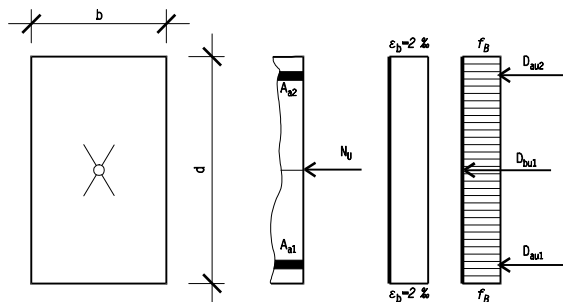


CENTRIČNO OPTEREĆENI ELEMENTI - SILA PRITISKA



Osnovni izrazi za proračun centrično opterećenih preseka se dobijaju iz uslova ravnoteže $\Sigma N = 0$, i bez izvođenja se daju u tekstu koji sledi. Armatura u gornjoj i donjoj zoni preseka su jednake.

$$A_{a1} = A_{a2} = \frac{A_a}{2}; \quad A_a = A_{a1} + A_{a2}$$

$$N_u = f_B \cdot A_b \cdot (1 + \bar{\mu}); \quad \bar{\mu} = \mu \cdot \frac{\sigma_V}{f_B};$$

$$\bar{\mu}_{min} = 0.3 \cdot \left(1 + \frac{\sigma_b}{f_B} \right) \quad (\%)$$

Za pravougaone preseke:

$$A_b = b \cdot d;$$

$$N_u = f_B \cdot b \cdot d \cdot (1 + \bar{\mu})$$

Tok proračuna

Vežano dimenzionisanje

Poznate veličine su:

- geometrija poprečnog preseka (b , d)
- vrsta i kvalitet čelika i betona
- uticaji (N_g , N_p)

Proračun:

$$N_u = 1.9 \cdot N_g + 2.1 \cdot N_p$$

$$N_u = 1.5 \cdot N_g + 1.8 \cdot N_p + 1.5 \cdot N_{\Delta}$$

Korak 1

$$\bar{\mu} = \frac{N_u}{f_B \cdot A_b} - 1$$

Korak 2

Određivanje potrebnog mehaničkog koeficienta armiranja.

$$\mu = \bar{\mu} \cdot \frac{f_B}{\sigma_V}$$

$$\sigma_b \approx \frac{N_u}{A_b}$$

$$\mu_{min} = 0.3 \cdot \left(1 + \frac{\sigma_b}{f_B} \right) \quad (\%)$$

Određivanje koeficijenta armiranja. Za određivanje potrebne količine armature, bira se veća vrednost.

Korak 3

$$A_a = \mu \cdot A_b$$

$$A_{a1} = A_{a2} = \frac{A_a}{2}$$

Proračun potrebne količine armature, nakon čega se usvaja armatura i raspoređuje se u poprečni presek. Presek se armira simetrično

Slobodno dimenzionisanje

Poznate veličine su:

- vrsta i kvalitet čelika i betona
- uticaji (N_g , N_p)

Proračun:

$$N_u = 1.9 \cdot N_g + 2.1 \cdot N_p$$

$$N_u = 1.5 \cdot N_g + 1.8 \cdot N_p + 1.5 \cdot N_{\Delta}$$

Korak 1

$$\mu_{min} = 0.6 \% ; \quad \mu \geq \mu_{min}$$

$$\bar{\mu} = \mu \cdot \frac{\sigma_V}{f_B}$$

$$A_b = \frac{N_u}{f_B \cdot (1 + \bar{\mu})}$$

Usvajanje procenta armiranja. Pošto je u potanju slobodno dimenzionisanje (naponi u betonu su iskorišteni), minimalan koeficijent armiranja je 0.6%.

Određivanje potrebne površine betonskog dela preseka.

Korak 2

d=?

$$d = \frac{A_b}{b}$$

b=?

$$b = \frac{A_b}{d}$$

d=?,

b=?

$$a = \frac{b}{d}$$

$$d = \sqrt{\frac{A_b}{a}}$$

$$b = a \cdot d$$

Određivanje nepoznate dimenzije pravougaonog preseka.

Ukoliko su nepoznate širina i visina pravougaonog preseka, tada je potrebno znati njihov odnos $a = \frac{b}{d}$.

R=?

$$R = \sqrt{\frac{A_b \cdot 4}{\pi}}$$

Ukoliko je presek kružnog oblika, određuje se njegov prečnik:

Korak 3

Pravougaoni k

$$A_a = \mu \cdot b \cdot d$$

$$A_{a1} = A_{a2} = \frac{A}{2}$$

Krug

$$A_a = \mu \cdot \frac{R^2 \cdot \pi}{4}$$

Proračun potrebne količine armature, nakon čega se usvajaju dimenzije preseka i armatura, vrši se raspoređivanje armature u preseku.

Presek se armira simetrično.

Određivanje granične nosivosti elementa i koeficijenta sigurnosti

Poznate veličine su:

- geometrijske karakteristike,
- količina ugrađene armature,
- vrsta i kvalitet čelika i betona,
- uticaji (N_g , N_p).

Proračun:

Korak 1

$$\mu = \frac{A_a}{A_b}; \quad \bar{\mu} = \mu \cdot \frac{\sigma_V}{f_B}$$

Određivanje koeficijenta armiranja.

Korak 2

$$N_u = f_B \cdot A_b \cdot (I + \bar{\mu})$$

Korak 3

$$\gamma_{ug} = \frac{N_u}{N_g + \frac{2.1}{1.9} \cdot N_p}$$

$$\gamma_{up} = \frac{2.1}{1.9} \cdot \gamma_{ug}$$

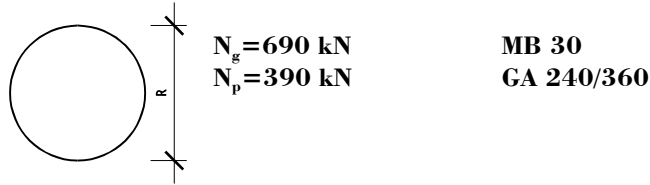
Određivanje koeficijenta sigurnosti

ili

$$\gamma_u = \frac{N_u}{N_g + N_p} \geq \frac{1.9 + 2.1 \cdot \frac{N_p}{N_g}}{1 + \frac{N_p}{N_g}}$$

Primer

Odrediti dimenzije kružnog poprečnog preseka i potrebnu površinu armature, ako je zadato:



Rešenje

$$MB\ 30 \rightarrow f_B = 20.5\ MPa$$

$$GA\ 240/360 \rightarrow \sigma_V = 240\ MPa$$

$$N_u = 1.9 \cdot N_g + 2.1 \cdot N_p = 1.9 \cdot 690 + 2.1 \cdot 380 = 2109\ kN$$

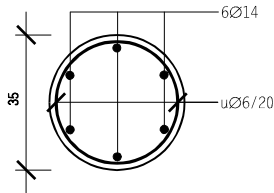
$$\mu = 1\% \geq \mu_{min} = 0.6\%$$

$$\bar{\mu} = \mu \cdot \frac{\sigma_V}{f_B} = 1.0 \cdot \frac{240}{20.5} = 11.71\% = 0.1171$$

$$A_b = \frac{N_u}{f_B \cdot (1 + \bar{\mu})} = \frac{2109}{2.05 \cdot (1 + 0.1171)} = 920.94\ cm^2$$

$$R = \sqrt{\frac{A_b \cdot 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{920.94 \cdot 4}{\pi}} = 34.24\ cm$$

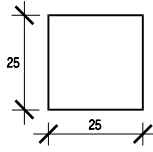
$$A_a = \mu \cdot A_b = 0.01 \cdot 920.94 = 9.21\ cm^2$$



Usvojeno 6Ø14 (9.24 cm²)

uzengije uØ6/20

Usvojeno R=35 cm

Primer**Odrediti potrebnu količinu armature za zadati presek:**

$$N_g = 380 \text{ kN}$$

$$N_p = 210 \text{ kN}$$

MB 30
GA 240/360

Rešenje

$$MB 30 \rightarrow f_B = 20.5 \text{ MPa}$$

$$GA 240/360 \rightarrow \sigma_v = 240 \text{ MPa}$$

$$N_u = 1.9 \cdot N_g + 2.1 \cdot N_p = 1.9 \cdot 380 + 2.1 \cdot 210 = 1163 \text{ kN}$$

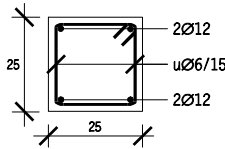
$$\sigma_b \approx \frac{N_u}{A_b} = \frac{1163}{0.25 \cdot 0.25} \cdot 10^{-3} = 18.61 \text{ MPa}$$

$$\mu_{min} = 0.3 \cdot \left(1 + \frac{\sigma_b}{f_B} \right) = 0.3 \cdot \left(1 + \frac{18.61}{20.5} \right) = 0.57 \%$$

$$\bar{\mu} = \frac{N_u}{f_B \cdot A_b} - 1 = \frac{1163}{20.5 \cdot 10^3 \cdot 0.25^2} - 1 = -0.09 < 0$$

$$A_a = \mu \cdot A_b = \frac{0.57}{100} \cdot 25^2 = 3.56 \text{ cm}^2$$

$$e_u \leq \begin{cases} 15 \cdot \varnothing = 15 \cdot 1.2 = 18 \text{ cm} \\ b = 25 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} \end{cases}$$

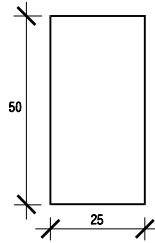


Usvojeno 4Ø12 (4.52 cm²)

uzengije uØ6/15

Primer

Odrediti potrebnu količinu armature za zadan presek:



$$N_g = 980 \text{ kN}$$

$$N_p = 620 \text{ kN}$$

MB 30
RA 400/500

Rešenje

$$MB 30 \quad \rightarrow f_B = 20.5 \text{ MPa}$$

$$RA 400/500 \quad \rightarrow \sigma_V = 400 \text{ MPa}$$

$$N_u = 1.9 \cdot N_g + 2.1 \cdot N_p = 1.9 \cdot 980 + 2.1 \cdot 620 = 3164 \text{ kN}$$

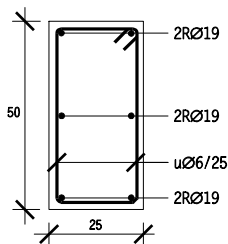
$$\sigma_b \approx \frac{N_u}{A_b} = \frac{3164}{0.5 \cdot 0.25} \cdot 10^{-3} = 25.31 \text{ MPa} > f_B \Rightarrow \mu_{min} = 0.6\%$$

$$\bar{\mu} = \frac{N_u}{f_B \cdot A_b} - 1 = \frac{3164}{20.5 \cdot 10^3 \cdot 0.25 \cdot 0.5} - 1 = 0.235$$

$$\mu = \bar{\mu} \cdot \frac{f_B}{\sigma_V} \cdot 100 = 0.235 \cdot \frac{20.5}{400} \cdot 100 = 1.204\%$$

$$A_a = \mu \cdot A_b = 0.01204 \cdot 50 \cdot 25 = 15.05 \text{ cm}^2$$

$$e_u \leq \begin{cases} 15 \cdot \varnothing = 15 \cdot 1.9 = 28.5 \text{ cm} \\ b = 25 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} \end{cases}$$

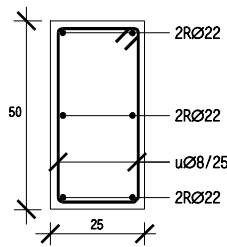


Usvojeno 6RØ19 (17.01 cm²)

uzengije uØ6/25

Primer

Za zadati presek i podatke, odrediti globalni koeficijent sigurnosti.



$$N_g = 1080 \text{ kN}$$

$$N_p = 620 \text{ kN}$$

MB 30
RA 400/500

Rešenje

$$MB 30 \quad \rightarrow f_B = 20.5 \text{ MPa}$$

$$RA 400/500 \quad \rightarrow \sigma_V = 400 \text{ MPa}$$

$$6R\text{Ø}22 \Rightarrow A_a = 22.81 \text{ cm}^2$$

$$\mu = \frac{A_a}{A_b} = \frac{22.81}{50 \cdot 25} = 0.0182 = 1.82\%$$

$$\bar{\mu} = \mu \cdot \frac{\sigma_V}{f_B} = 1.82 \cdot \frac{400}{20.5} = 35.51\% = 0.3551$$

$$N_u = A_b \cdot f_B \cdot (1 + \bar{\mu}) = 0.25 \cdot 0.5 \cdot 20.5 \cdot 10^3 \cdot (1 + 0.3551) = 3472.44 \text{ kN}$$

$$\gamma_{u,pot} = \frac{1.9 + 2.1 \cdot \frac{N_p}{N_g}}{1 + \frac{N_p}{N_g}} = \frac{1.9 + 2.1 \cdot \frac{620}{1080}}{1 + \frac{620}{1080}} = 1.97$$

$$\gamma_u = \frac{N_u}{N_g + N_p} = \frac{3472.44}{1080 + 620} = 2.04 > 1.97$$

CENTRIČNO OPTEREĆENI ELEMENTI - SILA ZATEZANJA

Kod centrično zategnutih elemenata, celokupna sila zatezanja se poverava armaturi, presek se armira simetrično. Na osnovu gore napisanog se zaključuje da dimenzije poprečnog preseka nenaju nikakav udeo u nosivosti.

Tok proračuna

Vezano dimenzionisanje

Poznate veličine su:

- geometrija poprečnog preseka (b, d)
- vrsta i kvalitet čelika i betona
- uticaji (Z_g , Z_p)

Proračun:

$$Z_u = 1.6 \cdot Z_g + 1.8 \cdot Z_p$$

$$Z_u = 1.3 \cdot Z_g + 1.5 \cdot Z_p + 1.3 \cdot N_\Delta$$

Korak 1

$$A_a = \frac{Z_u}{\sigma_V}$$

Određivanje potrebne količine armature, usvajanje armature i njeno raspoređivanje u poprečnom preseku.

Slobosno dimenzionisanje

Poznate veličine su:

- vrsta i kvalitet čelika i betona
- uticaji (N_g , N_p)

Proračun:

$$Z_u = 1.6 \cdot Z_g + 1.8 \cdot Z_p$$

$$Z_u = 1.3 \cdot Z_g + 1.5 \cdot Z_p + 1.3 \cdot N_\Delta$$

Korak 1

$$A_a = \frac{Z_u}{\sigma_V}$$

Određivanje potrebne količine armature, usvajanje armature i njeno raspoređivanje u poprečnom preseku.

Korak 2

Na osnovu usvojenog rasporeda armature u preseku, određuju se dimenzije poprečnog preseka

Određivanje granične nosivosti i koeficienta sigurnosti

Poznate veličine su:

- geometrija poprečnog preseka
- količina armature

- vrsta i kvalitet čelika i betona
- uticaji (N_g , N_p)

Proračun:**Korak 1**

$$Z_u = A_a \cdot \sigma_V$$

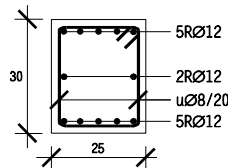
Određivanje granične nosivosti preseka.**Korak 2**

$$\gamma_{ug} = \frac{Z_u}{Z_g + \frac{1.8}{1.6} \cdot Z_p}$$

$$\gamma_{up} = \frac{1.8}{1.6} \cdot \gamma_{ug}$$

Određivanje koeficienta sigurnosti.**ili**

$$\gamma_u = \frac{Z_u}{Z_g + Z_p} \geq \frac{1.6 + 1.8 \cdot \frac{Z_p}{Z_g}}{1 + \frac{Z_p}{Z_g}}$$

Primer**Za zadati presek i podatke, odrediti parcijalne koeficiente sigurnosti.**

$$Z_g = 180 \text{ kN}$$

$$Z_p = 140 \text{ kN}$$

MB 30
RA 400/500

Rešenje

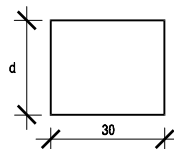
$$RA 400/500 \rightarrow \sigma_V = 400 \text{ MPa}$$

$$12RØ12 \Rightarrow A_a = 13.57 \text{ cm}^2;$$

$$Z_u = A_a \cdot \sigma_V = 13.57 \cdot 40 = 542.8 \text{ kN}$$

$$\gamma_{ug} = \frac{Z_u}{Z_g + \frac{1.8}{1.6} \cdot Z_p} = \frac{542.8}{180 + \frac{1.8}{1.6} \cdot 140} = 1.61 > 1.6$$

$$\gamma_{up} = \frac{1.8}{1.6} \cdot \gamma_{ug} = \frac{1.8}{1.6} \cdot 1.61 = 1.81 > 1.8$$

Primer**Odrediti visinu poprečnog preseka i potrebnu količinu armature:**

$$Z_g = 630 \text{ kN}$$

$$Z_p = 440 \text{ kN}$$

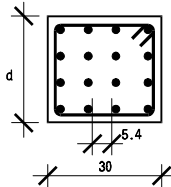
MB 30
RA 400/500

Rešenje

$$RA 400/500 \rightarrow \sigma_v = 400 \text{ MPa}$$

$$Z_u = 1.6 \cdot Z_g + 1.8 \cdot Z_p = 1.6 \cdot 630 + 1.8 \cdot 440 = 1800 \text{ kN}$$

$$A_a = \frac{Z_u}{\sigma_v} = \frac{1800}{40} = 45.0 \text{ cm}^2$$



Usvojeno 16RØ19 (45.36 cm²)

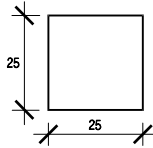
uzengije uØ6/25

$$d = a_0 \cdot 2 + \phi_u \cdot 2 + \phi^* \cdot 4 + a \cdot 3 = 2.5 \cdot 2 + 0.6 \cdot 2 + 1.9 \cdot 4 + 5 \cdot 3 = 28.8 \text{ cm}$$

Usvojeno d=30 cm

Primer

Odrediti potrebnu količinu armature:



$$Z_g = 330 \text{ kN}$$

$$Z_p = 240 \text{ kN}$$

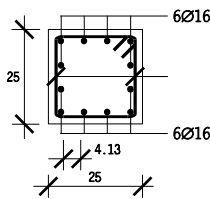
MB 30
RA 400/500

Rešenje

$$RA 400/500 \rightarrow \sigma_v = 400 \text{ MPa}$$

$$Z_u = 1.6 \cdot Z_g + 1.8 \cdot Z_p = 1.6 \cdot 330 + 1.8 \cdot 240 = 960 \text{ kN}$$

$$A_a = \frac{Z_u}{\sigma_v} = \frac{960}{40} = 24.0 \text{ cm}^2$$



Usvojeno 12RØ16 (24.13 cm²)

uzengije uØ6/20

