

1.4.1.2 Návrh priečneho rezu a pozdĺžnej výstuže prierezu

Materiálové charakteristiky:

- betón: napr. C 20/25 → $f_{ck} = [\text{MPa}]$; $f_{ctm} = [\text{MPa}]$;

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_C} [\text{MPa}];$$

pričom: $\alpha_{cc} = 1,00$; $\gamma_C = 1,50$;

$$\eta = 1,0 \quad - \text{pre } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}$$

$$\eta = 1,0 - (f_{ck} - 50)/200 \quad - \text{pre } 50 < f_{ck} \leq 90 \text{ MPa}$$

$$\lambda = 0,80 \quad - \text{pre } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}$$

$$\lambda = 0,80 - (f_{ck} - 50)/400 \quad - \text{pre } 50 < f_{ck} \leq 90 \text{ MPa}$$

- ocel': napr. B 500B → $f_{yk} = [\text{MPa}]$;

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_S} [\text{MPa}]; \quad \varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_S}$$

pričom: $\gamma_S = 1,15$; $E_S = 200 \cdot 10^3 \text{ MPa} = 200\,000 \text{ MPa}$;

a) Návrh výstuže pomocou tabuliek – tab. 1

Návrh výstuže do obdĺžnikového prierezu (doska, obdĺžnik) s optimalizáciou prierezu:

a.1.1) Zvoliť stupeň vystuženia ρ (optimálne $\rho = 0,007 - 0,015$).

a.1.2) Výpočet mechanického stupňa vystuženia ω : $\omega = \rho \cdot \frac{f_{yd}}{\eta \cdot f_{cd}}$,

→ μ - z hodnoty ω interpoláciou stanoviť odpovedajúcu hodnotu μ z tab. 1.

Alebo si priamo zvoliť relatívny ohybový moment μ (optimálne $\mu = 0,04 \sim 0,08$ (až do **0,12**) pre dosky, $\mu = 0,15 \sim 0,18$ pre trámy).

a.1.3) Stanoviť optimálnu účinnú výšku d_{opt} :

$$d_{opt} = \sqrt{\frac{M_{Ed}}{\mu \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd}}}, \quad (1.4.17)$$

pričom: $b = 1.0\text{m}$ - doska.

$b = b_w$ - trám.

a.1.4) Predpoklad priemeru výstuže (odporúčané): ϕ

Pre dosky: $\phi = 10\text{mm}$ – hlavná výstuž,

Pre trámy: $\phi = 20\text{mm}$ – hlavná výstuž, $\phi_{st} = 6-10\text{mm}$ – strmeň.

a.1.5) Stanovenie krytia výstuže c_{nom} :

Doska: - treba zohľadniť iba krytie hlavnej výstuže

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}. \quad (1.4.18)$$

Trám: - treba zohľadniť krytie hlavnej výstuže a strmeňov!

$$c_{nom,st} = c_{min,st} + \Delta c_{dev}, \quad (1.4.19)$$

$$c_{nom} \geq \begin{cases} c_{nom,l} = c_{min} + \Delta c_{dev} & - \text{hlavná pozdĺžna výstuž,} \\ c_{nom,st} + \phi_{st} = (c_{min,st} + \Delta c_{dev}) + \phi_{st} & - \text{strmene.} \end{cases} \quad (1.4.20)$$

a.1.6) Vzdialenosť ťažiska výstuže ku ťahanému okraju d_1 :

$$d_1 = c_{nom} + \phi/2. \quad (1.4.21)$$

a.1.7) Výpočet optimálnej výšky prierezu h_{opt} :

$$h_{opt} = d_{opt} + d_1. \quad (1.4.22)$$

a.1.8) Návrh výšky prierezu h (zaokrúhliť smerom hore s presnosťou na 10mm):

$$h \geq h_{opt}, \quad \mathbf{h} = \mathbf{h}_f (\mathbf{h}_d) \text{ označenie pre dosku, } \mathbf{h} = \mathbf{h}_t - \text{označenie pre trám.} \quad (1.4.23)$$

a.1.9) Výpočet účinnej výšky prierezu d :

$$d = h - d_1. \quad (1.4.24)$$

a.1.10) Výpočet relatívneho ohybového momentu μ :

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}. \quad (1.4.14)$$

a.1.11) Z hodnoty μ interpoláciou z tab. 1 stanoviť hodnoty: ξ , ϵ_{s1} , ω alebo ζ

a.1.12) Kontrola hodnoty ξ (pomer medzi výškou tlačeného betónu x a účinnou výškou δ):

$$\xi \leq \xi_{lim}, \text{ alebo } \xi_B = 0,8 \cdot \xi \leq \xi_{B,lim} \leq \xi_{max}, \quad (1.3.4a) \quad (1.3.11a)$$

$$\xi_{lim} = \frac{700}{700 + f_{yd} [\text{MPa}]}. \quad (1.3.7)$$

$$\xi_{B,lim} = \lambda \cdot \xi_{lim} = 0,8 \cdot \xi_{lim} = \frac{560}{700 + f_{yd} [\text{MPa}]}. \quad (1.3.10)$$

$$\xi_{max} = 0,45 - \text{pre betón triedy } \leq C 50/60;$$

$$\xi_{max} = 0,35 - \text{pre betón triedy } > C 50/60.$$

a.1.13) V prípade redistribúcie ohybového momentu alebo plastického výpočtu vnútorných síl (plastická analýza), je potrebné overiť a splniť podmienky:

- v prípade redistribúcie ohybového momentu:

$$\delta \geq k_1 + k_2 \cdot x_B / d \quad \text{pre } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa,} \quad (1.3.12a)$$

$$\delta \geq k_3 + k_4 \cdot x_B / d \quad \text{pre } f_{ck} > 50 \text{ MPa,} \quad (1.3.12b)$$

$$\delta \geq k_5 \quad \text{pre použitú oceľ s ťažnosťou triedy B a C,} \quad (1.3.12c)$$

$$\delta \geq k_6 \quad \text{pre použitú oceľ s ťažnosťou triedy A,} \quad (1.3.12d)$$

kde $k_1=0,44$; $k_2=1,25 \cdot (0,6 + 0,0014 / \epsilon_{cu2})$; $k_3=0,54$; $k_4=1,25 \cdot (0,6 + 0,0014 / \epsilon_{cu2})$; $k_5=0,7$; $k_6=0,8$,

δ je pomer medzi redistribuovaným momentom a momentom z pružnostného stavu,

x_B je výška tlačeného prierezu po redistribúcii.

- v prípade plastického výpočtu vnútorných síl:

$$x_B / d \leq 0,25 \quad \text{pre betón triedy } \leq C 50/60, \quad (1.3.13a)$$

$$x_B / d \leq 0,15 \quad \text{pre betón triedy } > C 50/60. \quad (1.3.13b)$$

a.1.14) Stanovenie ťahového napätia vo výstuži σ_{s1} v závislosti na hodnote ε_{s1} (interpolovaná z tab. 1):

$$\sigma_{s1} = f_{yd}, \quad \text{ak } \varepsilon_{s1} \geq \varepsilon_{yd}, \quad (1.4.25a,b)$$

$$\sigma_{s1} = \varepsilon_{s1} \cdot E_s, \quad \text{ak } \varepsilon_{s1} < \varepsilon_{yd}. \quad (1.4.26a,b)$$

a.1.15) Nutná (potrebná) plocha výstuže $A_{s1,req}$:

$$A_{s1,req} = \lambda \cdot \xi \cdot b \cdot d \cdot \frac{\eta \cdot f_{cd}}{\sigma_{s1}}, \quad \text{alebo} \quad (1.4.27a)$$

$$A_{s1,req} = \omega \cdot b \cdot d \cdot \frac{\eta \cdot f_{cd}}{\sigma_{s1}}, \quad \text{alebo} \quad (1.4.27b)$$

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{(1 - \gamma \cdot \xi) \cdot d \cdot \sigma_{s1}} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot \sigma_{s1}}. \quad (1.4.28)$$

a.1.16) **Návrh výstuže – priemer výstuže ϕ , počet výstužných prútov n** a k tomu odpovedajúca pričná plocha výstuže A_{s1} ($A_{s1} \geq A_{s1,req}$). Priemer výstuže ϕ , počet výstužných prútov n musia splniť konštrukčné zásady (minimálny a maximálny počet, vzdialenosť ...).

a.1.17) Kontrola plochy výstuže A_{s1} (minimálna a maximálna):

$$A_{s1,min} \leq A_{s1} \leq A_{s,max}, \quad \text{kde} \quad (1.4.29)$$

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot b_t \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d, \quad \text{a } A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot b \cdot h. \quad (1.1.6)(1.3.19)$$

Za návrhom kresliť obrázok pričného rezu s rozmermi (výška, šírka) a návrhom výstuže (počet a priemer výstuže a jej poloha – kladný alebo záporný moment)!

b) Návrh výstuže bez pomoci tabuliek – priamy výpočet

b.1.1) Zvoliť si relatívny ohybový moment μ (optimálne $\mu = 0,04 \sim 0,08$ (až do **0,12**) pre dosky, $\mu = 0,15 \sim 0,18$ pre trámy) alebo si zvoliť pomer medzi výškou tlačeneho betónu a účinnou výškou ξ (optimálne $\xi = 0,05 \sim 0,10$ pre dosky, $\xi = 0,20 \sim 0,25$ pre trámy).

b.1.2) Stanoviť optimálnu účinnú výšku d_{opt} :

$$d_{opt} = \sqrt{\frac{M_{Ed}}{\mu \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd}}}, \quad \text{alebo } d_{opt} = \sqrt{\frac{M_{Ed}}{\lambda \cdot \xi \cdot (1 - \gamma \cdot \xi) \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd}}}. \quad (1.4.17)(1.4.30)$$

pričom: $b = 1.0\text{m}$ - doska.
 $b = b_w$ - trám.

b.1.3) Predpoklad priemeru výstuže (odporúčané): ϕ

Pre dosky: $\phi = 10\text{mm}$ – hlavná výstuž,

Pre trámy: $\phi = 20\text{mm}$ – hlavná výstuž, $\phi_{st} = 6-10\text{mm}$ – strmeň.

b.1.4) Stanovenie krytia výstuže c_{nom} :

Doska: - treba zohľadniť iba krytie hlavnej výstuže

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}. \quad (1.4.18)$$

Trám: - treba zohľadniť krytie hlavnej výstuže a strmeňov!

$$c_{\text{nom,st}} = c_{\text{min,st}} + \Delta c_{\text{dev}}, \quad (1.4.19)$$

$$c_{\text{nom}} \geq \begin{cases} c_{\text{nom,l}} = c_{\text{min}} + \Delta c_{\text{dev}} & \text{- hlavná pozdĺžna výstuž,} \\ c_{\text{nom,st}} + \phi_{\text{st}} = (c_{\text{min,st}} + \Delta c_{\text{dev}}) + \phi_{\text{st}} & \text{- strmene.} \end{cases} \quad (1.4.20)$$

b.1.5) Vzdialenosť ťažiska výstuže ku ťahanému okraju d_1 :

$$d_1 = c_{\text{nom}} + \phi/2. \quad (1.4.21)$$

b.1.6) Výpočet optimálnej výšky prierezu h_{opt} :

$$h_{\text{opt}} = d_{\text{opt}} + d_1. \quad (1.4.22)$$

b.1.7) Návrh výšky prierezu h (zaokrúhliť smerom hore s presnosťou na 10mm):

$$h \geq h_{\text{opt}}, \quad \mathbf{h} = \mathbf{h}_f (\mathbf{h}_d) \text{ označenie pre dosku, } \mathbf{h} = \mathbf{h}_t \text{ – označenie pre trám.} \quad (1.4.23)$$

b.1.8) Výpočet účinnej výšky prierezu d :

$$d = h - d_1. \quad (1.4.24)$$

b.1.9) Výpočet relatívneho ohybového momentu μ :

$$\mu = \frac{M_{\text{Ed}}}{b \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}}}. \quad (1.4.14)$$

b.1.10) Stanovenie pomeru medzi výškou tlačenej časti prierezu a účinnou výškou ξ :

$$\xi = \frac{1}{2 \cdot \gamma} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{4 \cdot \mu \cdot \gamma}{\lambda}} \right), \quad (1.4.31)$$

Alebo priamo vypočítať výšku tlačenej časti prierezu x :

$$x = \frac{1}{2 \cdot \gamma} \cdot \left(d - \sqrt{d^2 - \frac{4 \cdot \gamma \cdot M_{\text{Ed}}}{\lambda \cdot b \cdot \eta \cdot f_{\text{cd}}}} \right). \quad (1.4.32)$$

b.1.11) Kontrola hodnoty ξ :

$$\xi \leq \xi_{\text{lim}}, \text{ alebo } \xi_{\text{B}} = 0,8 \cdot \xi \leq \xi_{\text{B,lim}}, \quad (1.3.4a) \quad (1.3.11a)$$

$$\leq \xi_{\text{max}}, \quad \leq \xi_{\text{B,max}},$$

$$\xi_{\text{lim}} = \frac{700}{700 + f_{\text{yd}} [\text{MPa}]}. \quad (1.3.7)$$

$$\xi_{\text{B,lim}} = \lambda \cdot \xi_{\text{lim}} = 0,8 \cdot \xi_{\text{lim}} = \frac{560}{700 + f_{\text{yd}} [\text{MPa}]}. \quad (1.3.10)$$

$$\xi_{\text{max}} = 0,45 \text{ – pre betón triedy } \leq C 50/60;$$

$$\xi_{\text{max}} = 0,35 \text{ – pre betón triedy } > C 50/60.$$

b.1.12) Nutná (potrebná) plocha výstuže $A_{s1,\text{req}}$:

$$A_{s1,\text{req}} = \lambda \cdot \xi \cdot d \cdot b \cdot \frac{\eta \cdot f_{\text{cd}}}{f_{\text{yd}}} = \lambda \cdot x \cdot b \cdot \frac{\eta \cdot f_{\text{cd}}}{f_{\text{yd}}}, \text{ alebo} \quad (1.4.27)$$

$$A_{s1,req} = \frac{\lambda \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd}}{2 \cdot \gamma \cdot f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{4 \cdot \gamma \cdot M_{Ed}}{\lambda \cdot b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}}} \right) \quad (1.4.33)$$

b.1.13) **Návrh výstuže – priemer výstuže ϕ , počet výstužných prútov n** a ktomu odpovedajúca pričná plocha výstuže A_{s1} ($A_{s1} \geq A_{s1,req}$). Priemer výstuže ϕ , počet výstužných prútov n musia splniť konštrukčné zásady (minimálny a maximálny počet, vzdialenosť ...).

b.1.14) Kontrola plochy výstuže A_{s1} (minimálna a maximálna):

$$A_{s1,min} \leq A_{s1} \leq A_{s,max}, \text{ kde} \quad (1.4.29)$$

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot b_t \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d, \text{ a } A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot b \cdot h. \quad (1.1.6)(1.3.19)$$

Za návrhom kresliť obrázok pričného rezu s rozmermi (výška, šírka) a návrhom výstuže (počet a priemer výstuže a jej poloha – kladný alebo záporný moment)!

1.4.1.3 Posúdenie prierezu

a) Posúdenie prierezu pomocou tabuliek – tab. 1

a.1.1) Overenie krytia výstuže c_{nom} – môže sa zmeniť vzhľadom na navrhnutý skutočný priemer výstuže ϕ :

Doska: - treba zohľadniť iba krytie hlavnej výstuže

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}. \quad (1.4.18)$$

Trám: - treba zohľadniť krytie hlavnej výstuže a strmeňov!

$$c_{nom,st} = c_{min,st} + \Delta c_{dev}, \quad (1.4.19)$$

$$c_{nom} \geq \begin{cases} c_{nom,l} = c_{min} + \Delta c_{dev} & \text{- hlavná pozdĺžna výstuž,} \\ c_{nom,st} + \phi_{st} = (c_{min,st} + \Delta c_{dev}) + \phi_{st} & \text{- strmene.} \end{cases} \quad (1.4.20)$$

a.1.2) Overenie vzdialenosti ťažiska výstuže ku ťahanému okraju d_1 :

$$d_1 = c_{nom} + \phi/2. \quad (1.4.21)$$

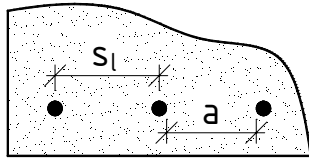
V prípade trémov (občas aj v prípade dosiek, ak je navrhnutý veľký počet výstužných vložiek) je potrebné overiť svetlú vzdialenosť medzi prútmi a :

$$a \geq \begin{cases} 1,5 \cdot \phi, \\ 20\text{mm}, \end{cases} \quad (1.4.34)$$

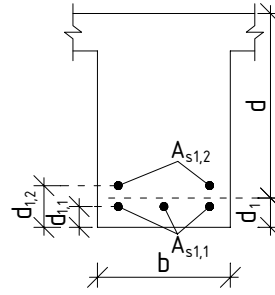
Aj nie je podmienka (1.4.34) splnená, je potrebné rozložiť výstuž do viacerých radov (2, max 3 rady). Potom počítame vzdialenosť d_1 ako ťažisko celej výstuže:

$$d_1 = \frac{A_{s1,1} \cdot d_{1,1} + A_{s1,2} \cdot d_{1,2}}{A_{s1,1} + A_{s1,2}}, \text{ kde} \quad (1.4.35)$$

$$A_{s1} = A_{s1,1} + A_{s1,2}. \quad (1.4.36)$$



Obr. 1.4.2 Osová vzdialenosť prútov a svetlosť medzi prútmí



Obr. 1.4.3 Rozloženie výstuže do dvoch vrstiev

a.1.3) Overenie účinnej výšky prierezu d :

$$d = h - d_1 \quad (1.4.24)$$

a.1.4) Výpočet a overenie geometrického stupňa výstuženia ρ :

$$\rho = \frac{A_{s1}}{b \cdot d}, \text{ a } \rho_{\min} \leq \rho \leq \rho_{\lim} \quad (1.3.2a,b)$$

a.1.5) Výpočet skutočného mechanického stupňa výstuženia ω :

$$\omega = \rho \cdot \frac{f_{yd}}{\eta \cdot f_{cd}} = \frac{A_{s1}}{b \cdot d} \cdot \frac{f_{yd}}{\eta \cdot f_{cd}}, \text{ - pre dosku,} \quad (1.3.3)$$

$$\omega = \rho \cdot \frac{f_{yd}}{\eta \cdot f_{cd}} = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} \cdot \frac{f_{yd}}{\eta \cdot f_{cd}}, \text{ - pre trám.} \quad (1.3.3)$$

a.1.6) Z hodnoty ω interpoláciou z tab. 1 stanoviť hodnoty: ξ , ϵ_{s1} , μ alebo ζ .

a.1.7) Kontrola hodnoty ξ (pomer medzi výškou tlačeneho betónu x a účinnou výškou δ):

$$\xi \leq \xi_{\lim}, \text{ alebo } \xi_B = 0,8 \cdot \xi \leq \xi_{B,\lim} \leq \xi_{\max}, \text{ alebo } \xi_B \leq \xi_{B,\max} \quad (1.3.4a) \quad (1.3.11a)$$

$$\xi_{\lim} = \frac{700}{700 + f_{yd} [\text{MPa}]} \quad (1.3.7)$$

$$\xi_{B,\lim} = \lambda \cdot \xi_{\lim} = 0,8 \cdot \xi_{\lim} = \frac{560}{700 + f_{yd} [\text{MPa}]} \quad (1.3.10)$$

$$\xi_{\max} = 0,45 \text{ - pre betón triedy } \leq C 50/60;$$

$$\xi_{\max} = 0,35 \text{ - pre betón triedy } > C 50/60.$$

a.1.8) V prípade redistribúcie ohybového momentu alebo plastického výpočtu vnútorných síl (plastická analýza), je potrebné overiť a splniť podmienky:

- v prípade redistribúcie ohybového momentu:

$$\delta \geq k_1 + k_2 \cdot x_b / d \text{ pre } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa,} \quad (1.3.12a)$$

$$\delta \geq k_3 + k_4 \cdot x_b / d \text{ pre } f_{ck} > 50 \text{ MPa,} \quad (1.3.12b)$$

$$\delta \geq k_5 \text{ pre použitú ocel' s ťažnosťou triedy B a C,} \quad (1.3.12c)$$

$$\delta \geq k_6 \text{ pre použitú ocel' s ťažnosťou triedy A,} \quad (1.3.12d)$$

kde $k_1=0,44$; $k_2=1,25 \cdot (0,6 + 0,0014 / \varepsilon_{cu2})$; $k_3=0,54$; $k_4=1,25 \cdot (0,6 + 0,0014 / \varepsilon_{cu2})$; $k_5=0,7$;
 $k_6=0,8$,

δ je pomer medzi redistribuovaným momentom a momentom z pružnostného stavu,

x_B je výška tlačeneho prierezu po redistribúcii.

- v prípade plastického výpočtu vnútorných síl:

$$x_B / d \leq 0.25 \quad \text{pre betón triedy } \leq C 50/60, \quad (1.3.13a)$$

$$x_B / d \leq 0.15 \quad \text{pre betón triedy } > C 50/60. \quad (1.3.13b)$$

a.1.9) Stanovenie ťahového napätia vo výstuži σ_{s1} v závislosti na hodnote ε_{s1} (interpolovaná z tab. 1):

$$\sigma_{s1} = f_{yd}, \quad \text{ak } \varepsilon_{s1} \geq \varepsilon_{yd}, \quad (1.4.25a,b)$$

$$\sigma_{s1} = \varepsilon_{s1} \cdot E_s, \quad \text{ak } \varepsilon_{s1} < \varepsilon_{yd}. \quad (1.4.26a,b)$$

a.1.10) Výpočet momentu únosnosti prierezu:

$$M_{Rd} = \mu \cdot d^2 \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd}, \quad \text{alebo} \quad (1.4.12a)$$

$$M_{Rd} = \omega \cdot d \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot \zeta \cdot d = \omega \cdot d^2 \cdot b \cdot \zeta \cdot \eta \cdot f_{cd}, \quad \text{alebo} \quad (1.4.12b)$$

$$M_{Rd} = A_{s1} \cdot \sigma_{s1} \cdot \zeta \cdot d = A_{s1} \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd}. \quad (1.4.13)$$

a.1.11) Overenie podmienky spoľahlivosti:

$$M_{Rd} \geq M_{Ed}, \quad (1.4.15)$$

Ak je podmienka (1.4.15) splnená, prierez vyhovuje a návrh a posúdenie prierezu je ukončené. Ak podmienka nie je splnená, je potrebné urobiť nový návrh a posúdenie!

b) Posúdenie prierezu bez pomoci tabuliek – priamy výpočet

b.2.1) Overenie krytia výstuže c_{nom} – môže sa zmeniť vzhľadom na navrhnutý skutočný priemer výstuže ϕ :

Doska: - treba zohľadniť iba krytie hlavnej výstuže

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}. \quad (1.4.18)$$

Trám: - treba zohľadniť krytie hlavnej výstuže a strmeňov!

$$c_{nom,st} = c_{min,st} + \Delta c_{dev}, \quad (1.4.19)$$

$$c_{nom} \geq \begin{cases} c_{nom,l} = c_{min} + \Delta c_{dev} & \text{- hlavná pozdĺžna výstuž,} \\ c_{nom,st} + \phi_{st} = (c_{min,st} + \Delta c_{dev}) + \phi_{st} & \text{- strmene.} \end{cases} \quad (1.4.20)$$

b.2.2) Overenie vzdialenosti ťažiska výstuže ku ťahanému okraju d_1 :

$$d_1 = c_{nom} + \phi / 2. \quad (1.4.21)$$

V prípade trávov (občas aj v prípade dosiek, ak je navrhnutý veľký počet výstužných vložiek) je potrebné overiť svetlú vzdialenosť medzi prútmi a :

$$a \geq \begin{cases} 1.5 \cdot \phi, \\ 20\text{mm}, \end{cases} \quad (1.4.34)$$

Aj nie je podmienka (1.4.34) splnená, je potrebné rozložiť výstuž do viacerých radov (2, max 3 rady). Potom počítame vzdialenosť d_1 ako ťažisko celej výstuže:

$$d_1 = \frac{A_{s1,1} \cdot d_{1,1} + A_{s1,2} \cdot d_{1,2}}{A_{s1,1} + A_{s1,2}}, \text{ kde} \quad (1.4.35)$$

$$A_{s1} = A_{s1,1} + A_{s1,2}. \quad (1.4.36)$$

b.2.3) Overenie účinnej výšky prierezu d :

$$d = h - d_1. \quad (1.4.24)$$

b.2.4) Kontrola plochy výstuže A_{s1} (minimálna a maximálna):

$$A_{s1\min} \leq A_{s1} \leq A_{s,\max}, \text{ kde} \quad (1.4.29)$$

$$A_{s1\min} = 0,26 \cdot b_t \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d, \text{ a } A_{s,\max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot b \cdot h. \quad (1.1.6)(1.3.19)$$

Ak bolo overenie urobené v návrhu výstuže, v posúdení nie je potrebné!

b.2.5) Výpočet výšky tlačenej časti prierezu x :

$$x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{\lambda \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd}}. \quad (1.4.37)$$

b.2.6) Stanovenie pomeru medzi výškou tlačeného betónu a účinnou výškou ξ :

$$\xi = \frac{x}{d}. \quad (1.3.4b)$$

Výpočet relatívneho ohybového momentu μ :

$$\mu = \omega \cdot \zeta = (\beta \cdot \xi) \cdot (1 - \gamma \cdot \xi),$$

b.2.7) Kontrola hodnoty ξ (pomer medzi výškou tlačeného betónu x a účinnou výškou d):

$$\xi \leq \xi_{\lim}, \text{ alebo } \xi_B = 0,8 \cdot \xi \leq \xi_{B,\lim} \leq \xi_{\max}, \text{ alebo } \xi \leq \xi_{B,\max} \quad (1.3.4a) \quad (1.3.11a)$$

$$\xi_{\lim} = \frac{700}{700 + f_{yd} [\text{MPa}]}. \quad (1.3.7)$$

$$\xi_{B,\lim} = \lambda \cdot \xi_{\lim} = 0,8 \cdot \xi_{\lim} = \frac{560}{700 + f_{yd} [\text{MPa}]}. \quad (1.3.10)$$

$\xi_{\max} = 0,45$ – pre betón triedy $\leq C 50/60$;

$\xi_{\max} = 0,35$ – pre betón triedy $> C 50/60$.

b.2.8) V prípade redistribúcie ohybového momentu alebo plastického výpočtu vnútorných síl (plastická analýza), je potrebné overiť a splniť podmienky:

- v prípade redistribúcie ohybového momentu:

$$\delta \geq k_1 + k_2 \cdot x_B / d \quad \text{pre } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}, \quad (1.3.12a)$$

$$\delta \geq k_3 + k_4 \cdot x_B / d \quad \text{pre } f_{ck} > 50 \text{ MPa}, \quad (1.3.12b)$$

$$\delta \geq k_5 \quad \text{pre použitú ocel' s ťažnosťou triedy B a C}, \quad (1.3.12c)$$

$$\delta \geq k_6 \quad \text{pre použitú ocel' s ťažnosťou triedy A}, \quad (1.3.12d)$$

kde $k_1=0,44$; $k_2=1,25 \cdot (0,6 + 0,0014 / \varepsilon_{cu2})$; $k_3=0,54$; $k_4=1,25 \cdot (0,6 + 0,0014 / \varepsilon_{cu2})$; $k_5=0,7$; $k_6=0,8$,

δ je pomer medzi redistribuovaným momentom a momentom z pružnostného stavu,

x_B je výška tlačeneho prierezu po redistribúcii.

- v prípade plastického výpočtu vnútorných síl:

$$x_B / d \leq 0.25 \quad \text{pre betón triedy } \leq C 50/60, \quad (1.3.13a)$$

$$x_B / d \leq 0.15 \quad \text{pre betón triedy } > C 50/60. \quad (1.3.13b)$$

B.2.9) Stanovenie ťahového napätia vo výstuži σ_{s1} v závislosti na hodnote ε_{s1} (interpolovaná z tab. 1):

$$\sigma_{s1} = f_{yd}, \quad \text{ak } \varepsilon_{s1} \geq \varepsilon_{yd}, \quad (1.4.25a,b)$$

$$\sigma_{s1} = \varepsilon_{s1} \cdot E_s, \quad \text{ak } \varepsilon_{s1} < \varepsilon_{yd}. \quad (1.4.26a,b)$$

kde:

$$\varepsilon_{s1} = \varepsilon_{cu} \cdot \left(\frac{d}{x} - 1 \right). \quad (1.4.38)$$

b.2.10) Výpočet momentu únosnosti prierezu:

$$M_{Rd} = \lambda \cdot \xi \cdot d^2 \cdot b \cdot (1 - \gamma \cdot \xi) \cdot \eta \cdot f_{cd}, \quad \text{alebo} \quad (1.4.12a)$$

$$M_{Rd} = \mu \cdot d^2 \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd}, \quad \text{alebo} \quad (1.4.12b)$$

$$M_{Rd} = A_{s1} \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} = A_{s1} \cdot (1 - \gamma \cdot \xi) \cdot d \cdot f_{yd}. \quad (1.4.13)$$

b.2.11) Overenie podmienky spoľahlivosti:

$$M_{Rd} \geq M_{Ed}, \quad (1.4.15)$$

Ak je podmienka (1.4.15) splnená, prierez vyhovuje a návrh a posúdenie prierezu je ukončené. Ak podmienka nie je splnená, je potrebné urobiť nový návrh a posúdenie!