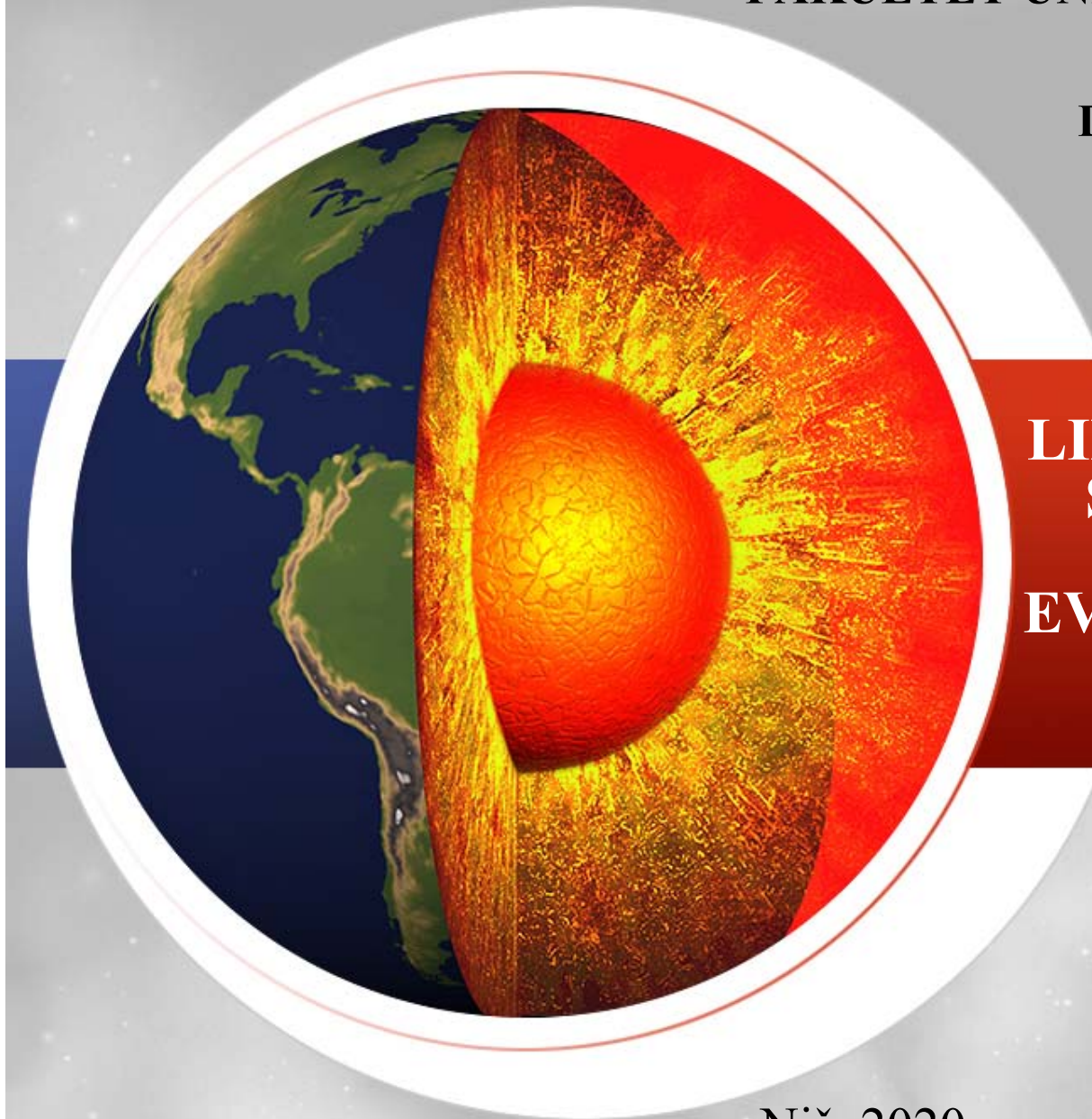


**GRAĐEVINSKO-ARHITEKTONSKI  
FAKULTET UNIVERZITET U NIŠU**



**DINAMIKA KONSTRUKCIJA  
SA ZEMLJOTRESNIM  
INŽENJERSTVOM**

**LINEARNO-ELASTIČNA  
SEIZMIČKA ANALIZA  
ZGRADA PREMA  
EVROPSKOJ NORMI EN  
1998-1:2004**



Niš, 2020.

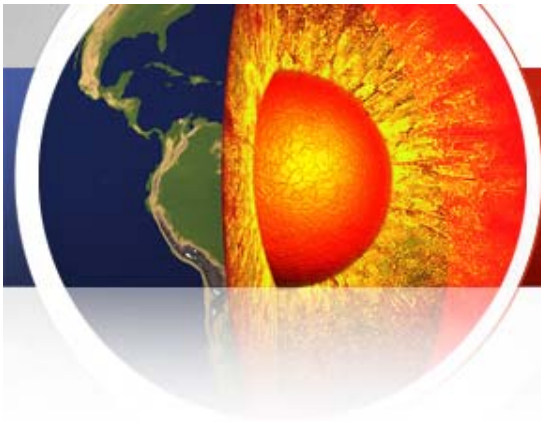
Predmetni nastavnik:  
Dr Dragan Zlatkov, docent

Predmetni asistent:  
Andrija Zorić



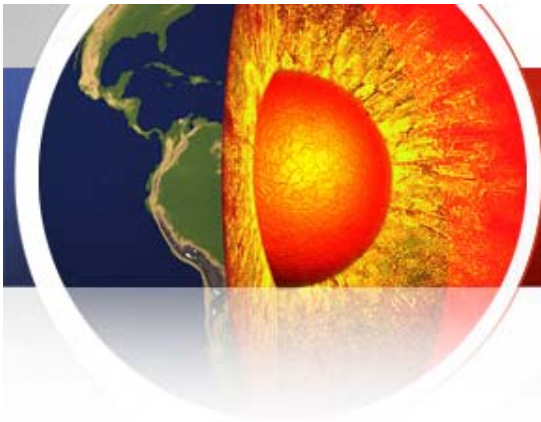
# SADRŽAJ

- LITERATURA;
- STRUKTURA EVROKODA 8;
- STRUKTURA EVROKODA EN 1998-1:2004;
- OSNOVNI ZAHTEVI ZA PONAŠANJE;
- GRANIČNA STANJA;
- USLOVI TLA;
- SEIZMIČKO DEJSTVO;
- KARTA SEIZMIČKOG HAZARDA REPUBLIKE SRBIJE;
- OSNOVNO PRIKAZIVANJE ZEMLJOTRESNOG DEJSTVA;
- DEFINICIJA SPEKTRA ODGOVORA;
- HORIZONTALNI ELASTIČNI SPEKTAR ODGOVORA;
- VERTIKALNI ELASTIČNI SPEKTAR ODGOVORA;
- PROJEKTNI SPEKTAR ZA ELASTIČNU ANALIZU;
- ALTERNATIVNO PRIKAZIVANJE ZEMLJOTRESNOG DEJSTVA;
- KOMBINACIJE ZEMLJOTRESNOG DEJSTVA SA DRUGIM DEJSTVIMA;
- ZAKLJUČAK.



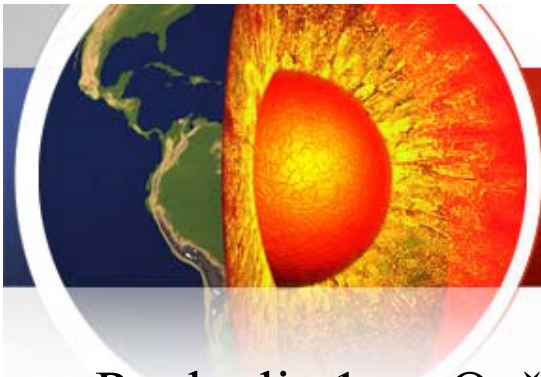
## LITERATURA

- EN 1998-1:2004, Evrokod 8, Proračun seizmički otpornih konstrukcija, Deo 1: Opšta pravila, seizmička dejstva i pravila za zgrade, Beograd, 2009;
- EN 1990:2002, Evrokod 0, Osnove proračuna konstrukcija, Beograd, 2006;
- Čaušević, M. (2014): *Dinamika konstrukcija, Potresno inženjerstvo – Aerodinamika – Konstrukcijske euronorme*, Golden marketing – Tehnička knjiga, Zagreb;
- Janković, S. (2014): *Osnove seizmičkog planiranja i projektovanja za inženjere arhitekture i građevine*, AGM knjiga, Beograd;



## STRUKTURA EVROKODA 8

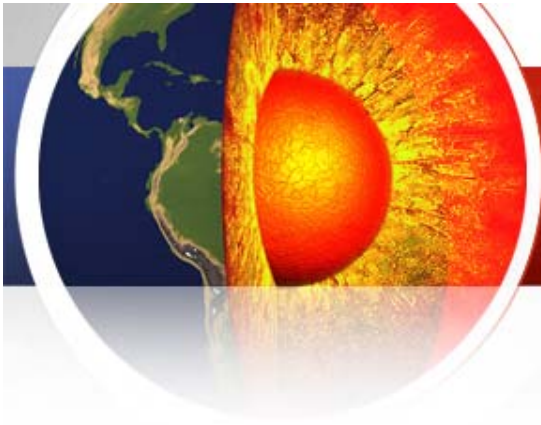
- EN 1998-1, Opšta pravila, seizmička dejstva i pravila za zgrade;
- EN 1998-2, Mostovi;
- EN 1998-3, Procena stanja i ojačanje postojećih zgrada;
- EN 1998-4, Silosi, rezervoari i cevovodi;
- EN 1998-5, Fundiranje, potporne konstrukcije i geotehnički aspekti;
- EN 1998-6, Tornjevi, jarboli i dimnjaci;



# STRUKTURA EVROKODA EN 1998-1:2004

- Poglavlje 1 → Opšte odredbe;
- Poglavlje 2 → Zahtevi ponašanja i granična stanja;
- Poglavlje 3 → Uslovi tla i zemljotresno dejstvo;
- Poglavlje 4 → Projektovanje zgrada;
- Poglavlje 5 → Posebna pravila za betonske zgrade;
- Poglavlje 6 → Posebna pravila za čelične zgrade;
- Poglavlje 7 → Posebna pravila za spregnute konstrukcije zgrada od čelika i betona;
- Poglavlje 8 → Posebna pravila za drvene zgrade;
- Poglavlje 9 → Posebna pravila za zidane zgrade;
- Poglavlje 10 → Bazna izolacija;



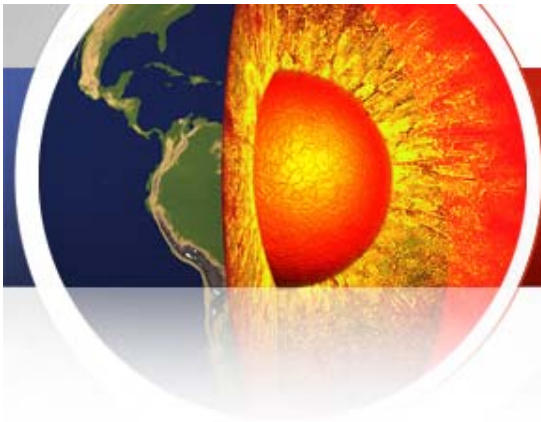


## CILJ EVROKODA EN 1998-1:2004

Cilj Evrokoda 8 je da se u slučaju zemljotresa odbezbedi da su:

- ljudski životi zaštićeni;
- oštećenja ograničena;
- objekti značajni za zaštitu ljudi u upotrebnom stanju.

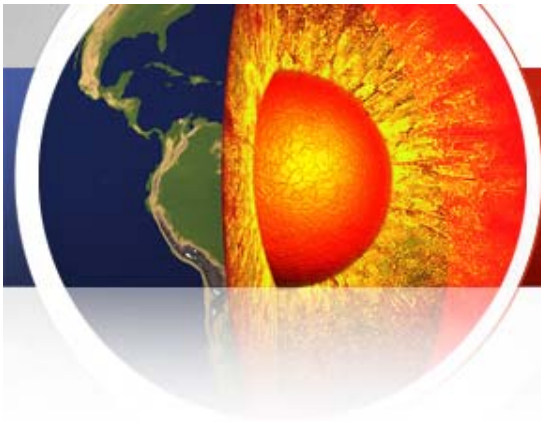
Specijalne konstrukcije, kao što su nuklearne elektrane, platforme u moru i velike brane, izvan su oblasti primene Evrokoda EN 1998.



## OSNOVNI ZAHTEVI PONAŠANJA

Konstrukcije u seizmički aktivnim oblastima moraju da budu projektovane i izvedene na takav način da sledeći zahtevi budu zadovoljeni, svaki sa odgovarajućim stepenom pouzdanosti:

- zahtev da se objekat ne sruši:
  - Konstrukcija mora da bude projektovana i izvedena da izdrži seizmička dejstva definisana u EN 1998-1:2004 bez lokalnog ili globalnog rušenja, odnosno da zadrži svoj konstrukcijski integritet i preostali kapacitet nosivosti i posle seizmičkog dejstva.
- zahtev ograničenja oštećenja:
  - Konstrukcija mora da bude projektovana i izvedena da izdrži seizmičko dejstvo koje ima veću verovatnoću pojave nego što je projektno seizmičko dejstvo, bez pojave oštećenja i odgovarajućih ograničenja u korišćenju, čija bi cena bila neproporcionalno visoka u poređenju sa cenom same konstrukcije.

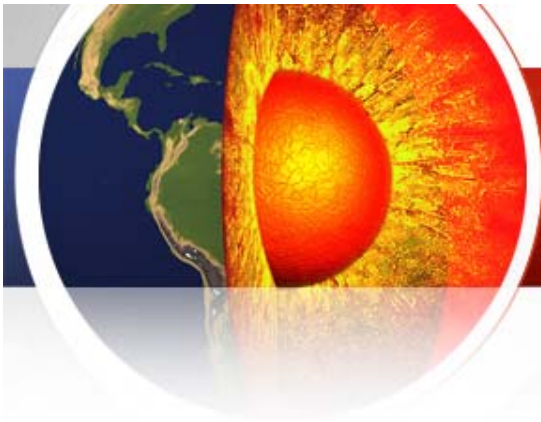


# GRANIČNA STANJA

Da bi se zadovoljili osnovni zahtevi moraju da budu proverena sledeća granična stanja:

- granično stanje nosivosti:
  - Otpornost, kapacitet disipacije energije, stabilnost protiv preturanja i klizanja, nosivost temelja i tal ispod temelja, efekti teorije II reda, uticaj nenosećih elemenata.
- granično stanje upotrebljivosti:
  - granična stanja deformacija i druge relevantne granične vrednosti.





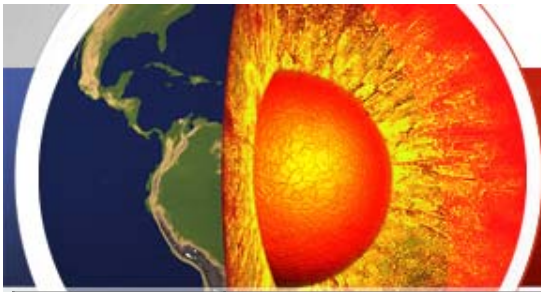
## USLOVI TLA

Odgovarajuća ispitivanja sa ciljem klasifikacije tla moraju se izvesti.

Lokacija gradilišta i priroda nosećeg tla trebalo bi normalno da bude bez rizika od loma tla, nestabilnosti kosina i trajnih sleganja izazvanih likvefakcijom ili zbijanjem u slučaju zemljotresa.

Uticaj lokalnih uslova tla na seizmičko dejstvo može da se uzme u obzir klasifikacijom tla na tipove A, B, C, D i E.

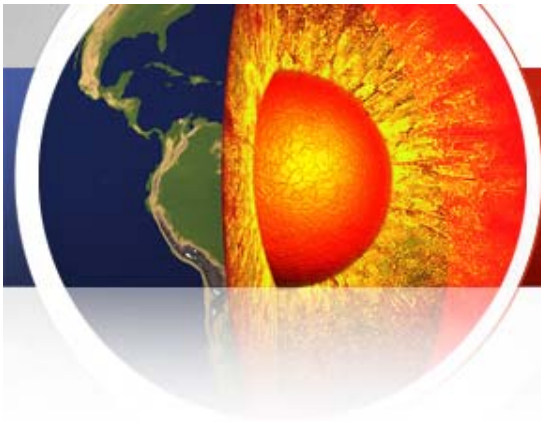
Lokacija gradilišta treba da se klasifikuje prema osrednjenoj vrednosti brzine smičućih talasa  $v_{s,30}$  ako je ova brzina poznata. Ako nije, treba da se koristi vrednost  $N_{SPT}$  (broj udaraca u standardom testu penetracije).



# USLOVI TLA

Kat. tla	Opis geološkog profila	Parametri		
		$v_{s,30}$ [m/s]	$N_{SPT}$ [udarci/30 cm]	Cu [kPa]
A	Stena ili stenska geološka formacija, uključujući najviše 5 m slabijeg materijala na površini	> 800		
B	Depozit vrlo gustog peska, šljunka ili vrlo krute gline, debljine barem nekoliko desetina metara sa povećanjem mehaničkih osobina sa dubinom	360 - 800	> 50	> 250
C	Duboki depoziti gustog ili srednje gustog peska, šljunka ili krute gline, sa debljinama od nekoliko desetina do više stotina metara	180 - 360	15 - 50	70 - 250
D	Depoziti slabo-do-srednje nekohezivnog tla (sa ili bez mekih kohezivnih slojeva) ili dominantno meko-do-čvrsto kohezivno tlo	< 180	< 15	< 70
E	Tlo čiji se profil sastoji iz aluvijalnog sloja sa vrednostima $v_s$ za tip C ili D i sa debljinom koja varira između 5 m i 20 m, ispod kojeg je kruće tlo sa $v_s > 800$ m/s			
S1	Depoziti koji se sastoje ili sadrže sloj od barem 10 m debljine mekih glina/mulja sa visokim indeksom plastičnosti ( $PI > 40$ ) i sa visokim sadržajem vode	< 100	-	10 - 20
S2	Depoziti likvefabilnog tla, sastavljenih od osetljivih glina ili od bilo kog drugog profila tla koji nije uključen u tipove A-E ili S1			

Za lokacije sa uslovima tla S1 i S2 neophodne su posebne studije za definisanje seizmičkog dejstva!



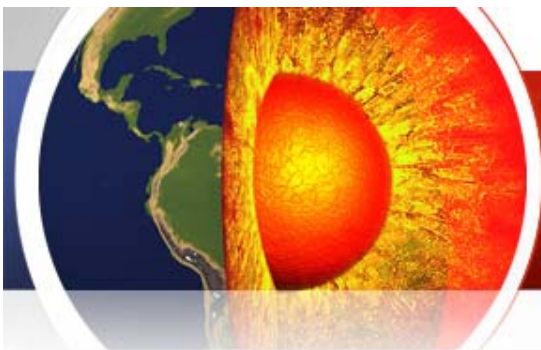
# SEIZMIČKO DEJSTVO

Teritorija se deli u **seizmičke zone** u zavisnosti od lokalnog seizmičkog hazarda. Po definiciji u okviru svake seizmičke zone seizmički hazard se smatra konstantnim.

**Seizmički hazard** predstavlja verovatnoću pojavljivanja zemljotresa odgovarajućih karakteristika, u okviru određenog perioda vremena i na određenom mestu, koji će se na određen način manifestovati na toj lokaciji.

Seizmički hazard je opisan preko vrednosti **referentnog maksimalnog ubrzanja tla tipa A ( $a_{gR}$ )**.

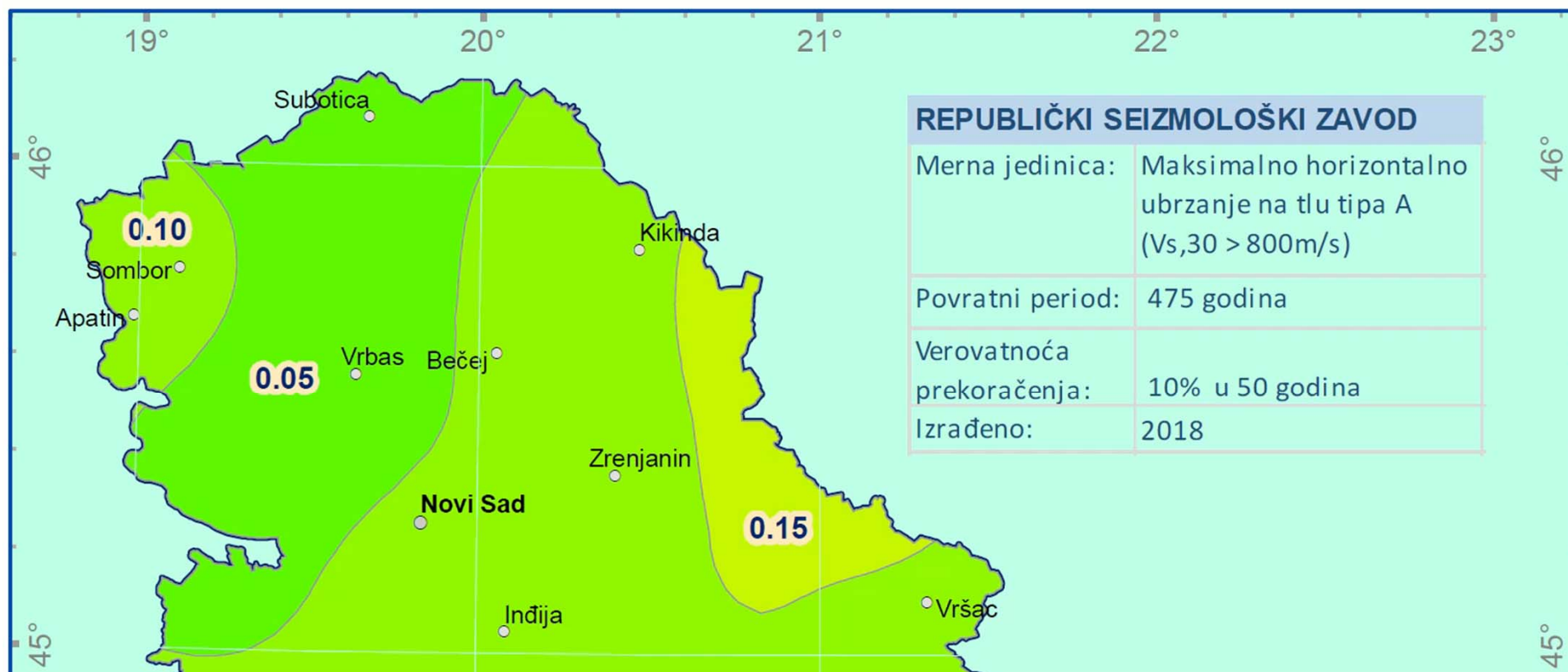
Referentno maksimalno ubrzanje tla odgovara **referentnom povratnom periodu  $T_{NCR}$**  seizmičkog dejstva za zahtev da se objekat ne sruši.

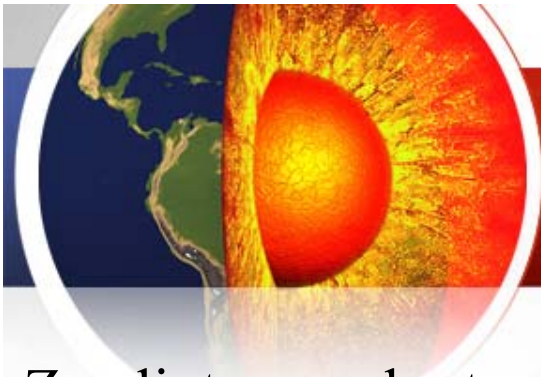


# KARTA SEIZMIČKOG HAZARD REPUBLIKE SRBIJE

## KARTA SEIZMIČKOG HAZARDA REPUBLIKE SRBIJE

Hazard izražen u jedinicama gravitacionog ubrzanja [g]  
Povratni period 475 godina





## OSNOVNO PRIKAZIVANJE ZEMLJOTRESNOG DEJSTVA

Zemljotresno kretanje u datoj tački na površini tla je prikazano preko **elastičnog spektra odgovora ubrzanja tla (elastičan spektar odgovora)**.

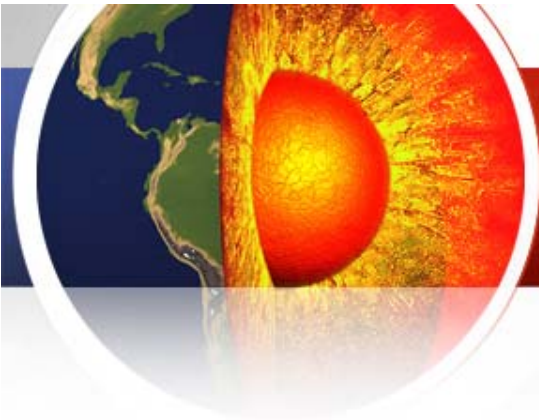
Oblik elastičnog spektra odgovora uzima se isti za zahtev da se konstrukcija ne sruši i za zahtev ograničavanja oštećenja.

Horizontalno zemljotresno dejstvo se opisuje sa dve ortogonalne komponente koje se tretiraju kao međusobno nezavisne i koje su prikazane istim spektrom odgovora.

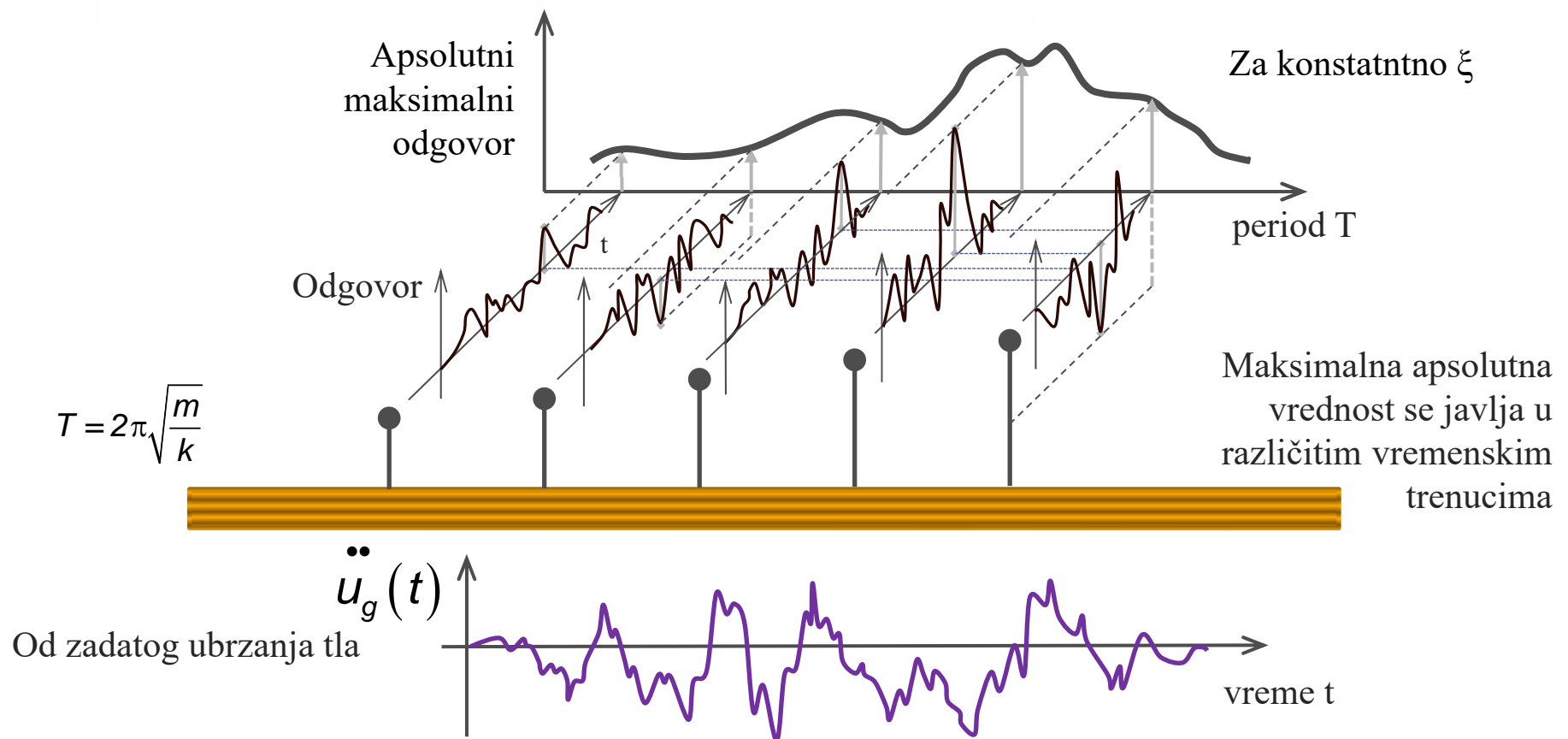
Za konstrukcije većeg značaja efekti topografije na amplifikaciju ubrzanja treba da se uzme u obzir. Informacije o efektima topografije na amplifikacije ubrzanja pruža informativni aneks A EN 1998-5:2004.

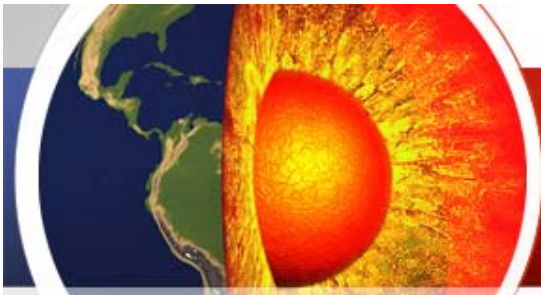
Predstavljanje zemljotresa vremenskom istorijom kretanja tla može da se koristi.





# DEFINICIJA SPEKTRA ODGOVORA





# HORIZONTALNI ELASTIČNI SPEKTAR ODGOVORA

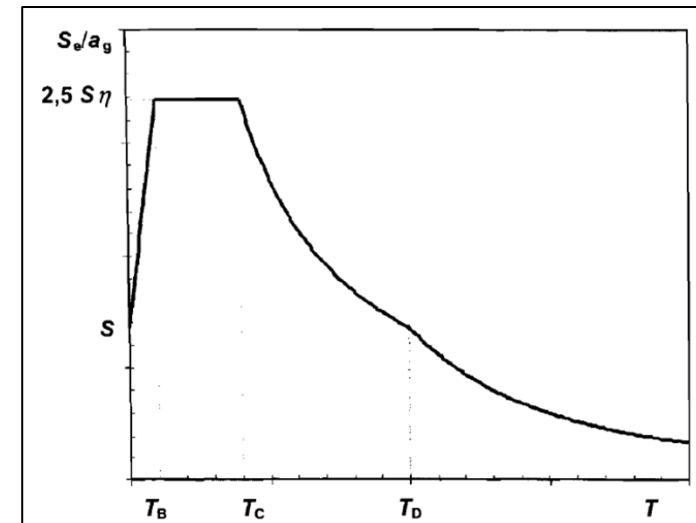
Za horizontalne komponente seizmičkog dejstva, elastični spektar odgovora  $S_e(T)$  je definisan sledećim izrazima:

$$0 \leq T \leq T_B : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \left[ 1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \left[ \frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \leq 4s : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \left[ \frac{T_C T_D}{T^2} \right]$$



$S_e(T)$  – elastičan spektar odgovora;

$T$  – period vibracija linearnog sistema sa jednim stepenom slobode;

$a_g$  – projektno ubrzanje tla za tlo tipa A;

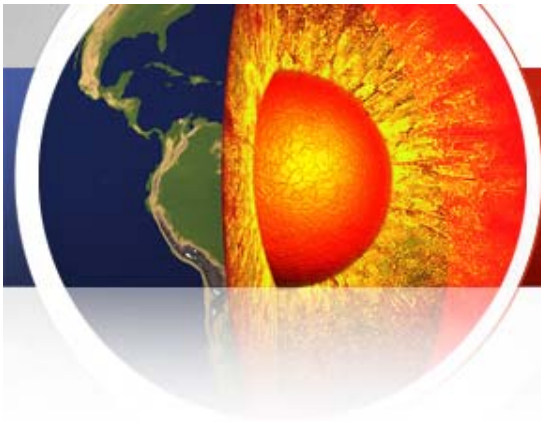
$T_B$  – donja granica perioda u oblasti sa konstantnim spektranim ubrzanjem;

$T_C$  – gornja granica perioda u oblasti sa konstantnim spektranim ubrzanjem;

$T_D$  – vrednost perioda koja definiše početak oblasti spektra sa konstantnim odgovorom pomeranja u spektru;

$S$  – faktor tla;

$\eta$  – factor korekcije prigušenja sa referentnom vrednošću  $\eta = 1$  za viskozno prigušenje od 5%.

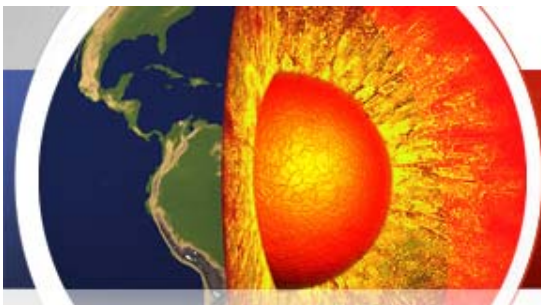


## HORIZONTALNI ELASTIČNI SPEKTAR ODGOVORA

**Vrednosti perioda  $T_B$ ,  $T_C$  i  $T_D$ , kao i faktora tla  $S$  kojima se definiše oblik elastičnog spektra odgovora zavise od kategorije tla.**

Preporučena je upotreba dva tipa spektra (tip 1 i tip 2).

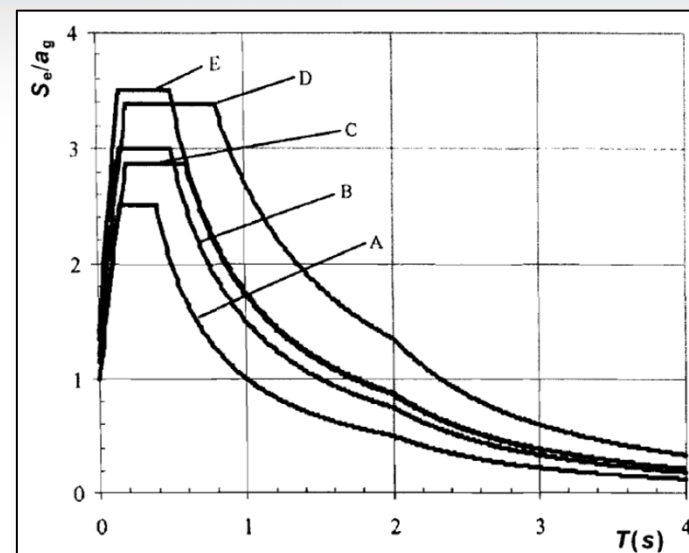
Ukoliko su zemljotresi koji najviše doprinose seizmičkom hazardu za posmatranu lokaciju u probabilističkoj oceni hazarda sa magnitudama površinskih talasa  $M_s$  koja nije veća od 5,5 preporučuje se da se usvoji spektar tipa 2.



# HORIZONTALNI ELASTIČNI SPEKTAR ODGOVORA

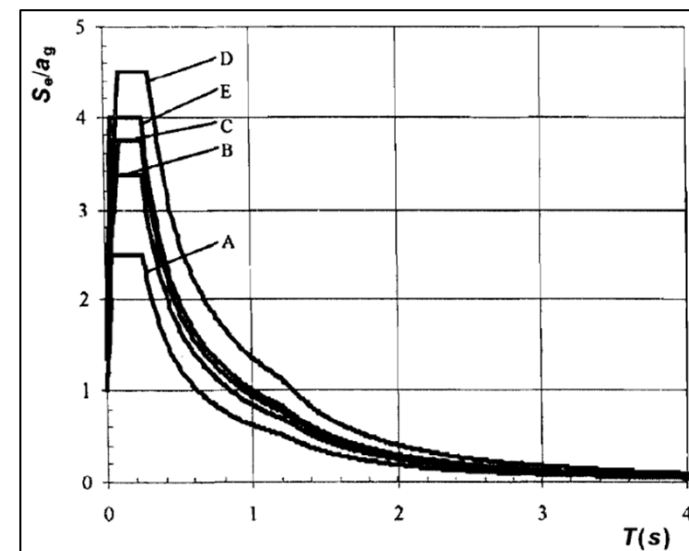
**Elastični spektar odgovora tip 1**

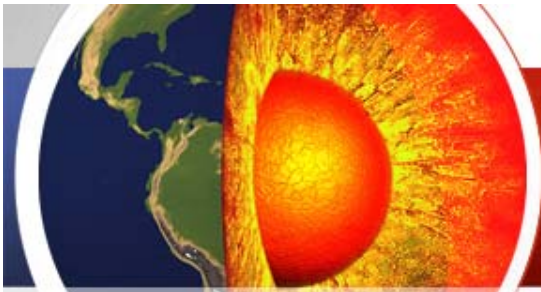
Kat. tla	S	$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	1,2	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0
D	1,35	0,20	0,8	2,0
E	1,4	0,15	0,5	2,0



**Elastični spektar odgovora tip 2**

Kat. tla	S	$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)
A	1,0	0,05	0,25	1,2
B	1,35	0,05	0,25	1,2
C	1,5	0,10	0,25	1,2
D	1,8	0,10	0,30	1,2
E	1,6	0,05	0,25	1,2





## VERTIKALNI ELASTIČNI SPEKTAR ODGOVORA

Vertikalna komponenta seizmičkog dejstva biće predstavljena elastičnim spektrom odgovora  $S_{ve}(T)$  koji je definisan sledećim izrazima:

$$0 \leq T \leq T_B : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \left[ 1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 3,0 - 1) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \eta \cdot 3,0$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \eta \cdot 3,0 \cdot \left[ \frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \leq 4s : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \eta \cdot 3,0 \cdot \left[ \frac{T_C T_D}{T^2} \right]$$

Vertikalni elastični spektar odgovora				
Spektar	$a_{vg}/a_g$	$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)
Tip 1	0,90	0,05	0,15	1,0
Tip 2	0,45	0,05	0,15	1,0

$S_{ve}(T)$  – vertikalni elastičan spektar odgovora;

$T$  – period vibracija linearnog sistema sa jednim stepenom slobode;

$a_{vg}$  – projektno maksimalno vertikalno ubrzanje tla;

$T_B$  – donja granica perioda u oblasti sa konstantnim spektranim ubrzanjem;

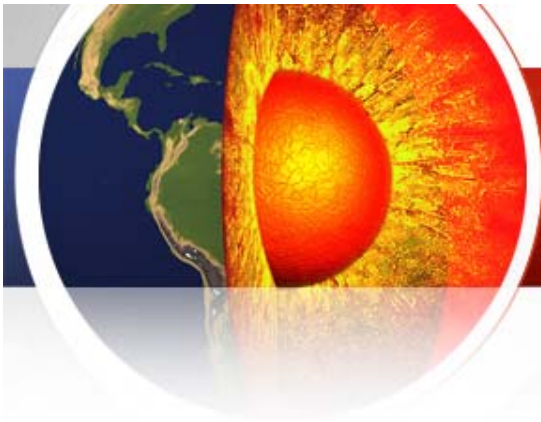
$T_C$  – gornja granica perioda u oblasti sa konstantnim spektranim ubrzanjem;

$T_D$  – vrednost perioda koja definiše početak oblasti spektra sa konstantnim odgovorom pomeranja u spektru;

$S$  – faktor tla ne utiče na vertikalni spektar odgovora;

$\eta$  – factor korekcije prigušenja sa referentnom vrednošću  $\eta = 1$  za viskozno prigušenje od 5%.

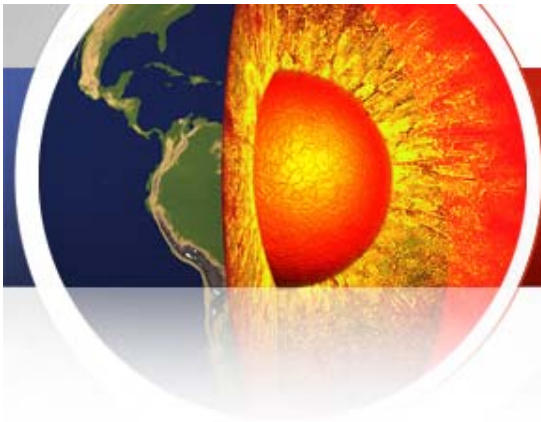




## PROJEKTNI SPEKTAR ZA ELASTIČNU ANALIZU

Kapacitet konstrukcijskih sistema da se zemljotresnim dejstvima suprotstave u nelinearnom domenu načelno omogućava njihov proračun za otpornost na seizmičke sile koje su manje od onih koje odgovaraju linearno elastičnom odgovoru.

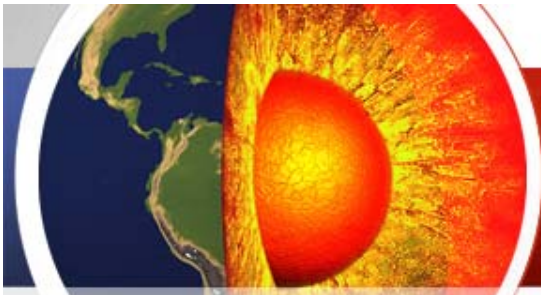
Sa ciljem da se izbegne eksplicitna nelinearna analiza, uzimajući u obzir kapacitet konstrukcije za disipaciju energije kroz prevashodno duktilno ponašanje njenih elemenata ali i preko drugih mehanizama, sprovodi se elastična analiza zasnovana na spektru odgovora koji je redukovan (umanjen) u odnosu na elastičan spektar, koji se u daljem tekstu naziva “projektni spektar”. Ova redukcija se ostvaruje uvođenjem **faktora ponašanja  $q$** .



## PROJEKTNI SPEKTAR ZA ELASTIČNU ANALIZU

**Faktor ponašanja  $q$**  je aproksimacija odnosa seizmičkih sila koje bi delovale na konstrukciju u slučaju da je njen odgovor u potpunosti elastičan sa **5%** relativnog viskoznog prigušenja i sila koje mogu da se koriste u analizi sa uobičajenim linearno elastičnim modelom, a da se pri tome obezbeđuje zadovoljavajući odgovor konstrukcije.

Vrednost faktora ponašanja  $q$  može da bude različita za različite horizontalne pravce konstrukcije iako će klasifikacija duktilnosti da bude ista za sve pravce.



## PROJEKTNI SPEKTAR ZA ELASTIČNU ANALIZU

Za horizontalne komponente seizmičkog dejstva, projektni spektar odgovora  $S_d(T)$  je definisan sledećim izrazima:

$$0 \leq T \leq T_B : S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[ \frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left( \frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right]$$

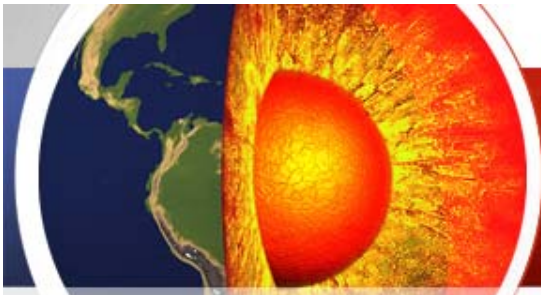
$$T_B \leq T \leq T_C : S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q}$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_e(T) = \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[ \frac{T_C}{T} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

$$T_D \leq T \leq 4s : S_d(T) = \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[ \frac{T_C T_D}{T^2} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

$S_d(T)$  – projektni spektar;  
 $q$  – faktor ponašanja;  
 $\beta$  – faktor donje granice horizontalnog projektnog spektra (Nacionalni ankes. Preporučena vrednost 0,2).

Projektni spektar za vertikalnu komponentu seizmičkog dejstva se dobija zamenom  $a_g$  sa  $a_{vg}$ , a faktor  $S$  se usvaja kao 1,0. Faktor ponašanja  $q$  za vertikalnu komponentu seizmičkog dejstva treba načelno da se usvoji za sve materijale i konstrukcije do iznosa od 1,5. Ovaj projektni nije dovoljan za analizu konstrukcija sa baznom izolacijom ili sa sistemima za disipaciju energije.



## ALTERNATIVNO PRIKAZVANJE ZEMLJOTRESNOG DEJSTVA

Vremenska istorija ubrzanja tla i povezanih veličina (brzina i pomeranja):

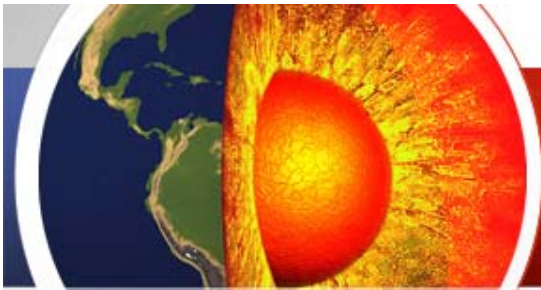
- Seizmička pobuda se sastoji od tri akcelerograma koji istovremeno deluju.
- Isti akcelerogram ne sme da se primenjuje da deluje duž oba pravca.

Veštački akcelerogrami:

- Treba da se generišu tako da odgovarju elastičnom spektru odgovora sa 5% relativnog viskuznog prigušenja.
- Trajanje akcelerograma treba da bude u skladu sa magnitudom i ostalim relevantnim pokazateljima seizmičkog dejstva koji su fundamentalni u određivanju  $a_g$ .

Zabeleženi ili simulirani akcelerogrami:

- Fizička simulacija izvora i propagacije seizmičkih talasa kroz tlo.



## KOMBINACIJE ZEMLJOTRESNOG DEJSTVA SA DRUGIM DEJSTVIMA

Proračunska vrednost  $E_d$  uticaja od dejstva u seizmičkim uslovima mora da se odredi u skladu sa Evrokodom EN 1990:2002, deo 6.4.3.4.:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

$G_k$  – karakteristična vrednost stalnog dejstva;

$P$  – relevantna reprezentativna vredost dejstva prethodnog naprezanja;

$A_{Ed}$  – proračunska vrednost seizmičkog dejstva;

$Q_k$  – karakteristična vrednost pojedinačnog promenljivog dejstva;

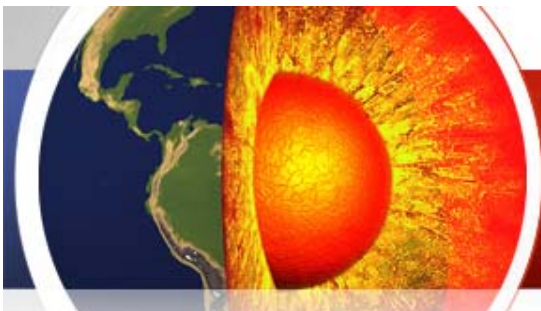
$\Psi_2$  – koeficijent za kvazi-stalnu vrednost promenljivog dejstva;

Inercijalni efekti projektnog seizmičkog dejstva moraju da se izračunaju uzimajući u obzir prisustvo mase povezane sa gravitacionim opterećenjima koja se javljaju u sledećoj kombinaciji:

$$\sum_{i \geq 1} G_{k,i} + \sum_{i \geq 1} \psi_{E,i} Q_{k,i}$$

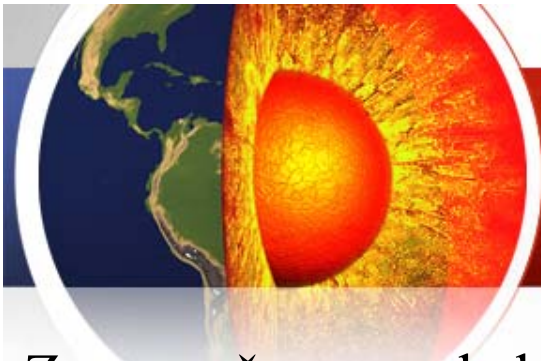
$\Psi_{E,i}$  – koeficijenti kombinacije uzimaju u obzir verovatnoću da opterećenja  $Q_{k,i}$  nisu prisutna na celoj konstrukciji tokom zemljotresa.





# KOMBINACIJE ZEMLJOTRESNOG DEJSTVA SA DRUGIM DEJSTVIMA

Preporučene vrednosti $\psi$ koeficijenata za zgrade u proračunu $\psi_{E,i}$			
Dejstvo	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
<i>Korisna opterećenja u zgradama, prema kategoriji (videti EN 1991-1-1)</i>			
Kategorija A: prostorije za domaćinstvo i stanovanje	0,7	0,5	0,3
Kategorija B: kancelarijske prostorije	0,7	0,5	0,3
Kategorija C: prostorije za okupljanje ljudi	0,7	0,7	0,6
Kategorija D: trgovačke prostorije	0,7	0,7	0,6
Kategorija E: skladišne prostorije	1,0	0,9	0,8
Kategorija F: saobraćajne površine, težina vozila $\leq 30$ kN	0,7	0,7	0,6
Kategorija G: saobraćajne površine, $30$ kN $\leq$ težina vozila $\leq 160$ kN	0,7	0,5	0,3
Kategorija H: krovovi	0	0	0
<i>Opterećenje od snega (videti EN 1991-1-3)</i>			
Finska, Island, Norveška, Švedska	0,7	0,5	0,2
Ostale države članice CEN, za lokacije na nadmorskoj visini $H > 1000$ m	0,7	0,5	0,2
Ostale države članice CEN, za lokacije na nadmorskoj visini $H \leq 1000$ m	0,5	0,2	0
<i>Opterećenje od vetra na zgrade (videti EN 1991-1-4)</i>	0,6	0,2	0
<i>Temperatura (osim od požara) u zgradama (videti EN 1991-1-5)</i>	0,6	0,5	0
Napomena: Vrednosti $\psi$ mogu da budu određene u Nacionalnom aneksu. Za zemlje koje nisu navedene videti relevantne lokalne uslove.			



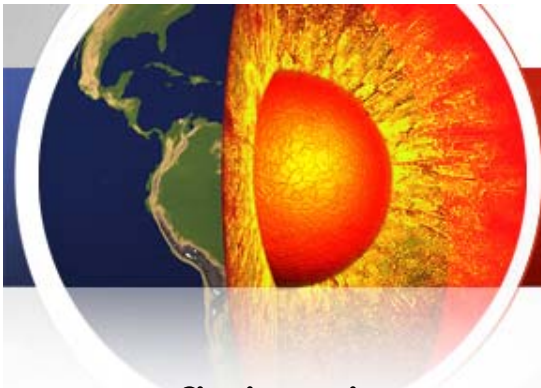
# KOMBINACIJE ZEMLJOTRESNOG DEJSTVA SA DRUGIM DEJSTVIMA

Za proračun zgrada koeficijent  $\Psi_{E,i}$  se definiše kao:

$$\psi_{E,i} = \varphi \cdot \psi_{2,i}$$

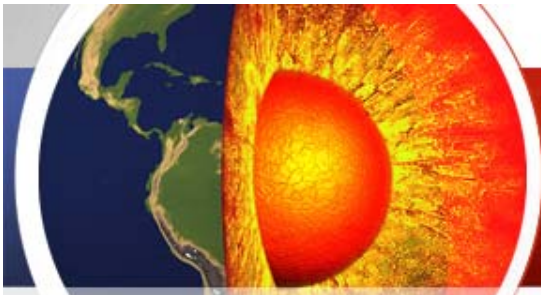
Vrednosti parametara $\varphi$ u proračunu $\psi_{E,i}$		
Vrsta promenljivog dejstva	Sprat	$T_D$ (s)
Kategorije A – C*	Krov	1,0
	Spratovi sa sadržajima u korelaciji	0,8
	Spratovi sa nevezanim sadržajem	0,5
Kategorije D – F* i Arhive		1,0

\* Kategorije kao što je definisano u EN 1991-1-1:2002



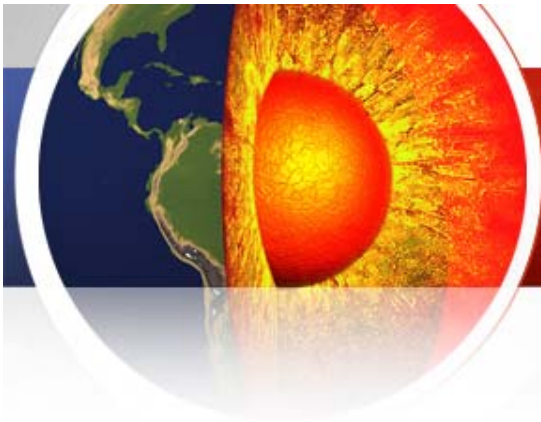
## ZAKLJUČAK

- Definisani su osnovni zahtevi ponašanja koji se sastoje od graničnog stanja nosivosti i graničnog stanja upotrebljivosti;
- Seizmičko dejstvo zavisi od uslova tla. Tlo se klasifikuje u sedam kategorija (A – E, S1 i S2). Za lokacije sa uslovima S1 i S2 neophodne su posebne studije za definisanje seizmičkog dejstva;
- Seizmičko dejstvo zavisi od seizmičkog hazarda. Teritorija se deli u seizmičke zone u zavisnosti od lokalnog seizmičkog hazarda. Seizmički hazard je opisan preko vrednosti referentnog maksimalnog ubrzanja tla tipa A ( $a_{gR}$ );
- Zemljotresno kretanje u datoj tački na površini tla se definiše preko elastičnog spektra odgovora ubrzanja tla. Postoje horizontalni i vertikalni elastični spektri odgovora;



## ZAKLJUČAK

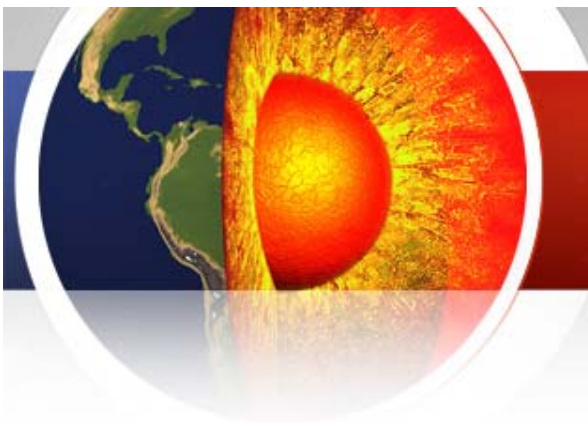
- Uzimajući u obzir kapacitet konstrukcije za disipaciju energije kroz duktilno ponašanje njenih elemenata sprovodi se elastična analiza zasnovana na projektnom spektru odgovora;
- Projektni spektar predstavlja redukovan (umanjen) elastičan spektar odgovora. Redukcija se ostvaruje uvođenjem faktora ponašanja  $q\check{c}$
- Faktor ponašanja  $q$  je aproksimacija odnosa seizmičkih sila koje bi delovale na konstrukciju u slučaju da je njen odgovor u potpunosti elastičan sa 5% relativnog viskoznog prigušenja i sila koje mogu da se koriste u analizi sa uobičajenim linearno elastičnim modelom, a da se pri tome obezbeđuje zadovoljavajući odgovor konstrukcije.
- Evrokod omogućava proračun konstrukcija primenom vremenske istorije ubrzanja tla, primenom veštačkih akceleroograma ili simuliranih akceleroograma;



## ZAKLJUČAK

- Dejstva usled zemljotresa se kombinuju sa drugim dejstvima primenom koeficijenata  $\psi_2$  definisanih u Evrokod 1990:002 Aneks A1;
- Inercijalni efekti projektog seizmičkog dejstva moraju da se izračunaju uzimajući u obzir prisustvo mase povezane sa gravitacionim opterećenjima, pri čemu se obuhvata verovatnoća da promenljivo dejstvo nije prisutno na celoj konstrukciji preko koeficijenta  $\psi_E$ ;
- Koeficijent kombinacije  $\psi_E$  predstavlja proizvod parametra  $\phi$  i koeficijenta  $\psi_2$ . Vrednosti parametra  $\phi$  definisane su u Evrokod 8 EN 1998-1:2004.





HVALA NA PAŽNJI

