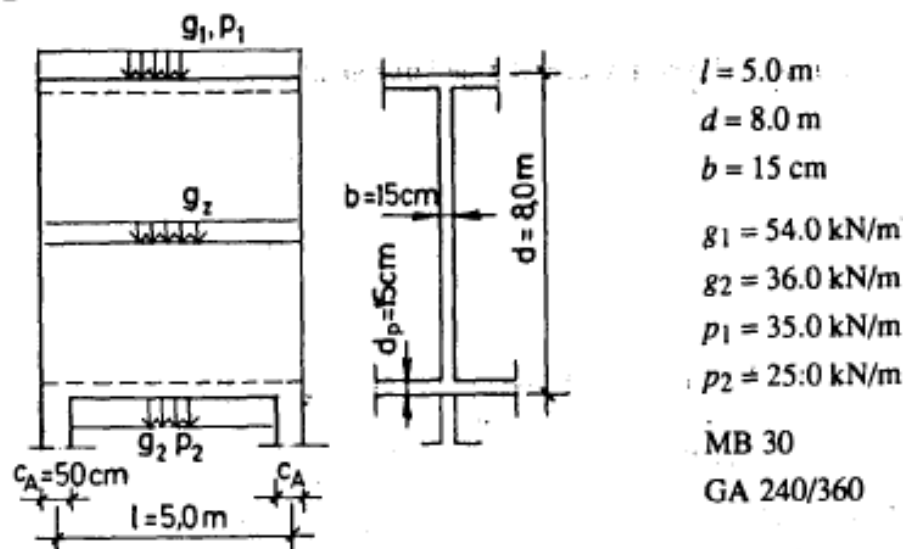


PRILOG 6.17 ZIDNI NOSAČ PREKO JEDNOG RASPONA ($d > l$) DIREKTNO OSLONJEN NA STUBOVE

Dimenzionisati zidni nosač prikazan na skici, opterećen raspoloženim opterećenjem na gornjoj i donjoj ivici.

Podaci



Statički uticaji:

Sopstvena težina zidnog nosača:

$$g_z = 0.15 \times 8.0 \times 25.0 = 30.0 \text{ kN/m}$$

Stalno opterećenje:

$$g = g_z + g_1 + g_2 = 30.0 + 54.0 + 36.0 = 120.0 \text{ kN/m}$$

$$M_g = \frac{120.0 \times 5.0^2}{8} = 375.0 \text{ kNm}$$

$$R_g = \frac{120.0 \times 5.0}{2} = 300.0 \text{ kN}$$

Promenljivo opterećenje:

$$p = p_1 + p_2 = 35.0 + 25.0 = 60.0 \text{ kN/m}$$

$$M_p = \frac{60.0 \times 5.0^2}{8} = 187.5 \text{ kNm}$$

$$R_p = \frac{60.0 \times 5.0}{2} = 150.0 \text{ kN}$$

Određivanje glavne donje armature A_d

$$M_u = 1.6 \times 375.0 + 1.8 \times 187.5 = 937.5 \text{ kNm}$$

Veličinu kraka unutrašnjih sila z_p određujemo na osnovu izraza (201/4) u Priručniku:

$$z_p = 0.6 \times 5.0 = 3.0 \text{ m}$$

$$A_d = \frac{937.5}{3.0 \times 24.0} = 13.02 \text{ cm}^2$$

Minimalno potrebna površina preseka glavne armature data je izrazom (201/11):

Za MB 30: $f_{bzm} = 2.4 \text{ MPa}$

$$\frac{d}{l} = \frac{8.0}{5.0} = 1.6 > 1.0, \text{ pa je:}$$

$$k = 0.15$$

$$\min A_d = 0.15 \times 15.0 \times 500.0 \times \frac{2.4}{240} = 11.25 \text{ cm}^2$$

Usvojeno: $\pm 6 \text{ } \emptyset 12 \text{ (13.57 cm}^2\text{)}$

Ova armatura se raspoređuje u zoni visine približno $0.15 l = 75 \text{ cm}$ ($l < d$) mereno od donje ivice zidnog nosača.

Armatura po obrazima zidnog nosača

Minimalna površina preseka šipki ortogonalne mreže koja se postavlja po obrazima zidnog nosača definisana je Članom 202. Pravilnika BAB 87. Za glatku armaturu GA 240/360, za jedan pravac i jednu mrežu, to iznosi:

$$\min a_{ah} = \min a_{av} = 0.125 \times b' = 0.125 \times 15 = 1.88 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Prema uputstvima DIN 1045, površina ove armature treba da iznosi najmanje:

$$\pm 2.5 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ za GA 240/360}$$

$$\pm 1.5 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ za RA 400/500 i MA 500/560}$$

Horizontalna armatura:

$$\max e_a = \min \left\{ \begin{array}{l} 2b = 30 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} \end{array} \right\} = 30 \text{ cm}$$

Kao konstrukcijska (minimalna) armatura:

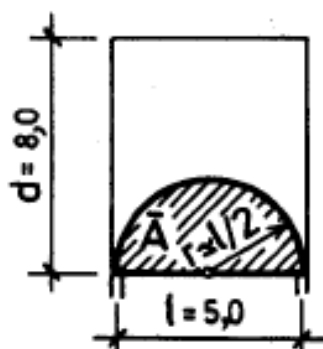
Usvojeno: $\pm \emptyset 10/30 \text{ (}\pm 2.62 \text{ cm}^2/\text{m)}$

U zoni visine približno $l/3$ ($l < d$), mereno od gornje šipke donje glavne armature A_d , konstrukcijska armatura se pojačava bar 50% u cilju ograničenja širine prslina.

Usvojeno: $\pm \emptyset 10/30$ i $\pm \emptyset 8/30$ ($\pm 4.29 \text{ cm}^2/\text{m}$)
na delu nosača visine 1.80 m iznad
armature A_d .

Verikalna armatura:

Konstruktivnoj vertikalnoj armaturi mora se dodati i vertikalna armatura za direktno prihvatanje opterećenja koje deluje na donjoj ivici nosača. Pored stalnog g_2 i promenljivog p_2 opterećenja, pod "obešenim" teretom možemo smatrati i deo sopstvene težine zidnog nosača koji odgovara šrafiranoj površini \bar{A} na skici.



$$\bar{A} = \frac{l^2 \times \pi}{8} = \frac{5.0^2 \times \pi}{8} = 9.82 \text{ m}^2$$

$$\bar{g}_z = \frac{\bar{A}}{d \times l} \times g_z = \frac{9.82}{8.0 \times 5.0} \times 30.0 = 7.5 \text{ kN/m}$$

$$\bar{g}_z + g_2 = 7.5 + 36.0 = 43.5 \text{ kN/m}$$

$$p_2 = 25.0 \text{ kN/m}$$

$$q_{2,u} = 1.6 \times 43.5 + 1.8 \times 25.0 = 114.6 \text{ kN/m}$$

Ukupna potrebna armatura a'_{av} za direktno prihvatanje "obešenog" tereta, za oba lica zida, iznosi:

$$a'_{av} = \frac{q_{2,u}}{\sigma_v} = \frac{114.6}{24.0} = 4.78 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Ukupno potrebna vertikalna armatura po jednom licu nosača van oslonačkih zona iznosi:

$$\min a_{av} + \frac{1}{2} a'_{av} = 1.88 + \frac{1}{2} \times 4.78 = 4.27 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Usvojeno: U $\emptyset 10/30$ + U $\emptyset 8/30$ ($4.29 \text{ cm}^2/\text{m}$)

U oslonačkim zonama širine približno $0.2 l = 1.0 \text{ m}$ (mereno od unutrašnje ivice oslonca), usvaja se vertikalna armatura – zatvorene uzengije površine:

$$1.5 \times \min a_{av} + \frac{1}{2} a'_{av} = 1.5 \times 1.88 + \frac{1}{2} \times 4.78 = 5.21 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Usvojeno: U $\emptyset 10/15$ ($5.24 \text{ cm}^2/\text{m}$)

U gornjem delu nosača, iznad visine $y = l = 5.0$ m (odnosno $0.8 l = 4.0$ m neposredno oko oslonaca), dovoljna je konstruktivna armatura.

Usvojeno: $U \varnothing 10/30$ ($2.62 \text{ cm}^2/\text{m}$)

Ograničenje reakcije oslonaca

Kako se opterećenje zidnog nosača prenosi direktno na stubove, ograničenje reakcije A_u se vrši prema izrazu (201/13):

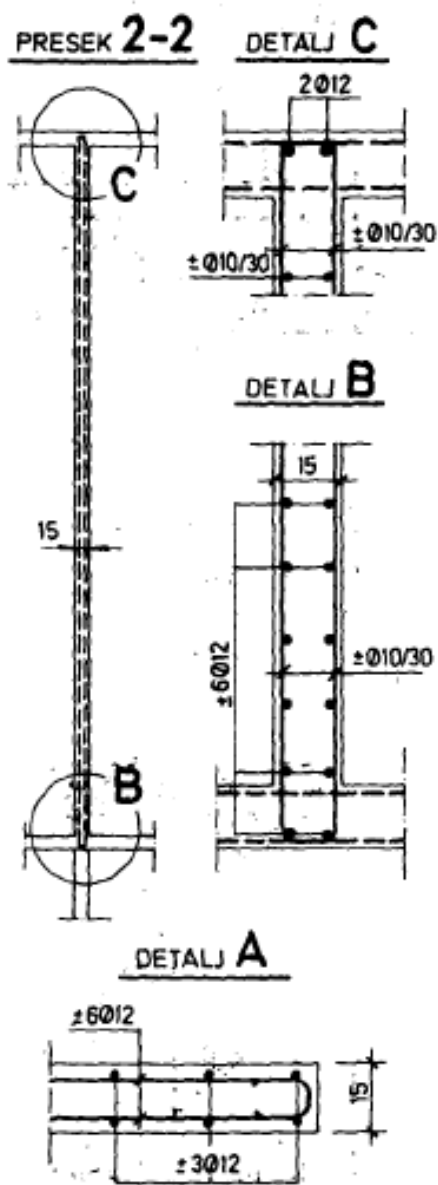
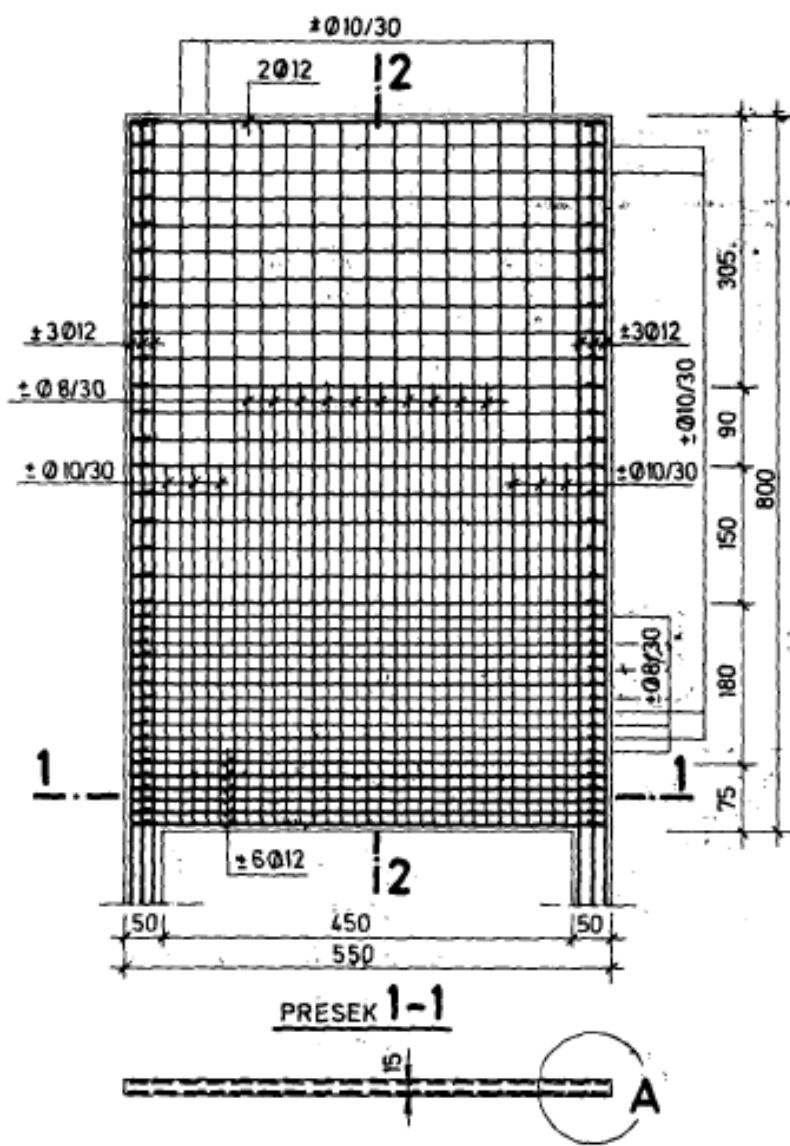
Za MB 30: $f_b = 20.5 \text{ MPa}$, i

$$c = 50 \text{ cm}$$

$$d_p = 15 \text{ cm}$$

$$\max A_u = 0.8 \times 20.5 \times 10^{-1} \times 15.0 \times (50.0 + 15.0) = 1599.0 \text{ kN}$$

$$A_u = 1.9 \times 300.0 + 2.1 \times 150.0 = 885.0 \text{ kN} < \max A_u = 1599.0 \text{ kN}$$

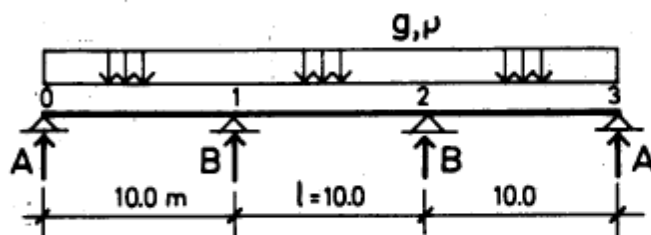


Šema armiranja zida

PRILOG 6.18 KONTINUALNI ZIDNI NOSAČ NA TRI POLJA, DIREKTNO OSLO NJEN NA STUBOVE

Dimenzionisati kontinualni zidni nosač preko tri jednaka raspona. Nosač je opterećen stalnim opterećenjem (uključujući i sopstvenu težinu nosača) i promenljivim opterećenjem. Celokupno opterećenje se na nosač prenosi preko gornje ivice.

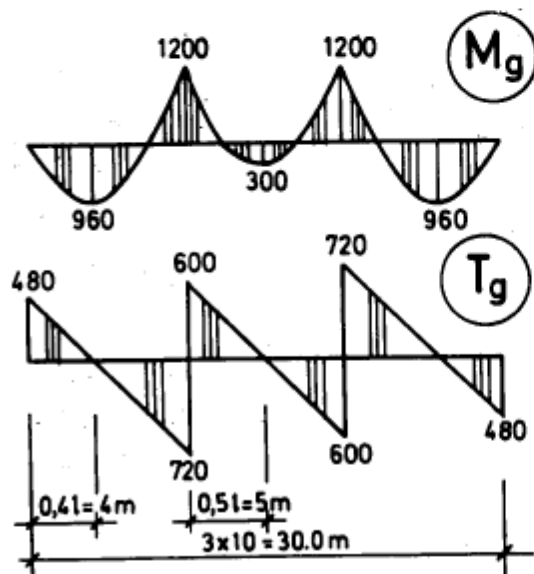
Podaci:



$d = 5.0 \text{ m}$
 $b = 20 \text{ cm}$
 $l = 10.0 \text{ m}$
 $g = 120.0 \text{ kN/m}$
 $p = 75.0 \text{ kN/m}$
 MB 30
 GA 240/360

Statički uticaji

Stalno opterećenje



$$M_{1,g} = -0.10 \times 120.0 \times 10.0^2$$

$$= -1200.0 \text{ kNm}$$

$$\max. M_{01,g} = 0.08 \times 120.0 \times 10.0^2$$

$$= 960.0 \text{ kNm}$$

$$\max M_{12,g} = 0.025 \times 120.0 \times 10.0^2$$

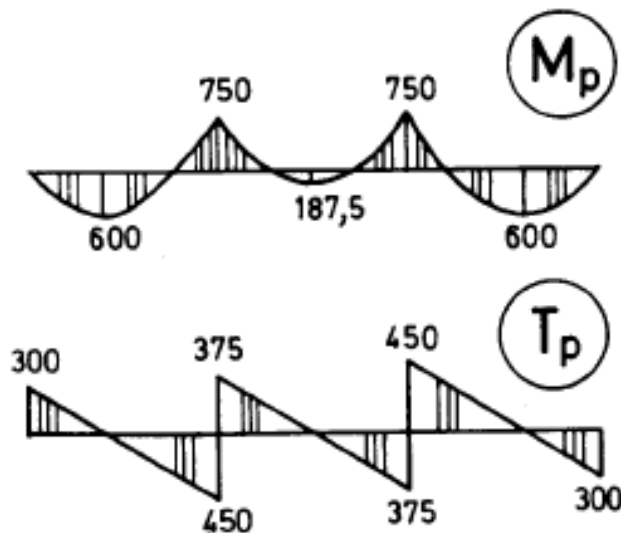
$$= 300.0 \text{ kNm}$$

$$A_g = 0.4 \times 120.0 \times 10.0 = 480.0 \text{ kN}$$

$$B_g = 1.1 \times 120.0 \times 10.0$$

$$= 1320.0 \text{ kN}$$

Promenljivo opterećenje



$$M_{1,p} = -0.10 \times 75.0 \times 10.0^2$$

$$= -750.0 \text{ kNm}$$

$$\max M_{01,p} = 0.08 \times 75.0 \times 10.0^2$$

$$= 600.0 \text{ kNm}$$

$$\max M_{12,p} = 0.025 \times 75.0 \times 10.0^2$$

$$= 187.5 \text{ kNm}$$

$$A_p = 0.4 \times 75.0 \times 10.0 = 300.0 \text{ kN}$$

$$B_p = 1.1 \times 75.0 \times 10.0 = 825.0 \text{ kN}$$

Određivanje donje glavne armature A_a

Prvo polje

$$M_u = 1.6 \times 960.0 + 1.8 \times 600.0 = 2616.0 \text{ kNm}$$

$$z_{p1} = 0.5 \times 5.0 \times \left(1.9 - \frac{5.0}{10.0} \right) = 3.50 \text{ m}$$

$$A_a = \frac{2616.0}{3.50 \times 24.0} = 31.14 \text{ cm}^2$$

Prema izrazu (201/11), za odnos d/l :

$$d/l = 0.50: \quad k = 0.20$$

$$\min A_a = 0.20 \times 20.0 \times 500.0 \times \frac{2.40}{240} = 20.0 \text{ cm}^2$$

Usvojeno: $8 \text{ } \emptyset 16$ (32.17 cm^2)

Ovu armaturu raspoređujemo u zoni od približno $0.15 d = 75 \text{ cm}$ mereno od donje ivice nosača.

Srednje polje

$$M_u = 1.6 \times 300.0 + 1.8 \times 187.5 = 817.5 \text{ kNm}$$

Minimalni momenat za dimenzionisanje armature je momenat u polju obostrano uklještena grede.

$$\min M_{\text{M}} = \frac{q_{\text{M}} \times l^2}{24} = \frac{(1.6 \times 120.0 + 1.8 \times 75.0) \times 10.0^2}{24} = 1362.5 \text{ kNm}$$

$$z_{p2} = 0.5 \times 5.0 \times \left(1.8 - \frac{5.0}{10.0}\right) = 3.25 \text{ m}$$

$$A_a = \frac{1362.5}{3.25 \times 24.0} = 17.47 \text{ cm}^2 ; \min A_a \geq 20.0 \text{ cm}^2$$

Usvojeno: $\pm 4 \text{ } \emptyset 14 \text{ i } \pm 4 \text{ } \emptyset 12 \text{ (21.36 cm}^2\text{)}$

Odredjivanje gornje armature A_a^o

$$M_{\text{M}} = 1.6 \times 1200.0 \times 1.8 \times 75.0 = 3270.0 \text{ kNm}$$

$$z_o = z_{p1} = 3.50 \text{ m}$$

$$A_a^o = \frac{3270.0}{3.5 \times 24.0} = 38.93 \text{ cm}^2$$

Ova armatura se raspoređuje na način prikazan na slici 201/3 u Priručniku:

- u zoni 1, visine $0.2 d = 1.0 \text{ m}$, smešteno je:

$$A_{a1}^o = \frac{1}{2} \times \left(\frac{10.0}{5.0} - 1.0\right) \times 38.93 = 19.46 \text{ cm}^2$$

što po jednom licu nosača, na dužni metar visine iznosi

$$\frac{A_{a1}^o}{2 \times 0.2 d} = \frac{19.46}{2 \times 1.0} = 9.73 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Usvojeno: $\pm \emptyset 12/10 \text{ (}\pm 11.31 \text{ cm}^2/\text{m)}$

- u zoni 2, visine $0.6 d = 3.0 \text{ m}$, smešta se ostatak armature:

$$A_{a2}^o = A_a^o - A_{a1}^o = 38.93 - 19.46 = 19.46 \text{ cm}^2$$

što po jednom licu nosača, na dužni metar, iznosi:

$$\frac{A_{a2}^o}{2 \times 0.6 d} = \frac{19.46}{2 \times 3.0} = 3.24 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Usvojeno: $\pm \emptyset 10/15 \text{ (}\pm 5.24 \text{ cm}^2/\text{m)}$

Polovina ove armature se prekida na rastojanju od približno $0.4 d = 2.00 \text{ m}$ od ivice oslonca, dok druga polovina formira konstruktivnu armaturnu mrežu.

$$\min a_{ah} = \min a_{av} = 0.125 \times 20.0 = 2.5 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Usvojeno: $\pm \emptyset 10/30 \text{ (}\pm 2.62 \text{ cm}^2/\text{m)}$

Kako se opterećenje prenosi preko gornje ivice direktno oslonjenog zidnog nosača, vertikalna armatura se ne proračunava, već se usvaja minimalna armatura, koja se u oslonačkim zonama udvostručuje.

Usvojeno: U Ø 10/30 ($\pm 2.62 \text{ cm}^2/\text{m}$) osnovna mreža
U Ø 10/15 ($\pm 5.24 \text{ cm}^2/\text{m}$) u oslonačkoj zoni

Kontrola reakcija oslonaca

Granične vrednosti reakcija A_u i B_u upoređujemo sa maksimalno dopuštenim vrednostima, datim izrazima (201/13) i (201/14):

$$c_A = 60 \text{ cm} \Rightarrow \max A_u = 0.8 \times 2.05 \times 20.0 \times (60.0 + 0.0) = 1968.0 \text{ kN}$$

$$c_B = 90 \text{ cm} \Rightarrow \max B_u = 1.2 \times 2.05 \times 20.0 \times (90.0 + 0.0) = 4428.0 \text{ kN}$$

$$A_u = 1.9 \times 480.0 + 2.1 \times 300.0 = 1542.0 \text{ kN}$$

$$B_u = 1.9 \times 1320.0 + 2.1 \times 825.0 = 4240.5 \text{ kN}$$

Vršimo redukciju reakcija oslonaca:

$$A_{u,red.} = \xi \times A_u$$

$$B_{u,red.} = (A_u + B_u) - A_{u,red.}$$

Za odnos

$$\frac{d}{l} = \frac{5.0}{10.0} = 0.50$$

linearnom interpolacijom vrednosti datih u tabeli 201/1 u Priručniku, nalazimo:

$$\xi_{(0.4)} = 1.08$$

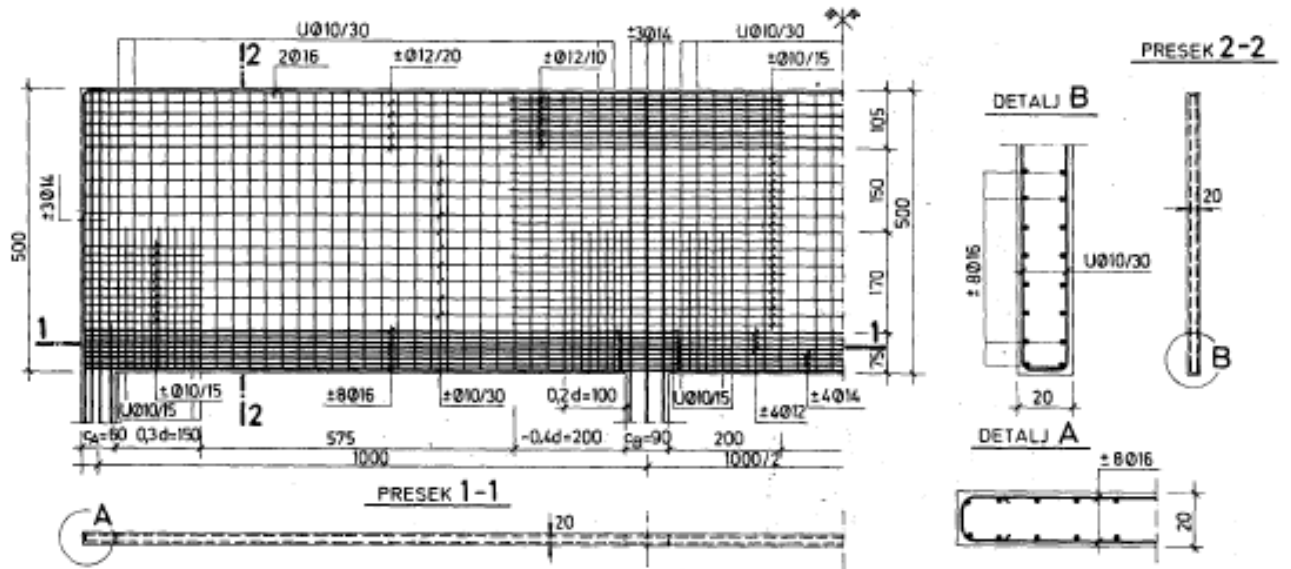
$$\xi_{(0.7)} = 1.13$$

$$\xi_{(0.5)} = 1.13 - \frac{1.13 - 1.08}{0.7 - 0.4} \times (0.7 - 0.5) = 1.097$$

$$A_{u,red.} = 1.097 \times 1542.0 = 1691.1 \text{ kN} < \max A_u = 1968.0 \text{ kN}$$

$$B_{u,red.} = 1542.0 + 4240.5 - 1691.1 = 4091.4 < \max B_u = 4428.0 \text{ kN.}$$

Šema armiranja zida

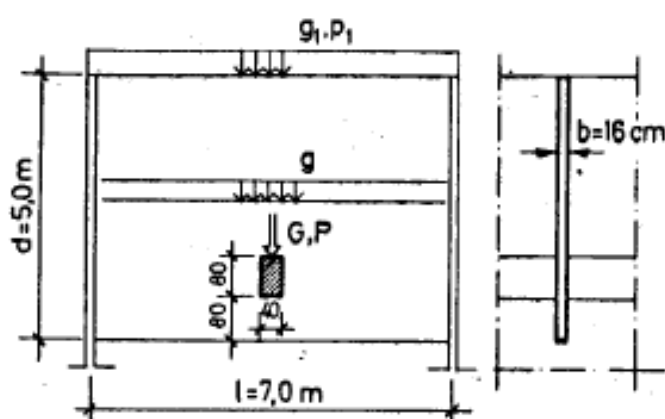


PRILOG 6.19

ZIDNI NOSAČ PREKO JEDNOG RASPONA INDIREKTNO OSLO NJEN NA POPREČNE ZIDNE NOSAČE

Dimenzionisati zidni nosač prikazan na skici, opterećen ravnomerno podeljenim opterećenjem na gornjoj ivici i koncentrisanim opterećenjem u sredini raspona.

Podaci



- $d = 5.0 \text{ m}$
- $b = 16 \text{ cm}$
- $l = 7.0 \text{ m}$
- $g_1 = 60.0 \text{ kN/m}$
- $p_1 = 80.0 \text{ kN/m}$
- $G = 200.0 \text{ kN}$
- $P = 320.0 \text{ kN}$
- MB 35
- RA 400/500

Statički uticaji

Sopstvena težina zidnog nosača:

$$0.16 \times 5.0 \times 25.0 = 20.0 \text{ kN/m}$$

$$M_g = \frac{(60.0 + 20.0) \times 7.0^2}{8} + 200.0 \times \frac{7.0}{4} = 840.0 \text{ kNm}$$

$$M_p = \frac{80.0 \times 7.0^2}{8} + 320.0 \times \frac{7.0}{4} = 1050.0 \text{ kNm}$$

$$R_g = \frac{1}{2} \times [(60.0 + 20.0) \times 7.0 + 200.0] = 380.0 \text{ kN}$$

$$R_p = \frac{1}{2} \times (80.0 \times 7.0 + 320.0) = 440.0 \text{ kN}$$

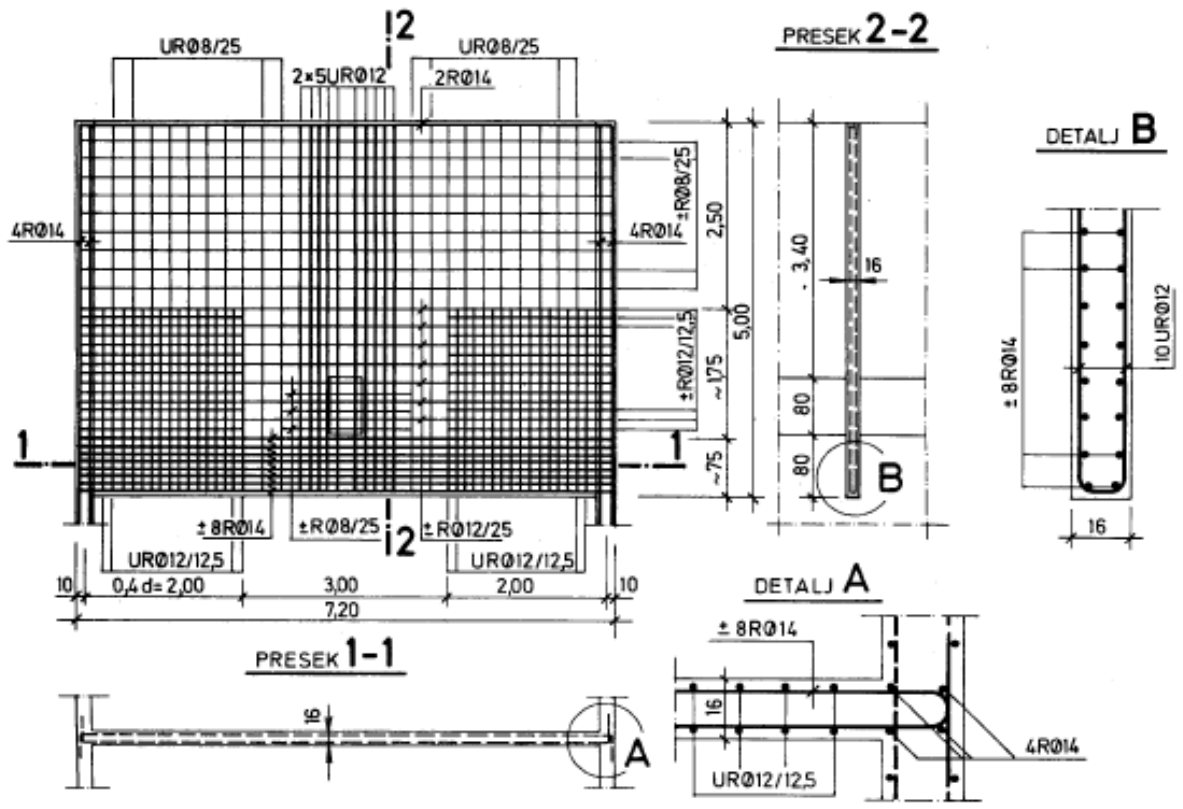
Određivanje glavne armature

$$M_u = 1.6 \times 840.0 + 1.8 \times 1050.0 = 3234.0 \text{ kNm}$$

$$z = 0.3 \times 5.0 \times \left(3.0 - \frac{5.0}{7.0}\right) = 3.43 \text{ m}$$

$$A_a = \frac{3234.0}{3.43 \times 40.0} = 23.58 \text{ cm}^2$$

F69



Za MB 35: $f_{bzm} = 2.65 \text{ MPa}$

$$\frac{d}{l} = \frac{5.0}{7.0} = 0.71, \text{ pa je:}$$

$$k = 0.18$$

$$\min A_a = 0.18 \times 16.0 \times 500.0 \times \frac{2.65}{400} = 9.54 \text{ cm}^2$$

Usvojeno: $\pm 8 \text{ } \emptyset 14 \text{ (24.63 cm}^2\text{)}$

Ovu armaturu raspoređujemo u zoni visine približno $0.15 d = 75 \text{ cm}$ mereno od donje ivice nosača.

Armatura za prihvatanje koncentrisanog opterećenja

$$Q_u = 1.6 \times 200.0 + 1.8 \times 320.0 = 896.0 \text{ kN}$$

Ovu silu direktno prihvatamo vertikalnom armaturom.

$$A_{av} = \frac{Q_u}{\sigma_v} = \frac{896.0}{40.0} = 22.40 \text{ cm}^2$$

Usvojeno: $2 \times 5 \text{ U R} \emptyset 12 \text{ (22.62 cm}^2\text{)}$

Kontrola granične transverzalne sile

Za slučaj indirektnog oslanjanja nosača, graničnu transverzalnu silu poredimo sa dopuštenom vrednošću, datom izrazom (201/12).

Za MB 35: $f_b = 23.0 \text{ MPa}$

$$\max T_u = 0.10 \times 16.0 \times 500.0 \times 23.0 \times 10^{-1} = 1840.0 \text{ kN}$$

$$T_u = 1.6 \times 380.0 + 1.8 \times 440.0 = 1400.0 \text{ kN} < \max T_u = 1840.0 \text{ kN}$$

Armatura za prihvatanje glavnih napona zatezanja

Vertikalna armatura:

$$A_{av} = \frac{1400.0}{40.0} = 35.0 \text{ cm}^2$$

Ova armatura se raspoređuje na oba lica nosača, na dužini od približno $0.40 d = 2.0 \text{ m}$ mereno od unutrašnje ivice oslonca. Po jednom licu nosača, po jednom dužnom metru, potrebno je:

$$\frac{A_{av}}{2 \times 0.4 d} = \frac{35.0}{2 \times 2.0} = 8.75 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Usvojeno: $\text{U R} \emptyset 12/12.5 \text{ (9.05 cm}^2/\text{m)}$

Horizontalna armatura:

$$A_{ah} = \frac{0.8 \times 1400.0}{40.0} = 28.0 \text{ cm}^2$$

Ova armatura se raspoređuje iznad glavne armature A_a , do visine od približno $0.5 d = 2.50 \text{ m}$.

Po jednom licu, na dužni metar nosača, potrebno je:

$$\frac{A_{ah}}{2 \times (0.5 - 0.15) \times d} = \frac{28.0}{2 \times 1.75} = 8.0 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Usvojeno: $\pm R\emptyset 12/12.5 (\pm 9.05 \text{ cm}^2/\text{m})$

Konstruktivna armatura

Na ostalom delu visine nosača (gornjih 2.50 m) usvaja se konstruktivna armatura:

$$\min a_{ah} = \min a_{av} = 0.10 \times 16.0 = 1.60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\max e_a = \min \left\{ \begin{array}{l} 2b = 32 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} \end{array} \right\} = 30 \text{ cm}$$

Usvojeno: $R\emptyset 8/25 (\pm 2.01 \text{ cm}^2/\text{m})$