplu fiind consecințele raportului întocmit de profesorul Calvi pentru regiunea L'Aquila din Italia, unde s-a produs la 06.04.2009 un cutremur cu magnitudinea moment  $M_w = 6,3$ , soldat cu 390 de morți.
- O supraestimare a mărimii accelerației terenului va produce construcții robuste dar scumpe, ca urmare a creșterii costurilor de execuție.
- Cercetările numerice prin prelucrarea înregistrărilor mișcării terenului produse de cutremure, extinderea bazei instrumentale și calibrarea unor relații de calcul potrivite condițiilor de teren din România și cutremurelor subcrustale de adâncime intermediară specifice sursei Vrancea constituie elementele care pot să garanteze credibilitatea nivelului de hazard din codul de proiectare P100-1/2012.
- Decizia adoptării unui anumit nivel de hazard seismic reflectă și posibilitățile economice la un moment dat.

## Concluzii

- Tendința pe plan mondial este de a crește nivelul de hazard, precum și de a armoniza codurile de proiectare.
  - Deoarece codul european EN 1998-1 consideră un nivel de hazard asociat unui IMR de 475 de ani, rezultă fără echivoc, în baza principiului de armonizare, o creștere viitoare a accelerației terenului cu încă 25% față de actualele prevederi.
- Este necesar să se realizeze o coerență între recomandările din norme și nivelul de cunoaștere științifică.
- Este mai potrivit să se introducă, la fel ca în codul european, factori de teren care să corecteze eventualele amplificări spectrale locale. Astfel se poate asigura un nivel ridicat de siguranță, care elimină amplificările locale forțate ale spectrelor elastice de răspuns stabilite pentru tipuri particulare de clădiri.

**Vă mulțumesc pentru atenție.**