

MOSTOVI



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET
ZAVOD ZA KONSTRUKCIJE
KATEDRA ZA MOSTOVE



Dimenzioniranje i izrada armaturnih nacрта

www.grad.hr/mostovi

DIMENZIONIRANJE REBRA

DIMENZIONIRANJE REBRA

Pretpostavke, značajke gradiva i presjeka

Dimenzioniranje se vrši po EC2

Materijal: - beton : C35/45 (C $f_{ck}/f_{ck,cube}$)
- čelik : S-500

f_{cd} – računski čvrstoća betona

$$f_{cd} = 35/1.5 = 23.33 \text{ N/mm}^2 = 2.33 \text{ kN/cm}^2$$

f_{yd} – računski čvrstoća čelika

$$f_{yd} = 500/1.15 = 434.78 \text{ N/mm}^2 = 43.478 \text{ kN/cm}^2$$

Visina presjeka: $h = 135 \text{ cm}$

Zaštitni sloj betona: $c = 5 \text{ cm}$

Udaljenost do težišta armature: $d_1 = c + \phi_v + \phi/2 = 5.0 + 1.2 + 2.8/2 = 7.6 \text{ cm}$

Statička visina presjeka: $d = h - d_1 = 135.0 - 7.6 = 127.4 \text{ cm}$

MOSTOVI

DIMENZIONIRANJE UZDUŽNE ARMATURE

POZ. 1 – POLJE

$$b_{eff} = b_1 + b_2 = 196.3 + 207.5 \text{ cm}$$

$$b_{eff} = 403.8 \text{ cm}$$

-maksimalni računski moment savijanja u polju: $M_{sd,1} = 4588 \text{ kNm} = 458800 \text{ kNcm}$

$$\text{-bezdimenzionalni moment savijanja: } \mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{458800}{403.8 \cdot 127.4^2 \cdot 2.33} = 0.030$$

-iz tablica očitano za $\mu_{sd}=0.033$:

$$\xi = 0.975$$

$$\xi = 0.070$$

$$x = \xi \cdot d = 0.070 \cdot 127.4 = 8.92 \text{ cm}$$

-potrebna površina armature:

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\xi \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{458800}{0.975 \cdot 127.4 \cdot 43.478} = 84.95 \text{ cm}^2$$

-minimalna armatura:

$$A_{s,min} = \left[0.022 + \frac{403.8}{140} \cdot \left(0.0027 - \frac{403.8}{5000 \cdot 140} \right) \cdot \frac{25}{135} \cdot \left(8.5 - 17.5 \cdot \frac{25}{135} \right) \right] \cdot \frac{4.5}{43.478} \cdot 140 \cdot 127.4 = 51.62 \text{ cm}^2$$

-maksimalna armatura:

$$A_{s,max} = \left[0.4 + \left(0.833 \frac{403.8}{140} - 0.833 \right) \frac{25}{135} \right] \cdot \frac{0.85 \cdot 2.33}{43.478} \cdot 140 \cdot 127.4 = 561.14 \text{ cm}^2$$

ODABRANO: 14 $\Phi 28$ $A_{s, od} = 86.21 \text{ cm}^2$

DIMENZIONIRANJE UZDUŽNE ARMATURE

POZ. 2 – POLJE

$$b_{eff} = b_1 + b_2 = 205,9 + 219,4 \\ b_{eff} = 425,3 \text{ cm}$$

-maksimalni računski moment savijanja u polju: $M_{sd,2} = 5847 \text{ kNm} = 584700 \text{ kNcm}$

-bezdimenzionalni moment savijanja: $\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{584700}{425,3 \cdot 127,4^2 \cdot 2,33} = 0,036$

-iz tablica očitano za $\mu_{sd} = 0,036$:

$$\xi = 0,973$$

$$\xi = 0,074$$

$$x = \xi \cdot d = 0,074 \cdot 127,4 = 9,43 \text{ cm} \quad - \text{neutralna os prolazi kroz ploču}$$

-potrebna površina armature:

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\xi \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{584700}{0,973 \cdot 127,4 \cdot 43,478} = 108,48 \text{ cm}^2$$

-odabrana armatura mora se nalaziti između minimalne i maksimalne armature te mora biti veća od potrebne

ODABRANO: $14 \Phi 32 \quad A_{s, od} = 112,60 \text{ cm}^2$

M O S T O V I

DIMENZIONIRANJE UZDUŽNE ARMATURE

POZ. 1-2 (LEŽAJ)

-računski moment savijanja na ležaju: $M_{sd,le2} = 7043 \text{ kNm} = 704300 \text{ kNcm}$

-redukcija momenta savijanja na ležaju 1-2: $\Delta M_{sd} = \frac{4787 \cdot 40}{8} = 23935 \text{ kNcm}$

-reducirani moment savijanja na ležaju 1-2: $M_{sd,red} = 704300 - 23935 = 680365 \text{ kNcm}$

-bezdimenzionalni moment savijanja: $\mu_{sd} = \frac{M_{sd,red}}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{680365}{140 \cdot 127,4^2 \cdot 2,33} = 0,128$

-iz tablica očitano za $\mu_{sd} = 0,130$:

$$\xi = 0,914$$

$$\xi = 0,206$$

-potrebna površina armature: $A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\xi \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{621052,5}{0,914 \cdot 127,4 \cdot 43,478} = 122,67 \text{ cm}^2$

-odabrana armatura mora se nalaziti između minimalne i maksimalne armature te mora biti veća od potrebne

-minimalna armatura:

$$A_{s,min} = \left[0,023 + \left(0,0417 \cdot \frac{403,8}{140} - 0,0417 \right) \frac{25}{135} \left(2 - 3,33 \cdot \frac{25}{135} \right) \right] \cdot \frac{4,5}{43,478} \cdot 140 \cdot 127,4 = 79,62 \text{ cm}^2$$

-maksimalna armatura:

$$A_{s,max} = \left[0,5 - \frac{500}{4000} \right] \cdot \frac{0,85 \cdot 2,33}{43,478} \cdot 140 \cdot 127,4 = 304,67 \text{ cm}^2$$

ODABRANO: $20 \Phi 28 \quad A_{s, od} = 123,16 \text{ cm}^2$

M O S T O V I

DIMENZIONIRANJE UZDUŽNE ARMATURE

POZ. 2-3 (LEŽAJ)

- računski moment savijanja na ležaju: $M_{sd,le\dot{z}} = 7979 \text{ kNm} = 797900 \text{ kNcm}$
- redukcija momenta savijanja na ležaju 2-3: $\Delta M_{sd} = \frac{5086 \cdot 40}{8} = 25430 \text{ kNcm}$
- reducirani moment savijanja na ležaju 2-3: $M_{sd,red} = 797900 - 25430 = 772470 \text{ kNcm}$
- bezdimenzionalni moment savijanja: $\mu_{sd} = \frac{M_{sd,red}}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{772470}{140 \cdot 127,4^2 \cdot 2,33} = 0,146$
- iz tablica očitano za $\mu_{sd} = 0,149$:
 $\zeta = 0,900$
 $\xi = 0,241$

-potrebna površina armature: $A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{772470}{0,900 \cdot 127,4 \cdot 43,478} = 154,95 \text{ cm}^2$

ODABRANO: 20 $\Phi 32$ $A_{s, od} = 160,85 \text{ cm}^2$

M O S T O V I

DIMENZIONIRANJE UZDUŽNE ARMATURE

KRAJNJI LEŽAJ

-maksimalni računski moment savijanja na krajnjem ležaju pretpostavlja se da je 25% momenta iz polja=
 $M_{sd,kr} = 0,25 \cdot M_{sd,1} = 0,25 \cdot 458800 = 114700 \text{ kNcm}$

-bezdimenzionalni moment savijanja: $\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{114700}{140 \cdot 127,4^2 \cdot 2,33} = 0,022$

-iz tablica očitano za $\mu_{sd} = 0,023$:
 $\zeta = 0,980$
 $\xi = 0,057$

-potrebna površina armature: $A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{114700}{0,980 \cdot 127,4 \cdot 43,478} = 21,13 \text{ cm}^2$

Potrebna armatura je manja od minimalne $A_{s,1} < A_{s,min}$.
 Zato izabiremo minimalnu armaturu kao potrebnu $A_{s,req} = A_{s,min} = 79,62 \text{ cm}^2$.

ODABRANO: 13 $\Phi 28$ $A_{s, od} = 80,05 \text{ cm}^2$

M O S T O V I

DIMENZIONIRANJE UZDUŽNE ARMATURE

Duljina sidrenja armature

$$l_{b,net} = \alpha_a \cdot l_b \cdot \frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}}$$

$$l_b = \frac{\Phi \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}}$$

-za klasu betona C35/45 i armaturu S 500 je:

$$\begin{aligned} f_{bd} &= 3,4 \text{ N/mm}^2 \\ f_{yd} &= 434,78 \text{ N/mm}^2 \\ \alpha_a &= 1,0 \text{ (ravne šipke)} \end{aligned}$$

-profil $\phi 28$ mm:

$$l_b = \frac{2,8 \cdot 434,78}{4 \cdot 3,4} = 89,51 \text{ cm}$$

$$l_{b,net} = 1,0 \cdot 89,51 \cdot 121,47 / 123,16 = 88,28 \text{ cm}$$

Duljina sidrenja je **90 cm**

-profil $\phi 32$ mm:

$$l_b = \frac{3,2 \cdot 434,78}{4 \cdot 3,4} = 102,30 \text{ cm}$$

$$l_{b,net} = 1,0 \cdot 102,30 \cdot 154,95 / 160,25 = 98,91 \text{ cm}$$

Duljina sidrenja je **100 cm**

DIMENZIONIRANJE POPREČNE ARMATURE

KRAJNJI LEŽAJEVI

$$V_{Sd} = 1602 \text{ kN}$$

$$V_{Sd,1} = V_{Sd} - a \cdot (\gamma_g \cdot g + \gamma_q \cdot q)$$

$$a = b/2 + d = 40/2 + 127,4 = 147,4 \text{ cm}$$

$$V_{Sd,1} = 1602 - 1,47 \cdot (1,35 \cdot 78,18 + 1,5 \cdot 22,25) = 1602 - 204,2 = 1397,8 \text{ kN}$$

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1) + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$\tau_{Rd} = 0,037 \text{ kN/cm}^2$$

$$k = 1,6 - d = 1,6 - 1,27 = 0,33 \text{ m} < 1 \quad \text{uzima se } k = 1,0$$

pretpostavka: barem $7\Phi 28$ ($A_{s1} = 43,1 \text{ cm}^2$) prelazi preko ležaja

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b \cdot d} = \frac{43,1}{140 \cdot 127,4} = 0,0024 \quad \text{- koeficijent armiranja uzdužne armature}$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{Rd1} = [0,037 \cdot 1,0 \cdot (1,2 + 40 \cdot 0,0024)] \cdot 140 \cdot 127,4 = 855,27 \text{ kN}$$

$$V_{Sd,1} > V_{Rd1} \rightarrow \text{potreban proračun poprečne armature}$$

M O S T O V I

DIMENZIONIRANJE POPREČNE ARMATURE

STANDARDNA METODA

-pretpostavljamo vilice $\Phi 12$, reznost $m=4 \Rightarrow A_{sw} = 4.52 \text{ cm}^2$

$$f_{yw,d} = \frac{f_{yk}}{1.15} = \frac{50}{1.15} = 43,478 \text{ kN/cm}^2$$

$$z = 0.9 \cdot d = 0.9 \cdot 127,4 = 114,66 \text{ cm}$$

-potrebni razmak vilica:

$$s_{w,1} = \frac{A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{sd,1} - V_{Rd1}} = \frac{4,52 \cdot 43,478 \cdot 114,66}{1397,8 - 855,27} = 41,53 \text{ cm}$$

METODA SLOBODNOG IZBORA NAGIBA TLAČNIH ŠTAPOVA

$$\theta = 39^\circ$$

$$\Phi 12; m = 4$$

$$s_{w,a} = \frac{4.52 \cdot 43,478 \cdot 0.9 \cdot 127,4 \cdot 1.235}{1397,8} = 19,91 \text{ cm}$$

ODABRANO: odabrana armatura je $\Phi 12$; $m = 4$ na razmaku 19.5 cm

DIMENZIONIRANJE POPREČNE ARMATURE

MINIMALNA POPREČNA ARMATURA=max. razmak vilica

-pretpostavljamo vilice $\Phi 12$, reznost $m=4 \Rightarrow A_{sw} = 4.52 \text{ cm}^2$

1. UVJET: $A_{sw,min} = \rho_{w,min} \cdot s_w \cdot b_w$
 $\rho_{w,min} = 0,0013$
 $s_{w,max} = \frac{A_{sw,min}}{\rho_{min} \times b_w} = \frac{4,52}{0,0013 \times 140} = 24,84 \text{ cm}$

2. UVJET: $V_{Rd2} = 0.5 \cdot v \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot z$
 $v = 0,7 - \frac{f_{ck}}{200} = 0,7 - \frac{45}{200} = 0,475$
 $b_w = 140 \text{ cm}$
 $z = 0.9 \cdot d = 0.9 \cdot 127,4 = 114,66 \text{ cm}$
 $f_{cd} = \frac{35}{1.5} = 2,333 \text{ kN/cm}^2$
 $V_{Rd2} = 0.5 \cdot 0,475 \cdot 2,333 \cdot 140 \cdot 114,66 = 8894,4 \text{ kN}$
 -ako je $V \cdot S_{d1} < 1/5 V_{Rd2} \rightarrow 1397,8 < 1778,8$
 $\rightarrow s_{w,max} = 0.8 \cdot d = 0.8 \cdot 127,4 = 101,92 \text{ cm} > 30 \text{ cm}$

mjerodavni najveći razmak vilica $\Phi 12$; $m = 4$ $s_{w,max} = 24.5 \text{ cm}$ (iz 1. uvjeta)

DIMENZIONIRANJE POPREČNE ARMATURE

LEŽAJ 2 –LJEVO

$$V_{sd} = 2328 \text{ kN}$$

$$V_{sd,1} = V_{sd} - a \cdot (g + q)$$

$$a = b/2 + d = 40/2 + 127,4 = 147,4 \text{ cm}$$

$$V_{sd,1} = 2328 - 1,47 \cdot (1,35 \cdot 78,18 + 1,5 \cdot 22,25) = 2328 - 204,2 = 2123,8 \text{ kN}$$

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1) + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$\tau_{Rd} = 0,037 \text{ kN/cm}^2$$

$$k = 1,6 - d = 1,6 - 1,27 = 0,33 \text{ m} < 1 \quad \text{uzima se } k = 1,0$$

pretpostavka: barem 7Φ28 ($A_{s1} = 43,1 \text{ cm}^2$) prelazi preko ležaja

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b \cdot d} = \frac{43,1}{140 \cdot 127,4} = 0,0024 \quad \text{- koeficijent armiranja uzdužne armature}$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{Rd1} = [0,037 \cdot 1,0 \cdot (1,2 + 40 \cdot 0,0024)] \cdot 140 \cdot 127,4 = 855,27 \text{ kN}$$

$$V_{sd,1} > V_{Rd1} \rightarrow \text{potreban proračun poprečne armature}$$

STANDARDNA METODA

-pretpostavljamo vilice Φ12, reznost $m=4 \Rightarrow A_{sw} = 4,52 \text{ cm}^2$

$$f_{yw,d} = \frac{f_{yk}}{1,15} = \frac{50}{1,15} = 43,478 \text{ kN/cm}^2$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 127,4 = 114,66 \text{ cm}$$

$$\text{-potrebni razmak vilica: } s_{w,1} = \frac{A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{sd,1} - V_{Rd1}} = \frac{4,52 \cdot 43,478 \cdot 114,66}{2123,8 - 855,27} = 17,76 \text{ cm}$$

METODA SLOBODNOG IZBORA NAGIBA TLAČNIH ŠTAPOVA

$$\theta = 39^\circ$$

$$\Phi 12; m = 4 \quad s_{w,s} = \frac{4,52 \cdot 43,478 \cdot 0,9 \cdot 127,4 \cdot 1,235}{2123,8} = 13,10 \text{ cm}$$

ODABRANO: odabrana armatura je Φ12; $m = 4$ na razmaku 13,0 cm

DIMENZIONIRANJE POPREČNE ARMATURE

LEŽAJ 2 –DESNO

$$V_{sd} = 2459 \text{ kN}$$

$$V_{sd,1} = V_{sd} - a \cdot (g + q)$$

$$a = b/2 + d = 40/2 + 127,4 = 147,4 \text{ cm}$$

$$V_{sd,1} = 2459 - 1,47 \cdot (1,35 \cdot 78,18 + 1,5 \cdot 22,25) = 2459 - 204,2 = 2254,8 \text{ kN}$$

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1) + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$\tau_{Rd} = 0,037 \text{ kN/cm}^2$$

$$k = 1,6 - d = 1,6 - 1,27 = 0,33 \text{ m} < 1 \quad \text{uzima se } k = 1,0$$

pretpostavka: barem 7Φ28 ($A_{s1} = 43,1 \text{ cm}^2$) prelazi preko ležaja

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b \cdot d} = \frac{43,1}{140 \cdot 127,4} = 0,0024 \quad \text{- koeficijent armiranja uzdužne armature}$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{Rd1} = [0,037 \cdot 1,0 \cdot (1,2 + 40 \cdot 0,0024)] \cdot 140 \cdot 127,4 = 855,27 \text{ kN}$$

$$V_{sd,1} > V_{Rd1} \rightarrow \text{potreban proračun poprečne armature}$$

STANDARDNA METODA

-pretpostavljamo vilice Φ12, reznost $m=4 \Rightarrow A_{sw} = 4,52 \text{ cm}^2$

$$f_{yw,d} = \frac{f_{yk}}{1,15} = \frac{50}{1,15} = 43,478 \text{ kN/cm}^2$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 127,4 = 114,66 \text{ cm}$$

$$\text{-potrebni razmak vilica: } s_{w,1} = \frac{A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{sd,1} - V_{Rd1}} = \frac{4,52 \cdot 43,478 \cdot 114,66}{2254,8 - 855,27} = 16,10 \text{ cm}$$

METODA SLOBODNOG IZBORA NAGIBA TLAČNIH ŠTAPOVA

$$\theta = 39^\circ$$

$$\Phi 12; m = 4$$

$$s_{w,s} = \frac{4,52 \cdot 43,478 \cdot 0,9 \cdot 127,4 \cdot 1,235}{2254,8} = 12,34 \text{ cm}$$

ODABRANO: odabrana armatura je Φ12; $m = 4$ na razmaku 12 cm

DIMENZIONIRANJE POPREČNE ARMATURE

LEŽAJ 3 –LJEVO I DESNO

$V_{Sd} = 2543 \text{ kN}$
 $V_{Sd,1} = V_{Sd} \cdot a \cdot (l_0 \cdot q + l_c \cdot q)$
 $a = b/2 + c = 40/2 + 127,4 = 147,4 \text{ cm}$
 $V_{Sd,1} = 2459 - 1,47 \cdot (1,35 \cdot 78,18 + 1,5 \cdot 22,25) = 2543 - 204,2 = 2338,8 \text{ kN}$
 $V_{Rd,1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1) - 0,15 \cdot \sigma_{cs}] \cdot b_w \cdot d$
 $\tau_{Rd} = 0,037 \text{ kN/cm}^2 \quad k = 1,6 \cdot d = 1,6 \cdot 1,27 = 0,33 \text{ m} < 1 \quad \text{uzima se } k = 1,0$
 pretpostavka: barem $7\Phi 28$ ($A_{s,1} = 43,1 \text{ cm}^2$) prelazi preko ležaja
 $\rho_1 = \frac{A_{s,1}}{b \cdot d} = \frac{43,1}{140 \cdot 127,4} = 0,0024$ - koeficijent armiranja uzdužne armature
 $\sigma_{cs} = 0 \text{ kN/cm}^2$
 $V_{Rd,1} = [0,037 \cdot 1,0 \cdot (1,2 + 40 \cdot 0,0024)] \cdot 140 \cdot 127,4 = 855,27 \text{ kN}$
 $V_{Sd,1} > V_{Rd,1} \rightarrow \text{potreban proračun poprečne armature}$

STANDARDNA METODA

-pretpostavljamo vilice $\Phi 12$, raznost $m=4 \Rightarrow A_{sw} = 4,52 \text{ cm}^2$
 $f_{yw,d} = \frac{f_{yk}}{1,15} = \frac{50}{1,15} = 43,478 \text{ kN/cm}^2$
 $z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 127,4 = 114,66 \text{ cm}$
 -potrebni razmak vilica: $s_{w,1} = \frac{A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{Sd,1} - V_{Rd,1}} = \frac{4,52 \cdot 43,478 \cdot 114,66}{2338,8 - 855,27} = 15,18 \text{ cm}$

METODA SLOBODNOG IZBORA NAGIBA TLAČNIH ŠTAPOVA

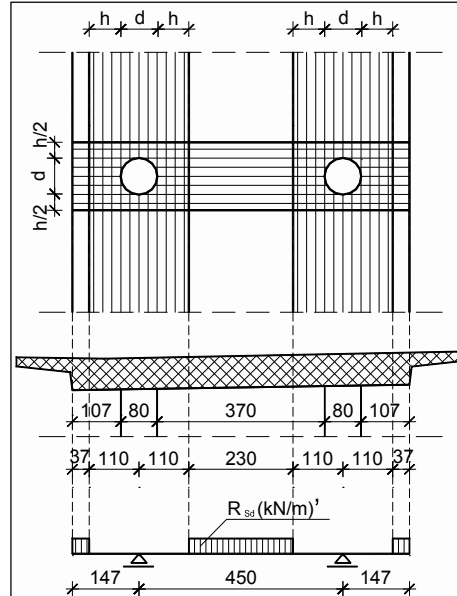
$\theta = 38^\circ$
 $\Phi 12; m = 4$
 $s_{w,0} = \frac{4,52 \cdot 43,478 \cdot 0,9 \cdot 127,4 \cdot 1,235}{2338,8} = 11,89 \text{ cm}$

ODABRANO: odabrana armatura je $\Phi 12; m = 4$ na razmaku $11,5 \text{ cm}$

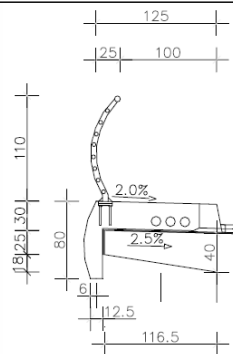
DIMENZIONIRANJE PLOČE

PRORAČUN SKRIVENE GREDE NAD STUPOVIMA

- ❑ Tijekom proračuna usvojili smo pretpostavku linijskog oslanjanja ploče u ležajnim osima.
- ❑ Ova pretpostavka nije na strani sigurnosti, osobito na srednjim stupovima, koji predstavljaju diskretne oslonce.
- ❑ Zbog toga ćemo unutar ploče nad stupovima izvesti tzv. "skrivenu gredu", odnosno poprečni nosač.
- ❑ Statički sustav je greda s prijepustima, prema slici, opterećena reakcijama proračunskog nosača. Reakcije u obliku koncentriranih sila zamjenjuju se opterećenjem dužnog metra grede s prijepustima.
- ❑ Dio opterećenja s ploče, na trcima širine jednake promjeru stupa uvećanog s dvostrukom visinom ploče, prenosi se izravno na stupove.
- ❑ Na isti bismo način proračunali i oslonuću gredu nad upornjakom.



PRORAČUN KONZOLE



po 1.00 m¹
stalno opterećenje:

- vlastita težina konzole
- hodnik
- vijenac
- ograda

$$g_1 = (0,25 + 0,40) / 2 \cdot 25 = 8,125 \text{ kN/m}^1$$

$$g_2 = 25 \cdot 0,30 + 0,01 \cdot 21 = 7,71 \text{ kN/m}^1$$

$$P_1 = 2,50 \text{ kN}$$

$$P_1 = 0,50 \text{ kN}$$

pokretno opterećenje:

$$p_1 = 5 \text{ kN/m}^1$$

PRORAČUN KONZOLE

$$M_g = (0,50 + 2,50) \times 1,165 + (8,125 + 7,71) \times 1,165^2 / 2 = 14,24 \text{ kNm}$$

$$M_p = 5 \times 1,0^2 / 2 = 2,50 \text{ kNm}$$

$$M_{sd} = 1,35 \times M_g + 1,5 M_p = 1,35 \times 14,24 + 1,5 \times 2,50 = 22,97 \text{ kNm}$$

Bezdimenzionalni moment savijanja:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2297}{100 \cdot 23,4^2 \cdot 1,667} = 0,025 < \mu_{Rd,max} = 0,252$$

Za $\mu_{sd} = 0,026$ očitano:

$$\zeta = 0,978 \quad \epsilon_{s1} = 20,0 \text{ ‰}$$

$$\xi = 0,051 \quad \epsilon_{sd} = -1,30 \text{ ‰}$$

Potrebna površina armature na ležaju:

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2297}{0,978 \cdot 23,4 \cdot 34,783} = 2,88 \text{ cm}^2$$

-minimalna armatura:

$$A_{s,min} = 0,0015 \times b \times d = 0,0015 \times 23,4 \times 100 = 3,51 \text{ cm}^2$$

-maksimalna armatura:

$$A_{s,max} = 0,04 \times A_c = 0,04 \times 30 \times 116,5 = 139,8 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura mora se nalaziti u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s1,odab} = A_{s,min} = 3,51 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} < A_{s,max}$$

ODABRANO: $4 \varnothing 14 \text{ (6,16 cm}^2\text{)} > A_{s1} = 3,51 \text{ cm}^2$

DIMENZIONIRANJE PLOČE

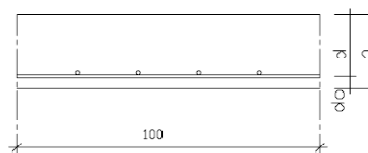
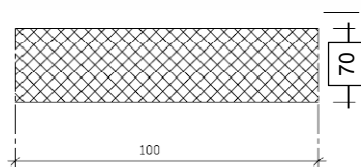
Dimenzioniranje

Materijal:

Beton: C35/45 ($C f_{ck}/f_{ck,cube}$ valjak/kocka)

Čelik: S-450 ($f_{yk}/f_{sk}=450/560$)

Poprečni presjek:



Visina presjeka: $h=75 \text{ cm}$

Zaštitni sloj betona: $c=5 \text{ cm}$ - za suhi okoliš

Udaljenost do težišta armature: $d1=c+\varnothing/2=5+2,0/2=6,0 \text{ cm}$

Statička visina presjeka: $d=h-d1=75-6=69,0 \text{ cm}$

MOSTOVI

POLJE P1

POLJE 1

f_{cd} - računska čvrstoća betona

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{35.0}{1.5} = 23.33 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 2.333 \text{ kN/cm}^2$$

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja kod dosezanja granične nosivosti:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{226800}{100 \cdot 69^2 \cdot 2.333} = 0.204 < \mu_{Rd,max} = 0.252$$

Za $\mu_{sd}=0.206$ očitano:

$$\zeta = 0.854 \text{ (zeta)}$$

$$\xi = 0.350 \text{ (ksi)}$$

$$\varepsilon_{s1} = 6.5\%$$

$$\varepsilon_{c2} = -3.5\%$$

MOSTOVI

POLJE P1

f_{yd} - računska čvrstoća čelika

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{450}{1.15} = 391.31 \text{ N/mm}^2 = 39.131 \text{ kN/cm}^2$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{226800}{0.854 \cdot 69 \cdot 39.131} = 98.36 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Minimalna armatura:

$$A_{s,min} = 0.022 \frac{f_{ck,kocke}}{f_{yd}} b_l d = 0.022 \cdot \frac{45}{391.31} 100 \cdot 69 = 17.46 \text{ cm}^2 \quad (1) - \text{mjerodavno}$$

$$A_{s,min} = 0.0015 \cdot b_l \cdot d = 0.0015 \cdot 100 \cdot 69 = 10.35 \text{ cm}^2 \quad (2)$$

Maksimalna armatura:

$$A_{s,max} = 0.375 \frac{0.85 \cdot f_{cd}}{f_{yd}} b_l d = 0.375 \frac{0.85 \cdot 23.33}{391.31} 100 \cdot 69 = 131.13 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura mora se nalaziti u području između minimalne i maksimalne armature:

$$A_{s,min} < A_{s1} < A_{s,max}$$

Odabrana armatura mora biti veća od potrebne!

Glavna armatura polje POLJE 1

ODABRANO: RA $\phi 36/10\text{cm}$ (101.79 cm²/m')

POLJE P2

POLJE 2

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja kod dosezanja granične nosivosti:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{161800}{100 \cdot 69^2 \cdot 2.333} = 0.146 < \mu_{Rd,max} = 0.252$$

Iz tablica uzeti prvi veći! Za $\mu_{sd} = 0.149$ očitano:

$$\zeta = 0.900 \text{ (zeta)}$$

$$\xi = 0.241 \text{ (ksi)}$$

$$\varepsilon_{s1} = 11.0\%$$

$$\varepsilon_{c2} = -3.5\%$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{161800}{0.900 \cdot 69.0 \cdot 39.131} = 66.58 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$> A_{s1,min}$

$< A_{s1,max}$

Glavna armatura polje POLJE 2

ODABRANO: RA $\phi 36/14.3 \text{ cm}$ (71.25 cm²/m')

POLJE P2

POLJE 2

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja kod dosezanja granične nosivosti:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{161800}{100 \cdot 69^2 \cdot 2.333} = 0.146 < \mu_{Rd,max} = 0.252$$

Iz tablica uzeti prvi veći! Za $\mu_{sd} = 0.149$ očitano:

$$\zeta = 0.900 \text{ (zeta)}$$

$$\xi = 0.241 \text{ (ksi)}$$

$$\varepsilon_{s1} = 11.0\%$$

$$\varepsilon_{c2} = -3.5\%$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{161800}{0.900 \cdot 69.0 \cdot 39.131} = 66.58 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$> A_{s1,min}$

$< A_{s1,max}$

Glavna armatura polje POLJE 2

ODABRANO: RA $\phi 36/14.3 \text{ cm}$ (71.25 cm²/m')

POLJE P3

POLJE 3

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja kod dosezanja granične nosivosti:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{121800}{100 \cdot 69^2 \cdot 2.333} = 0.110 < \mu_{Rd,max} = 0.252$$

Iz tablica uzeti prvi veći! Za $\mu_{sd}=0.112$ očitano:

$$\zeta = 0.927 \text{ (zeta)}$$

$$\xi = 0.175 \text{ (ksi)}$$

$$\varepsilon_{s1} = 16.5\%$$

$$\varepsilon_{c2} = -3.5\%$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{121800}{0.927 \cdot 69.0 \cdot 39.131} = 48.66 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$> A_{s1,min}$
 $< A_{s1,max}$

Glavna armatura polje POLJE 3

ODABRANO: RA $\phi 28/12,5\text{cm}$ (49.26 cm²/m')

LEŽAJ S1

LEŽAJ S1

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja kod dosezanja granične nosivosti:

$$\mu = \frac{M_{sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{210300}{100 \cdot 69^2 \cdot 2.333} = 0.189 < \mu_{Rd,max} = 0.252$$

Iz tablica uzeti prvi veći! Za $\mu_{sd}=0.190$ očitano:

$$\zeta = 0.868$$

$$\xi = 0.318$$

$$\varepsilon_{s1} = 7.5\%$$

$$\varepsilon_{c2} = -3.5\%$$

Potrebna površina armature na ležaju:

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{210300}{0.868 \cdot 69 \cdot 39.131} = 89.73 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$> A_{s1,min}$
 $< A_{s1,max}$

Glavna armatura ležaj LEŽAJ S1

ODABRANO: RA $\phi 36/11.11 \text{ cm}$ (91.61 cm²/m')

LEŽAJ S2

LEŽAJ S2

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja kod dosezanja granične nosivosti:

$$\mu = \frac{M_{sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{151400}{100 \cdot 69^2 \cdot 2.333} = 0.136 < \mu_{Rd,max} = 0.252$$

Iz tablica uzeti prvi veći! Za $\mu_{sd}=0.137$ očitano:

$$\zeta = 0.909$$

$$\xi = 0.219$$

$$\varepsilon_{s1} = 12.5\%$$

$$\varepsilon_{c2} = -3.5\%$$

Potrebna površina armature na ležaju:

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{151400}{0.909 \cdot 69 \cdot 39.131} = 61.52 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$> A_{s1,min}$
 $< A_{s1,max}$

Glavna armatura ležaj LEŽAJ S2

ODABRANO: RA $\phi 28/10 \text{ cm}$ (61.58 cm²/m')

LEŽAJ NA UPORNJAKU U1

LEŽAJ NA UPORNJAKU U1

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja kod dosezanja granične nosivosti:

$$\mu = \frac{M_{sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{56700}{100 \cdot 69^2 \cdot 2.333} = 0.051 < \mu_{Rd,max} = 0.252$$

Iz tablica uzeti prvi veći! Za $\mu_{sd}=0.053$ očitano:

$$\zeta = 0.964$$

$$\xi = 0.095$$

$$\varepsilon_{s1} = 20.0\%$$

$$\varepsilon_{c2} = -2.1\%$$

Potrebna površina armature na ležaju:

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{56700}{0.964 \cdot 69 \cdot 39.131} = 21.78 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$> A_{s1,min}$
 $< A_{s1,max}$

Glavna armatura ležaj LEŽAJ U1

ODABRANO: RA $\phi 28/25 \text{ cm}$ (24.63 cm²/m')

ODREĐIVANJE DUŽINE SIDRENJA ARMATURE

Određivanje dužine sidrenja armature

$$l_{b,net} = \alpha_a \cdot l_b (A_{s,req} / A_{s,prov}) \geq l_{b,min}$$

gdje je:

α_a - koeficijent djelotvornosti sidrenja,

$l_{b,min}$ - minimalna dužina sidrenja

$A_{s,req}$ - potrebna površina armature

$A_{s,prov}$ - postojeća (odabrana) površina armature

$$l_b = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{f_{bd} \cdot u} = \frac{\phi \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}}, \text{ gdje je } f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}, \gamma_s = 1.15 - \text{računska granica popuštanja}$$

f_{bd} - računski čvrstoća prionjivosti (tabl. 4.1.)

- za klasu betona C35/45 (MB45), te čelik S-400 (RA 400/500): $f_{bd} = 3.4 \text{ N/mm}^2$
 $f_{yd} = 347.83 \text{ N/mm}^2$
 $\alpha_a = 1.0$ (ravne šipke)

M O S T O V I

PRORAČUN VILICA

5.5.5. Horizontalni pomaci momentnog dijagrama:

Horiz. pomak - proračun vilica **Standardnom metodom:**

$$a_1 = 0.5 \cdot z \cdot (1 - \text{ctg} \alpha) \geq 0, \text{ gdje je } \alpha = 90^\circ \text{ za vertikalne spone, tj. } \text{ctg } 90^\circ = 0$$

$$a_1 = 0.5 \cdot (0.9 \cdot d) = 0.5 \cdot (0.9 \cdot 69) = 31.05 \text{ cm} = 0.311 \text{ m} - \text{mjerodavno!}$$

Horiz. pomak – proračun vilica **Metodom slobodnog izbora nagiba tlačnih štapova:**

$$a_1 = 0.5 \cdot z \cdot (\text{ctg} \Theta - \text{ctg} \alpha) \geq 0, \text{ gdje je } \alpha = 90^\circ \text{ za vertikalne spone, tj. } \text{ctg } 90^\circ = 0$$

$$\Theta = 39^\circ$$

$$a_1 = 0.5 \cdot (0.9 \cdot d) \cdot (\text{ctg } 39^\circ - \text{ctg } 90^\circ) = 38.3 \text{ cm} \approx 0.38 \text{ m}$$

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

Dimenzioniranje na poprečne sile

LEŽAJU1:

$$a = \frac{h_b}{2} + d = 62.5 + 69 = 131.5 \text{ cm}, \quad b_o = 125 \text{ cm}$$

$$V'_{Sd,U1} = V_{ed} \cdot a \cdot (\gamma_G \cdot G + \gamma_Q \cdot Q)$$

$$V'_{Sd,U1} = 722 \cdot 1.315 \cdot (1.35 \cdot 28.16 + 1.5 \cdot 6.27) = 659.64 \text{ kN}$$

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1.2 + 40 p_1) + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$\tau_{Rd} = 0.37 \text{ kN/cm}^2 \quad - \text{osnovna računska čvrstoća}$$

$$k = 1.6 - d = 1.6 - 0.69 = 0.91 < 1.0$$

pretpostavka: barem 5 $\varnothing$ 36 ($A_{s1} = 50.89 \text{ cm}^2$) prelaze preko ležaja

$$p_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{50.89}{100 \cdot 69} = 0.0074 \quad - \text{koeficijent armiranja uzdužne armature}$$

$$\sigma_{cp} = 0.0 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1.2 + 40 p_1) + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd1} = [0.37 \cdot 1.0 \cdot (1.2 + 40 \cdot 0.0074) + 0.15 \cdot 0.0] \cdot 100 \cdot 69 = 381.93 \text{ kN}$$

$$V'_{Sd,U1} > V_{Rd1} \quad - \text{potreban je proračun poprečne armature}$$

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

DIMENZIONIRANJE PLOČE

b) Metoda slobodnog izbora nagiba tlačnih štapova

Pretpostavlja se:

- nagib tlačnih štapova: $\Theta = 39^\circ$,
- vilice $\phi 12$, reznost $m=4 \Rightarrow A_{sw} = 4.52 \text{ cm}^2$

Potreban razmak vilica:

$$s_{w,A} = \frac{A_{sw} \cdot f_{yw} \cdot d \cdot (0.9 \cdot 69) \cdot \text{ctg} \Theta}{V_{Rd,3}} = \frac{4.52 \cdot 34.78 \cdot 62.1 \cdot 1.235}{659.64} = 18.27 \text{ cm}$$

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

Minimalna poprečna armatura (=maksimalni razmak odabranih vilica):

$$A_{sw,min} = (4 \text{ rezne } \phi 12) = 4,52 \text{ cm}^2$$

Treba proračunati najveći razmak po oba kriterija (uvjeta) i odabrati manji.

1. uvjet: $A_{sw,min} = \rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w$,

gdje je $\rho_{w,min}$ – minimalni koeficijent armiranja poprečne armature ovisno o kakvoći betona i čelika

$\rho_{w,min}=0.0013$, koef. armiranja za beton klase C35/45 i čelika RA400/500

$$s_{w,max} = \frac{A_{sw,min}}{\rho_{min} \cdot b_w} = \frac{4,52}{0,0013 \cdot 65} = 53,49 \text{ cm}$$

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

2. uvjet: $V_{Rd2} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cu} \cdot b_w \cdot z$,

gdje je: v - koeficijent redukcije tlačne čvrstoće betonskih tlačnih štapova

$$v = 0,7 \cdot \frac{f_{ck}}{200} = 0,7 \cdot \frac{35}{200} = 0,525$$

b_w – najmanja širina presjeka u vlačnoj zoni, 125 cm

$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 69 = 62,1 \text{ cm}$ – krak unutarnjih sila

$$f_{cu} = \frac{f_{ck}}{1,5} = \frac{3,5}{1,5} = 2,333 \text{ kN/cm}^2 \text{ - računska čvrstoća betona na tlak}$$

$$V_{Rd2} = 0,5 \cdot 0,525 \cdot 2,333 \cdot 125 \cdot 62,1 = 4753,85 \text{ kN}$$

$$\text{ako je: } V_{Sd} < \frac{1}{5} V_{Rd2} \rightarrow 659,64 < 950,77 \rightarrow$$

$$\Rightarrow s_{w,max} = 0,8 \cdot d = 0,8 \cdot 69 = 55,2 \text{ cm} > 30 \text{ cm}$$

$$s_{w,max} = 30 \text{ cm}$$

Mjerodavni najveći razmak odabranih vilica $\phi 12$, $m=4$: $s_{w,max}=30 \text{ cm}$ (iz 2. uvjeta)

Odabrani razmak mora biti $\leq$ od $s_{w,max}$

ODABRANO: $\phi 12/18 \text{ cm}$, $m=4$ (iz metode b) koja je mjerodavna)

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

LEŽAJ S1 (lijevo):

$$a = \frac{b_0}{2} + d = 62.5 + 69 = 131.5 \text{ cm}, \quad b_0 = 125 \text{ cm}$$

$$V'_{SLS1} = V_{ed} - a \cdot (\gamma_G \cdot G + \gamma_Q \cdot Q)$$

$$V'_{SLS1} = 911 - 1.315 \cdot (1.35 \cdot 28.16 + 1.5 \cdot 6.27) = 848.64 \text{ kN}$$

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1.2 + 40 \rho_p) + 0.15 \sigma_{Rd}] \cdot b_w \cdot d$$

$$\tau_{Rd} = 0.037 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{osnovna računska čvrstoća}$$

$$k = 1.6 \cdot d = 1.6 \cdot 0.69 = 0.91 < 1.0$$

pretpostavka: barem 5 ≥ 36 ($A_{s1} = 50.89 \text{ cm}^2$) prelaze preko ležaja

$$\rho_p = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{50.89}{100 \cdot 69} = 0.0074 \quad \text{koeficijent armiranja uzdužne armature}$$

$$\sigma_{Rd} = 0.0 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1.2 + 40 \rho_p) + 0.15 \sigma_{Rd}] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd1} = [0.037 \cdot 1.0 \cdot (1.2 + 40 \cdot 0.0074) + 0.15 \cdot 0.0] \cdot 100 \cdot 69 = 381.93 \text{ kN}$$

$$V'_{SLS1} > V_{Rd1} \quad \text{potreban je proračun poprečne armature}$$

b) Metoda slobodnog izbora nagiba tlačnih štapova

Pretpostavlja se:

- nagib tlačnih štapova: $\phi = 39^\circ$,

- vilice $\phi 12$, reznost $m=4 \Rightarrow A_{Rd} = 4.52 \text{ cm}^2$

Potreban razmak vilica:

$$s_{RA} = \frac{A_{RA} \cdot f_{yk,A} \cdot (0.9 - 69) \cdot \cot \phi}{V_{Rd1}} = \frac{4.52 \cdot 34.78 \cdot 62.1 \cdot 1.235}{848.64} = 14.20 \text{ cm}$$

Mjerodavni najveći razmak odabranih vilica $\phi 12$, $m=4$: $s_{Rd,max} = 30 \text{ cm}$ (iz 2. uvjeta)

Odabrani razmak mora biti $\leq$ od $s_{Rd,max}$

ODABRANO: $\phi 12/14 \text{ cm}$, $m=4$ (iz metode b) koja je mjerodavna)

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

LEŽAJ S1 (desno):

$$a = \frac{b_0}{2} + d = 62.5 + 69 = 131.5 \text{ cm}, \quad b_0 = 125 \text{ cm}$$

$$V'_{SLS1} = V_{ed} - a \cdot (\gamma_G \cdot G + \gamma_Q \cdot Q)$$

$$V'_{SLS1} = 859 - 1.315 \cdot (1.35 \cdot 28.16 + 1.5 \cdot 6.27) = 796.64 \text{ kN}$$

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1.2 + 40 \rho_p) + 0.15 \sigma_{Rd}] \cdot b_w \cdot d$$

$$\tau_{Rd} = 0.037 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{osnovna računska čvrstoća}$$

$$k = 1.6 \cdot d = 1.6 \cdot 0.69 = 0.91 < 1.0$$

pretpostavka: barem 5 ≥ 36 ($A_{s1} = 50.89 \text{ cm}^2$) prelaze preko ležaja

$$\rho_p = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{50.89}{100 \cdot 69} = 0.0074 \quad \text{koeficijent armiranja uzdužne armature}$$

$$\sigma_{Rd} = 0.0 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1.2 + 40 \rho_p) + 0.15 \sigma_{Rd}] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd1} = [0.037 \cdot 1.0 \cdot (1.2 + 40 \cdot 0.0074) + 0.15 \cdot 0.0] \cdot 100 \cdot 69 = 381.93 \text{ kN}$$

$$V'_{SLS1} > V_{Rd1} \quad \text{potreban je proračun poprečne armature}$$

b) Metoda slobodnog izbora nagiba tlačnih štapova

Pretpostavlja se:

- nagib tlačnih štapova: $\phi = 39^\circ$,

- vilice $\phi 12$, reznost $m=4 \Rightarrow A_{Rd} = 4.52 \text{ cm}^2$

Potreban razmak vilica:

$$s_{RA} = \frac{A_{RA} \cdot f_{yk,A} \cdot (0.9 - 69) \cdot \cot \phi}{V_{Rd1}} = \frac{4.52 \cdot 34.78 \cdot 62.1 \cdot 1.235}{796.64} = 15.13 \text{ cm}$$

Mjerodavni najveći razmak odabranih vilica $\phi 12$, $m=4$: $s_{Rd,max} = 30 \text{ cm}$ (iz 2. uvjeta)

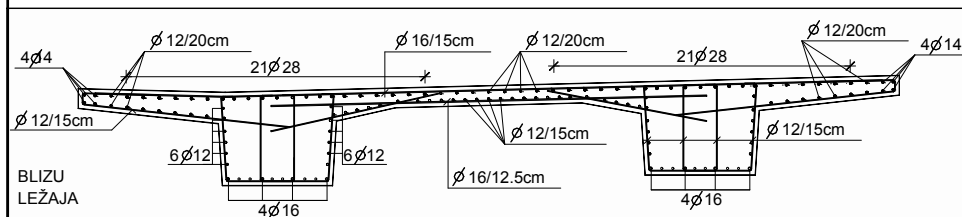
Odabrani razmak mora biti $\leq$ od $s_{Rd,max}$

ODABRANO: $\phi 12/15 \text{ cm}$, $m=4$ (iz metode b) koja je mjerodavna)

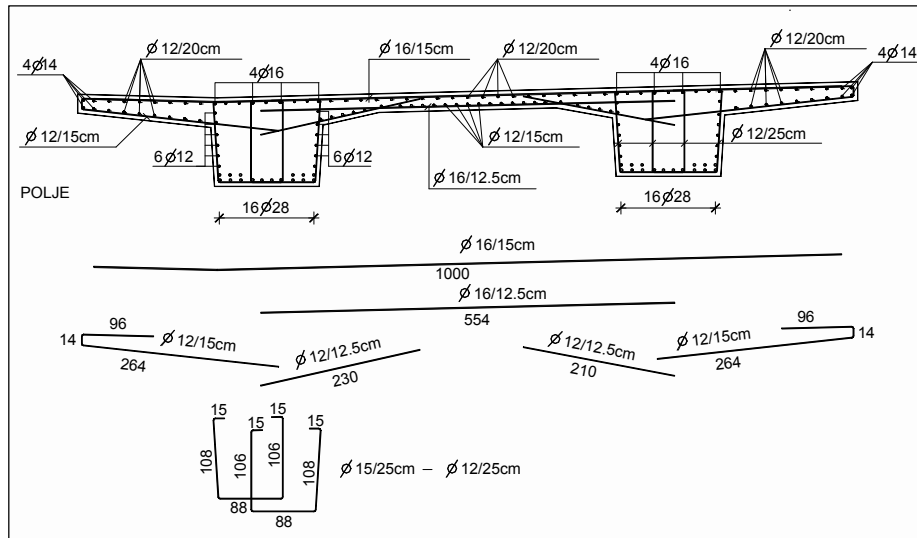
ARMIRANJE REBRA

Armatura rebrastog presjeka

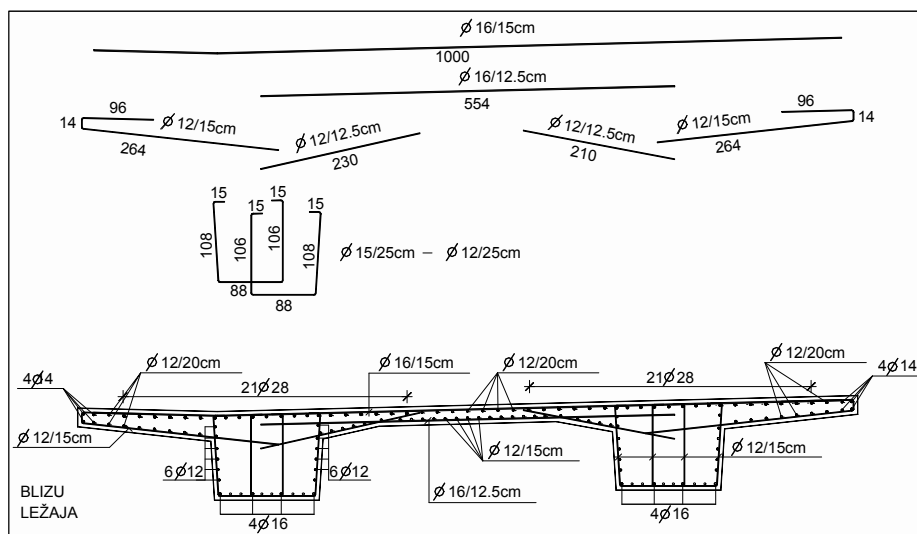
- ☐ Izračunata armatura za jedno rebro
 - ☐ sva armatura udvostručuje i za drugo rebro
- ☐ Glavna armatura
 - ☐ u polju stavljamo, ako je potrebno, u dva reda vodeći računa o pravilnim razmacima šipaka
 - ☐ nad ležajem raspoređujemo po sudjelujućoj širini vodeći računa da su deblji profili u kutovima vilica, a tanji prema krajevima sudjelujuće širine ploče



Skica armature rebrastog presjeka u polju



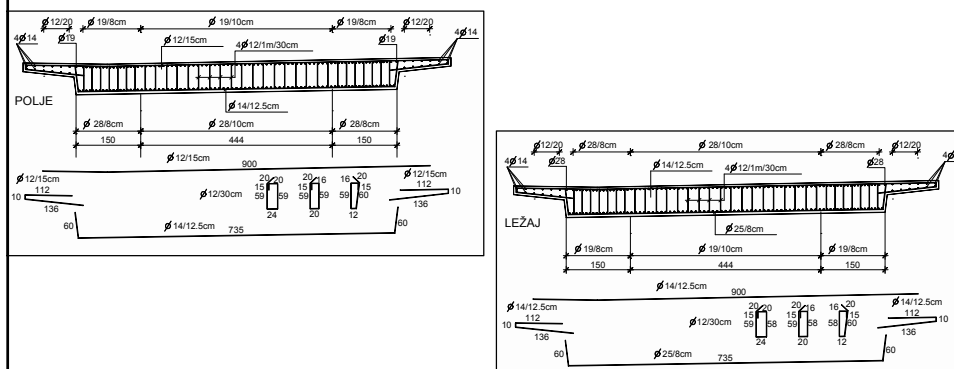
Skica armature rebrastog presjeka u blizini ležaja



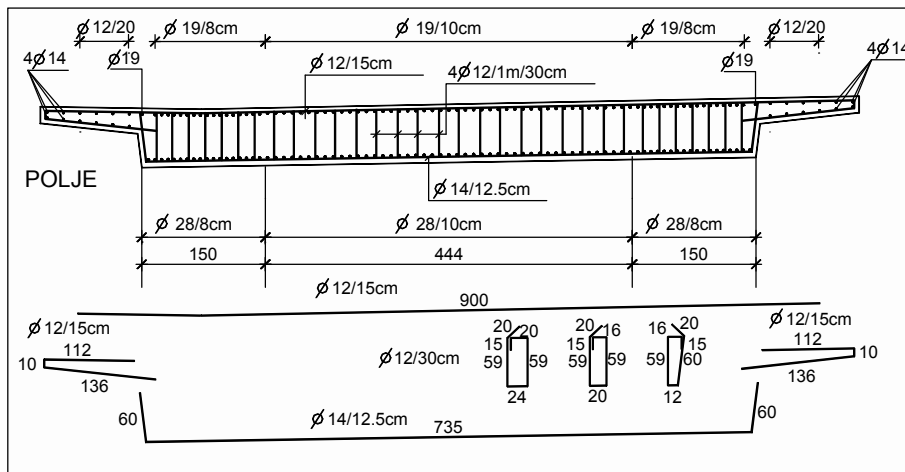
ARMIRANJE PLOČE

Armatura pločastog presjeka

- ☐ Izračunata armatura za središnji trak širine 1 m
- ☐ Rubne dijelove ploče širine 0,2 Ly ojačavamo s 10 do 20% više glavne armature, u skladu s naprijed navedenim pretpostavkama
- ☐ U poprečnom smjeru pokrivamo dijagrame unutarnjih sila za skrivene grede, a potom preostale dijelove ploče armiramo s 20% vrijednosti glavne uzdužne armature



Skica armature ploče u polju



Skica armature ploče u blizini ležaja

