

2.05-231: Osnove proračuna i djelovanja na konstrukcije

vježbe / 5. tjedan

Doc.dr.sc. Ivan Kraus, mag.ing.aedif.



Izračun ukupne potresne sile u podnožju zgrade

$$F_b = m_{\text{eff}} \cdot S_{a,d}(T_1) \cdot \lambda$$

(Čaušević, 2010)

gdje je:

m_{eff} ukupna (efektivna) masa konstrukcije u trenutku djelovanja potresa

$S_{a,d}(T_1)$ vrijednost projektnog spektralnog ubrzanja

T_1 osnovni (prvi) period oscilacija konstrukcije

λ korekcijski faktor čija je vrijednost jednaka 1, osim ako je $T_1 \leq 2T_C$
kada je njegova vrijednost jednaka 0,85

Efektivna masa konstrukcije

(Čaušević, 2010)

$$m_{\text{eff}} = \sum G_{k,j} + \sum \psi_{E,i} Q_{k,i}$$

gdje je:

$\psi_{E,i}$ koeficijent kombinacije za promjenjiva djelovanja koji se određuje prilikom proračuna učinaka proračunskih potresnih djelovanja

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

gdje je:

φ koeficijent kojim se u obzir uzima razred građevine i stupanj opterećenosti pojedinog kata

Projektno spektralno ubrzanje

$$0 \leq T \leq T_B : S_{a,d}(T) = a_g \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right] \quad (\text{Čaušević, 2010})$$

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

$$T_C \leq T \leq T_D : S_{a,d}(T) = \begin{cases} a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \frac{T_C}{T} \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

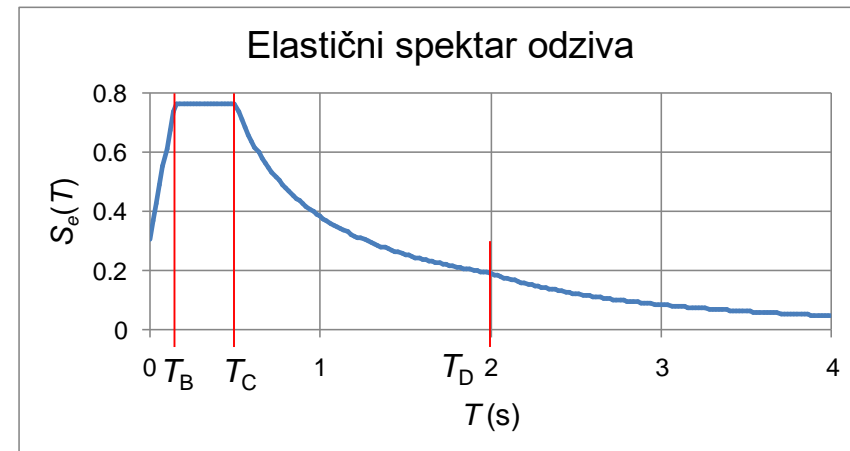
$$T_D \leq T : S_{a,d}(T) = \begin{cases} a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

gdje je:

a_g – proračunsko ubrzanje tla u m/s^2

q – faktor ponašanja

β – faktor donje granice za proračunski spektar (preporučena vrijednost 0,2)



Parametri koji opisuju tlo za spektar tipa 1

Kategorija 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

Parametri koji opisuju tlo za spektar tipa 2

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

(CEN, 2004)

Kategoriziranje temeljnog tla

Razred tla	Opis tla	$v_{s,30}$ (m/s)
A	Stijena ili druga geološka formacija slična stijeni, uzimajući u obzir najviše 5 m slabijeg materijala na površini.	> 800
B	Naslage vrlo zbijenog pijeska, šljunka ili tvrde gline, najmanje dubine nekoliko desetaka metara s postupnim povećanjem mehaničkih karakteristika tih materijala s dubinom.	360 – 800
C	Duboke naslage zbijenog ili srednje zbijenog pijeska, šljunka ili tvrde gline od nekoliko desetina do više stotina metara.	180 – 360
D	Naslage nekoherentnog tla (s ili bez mekih koherentnih slojeva) ili prevladavajuća meka do tvrda koherentna tla.	< 180
E	Profili tla čine površinske aluvijalne naslage s vrijednostima v_s kao u slučaju tla C ili D, čije su debljine između 5 i 20 m, a nalaze se iznad krutog materijala s vrijednostima $v_s > 800$ m/s.	

(Čaušević, 2010)



Faktor ponašanja q

Konstruktivski tip	DCM	DCH
Okvirni sustav, jednokatna zgrada	3,00	4,50
Okvirni sustav, višekratna jednobrodna konstrukcija	3,60	5,40
Okvirni sustav, višekratna višebrodna konstrukcija	3,90	5,85
Torzijski popustljiv sustav	2,00	3,00
Sustav obrnutog njihala	1,50	2,00

(Čaušević, 2010)

Proračunsko ubrzanje tla

(Čaušević, 2010)

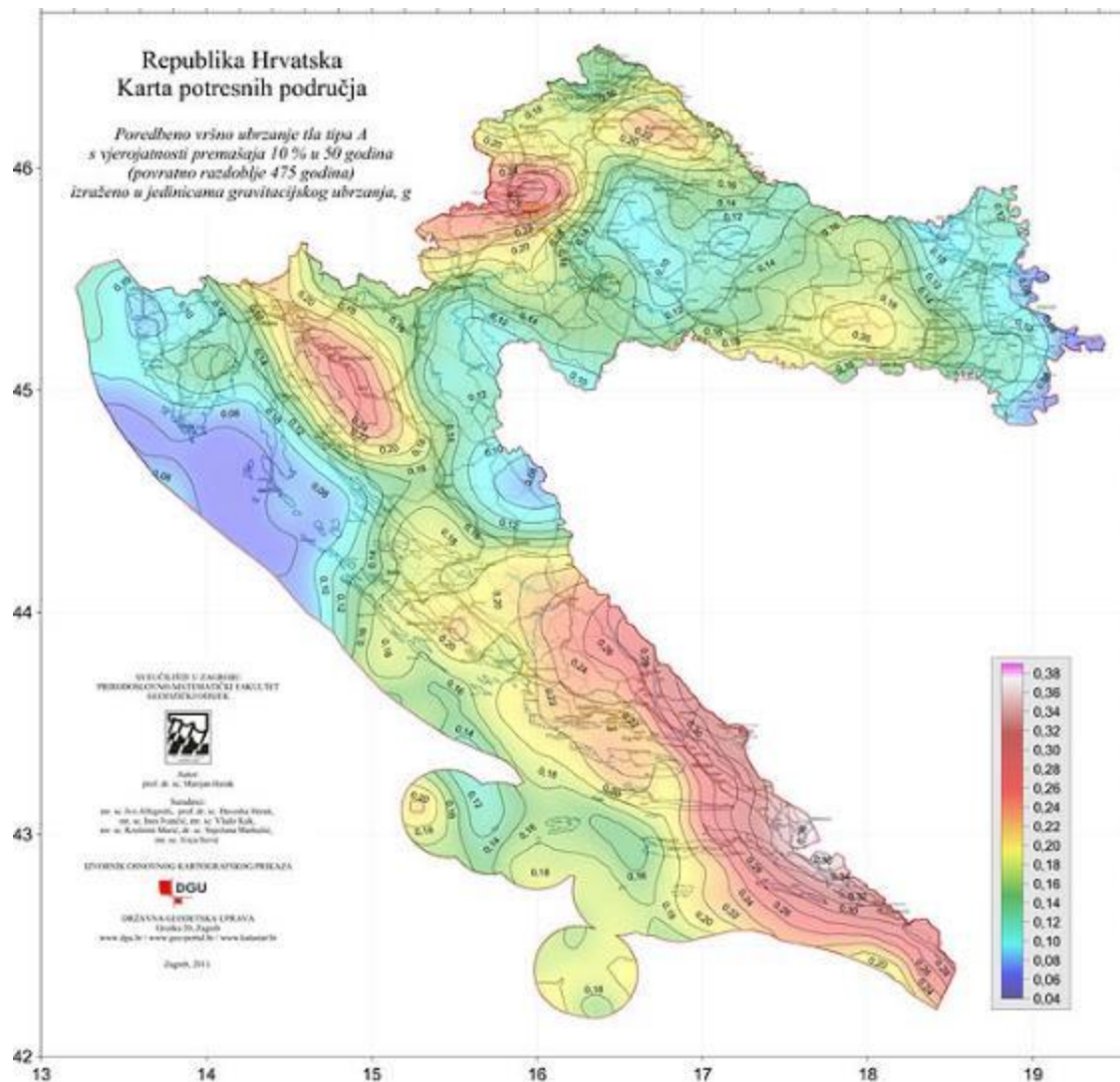
$$a_g = \gamma_I \cdot a_{gR}$$

gdje je:

γ_I faktor važnosti građevine

a_{gR} poredbeno vršno ubrzanje u tlu (v. karta potresnih područja RH)

Karta potresnih područja Republike Hrvatske



seizkarta.gfz.hr

Faktor važnosti

Kategorija važnosti zgrade	Opis zgrade	Faktor važnosti γ_i
IV	Zgrade čija je cjelovitost neposredno nakon potresa životno važna za zaštitu ljudi: npr. zgrade državnih tijela razine ministarstva, vlade i sabora; bolnice; zgrade s kapitlnom opremom za telekomunikacijske i radio veze; zgrade zračnih luka; zgrade profesionalnih vatrogasnih jedinica, zgrade policijskih postaja županijske razine; zgrade elektrana i energana; spremnici opasnih tvari	1,4
III	Zgrade čija je potresna otpornost važna zbog posljedica vezanih uz rušenje: osnovne i srednje škole; zgrade s kinodvoranama; zgrade s dvoranama za skupove veće od 100 osoba; đачki i studentski domovi, domovi za djecu s teškoćama; domovi umirovljenika; dječji vrtići; silosi, spremnici i dimnjaci viši od 30 m	1,2
II	Obične zgrade: stambene zgrade, poslovne zgrade, proizvodne zgrade, trgovačke zgrade, hoteli, zgrade sveučilišta, zgrade istraživačkih instituta, hale, skladišta, stadioni, javne garaže	1
I	Zgrade manje važnosti za javnu sigurnost: skladišta poljoprivrenih proizvoda; staje i peradarnicni; skloništa	0,8

Proračun osnovnog perioda osciliranja

Proračun približnog osnovnog perioda osciliranja zgrade prema empirijskim izrazima:

$$T_1 = C_t \cdot H^{3/4}$$

C_t ima sljedeće vrijednosti: 1) 0,085 za čelične prostorne okvirne konstrukcije bez dijagonala; 2) 0,075 za prostorne betonske okvirne konstrukcije i čelične konstrukcije s ekscentričnim dijagonalama; 3) 0,050 za ostale okvirne konstrukcije.

(Čaušević, 2010)

Projektno spektralno ubrzanje

$$0 \leq T \leq T_B : S_{a,d}(T) = a_g \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right] \quad (\text{Čaušević, 2010})$$

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

$$T_C \leq T \leq T_D : S_{a,d}(T) = \begin{cases} a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \frac{T_C}{T} \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

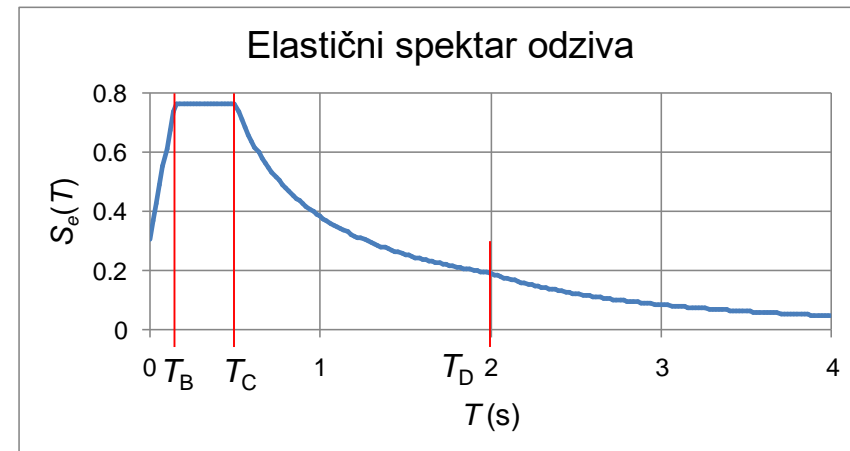
$$T_D \leq T : S_{a,d}(T) = \begin{cases} a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

gdje je:

a_g – proračunsko ubrzanje tla u m/s^2

q – faktor ponašanja

β – faktor donje granice za proračunski spektar (preporučena vrijednost 0,2)



Izračun ukupne potresne sile u podnožju zgrade

$$F_b = m_{\text{eff}} \cdot S_{a,d}(T_1) \cdot \lambda$$

(Čaušević, 2010)

gdje je:

m_{eff} ukupna (efektivna) masa konstrukcije u trenutku djelovanja potresa

$S_{a,d}(T_1)$ vrijednost projektnog spektralnog ubrzanja

T_1 osnovni (prvi) period oscilacija konstrukcije

λ korekcijski faktor čija je vrijednost jednaka 1, osim ako je $T_1 \leq 2T_C$ kada je njegova vrijednost jednaka 0,85

Katne sile – trokutasta raspodijela

$$F_i = F_b \frac{z_i w_i}{\sum z_i w_i}$$

gdje je:

w_i masa promatranog kata

z_i visina promatranog kata

F_b ukupna potresna sila u podnožju zgrade

Potresna proračunska situacija:

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

(Čaušević, 2010)

gdje je:

$G_{k,j}$ karakteristična vrijednost stalnih djelovanja

P odgovarajuće reprezentativne vrijednosti djelovanja prednapinjanja

A_{Ed} proračunska vrijednost potresnog djelovanja

$\psi_{2,i}$ koeficijent kombinacije za nazovi-stalna djelovanja

$Q_{k,i}$ karakteristične vrijednosti promjenjivih djelovanja

Pitanja?

Doc.dr.sc. Ivan Kraus

II.37

ikraus@gfos.hr