

- 1 Dimenzionisati nosač sistema proste grede, raspona $L=6.0$ m, opterećen jednako raspodeljenim stalnim opterećenjem $g = 35$ kN/m i povremenim opterećenjem $p = 20$ kN/m. Nosač je pravougaonog poprečnog preseka, dimenzija $b/d = 30/60$ cm, izvodi se od betona MB 30 i armira rebrastom armaturom RA 400/500. Za usvojeni raspored armature sračunati napone u betonu i armaturi, srednje rastojanje i karakterističnu širinu prslina i maksimalni ugib nosača, vodeći računa o dugotrajnom dejstvu stalnog opterećenja.

$$M_g = 35 \cdot 6.0^2 / 8 = 157.5 \text{ kNm} \quad ; \quad M_p = 20 \cdot 6.0^2 / 8 = 90 \text{ kNm}$$

$$T_g = 35 \cdot 6.0 / 2 = 105 \text{ kN} \quad ; \quad T_p = 20 \cdot 6.0 / 2 = 60 \text{ kN}$$

1.1 DIMENZIONISANJE

$$M_u = 1.6 \cdot 157.5 + 1.8 \cdot 90 = 414 \text{ kNm}$$

$$\text{MB 30} \quad \Rightarrow \quad f_B = 20.5 \text{ MPa} = 2.05 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{RA 400/500} \quad \Rightarrow \quad s_v = 400 \text{ MPa} = 40.0 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{pretp. } a_1 = 7 \text{ cm} \quad \text{P} \quad h = 60 - 7 = 53 \text{ cm} \quad ; \quad b = 30 \text{ cm}$$

$$k = \frac{53}{\sqrt{\frac{414 \times 10^2}{30 \times 2.05}}} = 2.043 \quad \text{P} \quad \varepsilon_b/\varepsilon_a = 3.5/6.622\text{‰} \quad ; \quad \bar{\mu} = 27.991\%$$

$$A_{a,\text{potr.}} = 27.991 \times \frac{30 \times 53}{100} \times \frac{2.05}{40} = 22.81 \text{ cm}^2$$

$$\text{usvojeno:} \quad \mathbf{6R\emptyset 22} \quad (22.80 \text{ cm}^2)$$

1.2 OSIGURANJE OD GLAVNIH NAPONA ZATEZANJA

$$T_u = 1.6 \cdot 105 + 1.8 \cdot 60 = 276 \text{ kN}$$

$$\text{MB 30} \quad \Rightarrow \quad \tau_r = 1.1 \text{ MPa} = 0.11 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_n = \frac{276}{30 \times 0.9 \times 53} = 0.193 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad \left\{ \begin{array}{l} > \tau_r = 0.11 \text{ kN/cm}^2 \\ < 3\tau_r = 0.33 \text{ kN/cm}^2 \end{array} \right.$$

$$\lambda = \frac{L}{2} \times \left(1 - \frac{\tau_r}{\tau_n} \right) = 300 \times \left(1 - \frac{1.1}{1.93} \right) = 129 \text{ cm}$$

$$\tau_{Ru} = 1.5 \times (0.193 - 0.11) = 0.124 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{usvojeno: } m = 2 \quad ; \quad q = 45^\circ \quad ; \quad a = 90^\circ$$

$$e_u = \frac{2 \times a_u^{(1)}}{30 \times 0.124} \times 40 \times (0 + 1 \times 1) = 21.45 \cdot a_u^{(1)}$$

$$\text{za pretpostavljene UR}\emptyset 8: \quad a_u^{(1)} = 0.503 \text{ cm}^2 \quad \Rightarrow \quad e_u = 21.45 \cdot 0.503 = 10.8 \text{ cm}$$

$$\text{usvojeno:} \quad \mathbf{UR\emptyset 8/10} \quad (m=2)$$

$$\Delta A_a = \frac{T_{mu}}{2\sigma_v} \times (\text{ctg}\theta - \text{ctg}\alpha) = \frac{276}{2 \times 40} \times (1 - 0) = 3.45 \text{ cm}^2$$

$$\text{usvojeno:} \quad \mathbf{2R\emptyset 22} \quad (7.60 \text{ cm}^2)$$

2. PRORAČUN KARAKTERISTIČNE ŠIRINE PRSLINA

2.1 SREDNJE RASTOJANJE PRSLINA

$$a_0 = a' - \varnothing/2 = 4.5 - 2.2/2 = 3.4 \text{ cm}$$

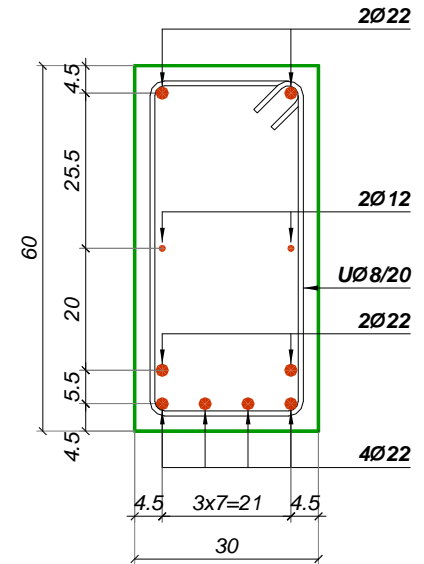
$$\varnothing = 22 \text{ mm} = 2.2 \text{ cm} \quad ; \quad k_1 = 0.4 \text{ (RA 400/500)}$$

$$e_{\varnothing} = 7 \text{ cm} \quad ; \quad k_2 = 0.125$$

$$h_{bz,ef.} = \min \left\{ \begin{array}{l} 10 + 7.5 \times 2.2 = 26.5 \text{ cm} \\ d - x' \approx d/2 = 60/2 = 30 \text{ cm} \end{array} \right\} = 26.5 \text{ cm}$$

$$\mu_{z1,ef.} = \frac{A_{a1}}{A_{bz,ef.}} = \frac{22.80}{30 \times 26.5} = 0.0287 = 2.87\%$$

$$I_{ps} = 2 \times \left(3.4 + \frac{7.0}{10} \right) + 0.4 \times 0.125 \times \frac{2.2}{2.87 \times 10^{-2}} = 12.0 \text{ cm}$$



2.2 ODREĐIVANJE NAPONA U ZATEGNUTOJ ARMATURI

$$n = \frac{E_a}{E_b} = \frac{210}{31.5} = 6.67 \quad ; \quad \alpha_2 = \frac{a_2}{h} = \frac{4.5}{53.67} = 0.084$$

$$\mu_1 = \frac{22.80}{30 \times 53.67} = 1.42\% \quad ; \quad \mu_2 = \frac{7.60}{30 \times 53.67} = 0.47\%$$

$$s^2 + 2 \times 6.67 \times (1.42 + 0.47) \times 10^{-2} \times s - 2 \times 6.67 \times (1.42 + 0.47 \times 0.084) \times 10^{-2} = 0$$

$$s^2 + 0.252 \times s - 0.194 = 0 \Rightarrow s = 0.332$$

$$J_{Iib} = \frac{s^2}{2} \times \left(1 - \frac{s}{3} \right) = \frac{0.332^2}{2} \times \left(1 - \frac{0.332}{3} \right) = 0.049$$

$$\sigma_b = \frac{M_a}{b \times h^2} \times \frac{s}{J_{Iib} + n \times \mu_2 \times (s - \alpha_2) \times (1 - \alpha_2)}$$

$$M_a = M = M_g + M_p = 157.5 + 90 = 247.5 \text{ kNm}$$

$$\sigma_b = \frac{247.5 \times 10^2}{30 \times 53.67^2} \times \frac{0.332}{0.049 + 6.67 \times 0.47 \times 10^{-2} \times (0.332 - 0.084) \times (1 - 0.084)}$$

$$\sigma_b = 1.69 \text{ kN/cm}^2 = 16.9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{a1} = n \times \sigma_b \times \frac{1-s}{s} = 6.67 \times 16.9 \times \frac{1-0.332}{0.332} = 226.5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{a2} = n \times \sigma_b \times \frac{s - \alpha_2}{s} = 6.67 \times 16.9 \times \frac{0.332 - 0.084}{0.332} = 84.3 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_b = \frac{\sigma_b}{E_b} = \frac{16.9}{31.5 \times 10^3} = 0.537\text{‰}$$

$$\varepsilon_{a1} = \frac{\sigma_{a1}}{E_a} = \frac{226.5}{210 \times 10^3} = 1.079\text{‰} \quad ; \quad \varepsilon_{a2} = \frac{\sigma_{a2}}{E_a} = \frac{84.3}{210 \times 10^3} = 0.402\text{‰}$$

2.3 ODREĐIVANJE KARAKTERISTIČNE ŠIRINE PRSLINA

$$MB\ 30\ \text{P}\ f_{bz,m} = 2.4\ \text{MPa}\ \text{P}\ f_{bz} = 0.7 \cdot f_{bz,m} = 0.7 \cdot 2.4 = 1.68\ \text{MPa}$$

$$f_{bzs} = 1.68 \times \left(0.6 + \frac{0.4}{\sqrt[4]{0.60}} \right) = 1.77\ \text{MPa} = 0.177\ \text{kN/cm}^2$$

$$W_{b1} = \frac{30 \times 60^2}{6} = 18000\ \text{cm}^3\ \text{P}\ M_r = 0.177 \cdot 18000 \times 10^{-2} = 31.9\ \text{kNm/m} < M$$

$$\left. \begin{array}{l} \beta_1 = 1.0\ (RA\ 400/500) \\ \beta_2 = 1.0\ (t = 0) \end{array} \right\} \Rightarrow \zeta_a = 1 - 1.0 \times 1.0 \times \left(\frac{31.9}{247.5} \right)^2 = 0.983$$

$$a_{pk} = 1.7 \cdot 0.983 \cdot 1.079 \cdot 10^{-3} \cdot 12.0 = 22 \cdot 10^{-3}\ \text{cm} = 0.22\ \text{mm}$$

3. ODREĐIVANJE UGIBA U SREDINI RASPONA

Potrebne geometrijske karakteristike neisprskalog betonskog preseka i položaj težišta ukupne armature u preseku dati su sledećim izrazima:

$$A_b^I = b \cdot d = 30 \cdot 60 = 1800\ \text{cm}^2$$

$$y_{b1} = y_{b2} = d/2 = 60/2 = 30\ \text{cm}$$

$$J_b^I = \frac{b \times d^3}{12} = \frac{30 \times 60^3}{12} = 540000\ \text{cm}^4$$

$$A_{a1} = 22.80\ \text{cm}^2 ;\ A_{a2} = 7.60\ \text{cm}^2$$

$$A_a = A_{a1} + A_{a2} = 22.80 + 7.60 = 30.41\ \text{cm}^2$$

Položaj težišta ukupne armature u odnosu na gornju ivicu preseka:

$$y_{a2} = \frac{22.80 \times 53.67 + 7.6 \times 4.5}{30.41} = 41.38\ \text{cm}$$

Položajni moment inercije armature u odnosu na težište ukupne armature:

$$J_a = A_{a2} \times (y_{a2} - a_2)^2 + A_{a1} \times (y_{a2} - h)^2$$

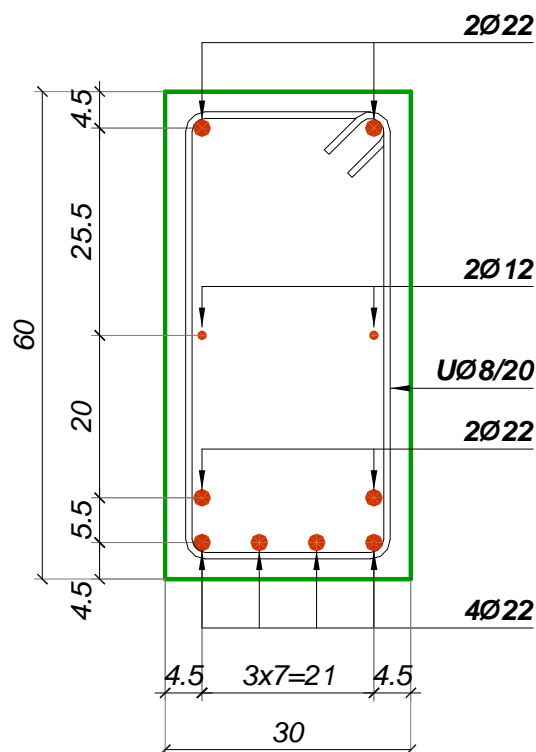
$$J_a = 7.60 \times (41.38 - 4.5)^2 + 22.80 \times (41.38 - 53.67)^2 = 13784\ \text{cm}^4$$

Najpre će biti sračunat maksimalni ugib usled stalnog opterećenja.

3.1 ELASTIČNO REŠENJE - STALNO OPTEREĆENJE

Maksimalni ugib nosača sistema proste grede opterećene jednako raspodeljenim opterećenjem $g = 35\ \text{kN/m}$ je u sredini raspona. Uvodeći u proračun moment inercije BRUTO BETONSKOG PRESEKA, određen je izrazom:

$$v_{b,G} = \frac{5 \times g \times l^4}{384 \times E_b \times J_b} = \frac{5 \times 35 \times 6.0^4}{384 \times 31.5 \times 10^6 \times 540000 \times 10^{-8}} = 3.47 \cdot 10^{-3}\ \text{m} = 3.47\ \text{mm}$$



3.2 PRORAČUN UGIBA U TRENUTKU NANOŠENJA OPTEREĆENJA

3.2.1 POČETNI UGIB, UKUPNO OPTEREĆENJE

Posebno se mora sračunati ugib za stanje I (bez prslina) i za stanje II (sa prslinama).

3.2.1.1 Stanje I (bez prslina) - stalno opterećenje

$$A_i^I = A_b^I + n \cdot A_a = 1800 + 6.67 \cdot 30.41 = 2002.7 \text{ cm}^2$$

$$y_{i2}^I = y_{b2}^I + \frac{(y_{a2} - y_{b2}^I) \times n \times A_a}{A_i^I} = 30 + \frac{(41.38 - 30) \times 6.67 \times 30.41}{2002.7} = 31.15 \text{ cm}$$

Moment inercije idealizovanog preseka (beton + armatura) za stanje I određen je izrazom:

$$J_i^I = J_b^I + n \times J_a + A_b^I \times (y_{a2} - y_{b2}^I) \times (y_{i2}^I - y_{b2}^I)$$

$$J_i^I = 540000 + 6.67 \times 13784 + 1800 \cdot (41.38 - 30) \cdot (31.15 - 30) = 655468 \text{ cm}^4$$

$$k_a^I = \frac{J_b^I}{J_i^I} = \frac{540000}{655468} = 0.824$$

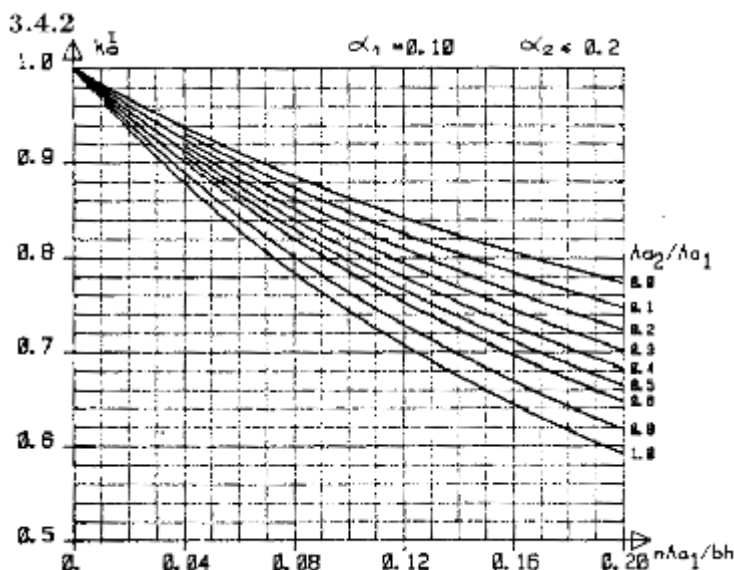
Umesto proračunom geometrijskih karakteristika poprečnog preseka, predmetni koeficijent se može očitati grafički, sa dijagrama iz Priručnika za primenu PBAB 87, Tom 2, odakle sledi:

$$\frac{a_1}{d} = \frac{6.33}{60} = 0.106 \approx 0.1$$

$$\frac{A_{a2}}{A_{a1}} = \frac{7.60}{22.80} = 0.33$$

$$\frac{n \times A_{a1}}{b \times h} = \frac{6.67 \times 22.80}{30 \times 53.67} = 0.094$$

$$k_a^I = 0.82 \approx 0.824 \text{ (dijagram 3.4.2)}$$



Ugib u trenutku nanošenja opterećenja ($t=0$) usled stalnog opterećenja, za neisprskali presek (stanje I) iznosi:

$$v_M^I(t_0) = k_a^I \cdot v_{b,G} = 0.824 \cdot 3.47 = 2.86 \text{ mm}$$

3.2.1.2 Stanje II (sa prslinama) - stalno opterećenje

Položaj neutralne linije je određen prilikom određivanja napona u zategnutoj armaturi.

$$x^{II} = s \cdot h = 0.332 \cdot 53.67 = 17.84 \text{ cm}$$

$$A_b^{II} = b \cdot x^{II} = 30 \cdot 17.84 = 535.1 \text{ cm}^2$$

$$y_b^{II} = \frac{x^{II}}{2} = \frac{17.84}{2} = 8.92 \text{ cm}$$

$$J_b^{II} = \frac{b \times (x^{II})^3}{12} = \frac{30 \times 17.84^3}{12} = 14186 \text{ cm}^4$$

$$y_i'' = x'' = 17.84 \text{ cm}$$

$$J_i'' = J_b'' + n \times J_a'' + A_b'' \times (y_{a2}'' - y_{b2}'') \times (y_{i2}'' - y_{b2}'')$$

$$J_i'' = 14186 + 6.67 \times 13784 + 535.1 \times (41.38 - 8.92) \times (17.84 - 8.92) = 260966 \text{ cm}^4$$

$$k_a'' = \frac{J_b''}{J_i''} = \frac{540000}{260966} = 2.069$$

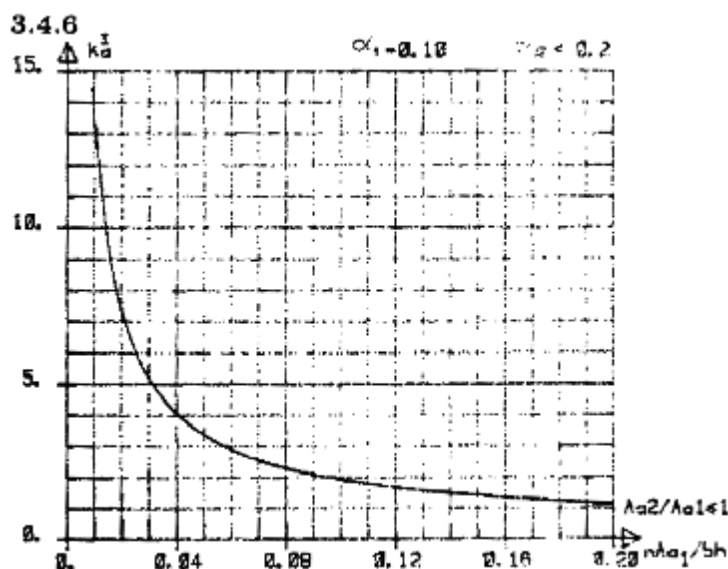
Predmetni koeficijent se može očitati grafički, sa dijagrama iz Priručnika za primenu PBAB 87, Tom 2, odakle sledi:

$$\frac{a_1}{d} = \frac{6.33}{60} = 0.106 \approx 0.1$$

$$\alpha_2 = 4.5/53.67 = 0.08 < 0.2$$

$$\frac{n \times A_{a1}}{b \times h} = \frac{6.67 \times 22.80}{30 \times 53.67} = 0.094$$

$$k_a'' = 2.0 \approx 2.069 \text{ (dijagram 3.4.6)}$$



Ugib u trenutku nanošenja opterećenja ($t=0$) usled stalnog opterećenja, za isprskali presek (stanje II) iznosi:

$$v_M''(t_0) = k_a'' \cdot v_{b,G} = 2.069 \cdot 3.47 = 7.18 \text{ mm}$$

3.2.1.3 Početni ugib u trenutku $t=0$ (stalno opterećenje)

Ukupno, početni ugib u trenutku $t=0$ se dobija iz izraza:

$$v_M(t_0) = (1 - z) \cdot v_M'(t_0) + z \cdot v_M''(t_0)$$

pri čemu je koeficijent sadejstva zategnutog betona između prslina z određen izrazom:

$$\zeta = 1 - \beta_1 \times \beta_2 \times \frac{M_r}{M} \leq 1.0$$

S obzirom da je sračunat moment inercije idealizovanog preseka za stanje bez prslina J_i' , moment pojave prslina M_r biće određen iz izraza:

$$M_r = f_{bzs} \cdot W_{i1}' ; W_{i1}' = \frac{J_i'}{y_{i1}'} = \frac{J_i'}{d - y_{i2}'} = \frac{655468}{60 - 31.15} = 22721 \text{ cm}^3$$

Čvrstoća betona pri zatezanju savijanjem f_{bzs} je određena izrazom:

$$f_{bzs} = f_{bz} \times \left(0.6 + \frac{0.4}{\sqrt[4]{d}} \right) = f_{bz,m} \times \left(0.6 + \frac{0.4}{\sqrt[4]{d}} \right) \geq f_{bz} = f_{bz,m}$$

Posebno se naglašava da je čvrstoća betona pri aksijalnom zatezanju, za razliku od vrednosti koja se koristi pri proračunu prslina, $f_{bz} = f_{bz,m}$ (član 51. Pravilnika BAB 87).

$$f_{bzs} = 2.40 \times \left(0.6 + \frac{0.4}{\sqrt[4]{0.60}} \right) = 2.53 \text{ MPa} = 0.253 \text{ kN/cm}^2$$

$$M_r = 0.253 \times 22721 \times 10^{-2} = 57.5 \text{ kNm} < M = M_g = 157.5 \text{ kNm}$$

$$\left. \begin{array}{l} \beta_1 = 1.0 \text{ (RA400/500)} \\ \beta_2 = 1.0 \text{ (} t=0 \text{)} \end{array} \right\} \text{D } \zeta_G^{t=0} = 1 - 1.0 \times 1.0 \times \frac{57.5}{157.5} = 0.635$$

$$v_M^G(t_0) = (1 - 0.635) \cdot 2.86 + 0.635 \cdot 7.18 = 5.61 \text{ mm}$$

Maksimalni ugib proste grede usled stalnog opterećenja, u trenutku nanošenja opterećenja ($t=0$), je $v_M^G(t_0) = 5.61 \text{ mm}$.

3.2.2 POČETNI UGIB, UKUPNO OPTEREĆENJE

Kako je položaj neutralne linije u preseku napretnom na čisto savijanje nezavisan od veličine momenta savijanja, lako je zaključiti:

3.2.2.1 Stanje I (bez prslina) - ukupno opterećenje

$$v_{M,G+P}^I(t_0) = \frac{g+p}{g} \times v_{M,G}^I(t_0) = \frac{37.5+20}{37.5} \times 2.86 = 4.50 \text{ mm}$$

3.2.2.2 Stanje II (sa prslinama) - ukupno opterećenje

$$v_{M,G+P}^{II}(t_0) = \frac{g+p}{g} \times v_{M,G}^{II}(t_0) = \frac{37.5+20}{37.5} \times 7.18 = 11.29 \text{ mm}$$

3.2.2.3 Početni ugib u trenutku $t=0$ (ukupno opterećenje)

$$\left. \begin{array}{l} \beta_1 = 1.0 \text{ (RA400/500)} \\ \beta_2 = 1.0 \text{ (} t=0 \text{)} \end{array} \right\} \text{D } \zeta_{G+P}^{t=0} = 1 - 1.0 \times 1.0 \times \frac{57.5}{247.5} = 0.768$$

$$v_M^{G+P}(t_0) = (1 - 0.768) \cdot 4.50 + 0.768 \cdot 11.29 = 9.71 \text{ mm}$$

3.3 PRORAČUN UGIBA U TOKU VREMENA

Geometrijske karakteristike idealizovanog poprečnog preseka (beton+armatura) se sračunavaju na isti način kao za stanje $t=0$, s tim da se u odgovarajuće izraze umesto modula deformacije betona E_b unosi korigovani efektivni modul E_b^* .

$$\left. \begin{array}{l} \chi_\infty = 0.8 \\ \varphi_\infty = 2.5 \end{array} \right\} \text{D } \chi_\infty \times \varphi_\infty = 0.8 \cdot 2.5 = 2.0$$

$$E_b^* = \frac{E_b}{1 + \chi_\infty \varphi_\infty} = \frac{31.5}{1 + 2.0} = 10.5 \text{ GPa} \quad \text{D } n^* = \frac{E_a}{E_b^*} = \frac{210}{10.5} = 20$$

3.3.1 TRAJNI UGIB, STALNO OPTEREĆENJE

3.3.1.1 Stanje I (bez prslina) - stalno opterećenje

$$A_i^* = A_b^I + n^* \cdot A_a = 1800 + 20 \cdot 30.41 = 2408.2 \text{ cm}^2$$

$$y_{i2}^* = y_{b2}^I + \frac{(y_{a2} - y_{b2}^I) \times n^* \times A_a}{A_i^*} = 30 + \frac{(41.38 - 30) \times 20 \times 30.41}{2408.2} = 32.87 \text{ cm}$$

Moment inercije idealizovanog preseka (beton + armatura) za stanje I određen je izrazom:

$$J_i^* = J_b^I + n^* \times J_a + A_b^I \times (y_{a2} - y_{b2}^I) \times (y_{i2}^* - y_{b2}^I)$$

$$J_i^{*I} = 540000 + 20 \times 13784 + 1800 \cdot (41.38 - 30) \cdot (32.87 - 30) = 874497 \text{ cm}^4$$

$$k_\varphi^I = 1 - \frac{n^*}{J_i^{*I}} \times [J_a + A_a \times (y_{a2} - y_{i2}^I) \times (y_{a2} - y_{i2}^I)]$$

$$k_\varphi^I = 1 - \frac{20}{874497} \times [13784 + 30.41 \times (41.38 - 31.15) \times (41.38 - 32.87)] = 0.624$$

Predmetni koeficijent se može očitati grafički, sa dijagrama iz Priručnika za primenu PBAB 87, Tom 2, odakle sledi:

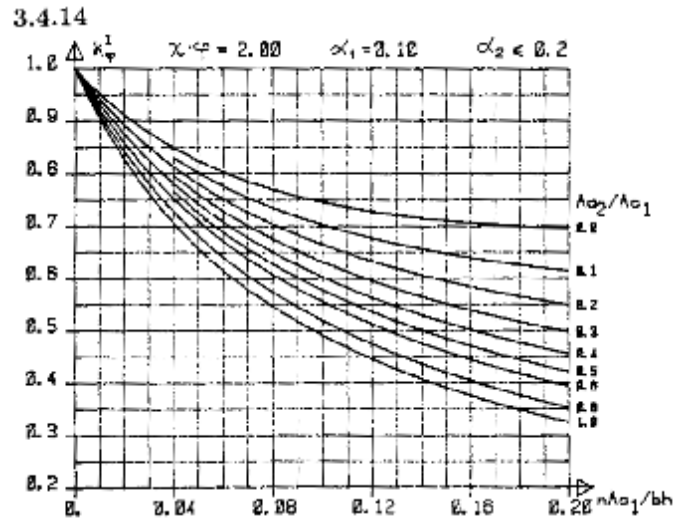
$$\chi \times \varphi = 0.8 \times 2.5 = 2.0$$

$$\frac{a_1}{d} = \frac{6.33}{60} = 0.106 \approx 0.1$$

$$\alpha_2 = 4.5/53.67 = 0.08 < 0.2$$

$$\frac{n \times A_{a1}}{b \times h} = \frac{6.67 \times 22.80}{30 \times 53.67} = 0.094$$

$$k_\varphi^I = 0.62 \approx 0.624 \text{ (dijagram 3.4.14)}$$



$$v_{M,G}^I(t_\infty) = k_a^I \times (1 + k_\varphi^I \times \varphi_\infty) \times v_b^G = (1 + k_\varphi^I \times \varphi_\infty) \times v_{M,G}^I(t_0)$$

Ugib u vremenu t_∞ usled stalnog opterećenja, za neisprskali presek (stanje I) iznosi:

$$v_M^I(t_\infty) = (1 + 0.624 \cdot 2.5) \cdot 2.86 = 7.33 \text{ mm}$$

3.3.1.2 Stanje II (sa prslinama) - stalno opterećenje

$$A_i^{*II} = A_b^{*II} + n^* \cdot A_a = 535.1 + 20 \cdot 30.41 = 1143.3 \text{ cm}^2$$

$$y_{i2}^{*II} = y_{b2}^{*II} + \frac{(y_{a2} - y_{b2}^{*II}) \times n^* \times A_a}{A_i^{*II}} = 8.92 + \frac{(41.38 - 8.92) \times 20 \times 30.41}{1143.3} = 26.18 \text{ cm}$$

$$J_i^{*II} = J_b^{*II} + n^* \times J_a + A_b^{*II} \times (y_{a2} - y_{b2}^{*II}) \times (y_{i2}^{*II} - y_{b2}^{*II})$$

$$J_i^{*II} = 14186 + 20 \times 13784 + 535.1 \cdot (41.38 - 8.92) \cdot (26.18 - 8.92) = 589732 \text{ cm}^4$$

Predmetni koeficijent se može očitati sa dijagrama iz Priručnika za primenu PBAB 87, Tom 2, odakle sledi:

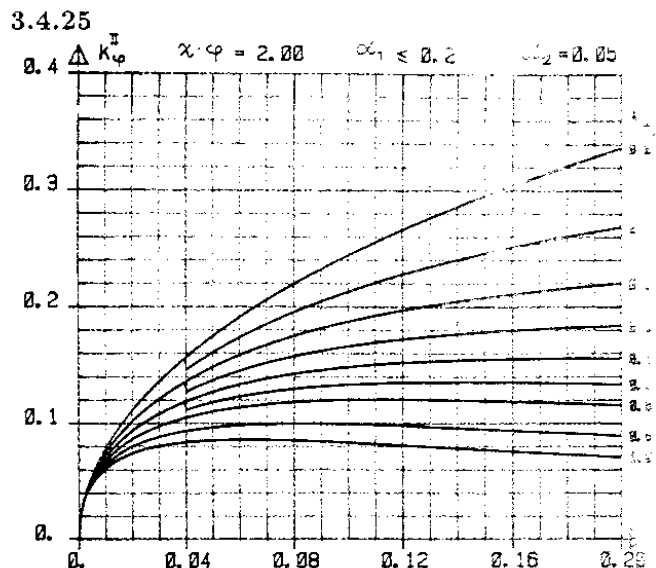
$$\chi \times \varphi = 0.8 \times 2.5 = 2.0$$

$$\frac{a_1}{d} = \frac{6.33}{60} = 0.106 \approx 0.1$$

$$\alpha_2 = 4.5/53.67 = 0.08$$

$$\frac{n \times A_{a1}}{b \times h} = \frac{6.67 \times 22.80}{30 \times 53.67} = 0.094$$

$$k_\varphi^{II} = 0.16 \approx 0.164 \text{ (dijagram 3.4.2)}$$



$$k_{\varphi}'' = 1 - \frac{n^*}{J_1''} \times [J_a + A_a \times (y_{a2} - y_{i2}'') \times (y_{a2} - y_{i2}''^*)]$$

$$k_{\varphi}'' = 1 - \frac{20}{589732} \times [13784 + 30.41 \times (41.38 - 17.84) \times (41.38 - 26.18)] = 0.164$$

$$v_{M,G}''(t_{\infty}) = k_a'' \times (1 + k_{\varphi}'' \times \varphi_{\infty}) \times v_b^G = (1 + k_{\varphi}'' \times \varphi_{\infty}) \times v_{M,G}''(t_0)$$

Ugib u vremenu t_{∞} usled stalnog opterećenja, za isprskali presek (stanje II) iznosi:

$$v_M''(t_{\infty}) = (1 + 0.164 \cdot 2.5) \cdot 7.18 = 10.13 \text{ mm}$$

3.3.1.3 Trajni ugib u trenutku t_{∞} (stalno opterećenje)

$$\left. \begin{array}{l} \beta_1 = 1.0 \text{ (RA 400 / 500)} \\ \beta_2 = 0.5 \text{ (} t \rightarrow \infty \text{)} \end{array} \right\} \rho \zeta_G^{t \rightarrow \infty} = 1 - 1.0 \times 0.5 \times \frac{57.5}{157.5} = 0.817$$

$$v_M^G(t_{\infty}) = (1 - 0.817) \cdot 7.33 + 0.817 \cdot 10.13 = 9.62 \text{ mm}$$

3.3.2 TRAJNI UGIB, UKUPNO OPTEREĆENJE

Konačna vrednost ugiba usled dejstva dugotrajnog (stalnog) i kratkotrajnog (povremenog) opterećenja dobija se kao trenutna vrednost ugiba od ukupnog opterećenja, uvećana za prirast ugiba kao posledice dugotrajnog dejstva stalnog opterećenja:

$$v_M^{G+P}(t_{\infty}) = v_M^{G+P}(t_0) + [v_M^G(t_{\infty}) - v_M^G(t_0)]$$

$$v_M^{G+P}(t_{\infty}) = v_{max} = 9.71 + (9.62 - 5.61) = 13.72 \text{ mm}$$

$$v_M^{G+P}(t_{\infty}) = v_{max} = 1.37 \text{ cm} < v_{dop.} = \frac{L}{300} = \frac{600}{300} = 2.0 \text{ cm}$$

Kako je maksimalni ugib slobodnog kraja konzole manji od dopuštene vrednosti (član 117. Pravilnika BAB 87), sa aspekta graničnog stanja deformacija (upotrebljivosti), element je korektno dimenzionisan.

Sračunavanje geometrijskih karakteristika poprečnog preseka za je svakako najobimniji deo posla kod proračuna deformacija savijanih AB elemenata. U prethodnom primeru je prikazan jednostavan slučaj (pravougaoni presek), dok je u realnim konstrukcijama (T preseci, uvođenje u proračun i pritisnute armature), obim posla još veći. Stoga su konstruisani, i u II tomu Priručnika za primenu Pravilnika BAB 87 publikovani, dijagrami (Prilog 3.4 - pravougaoni preseci, Prilog 3.5 - T preseci) pomoću kojih se potrebni koeficijenti za proračun ugiba lako mogu odrediti. Primena ovih dijagrama se sugeriše posebno iz suštinskih razloga: mnogo važnije je uočiti tehniku proračuna ugiba za pojedine trenutke vremena i pojedine slučajeve opterećenja, nego koncentrisati pažnju na sračunavanje geometrijskih karakteristika preseka.
