

KONCEPT DIMENZIONIRANJA PO METODI GRANIČNIH STANJA

- GRANIČNA STANJA ARMIRANOBETONSKIH KONSTRUKCIJA
- TEMELJNE VARIJABLE
- NAČELO DVIJE VRIJEDNOSTI TEMELJNIH VARIJABLI
- KONCEPT METODE GRANIČNOG STANJA
- RAČUNSKE REZNE SILE
- RAČUNSKA NOSIVOST PRESJEKA

GRANIČNA STANJA

**STANJA ČIJIM PREKORAČENJEM KONSTRUKCIJA VIŠE NE UDOVOLJAVA
PROJEKTNIM ZAHTJEVIMA**

**1. GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI (Ultimate Limit State)
GUBITAK SVOJSTVA SIGURNOSTI KONSTRUKCIJE KAO CJELINE, DIJELA
KONSTRUKCIJE ILI KONSTRUKTIVNOG ELEMENTA.**

**2. GRANIČNA STANJA UPORABLJIVOSTI
(Serviceability Limit States)
GUBITAK SVOJSTVA UPORABLJIVOSTI (pukotine, progibi, vibracije)**

METODE DOKAZIVANJA SIGURNOSTI

1. METODA DOPUŠTENIH NAPONA

Najveći napon u kritičnom presjeku konstrukcije tzv: σ_{dop} ne smije prijeći vrijednost koja odgovara čvrstoći gradiva podijeljenoj s koeficijentom sigurnosti γ .

$$\sigma_{dop} = f / \gamma$$

$$\sigma < \sigma_{dop}$$

Jasna i jednostavna ali ne daje pravi uvid u stvarni stupanj sigurnosti konstrukcije. Uvijek je na strani sigurnosti.

METODA GRANIČNIH STANJA

je nadogradnja na prelomnu metodu kojom se provjeravaju : SIGURNOST, UPORABLJIVOST I TRAJNOST

U MGS ne primjenjuje se jedan GLOBALNI koeficijent sigurnosti nego više PARCIJALNIH KOEFICIJENATA

γ_i , kojima se MNOŽE POJEDINI PARAMETRI KOJI UTJEČU NA SIGURNOST ili UPORABLJIVOST (Djelovanja, otpornost i rijetko geometrija konstrukcije)

VRIJEDNOSTI PARCIJALNIH KOEFICIJENATA SIGURNOSTI

O čemu ovisi izbor i veličina parcijalnih koeficijenata sigurnosti?

- 1. O nepouzdanosti opterećenja
(snijeg, vjetar i potres)**
- 2. O nepouzdanosti svojstava gradiva
(beton, čelik, cement)**
- 3. O posljedicama otkazivanja konstrukcije
(krti, nagli slom = veći γ_i)
(duktilni, najavljeni slom = niži γ_i)**

TEMELJNE VARIJABLE

**SU ONE VELIČINE NA KOJE SE PRIMJENJUJU PARCIJALNI
KOEFIJENTI SIGURNOSTI U DOKAZU NOSIVOSTI : DJELOVANJA,
OTPORNOSTI i rijetko GEOMETRIJSKE VELIČINE**

PODJELA DJELOVANJA (OPTEREĆENJA):

1. PREMA NAČINU DJELOVANJA:

IZRAVNA (koncentrirana, kontinuirana, jednoliko rasprostranjena)

NEIZRAVNA (kao posljedica spriječenih prisilnih deformacija)

2. U VREMENU

TRAJNA (vlastita težina, stalno opt.)

PROMJENJIVA (korisno opt.)

UDESNA (eksplozija, požar, potres)

3. U PROSTORU

NEPOMIČNA

POMIČNA

4. PREMA NAČINU ODZIVA KONSTRUKCIJE

STATIČKA

DINAMIČKA

OTPORNOSTI (Resistances)

Odnose se na:

- 1. PRESJEK KONSTRUKCIJSKOG ELEMENTA**
- 2. ČITAV KONSTRUKCIJSKI ELEMENT**
- 3. ČITAVU KONSTRUKCIJU**

NAČELO DVAJU VRIJEDNOSTI TEMELJNIH VARIJABLI

SVE TEMELJNE VRIJEDNOSTI IMAJU DVIJE VELIČINE:

STATISTIČKU i RAČUNSKU

STATISTIČKE VRIJEDNOSTI MOGU BITI:

- 1. KARAKTERISTIČNA VRIJEDNOST**
- 2. REPREZENTATIVNA VRIJEDNOST**

KARAKTERISTIČNA VRIJEDNOST OTPORNOSTI

(oznaka sa indeksom k)

je vrijednost te otpornosti koja, S DOVOLJNO VELIKOM VJEROJATNOŠĆU (srednja vrijednost i standardna devijacija), NEĆE BITI DOSEGNUTA.

KARAKTERISTIČNA VRIJEDNOST DJELOVANJA

(oznaka sa indeksom k)

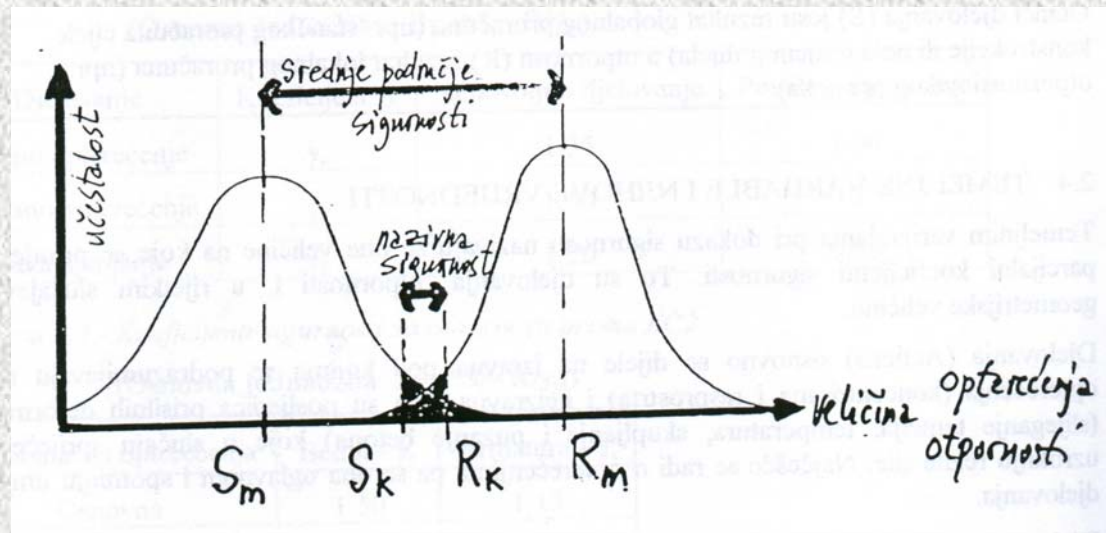
je vrijednost djelovanja koja, S DOVOLJNO VELIKOM VJEROJATNOŠĆU (srednja vrijednost i standardna devijacija), NEĆE BITI PREKORAČENA.

REPREZENTATIVNA VRIJEDNOST DJELOVANJA

(oznaka sa indeksom r)

je EMPIRIJSKA vrijednost djelovanja izražena u normama (gustoće, korisna opterećenja i sl.)

STATISTIČKA INTERPRETACIJA SIGURNOSTI



INŽENJERSKA INTERPRETACIJA SIGURNOSTI

POMOĆU RAČUNSKIH VRIJEDNOSTI TEMELJNIH VARIJABLI

RAČUNSKE VELIČINE OZNAČAVAMO INDEKSOM (d).
DOBIJU SE TAKO SE:

a) KARAKTERISTIČNE VELIČINE OTPORNOSTI (f_k) PODIJELE S PARCIJALNIM
KOEFIKIJENTOM SIGURNOSTI γ_m za Materijale.

$$f_d = f_k / \gamma_m$$

b) REPREZENTATIVNE VELIČINE DJELOVANJA (S_r) POMNOŽE S PARCIJALNIM
KOEFIKIJENTOM SIGURNOSTI γ_F za djelovanja.

$$S_d = S_r \cdot \gamma_F$$

**OPĆI OBLIK JEDNADŽBE GRANIČNIH
STANJA**

$$S_d < f_d$$

S_d – RAČUNSKA vrijednost djelovanja

f_d – RAČUNSKA vrijednost otpornosti

DIMENZIONIRANJE PO METODI GRANIČNIH STANJA ZNAČI: KONTROLIRATI GRANIČNA STANJA

1. NOSIVOSTI PREKO UVJETA NOSIVOSTI

$$S_d \leq R_d$$

2. UPORABLJIVOSTI PREKO UVJETA DEFORMABILNOSTI

$$E_d \leq C_d$$

S_d – računska vrijednost **REZNE SILE** od vanjskog djelovanja ili mjerodavne kombinacije djelovanja
(M_{Sd} , N_{Sd} , V_{Sd} , M_{STd})

R_d – računska vrijednost **OTPORNOSTI PRESJEKA** za identičnu reznju silu
(M_{Rd} , N_{Rd} , V_{Rd} , M_{RTd})

E_d - računska veličina **DEFORMACIJE** od vanjskog djelovanja ili mjerodavne kombinacije djelovanja
(ϵ_{Sd} , w_{Sd} , f_{Sd} , $f(\text{Hz})_{STd}$)

C_d – granična dopuštena vrijednost **IDENTIČNE DEFORMACIJE** određena propisima ili normama

(ϵ_{LIM} , w_{LIM} , f_{LIM} , $f(\text{Hz})_{LIM}$)

METODA GRANIČNOG STANJA NOSIVOSTI

$$S_d \leq R_d$$

nadogradnja na prelomnu metodu s primjenom više parcijalnih koeficijenata sigurnosti γ_i kojima se intervenira na djelovanja i otpornost.

U ovoj metodi provode se

2 ODVOJENA PRORAČUNA

- a) Utvrđivanje računskog djelovanja S_d**
- b) Utvrđivanje računske otpornosti R_d**

A) PREMA PBAB 87

$$S_d = \sum \gamma_{Fi} S_i$$

Tablica parcijalnih koeficijenata sigurnosti za djelovanja γ_{Fi}

Djelovanje	Tip sloma	Nepovoljno djelovanje	Povoljno djelovanje
STALNO	D	1,6	1,0
OPT.	K	1,9	1,2
KORISNO	D	1,8	0
OPT.	K	2,1	0
SILA	D	1,3	1,0
PREDNAP.	K	1,5	1,0
UDESNO	D	1,3	-
OPT.	K	1,5	-

D = duktilni slom

K = kruti slom

KOEFICIJENT SIGURNOSTI U FUNKCIJI MEHANIZMA SLOMA:

- PREKO ČELIKA**
- PREKO BETONA**

KOMBINACIJA:G+Q+P (G DJELUJE NEPOVOLJNO)

$$S_U = 1,6G + 1,8Q + 1,3P \quad \text{slom preko \u010delika}$$

$$S_U = 1,9G + 2,1Q + 1,5P \quad \text{slom preko betona}$$

KOMBINACIJA:G+Q+P (G DJELUJE POVOLJNO)

$$S_U = G + 1,8Q + 1,3P \quad \text{slom preko \u010delika}$$

$$S_U = 1,2G + 2,1Q + 1,5P \quad \text{slom preko betona}$$

KOMBINACIJA:G+Q+POTRES

$$S_U = 1,3(G + Q + P) \quad \text{slom preko \u010delika}$$

B) PREMA EC2

$$S_d = \Sigma \gamma_G G_i + \gamma_Q \Sigma \psi_i Q_i + \gamma_P P$$

- $\gamma_G, \gamma_Q, \gamma_P$ - PARCIJALNI KOEFICIJENTI SIGURNOSTI.

<u>Djelovanje</u>	<u>γ</u>	<u>Nepovoljno djelovanje</u>	<u>Povoljno djelovanje</u>
<u>STALNO</u>	<u>γ_G</u>	<u>1,35</u>	<u>1,0</u>
<u>KORISNO</u>	<u>γ_Q</u>	<u>1,50</u>	<u>0</u>
<u>PREDNAP.</u>	<u>γ_P</u>	<u>1,10</u>	<u>1,0</u>

**- ψ_i - KOEFICIJENTI KOMBINACIJA
KORISNOG OPTEREĆENJA**

ψ_0 – koeficijent KOMBINACIJE (0,6-0,8)

ψ_1 – koeficijent UČESTALOSTI (0,2-0,8)

ψ_2 – koeficijent TRAJANJA
promjenjivog opt. (0,0 - 0,8)

<u>Djelovanje</u>	<u>ψ_0</u>	<u>ψ_1</u>	<u>ψ_2</u>
<u>Pokretno na ploče</u>	<u>0,7-0,8</u>	<u>0,5-0,8</u>	<u>0,3-0,5.</u>
<u>Vjetar</u>	<u>0,6</u>	<u>0,5</u>	<u>0,0 .</u>
<u>Snijeg</u>	<u>0,7</u>	<u>0,2</u>	<u>0,0 .</u>
<u>Druga opterećenja</u>	<u>0,8</u>	<u>0,7</u>	<u>0,5 .</u>

Neki primjeri kombinacija po EC-2

Osnovna kombinacija:

$$S_d = S_d [\Sigma (\gamma_G G) + \gamma_Q Q + \Sigma (\gamma_Q \psi_0 Q)]$$

Primjeri:

- Za samo jedno promjenjivo djelovanje, ili za više njih ali kada se odabere jedno “vodeće” djelovanje

$$S_d = S_d [\Sigma (\gamma_G G) + 1,5 Q]$$

- Za više promjenjivih nepovoljnih djelovanja

$$S_d = S_d [\Sigma (\gamma_G G) + 1,35 \Sigma Q]$$

- Za slučajnu izvanrednu kombinaciju djelovanja (eksplozija ili potres)

$$S_d = S_d [\Sigma (\gamma_G G) + AX + \psi_1 Q_1 + \Sigma (\psi_2 Q_{OSIM 1})]$$

- Za seizmičku analizu prema EC-8

$$S_d = S_d [\Sigma G + ERQU + \Sigma \psi_2 Q]$$

RAČUNSKA NOSIVOST PRESJEKA R_d

$$R_d = f(f_{ck}, f_{yk}, A_c, A_s, \gamma_c, \gamma_s)$$

ODREDI SE POMOĆU:

- 1) PARCIJALNIH KOEFICIJENATA SIGURNOSTI ZA GRADIVA γ_c i γ_s
- 2) IDEALIZIRANIH RADNIH DIJAGRAMA BETONA I ČELIKA
- 3) KARAKTERISTIKA POPREČNOG PRESJEKA

PARCIJALNI KOEFICIJENATI SIGURNOSTI ZA GRADIVA

$$\gamma_C \text{ i } \gamma_S$$

A) PREMA PBAB 87:

NE POSTOJE KAO TAKVI

B) PREMA EC2:

**γ_m = parcijalni koeficijent sigurnosti za
OTPORNOST GRADIVA**

Kombinacija	Beton	Armatura
<u>opterećenja</u>	<u>γ_C</u>	<u>γ_S</u>
OSNOVNA	1,50	1,15
UDESNA	1,30	1,00

IDEALIZIRANI RADNI DIJAGRAMI BETONA I ČELIKA

A) PREMA PBAB 87:

- RAČUNSKA ČVRSTOĆA BETONA

$$f_B = 0,83 * 0,85 f_{ck} = 0,70 \text{ MB}$$

0,83 – koef odnosa kocka-prizma (stvarno stanje u elementu)

0,85 – utjecaji dugotrajnih opterećenja na čvrstoću betona

- GRANIČNA DEFORMACIJA BETONA

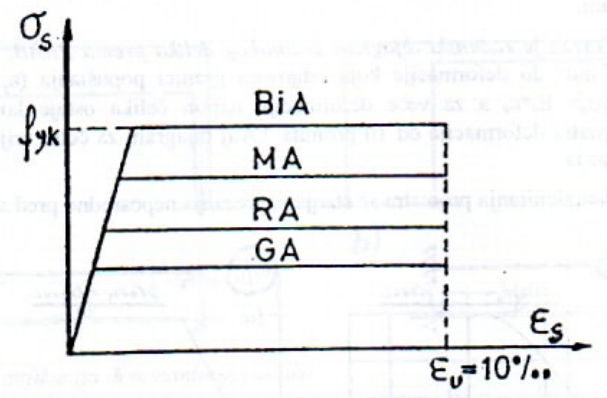
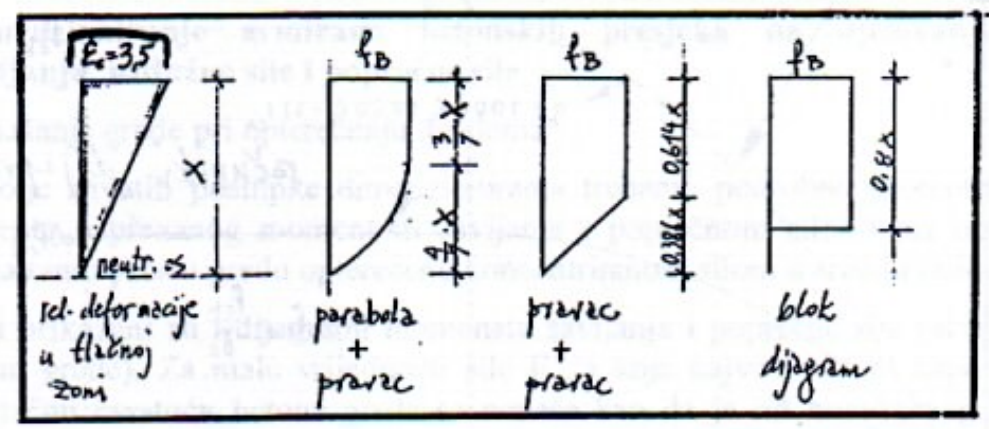
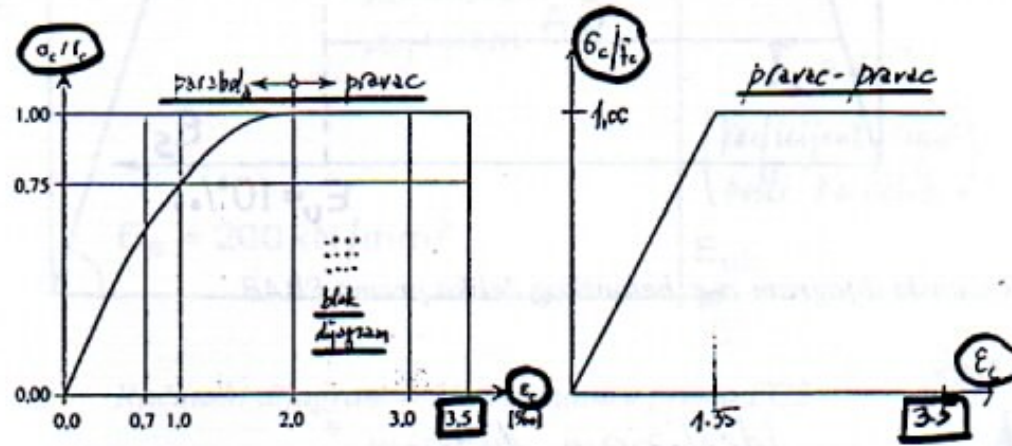
$$\varepsilon_{cu} = 3,5 \text{ ‰}$$

- RAČUNSKA ČVRSTOĆA ČELIKA

$$f_{yk}$$

- GRANIČNA DEFORMACIJA ČELIKA

$$\varepsilon_{su} = 10 \text{ ‰}$$



PREMA EC2:

- **RAČUNSKA ČVRSTOĆA BETONA**

$$f_B = f_{ck} / \gamma_C$$

$$\gamma_C = 1,5 \text{ ZA BETON}$$

- **GRANIČNA DEFORMACIJA BETONA**

$$\varepsilon_{cu} = 3,5 \text{ ‰}$$

- **RAČUNSKA ČVRSTOĆA ČELIKA**

$$f_{s,d} = f_{yk} / \gamma_s$$

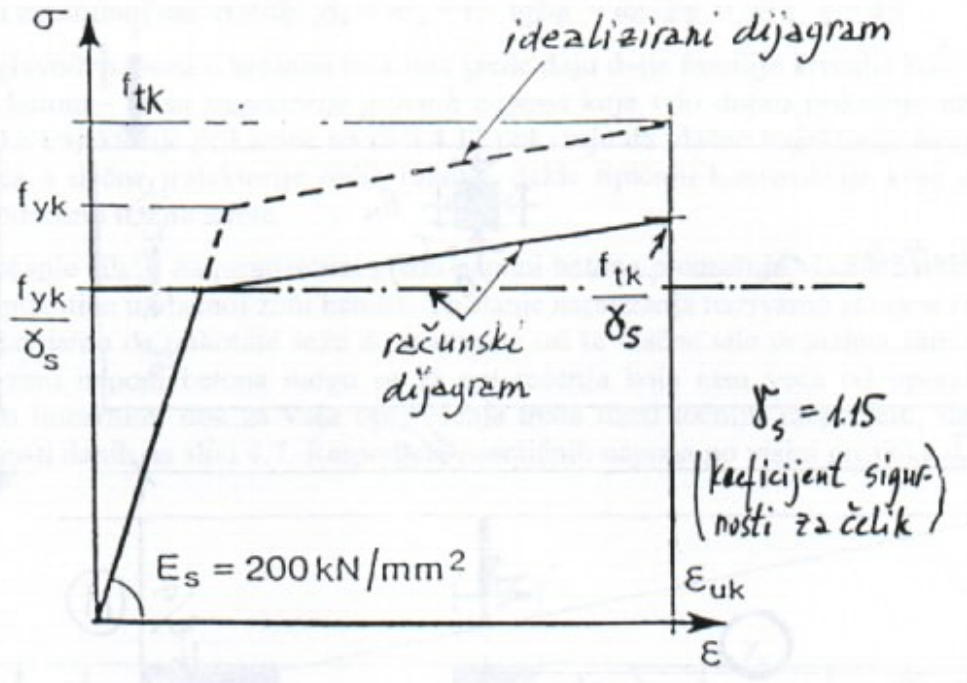
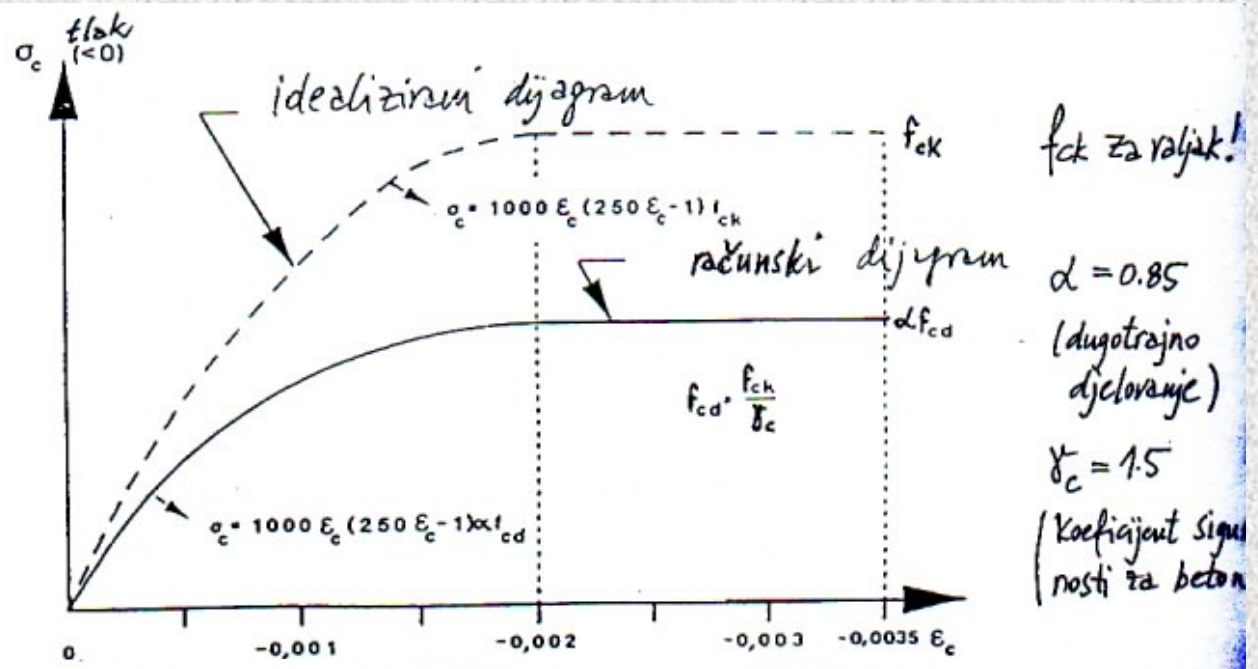
$$\gamma_s = 1,15 \text{ za bet. čelik}$$

- **GRANIČNA DEFORMACIJA ČELIKA**

$$\varepsilon_{su} = 10 \text{ ‰}$$

ILI

$$\varepsilon_{su} = \infty \quad f_s = f_{yk} / \gamma_s$$



DIMENZIONIRANJE

UVJET NOSIVOSTI

$$S_d \leq R_d$$

DIMENZIONIRATI ZNAČI NA TEMELJU UVJETA NOSIVOSTI ODREDITI DIMENZIJE BETONSKOG PRESJEKA I POTREBNU POVRŠINU ARMATURE TE NJEZIN POLOŽAJ I RASPORED UNUTAR PRESJEKA.