



**INŽENJERSKA KOMORA CRNE GORE  
SEMINAR O EUROKODOVIMA**

**EN 1990 – ANEKSI**



*PRIPREMIO*  
*Prof. dr Radomir Zejak*

**Podgorica, oktobar 2013. godine**

## PRETHODNE NAPOMENE

Prezentacija je pripremljena na osnovu izlaganja evropskih eksperata na Workshopovima iz oblasti implementacije jedinstvenih evropskih standarda za gra evinarstvo, kao i na osnovu prevoda autentinih teksta EN 1990 na crnogorski jezik i usvajanja nacionalno odre enih parametara.

**Tekst radnog nacarta MEST EN 1990 i MEST 1990/NA na crnogorskom jeziku dat je na javnu raspravu .**

Za usvajanje Evrokodova u zemljama EU jasno je definisana procedura, koje se generalno sastoji u slede em.

Nacionalni standardi kojima se uvode Evrokodovi sadrže kompletan originalni tekst odgovaraju eg Evrokoda (uklju uju i sve priloge – anekse), onako kako ga je objavio CEN (TC 250), kojem treba da prethodi stranica na kojoj se nalazi **nacionalni naslov** i **nacionalni predgovor**, a može da se doda i **nacionalni prilog**

## UVOD

Radi kontinuiteta u izlaganju predmetne teme, ini se svrsishodnim ponoviti pregled Evrokodova sa brojem djelova, kao i dijagram koji pokazuje njihovu međusobnu vezu.

EN 1990, Eurocode : *Osnove projektovanja konstrukcija (1 dio)*;

EN 1991, Eurocode 1: *Dejstva na konstrukcije (10 djelova)*;

EN 1992, Eurocode 2: *Projektovanje betonskih konstrukcija (4 dijela)*;

EN 1993, Eurocode 3: *Projektovanje čeličnih konstrukcija (20 djelova)*;

EN 1994, Eurocode 4: *Projektovanje spregnutih čeličnih i betonskih konstrukcija (3 d.)*;

EN 1995, Eurocode 5: *Projektovanje drvenih konstrukcija (3 dijela)*;

EN 1996, Eurocode 6: *Projektovanje zidanih konstrukcija (4 dijela)*;

EN 1997, Eurocode 7: *Geotehničko projektovanje (2 dijela)*;

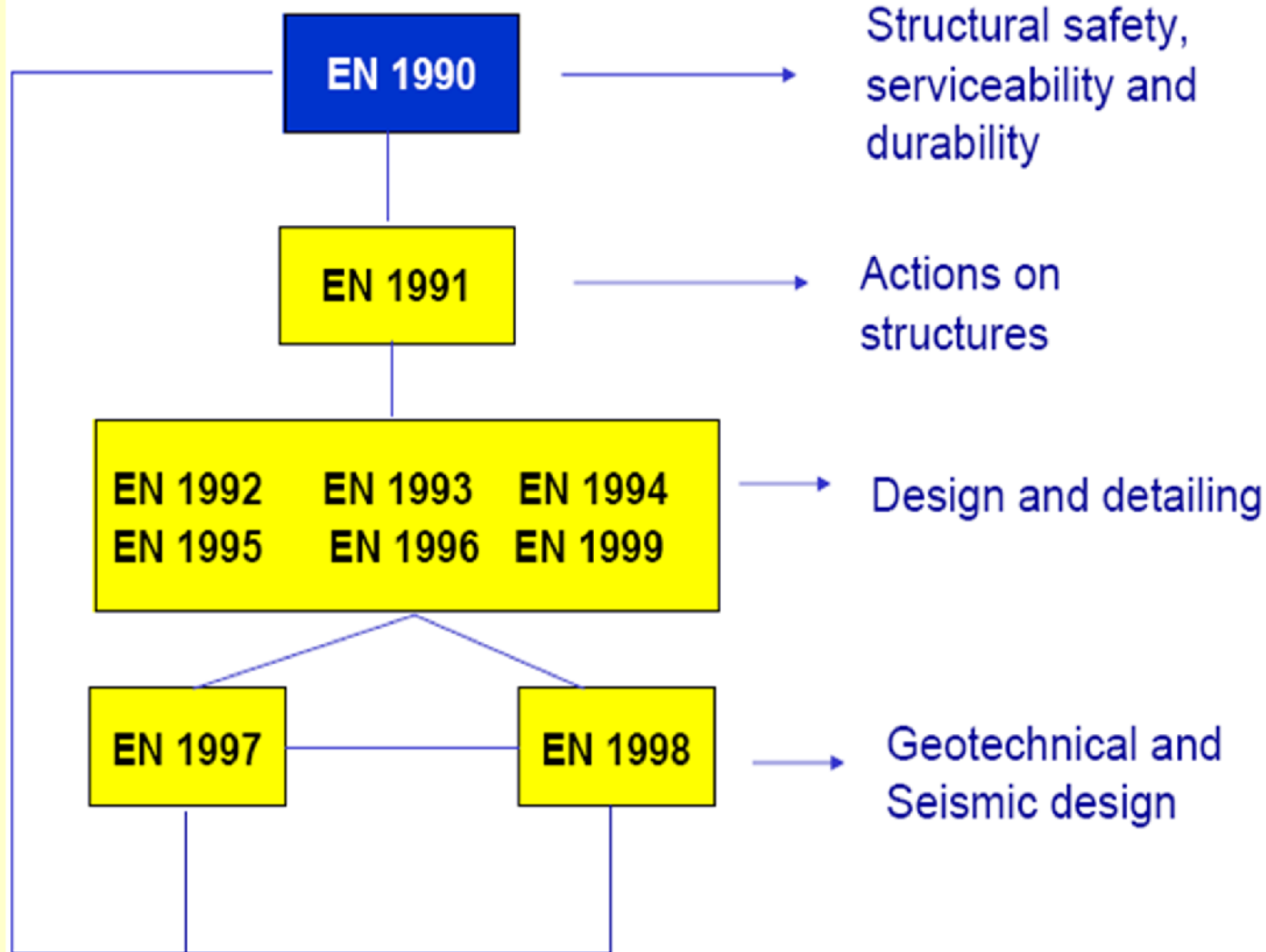
EN 1998, Eurocode 8: *Projektovanje objekata za zemljotresnu otpornost (6 djelova)*;

EN 1999, Eurocode 9: *Projektovanje aluminijskih konstrukcija (5 djelova)*.

Ovi EN – standardi na sveobuhvatan način pokrivaju osnove projektovanja, dejstva na konstrukcije, glavne konstrukcijske materijale, sva glavna polja konstrukorskog inženjerstva uključujući i široko područje raznih tipova objekata kao i građevinskih proizvoda. Pri tome se u EN 1990 navode **specifični objekti** koji se u ovim standardima za sada ne tretiraju, odnosno za takve objekte **“mogu biti neophodne drugačije odredbe od onih koje su date u EN 1990 do 1999”**.

## VEZA EN

### Linking of the Eurocodes



*Slika 1. – Šematski prikaz suštinske veze Evrokodova*

## EN 1990

- EN 1990 pruža osnovne informacije, neophodne za projektovanje i izgradnju građevinskih konstrukcija, nezavisno od primijenjenih materijala, u cilju obezbjeđenja sigurnosti, upotrebljivosti i trajnosti objekata.
- Nacionalni prilog za EN 1990 daje alternativne postupke, vrijednosti i preporuke u pogledu klasa, sa napomenama koje ukazuju na to gdje se može izvršiti nacionalni izbor. Zbog toga i nacionalni standard kojim se uvodi EN 1990 treba da ima ovaj nacionalni prilog koji sadrži sve NDPs koji se primjenjuju u proračunu zgrada i inženjerskih građevinskih objekata u svakoj zemlji.

## **SADRŽAJ EN 1990**

- Dio 1 : Opšte**
- Dio 2 : Zahtjevi**
- Dio 3 : Principi proračuna prema teoriji granich stanja**
- Dio 4 : Osnovne promjenljive**
- Dio 5 : Analiza konstrukcija i proračun potpomognut eksperimentalnim rezultatima – rezultati ispitivanja**
- Dio 6 : Dokaz po metodi parcijalnih koeficijenata sigurnosti**
- Prilog A(n) n : (1) Primjena na zgrade – (N) (2) Primjena za mostove – (N)**
- Prilog B : Upravljanje pouzdanošću u konstrukcija za građevinski objekat (I)**
- Prilog C : Osnove proračuna po metodi parcijalnih koeficijenata sigurnosti i analiza pouzdanosti (I)**
- Prilog D : Proračun potpomognut eksperimentom (I)**
- Bibliografija**

## **NACIONALNI IZBOR U EN 1990**

Nacionalni izbor ograničen i dopušten je samo u ta no definisanim ta kama, kako je to navedeno u EN 1990 npr. za Prilog A1 – primjena za zgrade:

- A1.1(1),
- A1.2.1(1),
- A1.2.2, tabela A1.1,
- A1.3.1, tabele od A1.2(A) do (C),
- A1.3.1(5),
- A1.3.2, tabela A1.3,
- A1.4.2 (2).

## PRILOZI – ANEXI

**Prilog A1: (Primjena na zgrade)** – obavezan je za primjenu i njime su, pored ostalog, definisane kombinacije dejstava, proraunske vrijednosti za stalna, promjenljiva i sluajna dejstva, koeficijenti sigurnosti kao i koeficijenti koji treba da budu korišeni u proraunu zgrada.

Tabela 1. – Eksploatacioni vijek

Kategorija proraunskog eksploatacionog vijeka	Indikativni proraunski eksploatacioni vijek (godina)	Primjeri
1	10	Privremene konstrukcije <sup>1)</sup>
2	10 do 25	Zamenljivi djelovi konstrukcije, na primjer, kranski nosa i, sekundarni nosa i kod akvadukta, ležišta, dilatacioni ureaji, drveni kolovoz kod pjeških mostova
3	15 do 30	Poljoprivredne i sli ne konstrukcije, vise i pješki mostovi sa drvenim kolovozom širine 2.0 m.
4	50	Konstrukcije zgrada, konstrukcije industrijskih objekata sa vijekom primjene tehnologije 50 godina i druge jednostavne konstrukcije, mostovi za prevoenje instalacija, pješke pasarele, mostovi na lokalnim putevima
5	100	Konstrukcije monumentalnih zgrada, mostovi, kao i konstrukcije inženjerskih građevinskih objekata <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Konstrukcije ili djelovi konstrukcija, koji mogu da se demontiraju sa izgledima da se ponovo koriste, ne treba da se razmatraju kao privremeni.

<sup>2)</sup> Proraunski vijek trajanja za inženjerske građevinske objekte u okviru prilaza industrijskim kompleksima definiše se za svaki pojedina ni projekt.



**Primjer 1:**

(iz EN 1990, ta ka 2.3 – Prora unski eksploatacioni vijek).

**MEST EN 1990 – PRILOG A1 – Primjena na zgrade**

**A1.1 – Predmet i podru je primjene**

U nacionalnom prilogu može da se da uputstvo za koriš enje Tabele 2.1

**MEST EN 1990 / NA – nacionalni prilog**

**Objekti 4 kategorije (dopunjeno opisom za 10 tipova objekata) npr.**

5. me uregionalni i regionalni objekti vodosnabdijevanja i kanalizacije, postrojenja za pripremu vode za pi e kapaciteta preko 40l/s i postrojenja za pre iš avanje otpadnih voda u naseljima preko 15.000 stanovnika ili kapaciteta 40l/s.

**Objekti 5 kategorije (dopunjeno opisom za 9 tipova objekata) npr.**

4. centralna skladišta i/ili deponije za odlaganje opasnog otpada

...

**Primjer 2:**

*(Iz EN 1990, ta ka 6.4.3 – Kombinacije dejstava )*

**A1.2 – Kombinacija dejstava,**

**MEST EN 1990 – PRILOG A1 – Primjena na zgrade**

**U okviru ta ke A1.2 – Kombinacija dejstava, preporu uje se kombinacija najviše dva promjenljiva dejstva**

**MEST EN 1990 / NA – nacionalni prilog**

**U okviru ta ke A1.2 – Uzimaju se u obzir sva dejstva koja mogu da deluju istovremeno, bez obzira na njihov broj. Odredbe u A1.2.1(1) i A1.2.1(3) ostaju nepromijenjene.**

### Primjer 3:

Tabela 2. –  $\psi$  koeficijenti

Dejstvo	$\psi_{\square}$	$\psi_{\nabla}$	$\psi_{\text{d}}$
<b>Korisna opterećenja u zgradama, prema kategoriji (vidjeti EN 1991-1-1)</b>			
<b>Kategorija A: prostori za stanovanje i boravak</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>
<b>Kategorija B: poslovni prostori</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>
<b>Kategorija C: prostori za okupljanje ljudi</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>
<b>Kategorija D: trgovački prostori</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>
<b>Kategorija E: skladišni prostori</b>	<b>1,0</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>
<b>Kategorija F: saobraćajne površine, težina vozila ≤ 30 kN</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>
<b>Kategorija G: saobraćajne površine, 30 kN &lt; težina vozila ≤ 160 kN</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>
<b>Kategorija H: krovovi</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Opterećenja od snijega na zgrade (vidjeti EN 1991-1-3)*) Ovdje je ostavljena mogućnost izmjene</b>			
<b>za lokacije na nadmorskoj visini H &gt; 1000 m</b>	<b>0,70</b>	<b>0,50</b>	<b>0,20</b>
<b>za lokacije na nadmorskoj visini H ≤ 1000 m</b>	<b>0,50</b>	<b>0,20</b>	<b>0</b>
<b>Opterećenja od vjetrova na zgrade (vidjeti EN 1991-1-4)</b>	<b>0,6</b>	<b>0,2</b>	<b>0</b>
<b>Temperatura (osim od požara) u zgradama (vidjeti EN 1991-1-5)</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0</b>

## Prilog A2: (Primjena na mostove)

**Prilog A2** je obavezan za primjenu i daje pravila i metode za uspostavljanje kombinacije dejstava za dokaze upotrebljivosti i dokaze grani nih stanja nosivosti (**izuzev za dokaz zamora**), sa preporu enim prora unskim vrijednostima za stalna, promjenljiva i slu ajna dejstva i koeficijente koji treba da se koriste u prora unima drumskih, pješa kih i željezni kih mostova. Ovaj Prilog se tako e primjenjuje za dejstva tokom izvo enja, date su tako e i metode i pravila za dokaze koji se odnose na pojedina grani na stanja upotrebljivosti koja ne zavise od vrste materijala.

Broj ta aka za koje je dopušten nacionalni izbor u ovom Prilogu je znatno ve i ( $7+34=41$ ).

### **Pravila mogu biti nedovoljna za objekte kao što su:**

- Mostovi ispod aerodromskih pista, mehanski pokretni mostovi, pokriveni mostovi, mostovi koji nose vodu i sl.
- Mostovi koji nose i drumski i željezni ki saobra aj, zajedno,
- Ostale građevinske konstrukcije koje nose optere enje od saobra aja

**Primjer 1:**

*Iz EN 1990, ta ka 1.1 (3) – Predmet i podru ja primjene*

**MEST EN 1990 – PRILOG A2 – Primjena na mostove**

**A2.2.1 Opšte**

(2) Kombinacije koje uklju uju dejstva koja su izvan podru ja primjene EN 1991 (npr. usled **slijeganja nakon miniranja**, posebna dejstva vjetra, vode, plutaju eg otpada, **poplava**, klizišta, **lavina**, požara i pritiska leda) treba da se definišu u skladu sa **EN 1990, 1.1(3)**.

**MEST EN 1990 / NA – nacionalni prilog**

Kombinacije koje uklju uju dejstva koja su izvan podru ja primjene EN 1991 **moгу da se definišu za pojedina ne projekte.**

**Primjer 2:**

*Iz EN 1990, ta ka 3.2 (3) – Prora unske situacije*

**MEST EN 1990 – PRILOG A2 – Primjena na mostove**

**A2.2.2 Pravila kombinacija za drumske mostove**

- (4) Optere enje od snijega ne mora da se kombinuje sa modelom optere enja 1 i 2 ili sa pripadaju om grupom optere enja  $g_{r1a}$  i  $g_{r1b}$ , osim ukoliko nije druga ije utvr eno za odre enu geografsku oblast.

NAPOMENA Geografske oblasti u kojima optere enja od snijega moraju da budu kombinovana sa grupama optere enja  $g_{r1a}$  i  $g_{r1b}$  u kombinacijama dejstava **moгу da budu utvr ena nacionalnim prilogom.**

**MEST EN 1990 / NA – nacionalni prilog**

Nema posebnih geografskih zona u kojima se optere enje od snijega kombinuje sa saobra ajnim optere enjem na drumskim mostovima.

### Primjer 3:

## MEST EN 1990 – PRILOG A2 – Primjena na mostove

### **A2.4.4.2.4 Poprečne deformacije i vibracije kolovozne konstrukcije mosta**

(3) Prvi ton prirodne frekvencije božnih vibracija raspona ne treba da bude manji od  $f_{h0}$ .

NAPOMENA: Vrijednosti za  $f_{h0}$  mogu da se definišu u nacionalnom prilogu. Preporučena vrijednost je:  $f_{h0} = 1,2$  Hz.

## MEST EN 1990 / NA – nacionalni prilog

Primjenjuje se preporučena minimalna vrijednost za prvi ton prirodne frekvencije božnih vibracija:  $f_{h0} = 1,2$  Hz. Kod nosa a sa jednim poljem, frekvencija  $f_h$  [Hz] prvog tona horizontalnih vibracija savijanja može se odrediti iz izraza :  $f_h = 1/(2 \cdot \pi) \cdot (2c_h/M)^{0,5}$

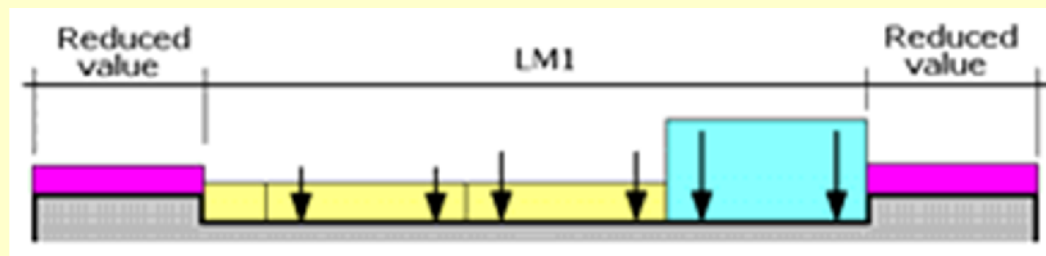
gdje su:

$c_h$  [kN/m] ekvivalentna krutost opruge mostovske konstrukcije u horizontalnom pravcu,

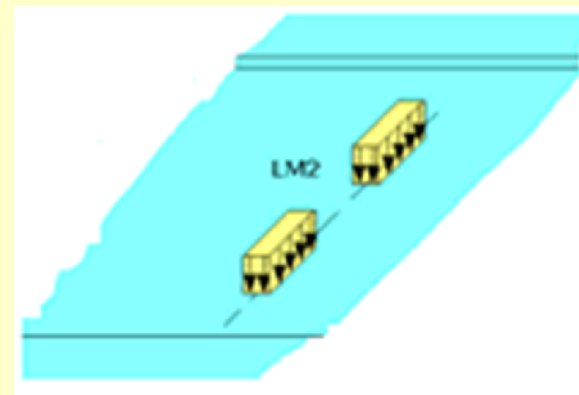
$M$  [t] ukupna masa konstrukcije i kolovoza.

## KOMBINACIJE DEJSTAVA – GRUPE

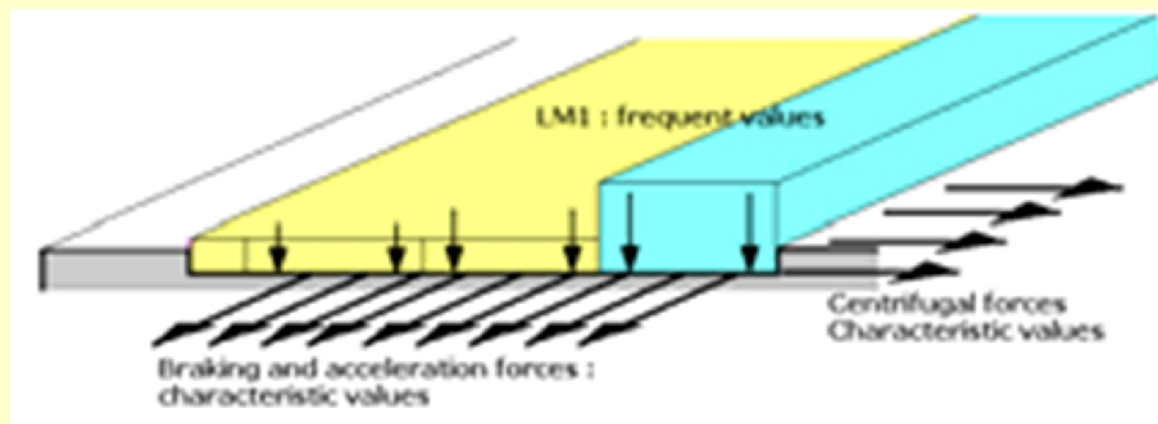
$g_{r1a}$  :  
LM1 + redukovana  
(kombinacija) vrijednost od  
pješaka i biciklista



$g_{r1b}$  :  
LM2 (single axle)



$g_{r2}$  :  
Karakteristi na vrijednost  
horizontalnih sila,  
esta vrijednost LM1



*Slika 2. – Šematski prikaz kombinacije dejstava na mostu od saobraćaja*



## KOMBINACIJE DEJSTAVA – GRUPE



**g<sub>r13</sub> :**  
Dejstvo na pješa kim  
stazama i biciklisti kim  
trakama



**g<sub>r4</sub> :**  
LM2 (nagomilano  
dejstvo – navala)

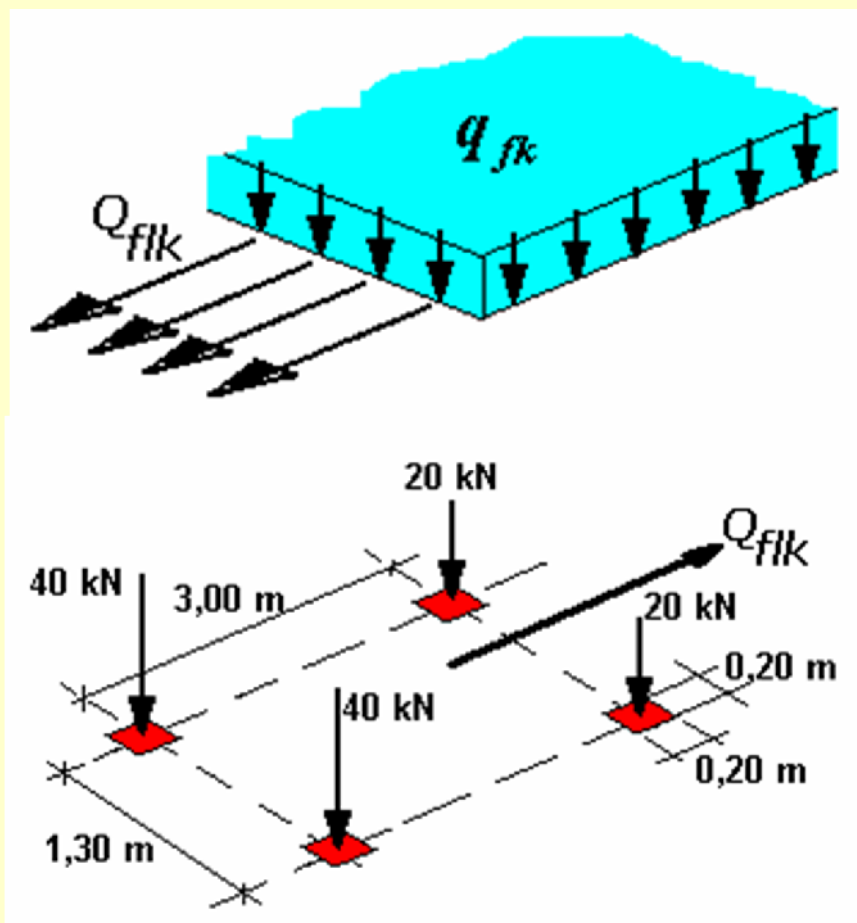
**g<sub>r5</sub> :**  
Specijalna vozila  
(+ specijalni uslovi za normalan  
saobra aj )



*Slika 3. – Šematski prikaz kombinacije dejstava na mostu od saobra aja*

KOMBINACIJE DEJSTAVA – GRUPE  
PJEŠA KI MOSTOVI  
EN 1991-2 – Groups of loads for footbridges

$g_{r1}$  :  
Grupa dejstva



$g_{r2}$  :  
Grupa dejstva

*Slika 4. – Šematski prikaz kombinacije dejstava na pješa kim mostovima*

## **OSTALI PRILOZI**

### **Upotreba ostalih Priloga MEST EN 1990**

Ovim nacionalnim prilogom se utvrđuje upotreba ostalih priloga standarda MEST EN 1990 na sledeći način:

**Prilog B - informativan**

**Prilog C - informativan**

**Prilog D - informativan**

## PRILOZI B i C

Treba posebno napomenuti da su Evrokodovi rezultat dugogodišnjih iskustava i najnovijih istraživanja u oblasti građevinskog konstrukterstva i kao takvi predstavljaju inovativna i savremena dokumenta koja su bazirana na **dva ključna pristupa**:

- Teorija granica stanja, sa konceptom parcijalnih koeficijenata sigurnosti
- Teorija vjerovatnoće i matematičke statistike – probabilistički pristup;

**EN1990 – Basis of Structural Design**

**Annex B – Reliability Differentiation**

**Annex C – Reliability Theory**

**Prilog B: Upravljanje pouzdanošću u  
(različiti nivoi pouzdanosti)**

**Prilog C: Osnove za proračun po metodi parcijalnih koeficijenata  
(teorija vjerovatnoće)**

## PRILOG B

### Prilog B: Upravljanje pouzdanoš u

**EN 1990** predstavlja prvi zbornik pravila, koji prihvata mogućnost uspostavljanja razlika u pouzdanosti i predviđa upravljanje i ocjenu različitih nivoa pouzdanosti.

Ustanovljavanje razlika u pouzdanosti uključuje mjere koje se odnose na socialno – ekonomsku optimizaciju resursa, sa kojima se mora računati pri građenju, imajući na umu sve moguće negativne posljedice usled grešaka, kao i cijenu koštanja građenja.

Izbor nivoa pouzdanosti za konkretnu konstrukciju zavisi od sledećih faktora: mogućnost (vjerovatnoća) pojave uzroka i / ili mogućnost dostizanja granice stanja; moguće posljedice usled greški koje mogu proizvesti rizik po život, zdravlje i potencijalne ekonomske gubitke; nedovoljna percepcija javnog mnjenja, socijalni i ekološki uslovi na konkretnoj lokaciji; troškovi i procedure neophodne za smanjivanje rizika od neuspjeha.

## Kvantifikacija nivoa pouzdanosti

- Glavni instrumenti prema **EN 1990** za različite nivo pouzdanosti su:
  - - uvođenje koeficijenta različite pouzdanosti  $\beta$ ,
  - - modifikovanje parcijalnih koeficijenata sigurnosti  $\gamma$ ,
  - - uvođenje različitih nadzornih službi,
  - - inspekcija tokom gradnje,
- **Prilog C: Osnove za proračun po metodi parcijalnih koeficijenata**
- **ANALIZA POUZDANOSTI**
- Ovaj aneks sadrži informacije i teorijsku podlogu za metodu parcijalnih koeficijenata i za proračun uz korišćenje rezultata ispitivanja, a relevantan je za upravljanje pouzdanošću.

## JEDNOSTAVAN PRIMJER

### KONZOLA

- Mehani ki model
- Stati ki model
- Dinami ki model
- Inženjerska procjena
- Robusnost
- Sistem kontrole kvaliteta



*Slika 5. – Slikoviti primjer*

## Definicija klasa prema posledicama

Tabela 3. – Klase prema posledicama rizika

Klasa prema posledicama	Opis	Primjeri zgrada i inženjersko gra evinskih objekata
CC3	<b>Velike</b> posledice za gubitak ljudskih života, <i>ili vrlo velike</i> ekonomske i socijalne posledice, ili posledice po sredinu	Tribine, javne zgrade kod kojih su posledice loma velike (na primjer koncertna dvorana)
CC2	<b>Srednje</b> posledice za gubitak ljudskih života, <b>zna ajne</b> ekonomske i socijalne posledice, ili posledice po sredinu	Stambene i administrativne zgrade, javne zgrade kod kojih su posledice loma srednje (na primjer administra- tivna zgrada)
CC1	<b>Male</b> posledice za gubitak ljudskih života, kao <i>i male ili zanemarljive</i> ekonomske i socijalne posledice, ili posledice po sredinu	Poljoprivredne zgrade u koje ljudi normalno ne ulaze (na primjer zgrade za skladištenje), staklene bašte



## Diferenciranje preko indeksa pouzdanosti

Tabela 4. – Indeks pouzdanosti

<b>Klasa prema pouzdanosti</b>	<b>Najmanje vrijednosti za</b>	
	<b>Referentni period od 1 godine</b>	<b>Referentni period od 50 godina</b>
RC3	5,2	4,3
RC2	4,7	3,8
RC1	4,2	3,3

## Diferenciranje preko mjera koje se odnose na parcijalne koeficijente

Tabela 5. – Koeficijen za dejstva

$K_{FI}$ koeficijent za dejstva	Klasa prema pouzdanosti		
	RC1	RC2	RC3
$K_{FI}$	0,9	1,0	1,1

Diferenciranja prema pouzdanosti mogu da se sprovedu i preko parcijalnih koeficijenata za nosivost  $\gamma_M$ . Me utim, to se obi no ne koristi. Izuzetak je kod dokaza zamora (vidjeti EN 1993).

## Diferenciranje prema reviziji projekta

Tabela 6. – Revizija

<b>Nivoi revizije projekta</b>	<b>Karakteristike</b>	<b>Najmanji preporučeni zahtjevi za kontrolu projekta, crteža i specifikacija</b>
DSL3 odgovara RC3	proširena revizija	kontrola trećeg lica: kontrolu sprovodi organizacija, različita od one koja je pripremila projekat
DSL2 odgovara RC2	normalna revizija	kontrolu sprovode lica različita od onih koja su originalno odgovorna, a u saglasnosti sa procedurama organizacije
DSL1 odgovara RC1	normalna revizija	samokontrola: kontrolu sprovodi lice koje je pripremio projekat

## Nadzor u toku izvođenja

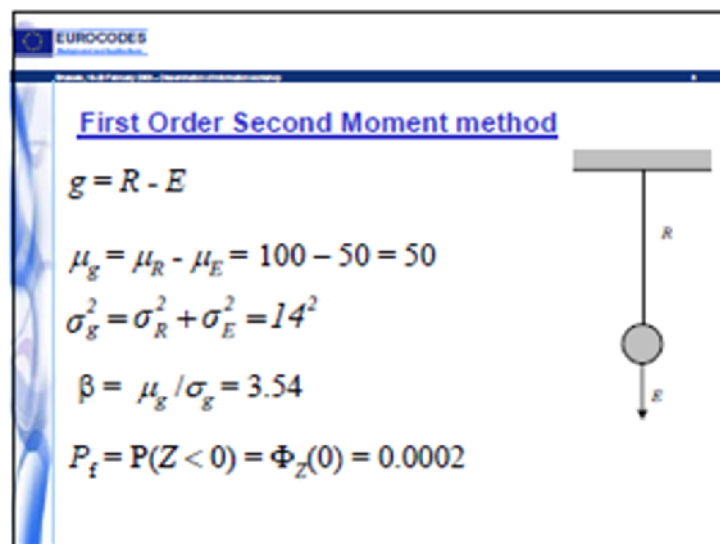
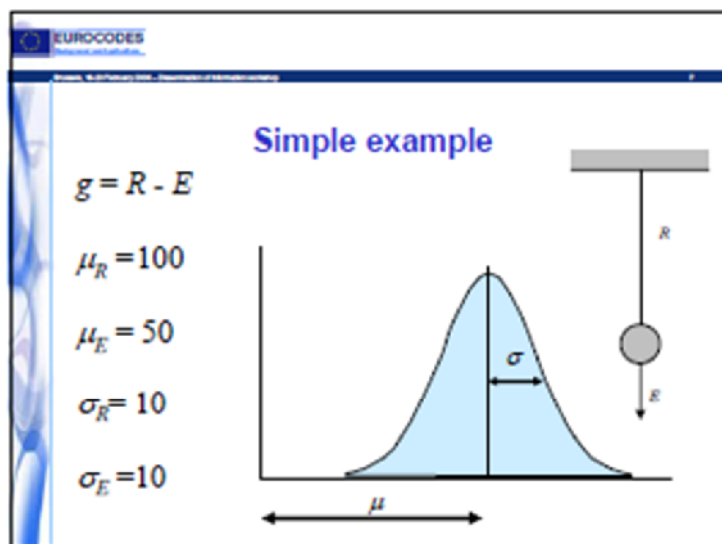
Tabela 7. – Inspekcijske kontrole

<b>Nivoi nadzora</b>	<b>Karakteristike</b>	<b>Zahtjevi</b>
IL3 odgovara RC3	prošireni nadzor	nadzor trećeg lica
IL2 odgovara RC2	normalan nadzor	nadzor u saglasnosti sa procedurama organizacije
IL1 odgovara RC1	normalan nadzor	samonadzor

## **Prilog C: Osnove za proračun po metodi parcijalnih koeficijenata**

### **ANALIZA POUZDANOSTI**

Ovaj Prilog sadrži informacije i teorijsku podlogu za metodu parcijalnih koeficijenata i za proračun uz korišćenje rezultata ispitivanja, a relevantan je za upravljanje pouzdanošću.

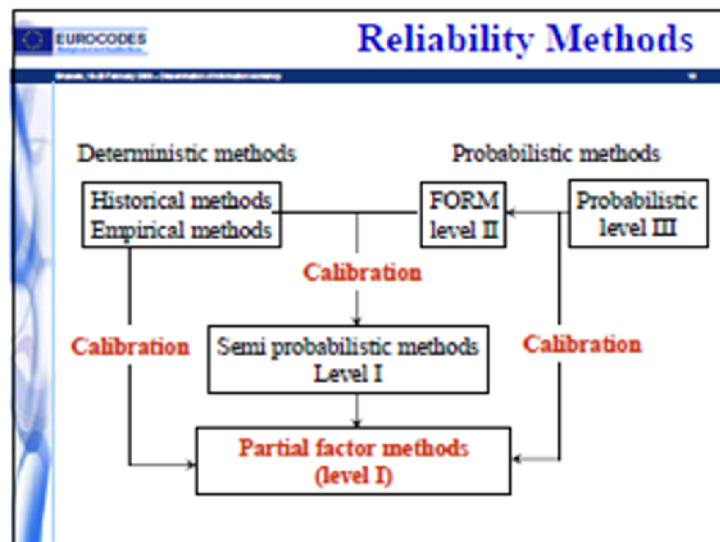


EUROCODES

### Reliability index $\beta$

$\beta$	1.3	2.3	3.1	3.7	4.2	4.7
$P(F) = \Phi(-\beta)$	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$

Probability of Failure =  $\Phi(-\beta) \approx 10^{-\beta}$



**Ciljni indeks pouzdanosti  
za klasu RC2 konstrukcijskih elemenata<sup>1)</sup>**

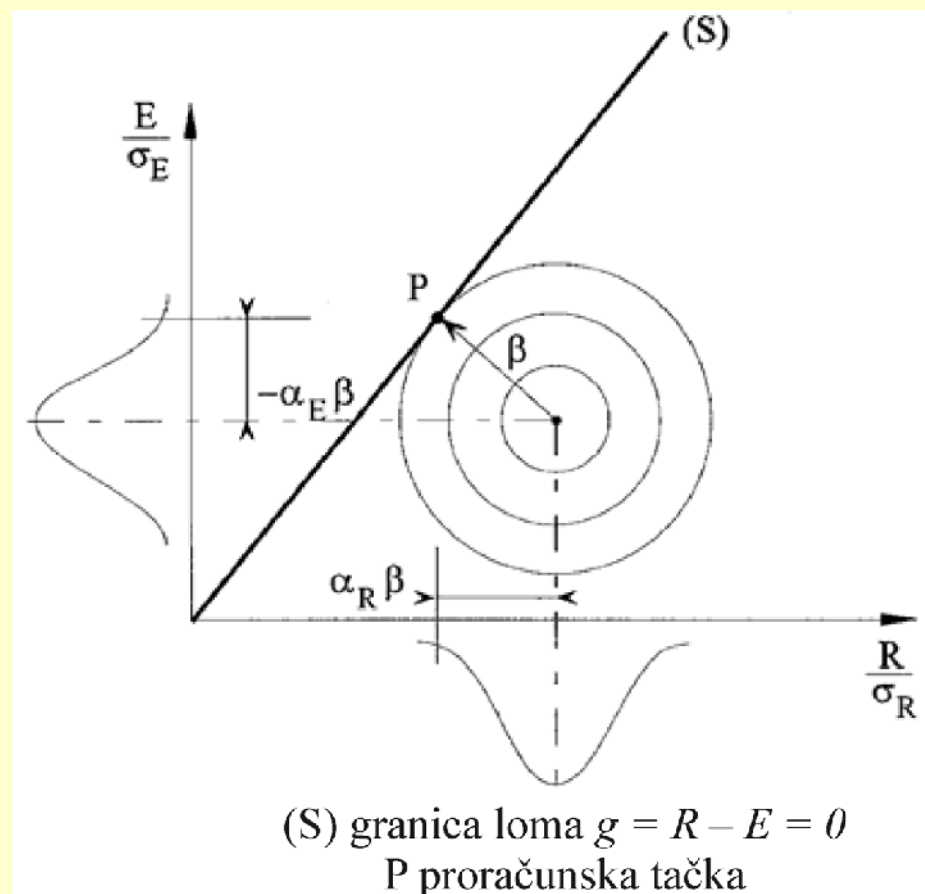
Tabela 8. – Indeks pouzdanosti

Grani no stanje	Ciljni indeks pouzdanosti	
	1 godina	50 godina
Nosivosti	4,7	3,8
zamora		1,5 do 3,8 <sup>2)</sup>
upotrebljivosti (nepovratno)	2,9	1,5

<sup>1)</sup> Vidjeti Prilog B.

<sup>2)</sup> Zavisi od stepena mogu nosti kontrole, mogu nosti popravke i tolerancije ošte enja.

## Pristup za kalibraciju prora unskih vrijednosti



Slika 6. – Prora unska ta ka i indeks pouzdanosti za normalnu raspodjelu

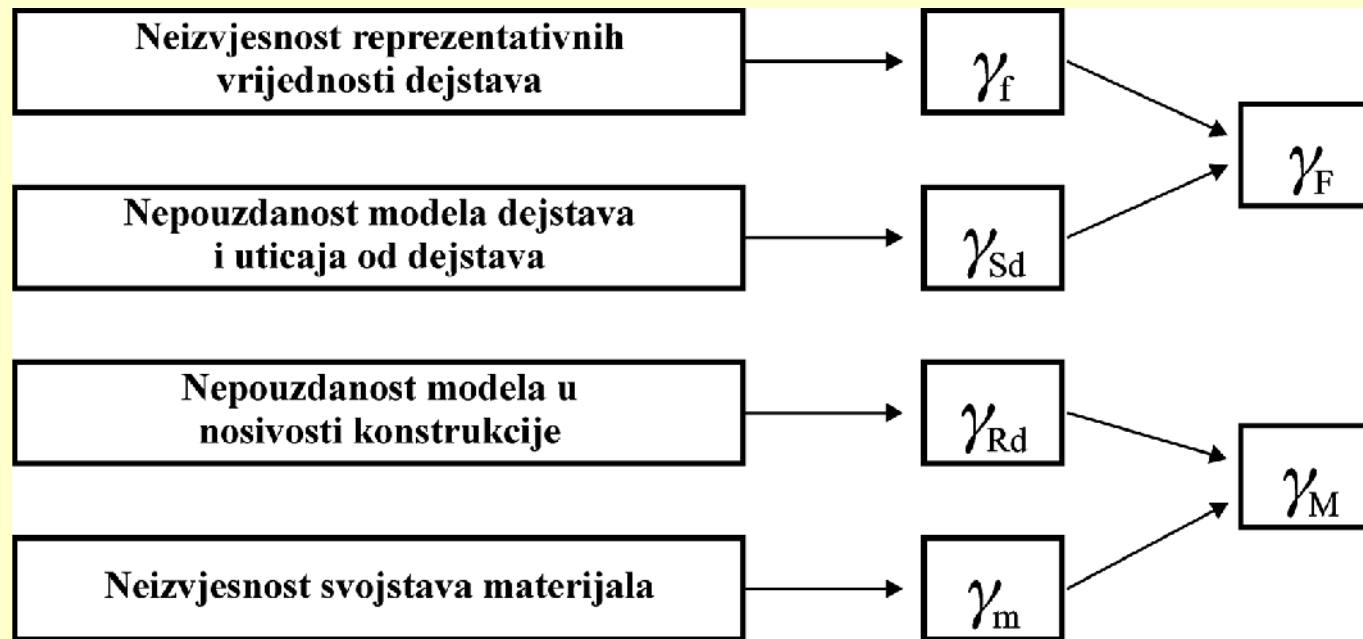


## Teorijske funkcije raspodjele slučajne promjenljive

Tabela 9. – Proraunske vrijednosti za različite funkcije raspodjele

Raspodjela	Proraunske vrijednosti
Normalna	$\mu - \alpha \quad \beta \quad \sigma$
Lognormalna	$\mu \exp(-\alpha \beta)$ , za $V = \sigma^2 / \mu^2 \approx 0,2$
Gumbel	<div style="text-align: center;"> <math>1</math>  <math>u - \frac{1}{a} \ln\{-\ln \Phi(-\alpha\beta)\}</math> </div> <p>gdje je,</p> $u = \mu - \frac{0.577}{a}; \quad a = \frac{\sigma}{\sqrt{6}}$

## Parcijalni koeficijenti u EN 1990 – veza



*Slika 7. – Šematski prikaz veze parcijalnih koeficijenata*

## **Prilog D: Prora un potpomognut eksperimentom – rezultati ispitivanja –**

### **MEST EN 1990**

## **SECTION 5 – STRUCTURAL ANALYSIS AND DESIGN ASSISTED BY TESTINGŽ**

### **5.1 STRUCTURAL ANALYSIS**

#### **5.1.1 Structural modelling**

#### **5.1.2 Static actions**

#### **5.1.3 Dynamic actions**

#### **5.1.4 Fire design**

### **5.2 DESIGN ASSISTED BY TESTING**

Prora un gra evinskih konstrukcija može biti baziran i na rezultatima ispitivanja, i to obi no u situacijama kada nijesu na raspolaganju adekvatni prora unski modeli, ako treba koristiti veliki broj sli nih elemenata, kao i za potvr ivanje pretpostavki usvojenih u prora unu. Koriš enje teorije vjerovatno e i statistike je svrsishodno.

## **Uputstva za korišćenje rezultata eksperimenta**

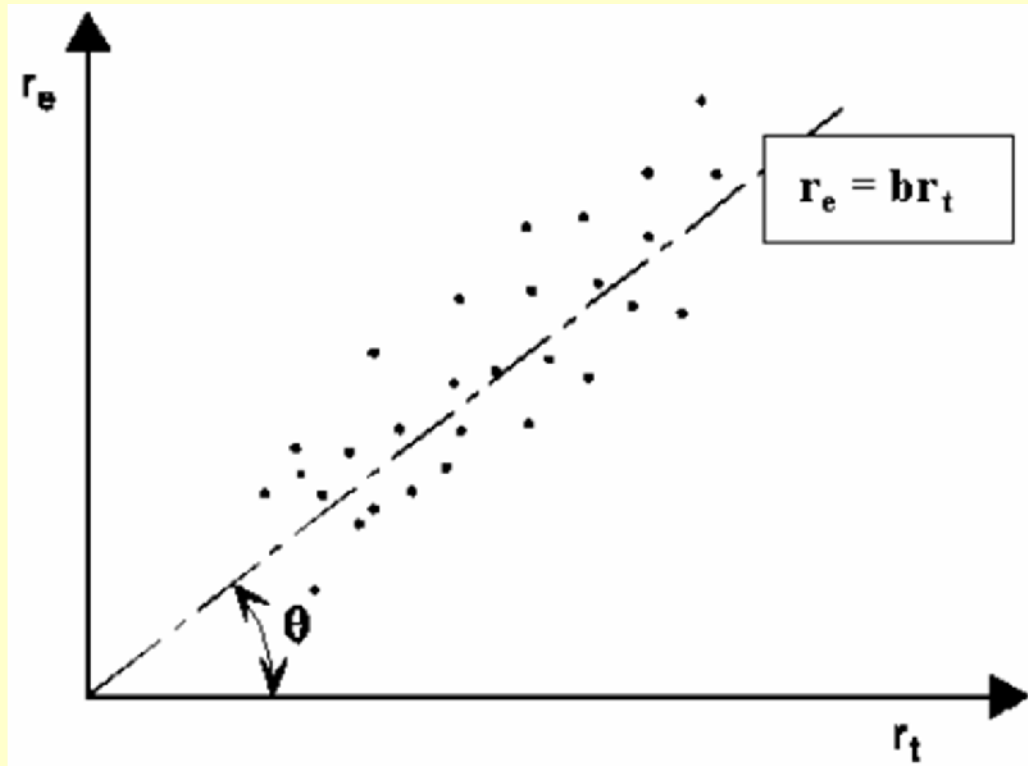
- **Vrste ispitivanja**
- **Priprema i planiranje eksperimenata**
- **Određivanje proračunskih vrijednosti**
- **Opšti principi statističkih vrednovanja**
- **Statističko određivanje pojedinog svojstva**
- **Statističko određivanje modela nosivosti**

## Standardni postupak vrednovanja (Metoda a) - procedura -

**Korak 1:** Razvijanje proračunskog modela za teorijsku nosivost  $r_t$   
preko funkcije nosivosti:

$r_t = g_{rt}(\underline{X})$  – treba da obuhvati sve relevantne osnovne promjenljive  $\underline{X}$ ;

**Korak 2:** Upoređivanje eksperimentalne  $r_e$  i teorijske vrijednosti  $r_t$ ;



*Slika 8. – Dijagram  $r_t - r_e$*

## Standardni postupak vrednovanja (Metoda a) - procedura -

**Korak 3:** Usvajanje korekcionog koeficijenta metodom “najmanjih kvadrata”;

**Korak 4:** Procjena koeficijenta varijacije;

**Korak 5:** Analiza kompatibilnosti i primjena specijalne tehnike aproksimacije funkcije zavisnosti;

**Korak 6:** Određivanje koeficijenta varijacije osnovnih promjenljivih  $V_{(Xi)}$ ;

**Korak 7:** Određivanje karakteristične vrijednosti  $r_k$  nosivosti .

## Standardni postupak vrednovanja (Metoda b) - procedura -

Postupak je isti do Koraka 7, koji je adaptiran preko zamjene karakterističnog koeficijenta fraktila  $k_n$  sa opšteprihvatanim  $k_{n,d}$  za normalnu raspodjelu koji je pomnožen koeficijentom  $\alpha_R=0.8$ , za dobijanje proračunske vrijednosti  $r_d$  za nosivost.

**Korišćenje dodatnih prethodnih saznanja (uprosjeni postupak sa koeficijentom redukcije  $\eta_k$ )**

Tabela 10. – Koeficijent redukcije

Koeficijent varijacije $V_r$	Koeficijent redukcije $\eta_k$	
	Za 1 ispitivanje	Za 2 ili 3 ispitivanja
0,05	0,80	0,90
0,11	0,70	0,80
0,17	0,60	0,70

## ZAKLJUČCI

❑ **Prilozi A1 i A2 u EN 1990** daju pravila i metode za određivanje mjerodavnih kombinacija opterećenja, kao i preporučene vrijednosti tih opterećenja i  $\psi$  koeficijente za proračun zgrada i mostova, a koji su obavezni za primjenu.

❑ **Prilozi B i C u EN 1990** daju dodatna uputstva za upravljanje pouzdanošću u elementarne osnove teorije vjerovatnoće i matematičke statistike kao podlogu za primjenu metode parcijalnih koeficijenata u teoriji granitnih stanja.

❑ **Prilog D u EN 1990** daje mogućnost potvrde ali i oplemenjavanja odgovarajućih proračunskih modela konstrukcija koji se zasnivaju na ustanovljenoj i opšte prihvaćenoj inženjerskoj teoriji i praksi.

❑ **Nacionalni prilog u MEST EN 1990** je dosta formalizovan u smislu davanja odgovarajućih uputstava i sugestija. Pri tome se određivanje NDPs uglavnom prenosi na ostale Eurokodove od EN 1991 do EN 1999, a posebno u dijelu definicije i usvajanja promjenljivih dejstava koja zavise od lokalnih klimatskih uslova i stepena seizmičnosti.





*Slika 9. – Prilog za utisak o različitosti NDPs*

## Website:

*<http://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/>*

služi kao platforma Evropske komisije za diseminaciju treninga i informativnog materijala, uključivo informisanje o događajima i aktivnostima iz domena treninga i to kako na nacionalnom tako i na Evropskom nivou.

**HVALA !**