

# OBNOVA GRADA ZAGREBA NAKON POTRESA

Ciklus predavanja: **znanjem za Zagreb** (i Hrvatsku)

## Novosti u sljedećoj generaciji Eurokoda 8

**Davor Grandić**

Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet



# Sadržaj

- **Uvod**
- **Ostvarene aktivnosti na razini CEN-a**
- **Radni nacrt norme EN 1998-1-1**
- **Radni nacrt norme EN 1998-1-2**
- **Radni nacrt norme EN 1998-3**
- **Zaključak**

# Uvod

- **norme za projektiranje konstrukcija kontinuirano se razvijaju zbog:**
  - **novih znanstvenih spoznaja**
  - **uočenih nedostataka u vrijeme primjene sadašnjih norma**
- **u tijeku je razvoj nove generacije konstrukcijskih Eurokodova**
- **rad na razvoju Eurokodova odvija se u okviru europskog tehničkog odbora CEN TC/250 i pripadajućih pododbora**

# Uvod

- izrada nove generacije konstrukcijskih Eurokodova započela je manatom (M/515) koji je Europska komisija uputila CEN-u u prosincu 2012. godine
- europski tehnički pododbor CEN/TC 250/SC8 je na sastanku u Lausanni (ožujak 2013.) odredio zadatke i smjernice za ažuriranje i preradu normi EN 1998-1, EN 1998-3, EN 1998-5 i EN 1998-6
- time je započeo rad pododbora SC8 na novoj generaciji Eurokoda 8

# Uvod

- predviđeni su sljedeći glavni zadatci za razvoj normi iz niza EN 1998:
  - 1) **Unaprjeđenje jednostavnosti uporabe normi**
    - poboljšanjem jasnoće i preglednosti
    - izbjegavanjem ili uklanjanjem pravila male praktične vrijednosti u projektiranju
    - uzimanjem u obzir iskustava korisnika Eurokodova
  - 2) **Smanjenje broja nacionalno definiranih parametara (NDP-a)**

# Uvod

- **glavne smjernice za smanjivanje broja NDP-a bile su:**
  - **napraviti pregled svih NDP-a zemalja članica**
  - **usporediti sve vrijednosti ili izbore parametara**
  - **u slučaju malih razlika ili gdje ih nema, ukloniti NDP-e,**
  - **u slučajevima gdje postoji širi konsenzus, ali ne i jednoglasnost među članicama treba nastojati uvjeriti one članice koje ne koriste određenu vrijednost (ili izbor) parametra da ju prihvate**
  - **u slučaju velikih razlika među zemljama članicama, tražiti uzroke i pokušati ih konsensualno ukloniti (na temelju rezultata međunarodnih studija i istraživanja)**

# Uvod

- **glavni zadatci za razvoj materijalno neovisnih poglavlja EN 1998-1 podijeljeni su na cjeline:**
  - **europsko seizmičko zoniranje i definicija potresnog djelovanja**
  - **projektiranje zasnovano na pomacima**
  - **izolacija u podnožju, prigušivači i nove tehnologije**
- **za projektiranje zasnovano na pomacima predloženo je:**
  - **detaljnije normiranje NS metode (Pushover) za nove zgrade**
  - **dodatak B EN 1998-1 treba revidirati s obzirom na seizmičke zahtjeve i kapacitet konstrukcije (sposobnost deformiranja elemenata)**
  - **za provedbu ovog zadatka mogu poslužiti podatci u sadašnjoj EN 1998-3 (koji također nisu dostatno vrednovani)**

# Uvod

- **glavne ciljevi razvoja materijalno ovisnih poglavlja EN 1998-1:**
  - **ažuriranje poglavlja 5 – betonske zgrade (proširenje uporabe DCL i prilagodba DCM i DCH uz uključenje pravila za zgrade s ravnim stropovima)**
  - **temeljito ažuriranje poglavlja 8 – drvene zgrade**
  - **unaprjeđenje poglavlja 9 – zidane zgrade (usklađivanje s poglavljima o konstrukcijama od drugih materijala),**
  - **uključivanje novog poglavlja o aluminijskim zgradama ili proširenje poglavlja 6 koje bi uključivalo i aluminijske zgrade**
  - **unaprjeđenje modeliranja i provjera ispunskih zidova s otvorima ili bez njih**



# Uvod

- **specifični ciljevi prerade norme EN 1998-1, vezano za zidane zgrade bili su:**
  - proširenje koncepta omjera povećanja nosivosti za određivanje faktora ponašanja na zidane konstrukcije
  - uvođenje odredbi za sprječavanje urušavanja zidova izvan njihove ravnine
- **postavljeni su sljedeći glavni ciljevi razvoja norme EN 1998-3:**
  - normativni dio dokumenta učiniti jednostavnijim za uporabu inženjerima u praksi
  - proširiti područje norme EN 1998-3 na cjeloviti sklop zgrade uključujući konstrukcijske i nekonstrukcijske elemente
  - proširiti područje ove norme i na ocjenjivanje i obnovu mostova

# Uvod

- **planirani ciljevi razvoja EN 1998-3 zasnivaju se na stajalištu da je važno unaprijediti mogućnost primjene nelinearnih metoda jer:**
  - **su mogućnosti oblikovanja i odabira tehničkih rješenja za postojeće zgrade vrlo su ograničene**
  - **je realnije i točnije razumijevanje odziva konstrukcije važno je odabir optimalnih odluka s obzirom na sigurnost, ekonomičnost i utjecaj na okoliš**

# Ostvarene aktivnosti na razini CEN-a

- ažurirani su NDP sadašnje generacije normi koji su prihvaćeni u članicama CEN-a
- napravljen je sustavan pregled postojećih normi (uočene greške, komentari, primjedbe i sugestije)
- odvija se intenzivan rad na razvoju nove generacije normi niza EN 1998
- rad se odvija u okviru CEN/TC 250/SC8 u šest projektnih timova (PT) i tri radne skupine (TG)
- predviđa se će norme niza EN 1998 biti gotove do kraja 2023. godine i stavljene na raspolaganje nacionalnim tijelima
- nakon toga bi se u roku od šest mjeseci nova generacija normi niza EN 1998 trebala uvesti u uporabu

# Ostvarene aktivnosti na razini CEN-a

- do sada su izrađene dvije do četiri inačice normi niza EN 1998, ovisno o kojoj se normi iz niza radi
- u lipnju 2018. godine odlučeno je da se norma EN 1998-1 podijeli u dvije norme:
  - EN 1998-1-1 (opći dio)
  - EN 1998-1-2 (dio specifičan za nove zgrade – posebna pravila ovisno o konstrukcijskom materijalu)
- u ovom predavanju prikazat će se najbitnije specifičnosti EN 1998-1-1, EN 1998-1-2 i EN 1998-3 (konstrukcije zgrada)
- radni nacrti ovih norma već su sada vrlo opsežni:
  - EN 1998-1-1 (98 stranica)
  - EN 1998-1-2 (366 stranica)
  - EN 1998-3 (187 stranica)

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

- radni naslov norme:

**Eurokod 8 – Proračun potresne otpornosti konstrukcija – Dio 1-1:  
Opća pravila i potresno djelovanje**

## **ZAHTJEVANA SVOJSTVA**

- konstrukcije se moraju projektirati tako da se u slučaju potresa s odgovarajućim stupnjem pouzdanosti postignu sljedeći ciljevi:
  - zaštita ljudskih života
  - ograničenje štete
  - funkcionalnost građevina važnih za civilnu zaštitu

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## GRANIČNA STANJA

- ispunjenje zahtijevanih svojstava provjerava se s pomoću sljedećih graničnih stanja (GS):
- ✓ **GS blizu rušenja (BR) (LS of Near Collapse (NC))**
  - konstrukcija je teško oštećena, s velikim trajnim pomacima, zadržavajući pritom sposobnost nosivosti na vertikalno opterećenje; većina pomoćnih elemenata (nekonstrukcijski elementi, instalacije i oprema) su srušeni, ako su prisutni
- ✓ **GS znatnog oštećenja (ZO) (LS of Significant Damage (SD))**
  - konstrukcija je znatno oštećena, s vjerojatnim umjerenim trajnim pomacima, zadržavajući pritom sposobnost nosivosti na vertikalno opterećenje; pomoćni elementi su, ako su prisutni, oštećeni (npr. pregradni ili ispunski zidovi još nisu ispali izvan svoje ravnine). Očekuje se da je konstrukcije moguće popraviti, ali u pojedinim slučajevima popravak može biti neekonomičan.

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## GRANIČNA STANJA

- ✓ **GS ograničenog oštećenja (OO) (LS of Damage Limitation (DL))**
  - konstrukcija je samo neznatno oštećena i ekonomična za popravak, sa zanemarivim trajnim pomacima i nesmanjenom sposobnošću da izdrži buduće potrese, konstrukcijski elementi zadržavaju svoju punu nosivost uz ograničeno smanjenje krutosti
  
- ✓ **GS potpune funkcionalnosti (PF) (Fully Operational LS (OP))**
  - konstrukcija je samo neznatno oštećena i ekonomična za popravak, omogućujući kontinuiranu funkcionalnost svih sustava smještenih unutar konstrukcije

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## GRANIČNA STANJA

- u nekim dijelovima radnog nacrtu EN 1998 postoje kvantitativne definicije graničnih stanja
- zahtijevana svojstva valjalo bi postići odabirom odgovarajućih povratnih razdoblja  $T_{LS,CC}$  ovisno o:
  - graničnim stanjima GS
  - razredu posljedica konstrukcija CC
- povratno razdoblje za granično stanje ZO i razred posljedica CC2,  $T_{SD,2}$  smatra se poredbenim povratnim razdobljem  $T_{ref}$



# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## KRITERIJI USKLAĐENOSTI ZA NOVE KONSTRUKCIJE

- za ispunjenje zahtjevanih svojstava novih konstrukcija potrebno je:
  - primijeniti načela za proračunsku provjeru
  - provjeriti da nije prekoračeno granično stanje znatnog oštećenja (ZO)
- izbor dodatnih graničnih stanja koje će se provjeravati u pojedinoj zemlji može se naći u nacionalnom dodatku (NA)

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## KRITERIJI USKLAĐENOSTI ZA NOVE KONSTRUKCIJE

- u nacrtu EN 1998-1-1 za veliku većinu novih građevina se podrazumijeva:
  - ispunjenjem zahtjeva da se ne prekorači granično stanje ZO ujedno nije prekoračeno granično stanje BR za koje je potresno djelovanje značajno veće od proračunskog za granično stanje ZO
  - ako nije prekoračeno GS ZO, neće biti prekoračeno niti GS OO
  - ovisno o razredu posljedica konstrukcija ispunjenjem zahtjeva da se ne prekorači GS ZO implicitno se u određenoj mjeri osigurava svojstvo potpune funkcionalnosti

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## NAČELA ZA PRORAČUNSKU PROVJERU

- 1. Kako bi se osigurala dostatna sposobnost deformiranja konstrukcije i kumulativne sposobnosti trošenja energije, mora se izbjeći krhki slom ili prerano stvaranje nestabilnih mehanizama.**
  - ❑ načelo se može smatrati zadovoljenim kada je proveden postupak proračuna sposobnosti nosivosti (zahtijeva se u odgovarajućim dijelovima EN 1998)
  - ❑ konstrukcije mogu biti razvrstane u tri razreda duktilnosti: DC1, DC2 i DC3
  - ❑ u DC1 uzima se u obzir sposobnost povećane čvrstoće, zanemaruje se sposobnost deformiranja i trošenja energije
  - ❑ u DC2 uzimaju se u obzir lokalne sposobnosti povećane čvrstoće, deformiranja i sposobnosti trošenja energije te se provjeravaju globalni plastični mehanizmi

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## NAČELA ZA PRORAČUNSKU PROVJERU

- ❑ u DC3 uzima se u obzir sposobnost formiranja globalnog plastičnog mehanizma u GS ZO i lokane sposobnosti povećane čvrstoće, deformiranja i trošenja energije
  - ❑ razredba konstrukcije kao DC1, DC2 ili DC3 u skladu je s odredbama odgovarajućih dijelova EN 1998
2. **Nekonstrukcijski elementi moraju biti projektirani na takav način da nemaju štetan učinak na odziv konstrukcije.**

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## POTRESNO DJELOVANJE

- potresna opasnost opisuje se s dva parametra:

$S_{\alpha,ref}$  – najveće poredbeno spektralno ubrzanje koje odgovara elastičnom spektru odziva s 5%-tnim prigušenjem za kategoriju mjesta (tj. lokacije, zamjenjuje ranije kategorije tla) A i povratno razdoblje  $T_{ref}$

$S_{\beta,ref}$  – poredbeno spektralno ubrzanje na elastičnom spektru odziva s 5%-tnim prigušenjem pri periodu jednakom 1 s za kategoriju mjesta A i povratno razdoblje  $T_{ref}$

- parametar  $S_{\alpha,ref}$  prikazuje se na karti (kartama) u Nacionalnom dodatku (NA)

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## POTRESNO DJELOVANJE

- parametar  $S_{\beta,ref}$  može se odrediti na dva načina:

- a) prema izrazu:

$$S_{\beta,ref} = f_h S_{\alpha,ref}$$

gdje je  $f_h$  jednako 0,2; 0,3 ili 0,4 za malu, umjerenu ili veliku seizmičnost

- b) tako da se  $S_{\beta,ref}$  odredi na temelju studije potresne opasnosti (hazarda) te da se za taj parametar načine karte kao i za  $S_{\alpha,ref}$

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## POTRESNO DJELOVANJE

- $T_{ref}$  je veličina poredbenog povratnog razdoblja koje odgovara graničnom stanju značajnog oštećenja (ZO) i razredu posljedica konstrukcije CC2, to jest  $T_{ref} = 475$  godina
- kada je povratno razdoblje različito od  $T_{ref}$  (povezano s GS ili razredom CC) tada se odgovarajući spektralni parametri  $S_{\alpha,RP}$  i  $S_{\beta,RP}$  za kategoriju mjesta (lokacije) A određuju na jedan od dva načina:
  - a) iz karti spektralnih ubrzanja za skup odabranih povratnih razdoblja

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## POTRESNO DJELOVANJE

- b) s pomoću **faktora svojstava**  $\gamma_{LS,CC}$  kao alternativa povratnim razdobljima i odgovarajućim kartama, prema formulama:

$$S_{\alpha,RP} = \gamma_{LS,CC} S_{\alpha,ref}$$

$$S_{B,RP} = \gamma_{LS,CC} S_{B,ref}$$

- za građevine koje su u tijeku izgradnje povratno razdoblje smije odgovarati razredu CC1 za GS ZO



# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## POTRESNO DJELOVANJE

- u tablici su prikazane **razine seizmičnosti**:

Razina seizmičnosti	$S_{\alpha,475}$ (m/s <sup>2</sup> )
Vrlo mala	< 1,0
Mala	1,0 - 2,5
Umjerena	2,5 - 50,0
Velika	> 5,0

- parametar  $S_{\alpha,475}$  je referentno spektralno ubrzanje izračunano za povratni period 475 godina

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## POTRESNO DJELOVANJE

- $S_\alpha$  i  $S_\beta$  su parametri koji ulaze u formule za horizontalni elastični spektar odziva:

$$S_\alpha = F_T F_\alpha S_{\alpha,RP}$$

$$S_\beta = F_T F_\beta S_{\beta,RP}$$

gdje je:

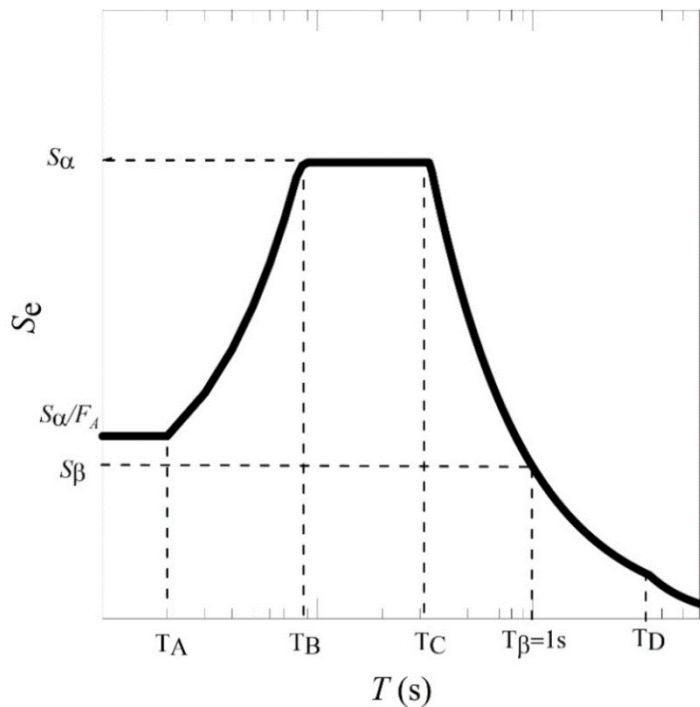
$F_\alpha$  amplifikacijski faktor za kratki period

$F_\beta$  amplifikacijski faktor za srednji period ( $T = T_\beta$ )

$F_T$  topografski amplifikacijski faktor

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## POTRESNO DJELOVANJE



Horizontalni elastični spektar odziva  
u logaritamskom mjerilu

Prikazani spektar definiran je  
izrazima:

$$0 \leq T \leq T_A: \quad S_e(T) = \frac{S_\alpha}{F_A}$$

$$T_A \leq T \leq T_B: \quad S_e(T) = \frac{S_\alpha}{T_B - T_A} \left[ \eta(T - T_A) + \frac{T_B - T}{F_A} \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C: \quad S_e(T) = \eta S_\alpha$$

$$T_C \leq T \leq T_D: \quad S_e(T) = \eta \frac{S_\beta T_B}{T}$$

$$T \geq T_D: \quad S_e(T) = \eta T_D \frac{S_\beta T_B}{T^2}$$

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## POTRESNO DJELOVANJE

- veličine u formulama za horizontalni elastični spektar odziva:

$S_e(T)$  ordinata elastičnog spektra odziva

$T$  period vibracija linearnog sustava s jednim stupnjem slobode

$S_\alpha$  je najveće ubrzanje u elastičnom spektru odziva (za 5%-tno relativno prigušenje) koje odgovara području konstantnog ubrzanja elastičnog spektra odziva

$S_\beta$  je ubrzanje u elastičnom spektru odziva s 5%-tnim relativnim prigušenjem pri periodu vibracija  $T_\beta$

$T_\beta = 1 \text{ s}$

$F_A$  je omjer  $S_\alpha$  i spektralnog ubrzanja kada je period jednak nuli

$T_c = \frac{S_\beta T_\beta}{S_\alpha}$  je veći granični period područja spektra s konstantnim ubrzanjem

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## POTRESNO DJELOVANJE

- veličine u formulama za horizontalni elastični spektar odziva (nastavak):

$T_B$  je manji granični period područja spektra s konstantnim ubrzanjem:

$$T_B = \frac{T_C}{\chi} \text{ ako je } 0,05 \text{ s} \leq \frac{T_C}{\chi} \leq 0,10 \text{ s}$$

$$T_B = 0,05 \text{ s} \text{ ako je } \frac{T_C}{\chi} \leq 0,05 \text{ s}$$

$$T_B = 0,10 \text{ s} \text{ ako je } \frac{T_C}{\chi} \geq 0,10 \text{ s}$$

$\chi$  je parametar za određivanje spektra dan u normi

$T_D$  je granični period područja spektra s konstantnim pomakom,

$\eta$  je korekcijski faktor zbog prigušenja s referentnom vrijednošću  $\eta = 1,0$  za koeficijent prigušenja 5%.

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## POTRESNO DJELOVANJE

- Faktori  $F_\alpha$  i  $F_\beta$  dani su u tablici:

Kategorija mjest	$F_\alpha$		$F_\beta$	
	$H_{800}$ i $v_{s,h}$ SU raspoloživi	Zadana vrijednost	$H_{800}$ i $v_{s,h}$ SU raspoloživi	Zadana vrijednost
A	1,0	1,0	1,0	1,0
B	$\left(\frac{v_{s,H}}{800}\right)^{-0,40r_\alpha}$	1,3(1 - 0,01S $_{\alpha,RP}$ )	$\left(\frac{v_{s,H}}{800}\right)^{-0,70r_\beta}$	1,6(1 - 0,02S $_{\beta,RP}$ )
C		1,6(1 - 0,02S $_{\alpha,RP}$ )		2,3(1 - 0,03S $_{\beta,RP}$ )
D		1,8(1 - 0,04S $_{\alpha,RP}$ )		3,2(1 - 0,10S $_{\beta,RP}$ )
E	$\left(\frac{v_{s,H}}{800}\right)^{-0,40r_\alpha} \frac{H}{30} \left(4 - \frac{H}{10}\right)$	2,2(1 - 0,05S $_{\alpha,RP}$ )	$\left(\frac{v_{s,H}}{800}\right)^{-0,70r_\beta} \frac{H}{30}$	3,2(1 - 0,10S $_{\beta,RP}$ )
F	$0,90 \left(\frac{v_{s,H}}{800}\right)^{-0,40r_\alpha}$	1,7(1 - 0,04S $_{\alpha,RP}$ )	$1,25 \left(\frac{v_{s,H}}{800}\right)^{-0,70r_\beta}$	3,2(1 - 0,10S $_{\beta,RP}$ )
	$r_\alpha = 1 - 15 \frac{S_{\alpha,RP}}{v_{s,H}}$		$r_\beta = 1 - 15 \frac{S_{\beta,RP}}{v_{s,H}}$	

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

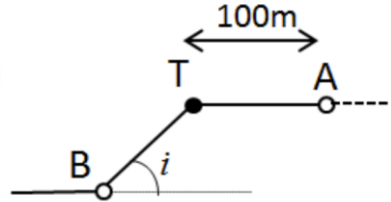
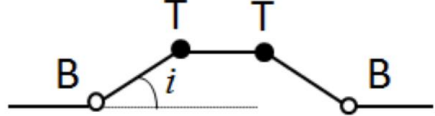
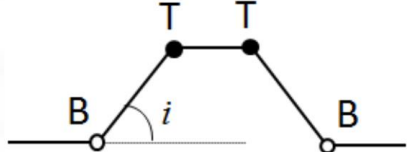
## POTRESNO DJELOVANJE

- u nacrtu nove norme dani su i vertikalni elastični spektar odziva te elastični spektar odziva pomaka
- $H_{800}$  je dubina osnovne stijene koja se identificira kao dubina na kojoj je brzina poprečnog vala  $v_s$  najmanje 800 m/s
- $v_{s,H}$  je brzina poprečnog vala u nanosu (depozitu) tla iznad temeljne stijene
- kriterijima za kategorizaciju tla uzimaju se u obzir brzina poprečnog vala u nanosu tla  $v_{s,H}$  i debljina nanosa tla

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## POTRESNO DJELOVANJE

Topografski faktori za jednostavne topografske nepravilnosti, za tipove tla A i B i nepravilnosti veće od 30m s nagibom većim od  $15^\circ$  (u ostalim slučajevima  $F_T = 1,0$ )

Opis topografije	$F_T$	Pojednostavnjena skica
Ravna površina tla, padine i izolirani grebeni s prosječnim kutom nagiba $i < 15^\circ$ ili visinom $< 30$ m	1,0	
Padine s prosječnim kutom nagiba $i > 15^\circ$	1,2	
Grebeni čija je širina na vrhu mnogo manja nego u osnovi i prosječni kut nagiba $15^\circ < i < 30^\circ$	1,2	
Grebeni čija je širina na vrhu mnogo manja nego na dnu i prosječni kut nagiba $i > 30^\circ$	1,4	



# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## POTRESNO DJELOVANJE

- vrijednosti dodatnih parametara za spektre odziva mogu se dobiti iz posebnih studija potresne opasnosti ili se u nedostatku takvih studija mogu uzeti vrijednost iz tablice:

$T_A(s)$	$\chi$	$F_A$	$T_D(s)$
0,02	4	2,5	2 ako je $S_{\beta,RP} \leq 1 \text{ m/s}^2$ $1 + S_{\beta,RP}$ ako je $S_{\beta,RP} > 1 \text{ m/s}^2$

- osim elastičnog spektra odziva dopuštaju se i drugi prikazi potresnog djelovanja: vremenski zapisi ubrzanja i srodnih veličina (brzina i pomaka)
- akcelerogrami: zabilježeni, simulirani ili umjetni

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## POTRESNO DJELOVANJE

- razredi potresnog djelovanja ovise o indeksu potresnog djelovanja:

$$S_{\delta} = \delta F_{\alpha} F_T S_{\alpha,475}$$

- $\delta$  je koeficijent koji ovisi o razredu posljedica konstrukcije (CC)

Raspon vrijednosti  $S_{\delta}$  za određivanje razreda potresnog djelovanja

Razred potresnog djelovanja	$S_{\delta}$ (m/s <sup>2</sup> )
vrlo slabog	< 1,25
slabog	1,25 – 3,0
umjerenog	3,0 – 6,25
jakog	> 6,25

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## POTRESNO DJELOVANJE

- za razred vrlo slabog potresnog djelovanja odredbe iz EN 1998 smiju se zanemariti
- za razred slabog potresnog djelovanja i određene kategorije konstrukcija, zahtijevana svojstva mogu postići primjenom jednostavnijih pravila (u odnosu na EN 1998)
- „određene kategorije konstrukcija“ mogu se predvidjeti od strane mjerodavnih vlasti ili u nacionalnom dodatku

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## PRORAČUN KONSTRUKCIJA

- ***pristup zasnovan na silama*** (rabi se faktor ponašanja  $q$ ) može se primijenti na dva načina:
  - a) metodom bočnih sila
  - b) metodom spektra odziva
- pristup zasnovan na silama smije se rabiti do GS ZO
- osim ako nije u pojedinim dijelovima EN 1998 drukčije određeno ne smije se rabiti za GS BR
- pristup zasnovan na silama smije se rabiti GS OO i PF, uz  $q = 1$
- ***pristup zasnovan na pomacima***, koji opisuje nelinearni odziv konstrukcije, može se provesti nelinearnim statičkim proračunom (postupno guranje)

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## PRORAČUN KONSTRUKCIJA

- kao alternativa proračunima zasnovanim na silama i pomacima može se rabiti proračun uz primijenu vremenskih zapisa
- u pristupu zasnovanom na silama rabi se **reducirani spektar**
- **reducirani spektar za horizontalno potresno djelovanje:**

$$S_r(T) = \frac{S_e(T)}{R_q(T)} \geq \beta S_{\alpha,475}(T)$$

- $R_q(T)$  faktor umanjenja ovisan o faktoru ponašanja  $q$  i periodu  $T$ , u nacrtu norme je definiran s četiri izraza
- $\beta$  je faktor donje granice horizontalnog umanjenog spektra

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## PRORAČUN KONSTRUKCIJA

- vrijednosti  $\beta$  daju se u odgovarajućim dijelovima EN 1998
- faktor ponašanja  $q$ :

$$q = q_R q_S q_D$$

- gdje je:

$q_R$  sastavnica faktora ponašanja kojom se uzima u obzir povećana čvrstoća uslijed preraspodjele učinaka potresnog djelovanja unutar redundantne konstrukcije

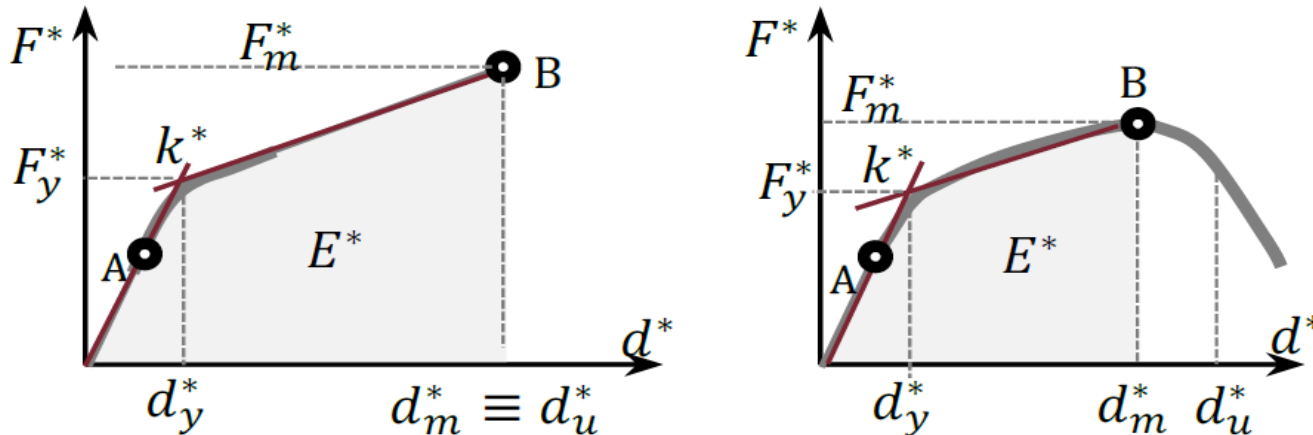
$q_S$  sastavnica faktora ponašanja kojom se uzima u obzir povećana čvrstoća proizašla iz svih drugih izvora

$q_D$  sastavnica faktora ponašanja kojom se uzimaju u obzir sposobnosti deformiranja i trošenja energije

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## PRORAČUN KONSTRUKCIJA

- proračun postupnim guranjem trebalo bi nastaviti sve dok se ne postigne vrijednost kontrolnog pomaka  $d_u^*$ , koji odgovara:
  - konačnoj lokalnoj deformaciji u duktilnom poslijeelastičnom mehanizmu
  - krhkom lomu
  - ili nestabilnosti, ovisno o tome što se prvo dogodi



- točka A označava prvu pojavu popuštanja u primarnom konstrukcijskom sustavu

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## PROVJERE GRANIČNIH STANJA

- mora se provjeriti da za određeno GS nisu prekoračene odgovarajuće otpornosti elementa dane u relevantnom dijelu EN 1998
- u slučaju pristupa zasnovanog na pomacima, provjera GS ZO i BR mora se provesti u skladu s a) ili b):
  - a) u smislu lokalnog deformiranja elemenata za tipove konstrukcija za koje su dani kriteriji za lokalno plastično deformiranje
  - b) u smislu pomaka ekvivalentnog konstrukcijskog modela za sve ostale tipove konstrukcija



# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## *Provjera graničnog stanja ZO*

- za sve konstrukcijske elemente, uključujući priključke i pomoćne elemente treba zadovoljiti uvjet:

$$E_d \leq R_d$$

- proračunski učinak djelovanja ili proračunska otpornost može se izraziti u obliku generaliziranih sila i/ili deformiranja
- kad se rabi pristup zasnovan na pomacima, a ZO se provjerava u smislu lokalnog deformiranja elemenata:

$$\theta_{SD} = \frac{1}{\gamma_{Rd,SD,\theta}} \left( \theta_y + \alpha_{SD,\theta} \theta_u^{pl} \right)$$

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## Provjera graničnog stanja ZO

- kad se rabi pristup zasnovan na pomacima, a ZO se provjerava u smislu ekvivalentnog konstrukcijskog modela s jednim stupnjem slobode:

$$d_{SD}^* = \frac{1}{\gamma_{Rd,SD,d}} \left[ d_y^* + \alpha_{SD,d} (d_u^* - d_y^*) \right]$$

- $d_u^*$  je granični pomak idealiziranog sustava
- $d_y^*$  je pomak pri popuštanju idealiziranog sustava
- $\alpha_{SD,d}$  je dio plastičnog dijela pomaka ekvivalentnog sustava s jednim stupnjem slobode koji odgovara postizanju graničnog stanja ZO (predlaže se 0,35)
- $\gamma_{Rd,SD,d}$  je parcijalni koeficijent za otpornost u graničnom stanju ZO

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## *Provjera dodatnih graničnih stanja*

- kad se rabi pristup zasnovan na pomacima, a GS BR se provjerava u smislu lokalnog deformiranja elemenata:

$$\theta_{NC} = \frac{1}{\gamma_{Rd,NC,\theta}} (\theta_y + \theta_u^{pl})$$

- kad se rabi pristup zasnovan na pomacima, a GS BR se provjerava u smislu pomaka ekvivalentnog konstrukcijskog modela s jednim stupnjem slobode:

$$d_{NC}^* = \frac{d_u^*}{\gamma_{Rd,NC,d}}$$

- u nacrtu norme navodi se da se granična sposobnost u većini slučajeva određuje uz uporabu lokalnih kriterija

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## *Provjera dodatnih graničnih stanja*

- za GS OO, treba provjeriti da zbog odgovarajućeg potresnog djelovanja nisu prekoračene granične veličine deformiranja ili druga ograničenja
- kad se rabi pristup zasnovan na pomacima, otpornost se za GS OO dokazuje ograničavanjem pomaka istovrijednog modela s jednim stupnjem slobode na veličinu  $d_{DL}^* = d_y^*$
- za zgrade sa zidanim oblogama i ispunima može biti  $d_{DL}^* < d_y^*$
- u provjeri graničnog stanja PF treba provjeriti da su deformiranja prihvatljiva za održavanje funkcije građevine

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

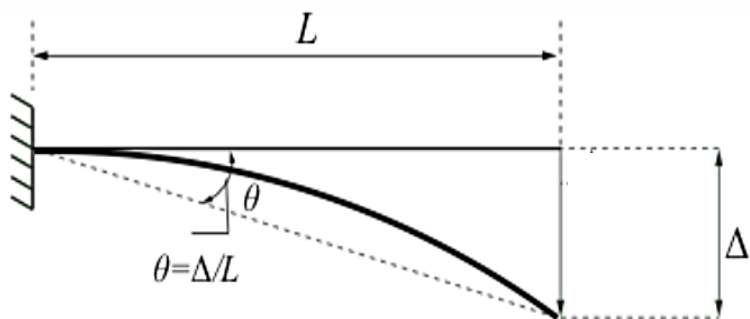
## KRITERIJI DEFORMIRANJA I MODELI ČVRSTOĆA OVISNI O MATERIJALIMA

- u poglavlju 7 nacrtu EN 1998-1-1 su kriteriji za proračuna zasnovane na silama i na pomacima koji se rabe za modeliranje i provjeru graničnih čvrstoća i deformiranja
- daju se fizikalni modeli deformiranja i čvrstoće
- pravila provjere ovise o vrsti konstrukcije i daju se u odgovarajućim dijelovima EN 1998
- razlikuju se duktilni ili krhki mehanizmi otkazivanja, ovisno o materijalu i vrsti konstrukcije
- u pog. 7 su kriteriji za armiranobetonske, čelične i spregnute konstrukcije (nedovršeno)

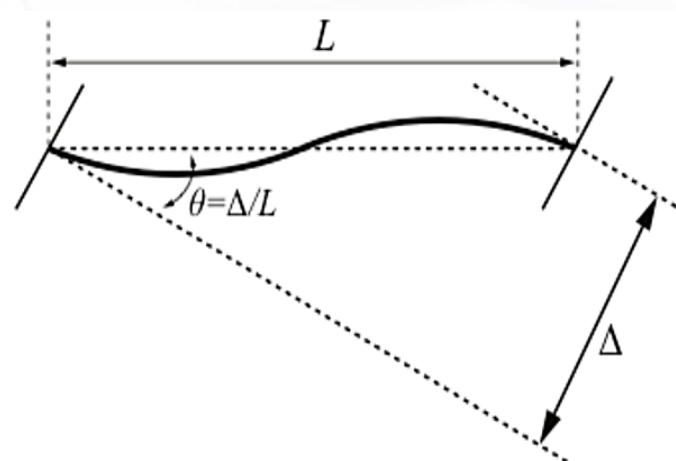
# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## KRITERIJI DEFORMIRANJA I MODELI ČVRSTOĆA OVISNI O MATERIJALIMA

- sposobnost deformiranja elemenata koji popuštaju zbog savijanja s ili bez osne sile definira se veličinom zaokretanja tetive  $\theta$



a) konzola



b) okvir

# Radni nacrt norme EN 1998-1-1

## KRITERIJI DEFORMIRANJA I MODELI ČVRSTOĆA OVISNI O MATERIJALIMA

- za armiranobetonske konstrukcije razlikuju se duktilni (savijanje) i krhki (posmični) mehanizmi
- kriteriji za deformiranje dani pomoću niza formula (rabi se srednja čvrstoća betona i granica popuštanja čelika za armiranje):
  - zaokretanje tetive pri popuštanju na krajevima (kraju) armiranobetonskog elementa  $\theta_y$
  - granično (najveće) zaokretanje tetive pri slomu kritičnog područja na kraju elementa  $\theta_u$  koje se sastoji od zaokretanja pri popuštanju  $\theta_y$  i plastičnog dijela zaokretanja tetive  $\theta_u^{pl}$  ( $\theta_u = \theta_y + \theta_u^{pl}$ )
- posmična otpornost armiranobetonskih elemenata je prema nacrtu EN 1992-1-1 uz prilagodbe zbog cikličkog djelovanja i znatnog plastičnog deformiranja krajeva elemenata

# Radni nacrt norme EN 1998-1-2

- naslov nacrta norme:

**Eurokod 8 – Proračun potresne otpornosti konstrukcija – Dio 1-1:  
Pravila za nove zgrade**

## **OSNOVE PRORAČUNA**

### **Razredba zgrada i potresno djelovanje**

- razredi posljedica CC1, CC2 i CC3 (iz EN 1990) rabiće se i u novom EN 1998
- za zgrade je razred posljedica CC3 podijeljen u podrazrede CC3-a i CC3-b:

CC3-a	Zgrade čija je potresna otpornost važna s obzirom na posljedice povezane s urušavanjem, npr. škole, dvorane za skupove, kulturne institucije itd.
CC3-b	Zgrade od vitalnog značaja za civilnu zaštitu, npr. bolnice, vatrogasne postaje itd., i njihova oprema.



# Radni nacrt norme EN 1998-1-2

## Razredba zgrada i potresno djelovanje

- povratna razdoblja dana su u tablici:

Granično stanje	Razred posljedica (CC)			
	CC1	CC2	CC3-a	CC3-b
BR	800	1600	2500	5000
ZO	250	475	800	1600
OO	50	60	60	100

- postoji devet povratnih razdoblja
- u pojedinim zemljama mogu se propisati druge vrijednosti povratnih razdoblja

# Radni nacrt norme EN 1998-1-2

## Razredba zgrada i potresno djelovanje

- umjesto povratnih razdoblja mogu se rabiti **faktori svojstava**  $\gamma_{Ls,CC}$
- faktorima svojstava množe se poredbena spektralna ubrzanja za referentni povratni period 475 godina

### Faktori svojstava za zgrade

Granično stanje	Razred posljedica (CC)			
	CC1	CC2	CC3-a	CC3-b
BR	1,2	1,5	1,8	2,2
ZO	0,8	1	1,2	1,5
OO	0,4	0,5	0,5	0,6

# Radni nacrt norme EN 1998-1-2

## Razredba zgrada i potresno djelovanje

- kao što se vidi iz prethodnih tablica, na nacionalnoj razini moguće je imati sljedeće odluke s obzirom na izradu karata potresne opasnosti:
  - a) izraditi jednu kartu za  $S_{\alpha,ref}$  ( $T_{ref} = 475$  godina) i zatim s pomoću ranije navedenog izraza izračunati  $S_{\beta,ref}$  te množenjem faktorima svojstava odrediti  $S_{\alpha,RP}$  i  $S_{\beta,RP}$
  - b) izraditi ukupno 18 karata, to jest karte  $S_{\alpha,ref}$  i  $S_{\beta,ref}$  za svih devet povratnih perioda
  - c) izraditi dvije karte  $S_{\alpha,ref}$  i  $S_{\beta,ref}$ , a zatim množenjem faktorima svojstava odrediti  $S_{\alpha,RP}$  i  $S_{\beta,RP}$
- odluka navedena pod c) mogla bi biti optimalna

# Radni nacrt norme EN 1998-1-2

## Pravila za modeliranje i proračun konstrukcija i provjere graničnih stanja

- u nacrtu EN 1998-1-2:
  - razrađuju se načela idejnog projekta
  - definiraju se primarni i sekundarni elementi
  - definiraju se kriteriji za torzijski podatljive zgrade i pravilnost konstrukcije
- najmanja proračunska ekscentričnost u zgradama:
  - definira se jednako kao slučajni torzijski učinci u sadašnjoj normi (5% promatrane duljine konstrukcije)
  - međutim, najmanja ekscentričnost se uzima samo ako je veća od prirodne (ekscentričnost konstrukcijskog modela)

# Radni nacrt norme EN 1998-1-2

## Pravila za modeliranje i proračun konstrukcija i provjere graničnih stanja

- metode proračuna opisane u nacrtu EN 1998-1-1 detaljnije su obrađene s obzirom na njihovu primjenu na zgrade
- dana je metoda za uključenje učinaka torzije i viših vlastitih oblika vibracija u nelinearni statički proračun
- pobliže su razrađeni kriteriji za provjeru graničnih stanja konstrukcijskih elemenata zgrada
- detaljno su razrađena pravila za zgrade s okvirima ispunjenim zidom
- uvedeno je poglavlje o zgradama s ugrađenim sustavima za trošenje energije

# Radni nacrt norme EN 1998-1-2

## Posebna pravila za zgrade ovisna o konstrukcijskom materijalu

- dana su pravila za betonske, čelične, spregnute, drvene, zidane i aluminijske zgrade

radni nacrt EN 1998-1-2		sadašnja EN 1998-1	
poglavlje o posebnim pravilima	broj stranica	poglavlje o posebnim pravilima	broj stranica
betonske zgrade	40	betonske zgrade	59
čelične zgrade	39	čelične zgrade	23
spregnute zgrade	27	spregnute zgrade	28
drvene zgrade	37	drvene zgrade	6
zidane zgrade	21	zidane zgrade	7
aluminijske zgrade	9	-	-

# Radni nacrt norme EN 1998-1-2

## Posebna pravila za zgrade ovisna o konstrukcijskom materijalu

- daju se pravila za osiguranje lokalne duktilnosti i načela proračuna prema sposobnosti nosivosti
- treba osigurati hijerarhiju popuštanja elemenata i poželjni duktilni mehanizam sloma konstrukcije
- osnovno granično stanje koje treba provjeriti je **GS ZO**
- tada se dimenzioniranje provodi za unutarnje sile određene linearnim proračunom uz uporabu faktora ponašanja
- GS ZO i druga GS mogu se provjeriti nelinearnim metodama
- zadane vrijednosti faktora ponašanja dane u odgovarajućim poglavljima su gornje granične vrijednosti

# Radni nacrt norme EN 1998-1-2

## Posebna pravila za zgrade ovisna o konstrukcijskom materijalu

- za zgrade nepravilne po visini sastavnicu faktora ponašanja  $q_D$  treba smanjiti faktorom 0,8, ali na način da  $q_D$  ne bude manji od 1
- za torzijski fleksibilne zgrade, faktor ponašanja  $q$  je manja vrijednost određena za dva smjera pomnožena s faktorom 0,8
- ako se primjenjuju primarne konstrukcije od različitih vrsta materijala za preuzimanje potresnog djelovanja u istom smjeru, faktor  $q$  je najmanja vrijednost svih faktora ponašanja primijenjenih primarnih konstrukcija
- za betonske i zidane konstrukcije s DC1 smije se rabiti faktor  $q$  ne veći od 1,5



# Radni nacrt norme EN 1998-1-2

Zadane vrijednosti faktora ponašanja armiranobetonskih konstrukcija

Tip konstrukcije		$q_R$	$q_D$		$q = q_R q_S q_D$	
			DC2	DC3	DC2	DC3
Okvirne ili dvojne konstrukcije istovrijedne okvirnim	višekatni okviri s više polja ili dvojne konstrukcije istovrijedne okvirnim	1,3	1,3	2,0	2,5	3,9
	višekatni okviri s jednim poljem	1,2			2,3	3,6
	jednokatni okviri	1,1			2,1	3,3
Zidne ili dvojne konstrukcije istovrijedne zidnim	dvojne konstrukcije istovrijedne zidnim	1,2	1,3	2,0	2,3	3,6
	konstrukcije od povezanih zidova	1,2	1,4		2,5	3,6
	konstrukcije od nepovezanih zidova	1,0	1,3		2,0	3,0
	konstrukcije od velikih zidova	-	-	$3,0k_w$		
Konstrukcije s ravnim pločama		1,1	1,2		2,0	-

# Radni nacrt norme EN 1998-1-2

## Posebna pravila za zgrade ovisna o konstrukcijskom materijalu

- proračun armiranobetonskih zgrada za DC1 nije prihvatljiv:
  - a) za okvirne, dvojne i konstrukcije s ravnim pločama ako je indeks potresnog djelovanja  $S_{\delta} > 2,5 \text{ m/s}^2$
  - b) za zidne konstrukcije ako je  $S_{\delta} > 5,0 \text{ m/s}^2$
- ako je  $S_{\delta} > 5,0 \text{ m/s}^2$  okvirne konstrukcije treba projektirati za DC3
- konstrukcije s ravnim pločama ne smiju se projektirati za DC3 i nisu dopuštene ako je  $S_{\delta} > 5,0 \text{ m/s}^2$
- osim u navedenim iznimkama dopušta se projektiranje za DC2 i DC3 za sve  $S_{\delta}$  i sve tipove armiranobetonskih konstrukcija
- za  $S_{\delta} > 3,0 \text{ m/s}^2$  zidane konstrukcije treba projektirati za DC2

## Zadane vrijednosti faktora ponašanja zidanih konstrukcija za DC2

Raspored konstrukcijskih elemenata u smjeru potresnog djelovanja	$q_R$	Vrsta zida	$q_D$	$q$
Najmanje 6 zidnih stupova različitih duljina i značajnim učinkom povezanosti	1,4	Neramirano zide (općenito)	1,2	2,6
	1,4	Kalcij silikatno (šuplji i puni zidni elementi)	1,0	2,2
	1,4	Porasti beton, zidni elementi Gr 1 i 1s	1,4	2,8
	1,4	Nearmirano zide, zidni elementi Gr 1 i 1s	1,6	2,8
	1,4	Omeđeno zide (općenito)	1,65	3,4
	1,4	Armirano zide (općenito)	1,8	3,8
Najmanje 6 zidnih stupova različitih duljina ili najmanje 4 zida i značajnim učinkom povezanosti	1,2	Neramirano zide (općenito)	1,2	2,1
	1,2	Kalcij silikatno (šuplji i puni zidni elementi)	1,0	1,8
	1,2	Porasti beton, zidni elementi Gr 1 i 1s	1,4	2,5
	1,2	Nearmirano zide, zidni elementi Gr 1 i 1s	1,6	2,8
	1,2	Omeđeno zide (općenito)	1,65	2,9
	1,2	Armirano zide (općenito)	1,8	3,2
Najmanje 6 zidnih stupova različitih duljina i bez značajnog učinka povezanosti	1,0	Neramirano zide (općenito)	1,2	1,8
	1,0	Kalcij silikatno (šuplji i puni zidni elementi)	1,0	1,5
	1,0	Porasti beton, zidni elementi Gr 1 i 1s	1,4	2,1
	1,0	Nearmirano zide, zidni elementi Gr 1 i 1s	1,6	2,4
	1,0	Omeđeno zide (općenito)	1,65	2,5
	1,0	Armirano zide (općenito)	1,8	2,7
Zgrade s podatljivim (fleksibilnim) dijafragmama	1,0	Omeđeno zide	1,35	2,0
	1,0	Armirano zide	1,6	2,4
	1,0	Nearmirano zide	1,0	1,5

# Radni nacrt norme EN 1998-3

- naslov nacrta norme:

**Eurokod 8 – Proračun potresne otpornosti konstrukcija – Dio 3:  
Ocjena i obnova zgrada i mostova**

## **ZAHTIJEVANA SVOJSTVA I GRANIČNA STANJA**

- definiraju sa kao i u EN 1998-1-1
- povratna razdoblja ili alternativno faktori svojstava smiju biti manji nego za nove konstrukcije (NA, odredbe mjerodavnih vlasti ili ugovor za projekt)
- potresna svojstva konstrukcije trebalo bi provjeriti za cijeli skup ili podskup od četiri graničnih stanja, a najmanje za GS BR
- postojeće konstrukcije ne posjeduju odgovarajuću duktilnost pa se provjera za GS ZO ne može ekstrapolirati na GS BR

# Radni nacrt norme EN 1998-3

## ZAHTIJEVANA SVOJSTVA I GRANIČNA STANJA

- vrste konstrukcija i odabir graničnih stanja koja će se provjeravati za svaku vrstu postojeće konstrukcije smiju se definirati u NA ili u propisati od strane mjerodavnih vlasti
- potresni zahtjevi za GS BR smiju se provjeravati pristupom s faktorom  $q$  samo u slučaju razreda slabog potresnog djelovanja
- ako se preliminarnim proračunom dokaže mali zahtjev za neelastičnim deformiranjem smije se umjesto provjere GS BR provjeriti GS ZO pristupom s faktorom  $q$
- prema najnovijoj inačici radnog nacrtu norme pristup zasnovan na silama (postupak s faktorom  $q$ ) se ne bi trebao upotrebljavati
- po ovom pitanju još uvijek se raspravlja, pa je moguća promjena stava

# Radni nacrt norme EN 1998-3

## PODATCI ZA OCJENJIVANJE KONSTRUKCIJE

- **podatci se prikupljaju iz:**
  - dostupne tehničke dokumentacije
  - općih izvora podataka (npr. propisi, norme i dokumentirane prakse iz vremena gradnje)
  - rezultata terenskih i laboratorijskih ispitivanja
- **podatci se svrstavaju u tri kategorije:**
  - geometrija
  - konstrukcijski detalji
  - materijali

# Radni nacrt norme EN 1998-3

## PODATCI ZA OCJENJIVANJE KONSTRUKCIJE

- **količinu i kvalitetu prikupljenih podataka u svakoj kategoriji treba izraziti s pomoću tri razine znanja (RZ) (eng. knowledge level):**
  - **RZG: razina znanja o geometriji**
  - **RZD: razina znanja o konstrukcijskim detaljima**
  - **RZM: razina znanja o svojstvima materijla**
- **razine znanja mogu se vrednovati kao:**
  - **najmanje znanje**
  - **prosječno znanje**
  - **veliko znanje**

# Radni nacrt norme EN 1998-3

## PODATCI ZA OCJENJIVANJE KONSTRUKCIJE

- npr. za materijale razina RZM1 najmanje, razina RZM2 prosječno, a razina RZM3 veliko znanje
- u radnom nacrtu norme dane su detaljne upute za utvrđivanje razine znanja
- razine znanja služe za odabir parcijalnih koeficijenta za otpornost po kriteriju deformiranja ili po kriteriju čvrstoće



# Radni nacrt norme EN 1998-3

## REPRENZETATIVNE VRIJEDNOSTI SVOJSTAVA MATERIJALA

- za postojeće materijale se proračunska svojstva za proračun otpornosti pri lokalnim provjerama uzimaju kao srednje vrijednosti
- dodani materijali su novi materijali uporabljeni za obnovu elementa, za lokane provjere uzimaju se također srednje vrijednosti svojstava
- obnovljeni elementi sastoje se od postojećeg i dodanog materijala
- za nove materijale proračunske vrijednosti određuju se kao karakteristične vrijednosti podijeljene s odgovarajućim parcijalnim koeficijentom

# Radni nacrt norme EN 1998-3

## PRORAČUNSKE METODE

- kao i u nacrtu EN 1998-1-1 navode se dva općenita pristupa:
  - pristup zasnovan na silama
  - pristup zasnovan na pomacima
- pristup zasnovan na silama nije preporučen za uporabu, no čini se da u ovoj fazi izrade norme nije potpuno isključen

### Pristup zasnovan na silama

- moguće su dvije proračunske metode:
  - modalni proračun uporabom umanjenog spektra odziva (faktorom  $q$ )
  - metoda bočnih sila (ispunjeni kriteriji za pravilnost konstrukcije)
- faktori ponašanja za postojeće konstrukcije: armirani beton 1,5; čelik 2,0; drvo 1,5; žiđe 1,5

# Radni nacrt norme EN 1998-3

## PRORAČUNSKE METODE

### Pristup zasnovan na pomacima

- preporučuju se tri proračunske metode:
  - linearni elastični proračun
  - nelinearni statički proračun
  - nelinearni proračun primjenom vremenskog zapisa
- u ovom dijelu nacрта EN 1998 uvodi se linearni elastični proračun, što je slučaj i u sadašnjoj normi
- za ostale proračunske metode, uz neka detaljnija pojašnjenja primjene vrijede odredbe iz nacрта EN 1998-1-1 i EN 1998-1-2

# Radni nacrt norme EN 1998-3

## PRORAČUNSKE METODE

### Pristup zasnovan na pomacima

- prvi korak linearno elastičnog proračuna (LEP) je proračun konstrukcije uporabom elastičnog spektra odziva
- zatim se detektiraju kritična područja primarnih konstrukcijskih elemenata prema kriteriju:  $E_d > R_d$
- za svako kritično područje  $i$  izračunava se omjer:

$$\rho_i = E_{di}/R_{di} \quad (\rho_i > 1)$$

$$\rho_{i,\max}/\rho_{i,\min} \leq 2,5 \text{ za zgrade}$$

$$\rho_{i,\max}/\rho_{i,\min} \leq 2,0 \text{ za mostove}$$

# Radni nacrt norme EN 1998-3

## PRORAČUNSKE METODE

### Pristup zasnovan na pomacima

- pristup zasnovan na pomacima može se približno provesti LEP-om kada postoje uvjeti za sličnost između neelastičnog i elastičnog deformiranog oblika konstrukcije
- dobivene veličine deformiranja tada se rabe za provjeru duktilnih mehanizama

# Radni nacrt norme EN 1998-3

## PROVJERE SIGURNOSTI

- provode se kao provjere graničnih stanja u skladu s EN 1998-1-1 i modifikacijama u odgovarajućim dijelovima EN 1998-3
- za sva GS, proračunske metode i oblike provjera učinci djelovanja moraju biti pomnoženi s parcijalnim koeficijentom  $\gamma_{Sd}$
- s  $\gamma_{Sd}$  uzimaju se u obzir nesigurnosti modeliranja učinaka djelovanja
- za neoštećene konstrukcije  $\gamma_{Sd} = 1,0$ , a u suprotnom  $\gamma_{Sd} = 1,15$
- provjere graničnih stanja u okviru pristupa zasnovanog na pomacima provode se u globalnom i lokalnom smislu

# Radni nacrt norme EN 1998-3

## PROVJERE SIGURNOSTI

- lokalne provjere provode se za lokalne duktilne i krhke mehanizme
- provjere u globalnom smislu provode se provjerom istovrijednog konstrukcijskog sustava s jednim stupnjem slobode

## Uporaba linearnog elastičnog proračuna (LEP)

- u slučaju LEP provjera duktilnih mehanizama provodi se u smislu ograničenja veličine poopćenih pomaka (npr. zaokretanje tetive ili drugo)
- provjera krhkih mehanizama je provjera njihove otpornosti koja se određuje s pomoću parcijalnog koeficijenta za otpornost

# Radni nacrt norme EN 1998-3

## PROVJERE SIGURNOSTI

### Uporaba linearnog elastičnog proračuna (LEP)

- učinci potresnog djelovanja na krhke mehanizme određuju se iz ravnoteže krhkih i duktilnih mehanizama
- zatim se učinci množe s faktorom  $\gamma_{Sd}$  i faktorom povećane čvrstoće
- otpornost duktilnih mehanizama treba odrediti uzimajući u obzir srednje vrijednosti svojstava materijala (bez dijeljenja s parcijalnim koeficijentom)



# Radni nacrt norme EN 1998-3

## PROVJERE SIGURNOSTI

### Uporaba nelinearnog proračuna

- provjera u lokalnom smislu (razina elementa, mehanizmi) mora se provoditi kad nije modelirana degradacija nosivosti konstrukcijskih elemenata
- lokalna provjera smije se provoditi i u svim ostalim slučajevima
- učinci potresnog djelovanja na krhke mehanizme trebaju se odrediti iz proračuna konstrukcije, zatim se množe s parcijalnim faktorom i faktorom povećane čvrstoće

# Radni nacrt norme EN 1998-3

## PROVJERE SIGURNOSTI

### Uporaba nelinearnog proračuna

- provjera u globalnom smislu (razina konstrukcijskog sustava) smije se provoditi za:
  - zidane zgrade
  - zgrade u kojima su zidani ispuni dominantni
- za takve zgrade degradacija nosivosti treba biti definirana na razini elemenata
- provjere u globalnom smislu trebaju se tada provesti u smislu pomaka istovrijednog sustava s JSS (SDOF)

# Radni nacrt norme EN 1998-3

- u nacrtu norme daju se posebna pravila za postojeće betonske, zidane i drvene zgrade i mostove
- posebna pravila za postojeće čelične i spregnute zgrade još nisu napisana
- poglavlje o zidanim konstrukcijama vrlo je opširno (43 stranice)
- značajno je da ono sadrži:
  - modele za proračun horizontalnih dijafragmi
  - modele za proračun zidova koji otkazuju izvan ravnine
  - upute za modeliranje odziva zidanih ispuna u okvirima
  - modele otpornosti zidanih elemenata opterećenih u vlastitoj ravnini i okomito na nju

# Radni nacrt norme EN 1998-3

- posmična otpornost zidanih elemenata (zidni stupovi i zidne spone (vezne grede)) u vlastitoj ravnini uzima se kao najmanja vrijednost za tri alternativna oblika sloma:
  - savijanje  $V_f$
  - posmično klizanje  $V_s$
  - dijagonalno raspucavanje  $V_d$
- preporučuje se da provjeru  $V_d$  treba provesti za stare zgrade (od zidnih elemenata koji nisu u skladu s EN 1996-1-1)
- daju se upute za provjeru graničnih stanja u lokalnom smislu (ograničenje relativnih katnih pomaka) i globalnom smislu (ograničenje kontrolnog pomaka konstrukcije)

# Zaključak

- bitna poboljšanja u novoj generaciji Eurokoda 8 (koja je u pripremi) su:
  - poboljšan je opis potresne opasnosti s pomoću dva poredbena spektralna ubrzanja umjesto sadašnjeg poredbenog vršnog ubrzanja temeljnog tla tipa A
  - jasno su opisana granična stanja ovisna o stupnju oštećenja konstrukcije
  - granična stanja su jedinstveno definirana za sve dijelove EN 1998
  - dani su kriteriji deformiranja za provjeru graničnih stanja za konstrukcije od različitih materijala
  - poboljšana su poglavlja za drvene i zidane zgrade
  - napisano je poglavlje o aluminijskim zgradama

# Zaključak

- Međutim, odstupilo se od jednog bitnog cilja razvoja nove generacije Eurokoda 8, a to je:
  - unaprjeđenje jednostavnosti uporabe normi poboljšanjem jasnoće i preglednosti, uzimajući pri tome u obzir iskustva korisnika Eurokodova

# Literatura

1. M/515 EN: Mandate for amending existing eurocodes and extending the scope of structural Eurocodes, European Commission, Enterprise and industry directorate-general, Brussels, 12 December 2012.
2. Evolution of EN1998 - Project Proposals Revision 2 – March 2013 (considering the decisions of SC8 at its meeting in Lausanne on the 15th March, 2013), CEN/TC 250/SC 8, document N 476, 2013-03-21.
3. Working draft N 969: EN 1998-1-1, Eurokode 8 – Design of structures for earthquake resistance – Part 1-1: General rules and seismic action, CEN/TC 250/SC 8, 2020-09-12.
4. Working draft N 966: EN 1998-1-2, Eurokode 8 – Design of structures for earthquake resistance – Part 1-2: Rules for new buildings, CEN/TC 250/SC 8, 2020-09-07.
5. Working draft N 970: EN 1998-3, Eurokode 8 – Design of structures for earthquake resistance – Part 3: Assessment and retrofitting of buildings and bridges, CEN/TC 250/SC 8, 2020-09-13.
6. Working draft N 855: EN 1998-3, Eurokode 8 – Design of structures for earthquake resistance – Part 3: Assessment and retrofitting of buildings and bridges, CEN/TC 250/SC 8, 2019-10-09.
7. HRN EN 1998-1, Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija – 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade (EN 1998-1:2004+AC:2009), HZN, Zagreb, 2011.
8. Kreslin, M., Fajfar, P.: The extended N2 method considering higher mode effects in both plan and elevation, Bulletin of Earthquake Engineering, vol. 10, no. 2, pp. 695-715, 2012.
9. HRN EN 1998-3, Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija – 3. dio: Ocjenjivanje i obnova zgrada (EN 1998-3:2005+AC:2010), HZN, Zagreb, 2011.