

| | | | | |
|--|------------------|-----------------|-------------------|--|
| HLAVNÍ ING. PROJEKTU | ZODP. PROJEKTANT | VYPRACOVAL | MĚŘÍTKO : |  projektový a inženýrský s. r. o. |
| LIBOR KLUBAL, DiS. | ING. PAVEL TŮMA | ING. PAVEL TŮMA | FORMÁT : A4 | |
| | | LENKA FRIEDOVÁ | DATUM : 20.9.2019 | |
| INVESTOR : KRÁLOVEHRADECKÝ KRAJ, PIVOVARSKÉ NÁMĚSTÍ 1245, 500 03 HRADEC KRÁLOVÉ | | | | |
| AKCE: NOVOSTAVBA DOMOVA DŮCHODCŮ BOROHRÁDEK Na parcele p.p.č. 180/1 Katastrální území BOROHRÁDEK D – DOKUMENTACE OBJEKTU D.1 STAVEBNÍ OBJEKTY D.1.1 SO 01 DOMOV DŮCHODCŮ D.1.1.2 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ | | | | ZPRACOVATEL: INS spol. s r.o. Projektový a inženýrský atelier Parkány 413 547 01 Náchod Tel.: 491 422 226 www.insnachod.cz ins.atelier@insnachod.cz |
| PROJEKT PRO ÚZEMNÍ ROZHODNUTÍ A STAVEBNÍ POVOLENÍ | | | | EV. Č. AKCE 1654 06 19 |
| NÁZEV PŘÍLOHY: STATICKÝ VÝPOČET | | | | ČÍSLO PŘÍLOHY D.1.1.2.1a |

Obsah:

01. Staťák - předpjatý panel
02. Staťák - deska D1
03. Staťák - průvlak P1
04. Staťák - průvlak P2
05. Staťák - průvlak P3
06. Staťák - sloup
07. Staťák - patka (v hale)
08. Staťák - ocelová krokev - chodba
09. Staťák - ocelová vaznice - chodba
10. Staťák - ocelový sloupek - chodba
11. Staťák - ocelová krokev - popelnice
12. Staťák - ocelová vaznice - popelnice
13. Staťák - ocelový sloupek - popelnice
14. Staťák - konzola nad vchodem

1. PŘEDPJATÝ ŽELEZOBETONOVÝ PANEL

ROZMĚRY:

$h = 250 \text{ mm}$

$b = 1200 \text{ mm}$

ROZPĚTÍ:

$l = 9850 \text{ mm} = 9,85 \text{ m}$

VÝPOČET ZATÍŽENÍ:

STÁLÉ:

venkovní část

| | $t \text{ [m]}$ | $\gamma \text{ [KN/m}^3\text{]}$ | $g \text{ [KN/m}^2\text{]}$ |
|----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------------------|
| Zelená střecha | 0,478 | 5,7 | 2,725 |
| Vlastní tíha | - | - | 3,370 |
| podhledy | 0,5 | 0,18 | 0,090 |

$$\Rightarrow g_k = 6,185 \text{ KN/m}^2$$

UŽITNÉ: Kategorie H $\Rightarrow q_k = 0,400 \text{ KN/m}^2$

SNÍH: Sněhová oblast I $\Rightarrow s_k = 1,000 \text{ KN/m}^2$

$$q_s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

$\mu_i = 0,8$

$C_e = 1$

$C_t = 1$

$$\Rightarrow q_s = 0,800 \text{ KN/m}^2$$

VÍTR: Větrná oblast II $\Rightarrow V_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

Kategorie terénu III $\Rightarrow z_0 = 0,3 \text{ m}$

$$\text{základní rychlost větru: } v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot V_{b,0}$$

$$c_{dir}, c_{season} \text{ obecně} = 1 \Rightarrow v_b = 25,000 \text{ m/s}$$

$$\text{charakteristická střední rychlost větru: } v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$$

- výška budovy $z = 7,9 \text{ m}$

$$z_{min} < z < z_{max}$$

$z_{min} = 5 \text{ m}$

$z_{max} = 200 \text{ m}$

$c_0(z) = 1$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,705$$

VYHOVÍ

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,ii}} \right)^{0,07} = 0,215$$

$$\Rightarrow v_m(z) = 17,613 \text{ m/s}$$

$$\text{maximální dynamický tlak: } q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z)$$

$$\rho = 1,25$$

$$I_v(2) = \frac{k_1}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = 0,306$$

$$k_1 = 1$$

$$\Rightarrow q_p(z) = 0,609 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{tlak větru: } w_e = q_p(z) \cdot c_{pe}$$

$$c_{pe} = -0,8$$

$$\Rightarrow w_e = -0,487 \text{ KN/m}^2$$

Zatěžovací šířka

$$Z\check{s} = 1,2 \text{ m}$$

$$\Rightarrow g_k = 7,422 \text{ KN/m}$$

$$q_k = 0,480 \text{ KN/m}$$

$$q_s = 0,960 \text{ KN/m}$$

$$w_e = -0,584 \text{ KN/m}$$

VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL:

momenty:

$$M_{gk} = (1/8) \times g_k \times l^2 = 90,007 \text{ KNm}$$

$$M_{qk} = (1/8) \times q_k \times l^2 = 5,821 \text{ KNm}$$

$$M_{qs} = (1/8) \times q_s \times l^2 = 11,643 \text{ KNm}$$

$$M_{we} = (1/8) \times w_e \times l^2 = -7,088 \text{ KNm}$$

posouvající síly:

$$V_{gk} = (1/2) \times g_k \times l = 36,551 \text{ KN}$$

$$V_{qk} = (1/2) \times q_k \times l = 2,364 \text{ KN}$$

$$V_{qs} = (1/2) \times q_s \times l = 4,728 \text{ KN}$$

$$V_{we} = (1/2) \times w_e \times l = -2,878 \text{ KN}$$

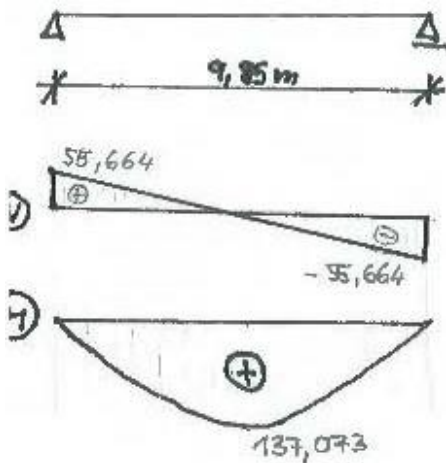
KOMBINACE:

momentů:

$$6.10 \text{ a } 1,35 \times M_{gk} + 1,5 \times (M_{qk} + M_{qs} + M_{we}) = 137,073 \text{ KNm}$$

$$6.10 \text{ b } 1,35 \times 0,85 \times M_{gk} + 1,5 \times (M_{qk} + M_{qs}) + 1,5 \times 0,6 \times M_{we} = 123,100 \text{ KNm}$$

$$\Rightarrow M_{ED} = 137,073 \text{ KNm}$$



posouvajících sil:

$$6.10 \text{ a} \quad 1,35 \times V_{gk} + 1,5 \times (V_{qk} + V_{qs} + V_{we}) = 55,664 \quad \text{KN}$$

$$6.10 \text{ b} \quad 1,35 \times 0,85 \times V_{gk} + 1,5 \times (V_{qk} + V_{qs}) + 1,5 \times 0,6 \times V_{we} = 49,990 \text{ KN}$$

$$\Rightarrow V_{ED} = 55,664 \text{ KNm}$$

NÁVRH: Předpjatý železobetonový panel tl. 250mm
s minimálními hodnotami:

$$A_{ph} = 208 \text{ mm}^2$$

$$A_{ps} = 930 \text{ mm}^2$$

$$M_{RD} = 256 \text{ KNm}$$

$$M_{RK} = 144,3 \text{ KNm}$$

$$M_{Rw02} = 159,6 \text{ KNm}$$

$$M_{R,dek} = 97,1 \text{ KNm}$$

$$V_{RDct1} = 105,2 \text{ KN}$$

$$M_{RD} = 256,000 \text{ KNm}$$

$$V_{RD} = 105,200 \text{ KN}$$

$$\Rightarrow \text{ VYHOVÍ }$$

2.a DESKA D1 NAD PODPOROU (OTVOR)

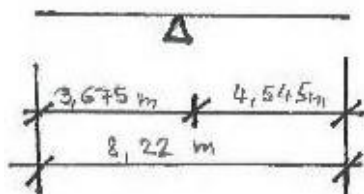
ROZMĚRY:

$h = 250 \text{ mm}$
 $b = 1000 \text{ mm}$

ROZPĚTÍ:

$l_{\text{venkovní}} = 3,675 \text{ m}$
 $l_{\text{vnitřní}} = 4,545 \text{ m}$

$l = 8220 \text{ mm} = 8,22 \text{ m}$



VÝPOČET ZATÍŽENÍ:

STÁLÉ:

venkovní část

| | $t \text{ [m]}$ | $\gamma \text{ [KN/m}^3\text{]}$ | $g \text{ [KN/m}^2\text{]}$ |
|----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------------------|
| Zelená střecha | 0,478 | 5,7 | 2,725 |
| Vlastní tíha | 0,25 | 25 | 6,250 |
| podhledy | 0,5 | 0,18 | 0,090 |

$$\Rightarrow g_k = 9,065 \text{ KN/m}^2$$

UŽITNÉ: Kategorie A $\Rightarrow q_k = 1,500 \text{ KN/m}^2$

SNÍH: Sněhová oblast II $\Rightarrow s_k = 1,000 \text{ KN/m}^2$

$$q_s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

$\mu_i = 0,8$

$C_e = 1$

$C_t = 1$

$$\Rightarrow q_s = 0,800 \text{ KN/m}^2$$

VÍTR: Větrná oblast II $\Rightarrow V_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

Kategorie terénu III $\Rightarrow z_0 = 0,3 \text{ m}$

základní rychlost větru: $v_b = c_{\text{dir}} \cdot c_{\text{season}} \cdot V_{b,0}$

$c_{\text{dir}}, c_{\text{season}}$ obecně = 1 $\Rightarrow v_b = 25,000 \text{ m/s}$

charakteristická střední rychlost větru: $v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$

- výška budovy $z = 5 \text{ m}$

$z_{\text{min}} < z < z_{\text{max}}$

$z_{\text{min}} = 5 \text{ m}$

$z_{\text{max}} = 200 \text{ m}$

$$\Rightarrow \text{VYHOVÍ}$$

$$c_0(z) = 1$$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,606$$

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,ii}}\right)^{0,07} = 0,215$$

$$\Rightarrow v_m(z) = 15,149 \text{ m/s}$$

$$\text{maximální dynamický tlak: } q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z)$$

$$\rho = 1,25$$

$$I_v(2) = \frac{k_1}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = 0,355$$

$$k_1 = 1$$

$$\Rightarrow q_p(z) = 0,500 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{tlak větru: } w_e = q_p(z) \cdot c_{pe}$$

$$c_{pe} = -0,8 \Rightarrow w_e = -0,400 \text{ KN/m}^2$$

Zatěžovací šířka

$$Z\check{s} = 1 \text{ m}$$

$$\Rightarrow g_k = 9,065 \text{ KN/m}$$

$$q_k = 1,500 \text{ KN/m}$$

$$q_s = 0,800 \text{ KN/m}$$

$$w_e = -0,400 \text{ KN/m}$$

vnitřní část

| | t [m] | γ [KN/m ³] | g [KN/m ²] |
|--------------|-------|-------------------------------|------------------------|
| Podlaha | - | - | 2,071 |
| Vlastní tíha | - | - | 6,250 |
| podhledy | 0,5 | 0,18 | 0,090 |
| příčky | - | - | 1,000 |

$$\Rightarrow g_k = 9,411 \text{ KN/m}^2$$

UŽITNÉ: Kategorie A

$$\Rightarrow q_k = 1,500 \text{ KN/m}^2$$

Zatěžovací šířka

$$Z\check{s} = 1 \text{ m}$$

$$\Rightarrow g_k = 9,411 \text{ KN/m}$$

$$q_k = 1,500 \text{ KN/m}$$

VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL:

Momenty z venkovní části (z leva)

$$M_{gk} = (9,065 \times 3,675) \times (3,675/2) = - 61,212 \text{ KNm}$$

$$M_{qk} = (1,500 \times 3,675) \times (3,675/2) = - 10,129 \text{ KNm}$$

$$M_{qs} = (0,800 \times 3,675) \times (3,675/2) = - 5,402 \text{ KNm}$$

$$M_{we} = (0,4 \times 3,675) \times (3,675/2) = 2,703 \text{ KNm}$$

Momenty z vnitřní části (z prava)

$$M_{gk} = (9,411 \times 4,545) \times (4,545/2) = - 97,202 \text{ KNm}$$

$$M_{qk} = (1,500 \times 3,675) \times (3,675/2) = - 15,493 \text{ KNm}$$

KOMBINACE:

z venkovní části (z leva)

$$6.10 \text{ a } 1,35 \times 61,212 + 1,5 \times (10,129 + 5,402 - 2,703) = 101,878$$

$$6.10 \text{ b } 1,35 \times 0,85 \times 61,212 + 1,5 \times (10,129 + 5,402) - 1,5 \times 0,6 \times 2,703 = 91,105 \text{ KNm}$$

z vnitřní části (z prava)

$$6.10 \text{ a } 1,35 \times 97,202 + 1,5 \times 15,493 = 154,461 \text{ KNm}$$

$$6.10 \text{ b } 1,35 \times 0,85 \times 97,202 + 1,5 \times 15,493 = 134,778 \text{ KNm}$$

$$\Rightarrow M_{ED} = 154,461 \text{ KNm}$$

posouvající síly:

z venkovní části (z leva)

$$6.10 \text{ a } 1,35 \times (9,065 \times 3,675) + 1,5 \times (1,5 \times 3,675 + 0,8 \times 3,675 - 0,4 \times 3,675) = 55,444 \text{ KN}$$

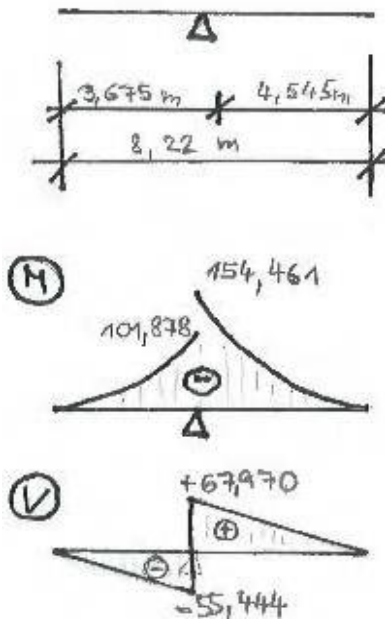
$$6.10 \text{ b } 1,35 \times 0,85 \times (9,065 \times 3,675) + 1,5 \times (1,5 \times 3,675 + 0,8 \times 3,675) - 1,5 \times 0,6 \times (0,4 \times 3,675) = 49,581 \text{ KN}$$

z venkovní části (z prava)

$$6.10 \text{ a } 1,35 \times (9,411 \times 4,545) + 1,5 \times (1,5 \times 4,545) = 67,970 \text{ KN}$$

$$6.10 \text{ b } 1,35 \times 0,85 \times (9,411 \times 4,545) + 1,5 \times (1,5 \times 4,545) = 59,308 \text{ KN}$$

$$\Rightarrow V_{ED} = 67,970 \text{ KN}$$



$$M_{ED} = 154,461 \text{ KNm}$$

MATERIÁLY:

Beton 30/37 Ocel B 500B

$$\begin{aligned} f_{ck} &= 30 \text{ MPa} & f_{yk} &= 500 \text{ MPa} \\ f_{ctm} &= 2,9 \text{ MPa} & f_{yd} &= \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,783 \text{ MPa} \\ f_{ctk0,05} &= 2 \text{ MPa} & E_s &= 200 \text{ GPa} \\ f_{cd} &= \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 20,000 \text{ MPa} & \epsilon_{yd} &= \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,174E-03 \\ \epsilon_{cu3} &= -3,5 \text{ ‰} \end{aligned}$$

Minimální krytí výztuže:

- odhadovaný \emptyset výztuže 10 mm

Životnost: - kategorie 4
- prostředí XC1

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\}$$

$$c_{min,b} = \emptyset_s = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min,dur} = 15 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dur,y}; \Delta c_{dur,st}; \Delta c_{dur,add} = 0$$

$$\Rightarrow c_{min} = 15 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow c_{mon} = 25 \text{ mm}$$

Krytí třmíneků:

- odhadovaný \emptyset výztuže 6 mm

$$c_{min} = 15 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 25 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{KRYTÍ VÝZTUŽE } c_{nom} = 31 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} b &= 1000 \text{ mm} \\ h &= 250 \text{ mm} \end{aligned}$$

Účinná výška průřezu:

$$d_1 = c_{nom} + \emptyset/2 = 36 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 214 \text{ mm}$$

NÁVRH VÝZTUŽE:

Potřebná plocha výztuže:

$$\begin{aligned} A_{s,reg} &= \frac{b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ED}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right) = 0,001830 \text{ m}^2 \\ &= 1830 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{NÁVRH: } \emptyset 16 / 100 \text{ mm } A_{st} 2011 \text{ mm}^2$$

Určení skutečných parametrů průřezu:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\}$$

$$c_{min,b} = \varnothing_s = 16 \quad \text{mm}$$

$$c_{min,dur} = 15 \quad \text{mm}$$

$$\Delta c_{dur,y}; \Delta c_{dur,st}; \Delta c_{dur,add} = 0$$

$$\Rightarrow c_{min} = 16 \quad \text{mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \quad \text{mm}$$

$$\Rightarrow c_{mon} = 26 \quad \text{mm}$$

Krytí třmínků:

$$c_{nom} = 25 \quad \text{mm}$$

$$\Rightarrow \text{KRYTÍ VÝZTUŽE } c_{nom} = 31 \quad \text{mm}$$

Účinná výška průřezu:

$$d_1 = c_{nom} + \varnothing/2 = 39 \quad \text{mm}$$

$$d = h - d_1 = 211 \quad \text{mm}$$

POSOUZENÍ VÝZTUŽE NA OHYB:

Ověření plochy výztuže

$$A_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d}{f_{yk}}; 0,0013 \cdot b \cdot d \right\} 3,182\text{E-}04 \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_C = 1,000\text{E-}02 \text{ m}^2$$

$$A_{st} = 2,011\text{E-}03 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} < A_{st} < A_{s,max} \Rightarrow \text{VYHOVÍ}$$

Poloha neutrální osy:

$$x = \frac{A_{st} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}}$$

$$\lambda = 0,8 \Rightarrow x = 0,0546 \text{ m}$$

Ověření využití výztuže nad mezí kluzu:

$$\varepsilon_s = \frac{|\varepsilon_{cu3}|}{x} \cdot (d - x) = 1,001\text{E-}02$$

$$\varepsilon_s > \varepsilon_{yd} \Rightarrow \text{VYHOVÍ}$$

Rameno sil:

$$z = d - \frac{\lambda \cdot x}{2} = 0,189 \text{ m}$$

Návrhový moment:

$$M_{RD} = A_{st} \cdot f_{yd} \cdot z = 165,375 \text{ KNm}$$

$$M_{ED} = 154,46136 \text{ KNm} < M_{RD} = 165,375 \text{ KNm}$$

\Rightarrow VYHOVÍ

NÁVRH ROZDĚLOVACÍ VÝZTUŽE:

$$A_{s,r} = 0,2 \cdot A_{st} = 402,2 \text{ mm}^2$$

NÁVRH: $\varnothing 8/100\text{mm}$

POSOUZENÍ VÝZTUŽE NA SMYK:

$$V_{ED} = 67,970 \text{ KN}$$

$$V_{RD,max} = \alpha_{cw} \cdot b \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot \frac{\cot \theta}{1 + \cot^2 \theta}$$

$$v_1 = v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,528$$

$$\theta = 35$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$z = 0,189 \Rightarrow V_{RD,max} = 938,439 \text{ KN}$$

Únosnost bez smykové výztuže:

$$V_{RD,C} = \left[C_{RD,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b \cdot d$$

$$C_{RD,c} = 0,12$$

$$k_1 \cdot \sigma_p = 0$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,974$$

$$\rho_1 = \frac{A_{st}}{b \cdot d} = 0,00953$$

$$\Rightarrow V_{RD,c} = 152,805 \text{ KN}$$

$$V_{ED} = 67,970 \text{ KNm} < V_{RD,c} = 152,805 \text{ KNm}$$

\Rightarrow VYHOVÍ

\Rightarrow Není třeba navrhovat smykovou výztuž

KOTVENÍ:

$$F_{ED} = \frac{M_{ED}}{z} = 816,645 \text{ KN}$$

$$\sigma_s = \frac{F_{ED}}{A_{st}} = 406,089 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

$$\eta_1 = 1$$

$$\eta_2 = 1$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 1,333 \text{ MPa}$$

$$\Rightarrow f_{bd} = 3,000 \text{ MPa}$$

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_s}{f_{bd}} \quad 541 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd}$$

$$\alpha_1 - \alpha_5 = 1$$

$$\Rightarrow l_{bd} = 541 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100) \quad 162 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow l_{bd} = 550 \text{ mm}$$

2.b DESKA D1 V POLI

ROZMĚRY:

$h = 250 \text{ mm}$
 $b = 1000 \text{ mm}$

ROZPĚTÍ:

$l = 9850 \text{ mm} = 9,85 \text{ m}$

VÝPOČET ZATÍŽENÍ:

STÁLÉ:

venkovní část

| | $t \text{ [m]}$ | $\gamma \text{ [KN/m}^3\text{]}$ | $g \text{ [KN/m}^2\text{]}$ |
|----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------------------|
| Zelená střecha | 0,478 | 5,7 | 2,725 |
| Vlastní tíha | 0,25 | 25 | 6,250 |
| podhledy | 0,5 | 0,18 | 0,090 |

$$\Rightarrow g_k = 9,065 \text{ KN/m}^2$$

UŽITNÉ: Kategorie A $\Rightarrow q_k = 1,500 \text{ KN/m}^2$

SNÍH: Sněhová oblast $\Rightarrow s_k = 1,000 \text{ KN/m}^2$

$$q_s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

$$\mu_i = 0,8$$

$$C_e = 1$$

$$C_t = 1$$

$$\Rightarrow q_s = 0,800 \text{ KN/m}^2$$

Zatěžovací šířka

$$z\check{s} = 1 \text{ m}$$

$$\Rightarrow g_k = 9,065 \text{ KN/m}$$

$$q_k = 1,500 \text{ KN/m}$$

$$q_s = 0,800 \text{ KN/m}$$

VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL:

$$M_{gk} = (1/10) \times 9,065 \times 9,85^2 = 87,947 \text{ KNm}$$

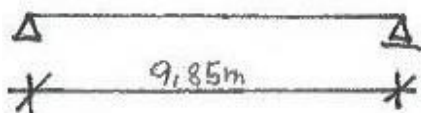
$$M_{qk} = (1/10) \times 1,5 \times 9,85^2 = 14,553 \text{ KNm}$$

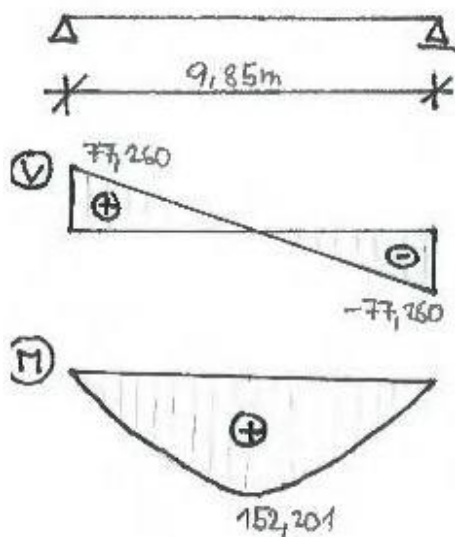
$$M_{qs} = (1/10) \times 0,8 \times 9,85^2 = 7,762 \text{ KNm}$$

$$V_{gk} = (1/2) \times 9,065 \times 9,85 = 44,643 \text{ KN}$$

$$V_{qk} = (1/2) \times 1,5 \times 9,85 = 7,388 \text{ KN}$$

$$V_{qs} = (1/2) \times 0,8 \times 9,85 = 3,940 \text{ KN}$$





KOMBINACE:

momentů:

$$6.10 \text{ a} \quad 1,35 \times 87,947 + 1,5 \times (14,553 + 7,762) = 152,201 \quad \text{KNm}$$

$$6.10 \text{ b} \quad 1,35 \times 0,85 \times 87,947 + 1,5 \times 14,553 + 1,5 \times 0,7 \times 7,762 = \\ = 130,899 \quad \text{KNm}$$

$$\Rightarrow M_{ED} = 152,201 \quad \text{KNm}$$

posouvajících sil:

$$6.10 \text{ a} \quad 1,35 \times 44,643 + 1,5 \times (7,388 + 3,94) = 77,260 \quad \text{KNm}$$

$$6.10 \text{ b} \quad 1,35 \times 0,85 \times 44,643 + 1,5 \times 7,388 + 1,5 \times 0,7 \times 3,94 = 75,487 \quad \text{KN}$$

$$\Rightarrow V_{ED} = 77,260 \quad \text{KN}$$

$$M_{ED} = 152,201 \text{ KNm}$$

MATERIÁLY:

Beton 30/37 Ocel B 500B

$$\begin{aligned} f_{ck} &= 30 \text{ MPa} & f_{yk} &= 500 \text{ MPa} \\ f_{ctm} &= 2,9 \text{ MPa} & f_{yd} &= \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,783 \text{ MPa} \\ f_{ctk0,05} &= 2 \text{ MPa} & E_s &= 200 \text{ GPa} \\ f_{cd} &= \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 20,000 \text{ MPa} & \epsilon_{yd} &= \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,174E-03 \\ \epsilon_{cu3} &= -3,5 \text{ ‰} \end{aligned}$$

Minimální krytí výztuže:

- odhadovaný \emptyset výztuže 16 mm

Životnost: - kategorie 4
- prostředí XC1

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\}$$

$$c_{min,b} = \emptyset_s = 16 \text{ mm}$$

$$c_{min,dur} = 15 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dur,\gamma}; \Delta c_{dur,st}; \Delta c_{dur,add} = 0$$

$$\Rightarrow c_{min} = 16 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow c_{mon} = 26 \text{ mm}$$

Krytí třmínků:

- odhadovaný \emptyset výztuže 6 mm

$$c_{min} = 15 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 25 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{KRYTÍ VÝZTUŽE } c_{nom} = 31 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} b &= 1000 \text{ mm} \\ h &= 250 \text{ mm} \end{aligned}$$

Účinná výška průřezu:

$$d_1 = c_{nom} + \emptyset/2 = 39 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 211 \text{ mm}$$

NÁVRH VÝZTUŽE:

Potřebná plocha výztuže:

$$\begin{aligned} A_{s,reg} &= \frac{b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ED}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}}\right) = 0,001832 \text{ m}^2 \\ &= 1832 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{NÁVRH: } \emptyset \quad 16 \quad /100\text{mm} \quad A_{st} \quad 2011 \text{ mm}^2$$

Určení skutečných parametrů průřezu:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\}$$

$$c_{min,b} = \varnothing_s = 16 \quad \text{mm}$$

$$c_{min,dur} = 15 \quad \text{mm}$$

$$\Delta c_{dur,y}; \Delta c_{dur,st}; \Delta c_{dur,add} = 0$$

$$\Rightarrow c_{min} = 16 \quad \text{mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \quad \text{mm}$$

$$\Rightarrow c_{mon} = 26 \quad \text{mm}$$

Krytí třmínků:

$$c_{nom} = 25 \quad \text{mm}$$

$$\Rightarrow \text{KRYTÍ VÝZTUŽE } c_{nom} = 31 \quad \text{mm}$$

Účinná výška průřezu:

$$d_1 = c_{nom} + \varnothing/2 = 39 \quad \text{mm}$$

$$d = h - d_1 = 211 \quad \text{mm}$$

POSOUZENÍ VÝZTUŽE NA OHYB:

Ověření plochy výztuže

$$A_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d}{f_{yk}}; 0,0013 \cdot b \cdot d \right\} 3,182E-04 \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_C = 1,000E-02 \text{ m}^2$$

$$A_{st} = 2,011E-03 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} < A_{st} < A_{s,max} \Rightarrow \text{VYHOVÍ}$$

Poloha neutrální osy:

$$x = \frac{A_{st} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}}$$

$$\lambda = 0,8 \Rightarrow x = 0,0546 \text{ m}$$

Ověření využití výztuže nad mezí kluzu:

$$\varepsilon_s = \frac{|\varepsilon_{cu3}|}{x} \cdot (d - x) = 1,001E-02$$

$$\varepsilon_s > \varepsilon_{yd} \Rightarrow \text{VYHOVÍ}$$

Rameno sil:

$$z = d - \frac{\lambda \cdot x}{2} = 0,189 \text{ m}$$

Návrhový moment:

$$M_{RD} = A_{st} \cdot f_{yd} \cdot z = 165,375 \text{ KNm}$$

$$M_{ED} = 152,20123 \text{ KNm} < M_{RD} = 165,375 \text{ KNm}$$

⇒ VYHOVÍ

NÁVRH ROZDĚLOVACÍ VÝZTUŽE:

$$A_{s,r} = 0,2 \cdot A_{st} = 402,2 \text{ mm}^2$$

NÁVRH: Ø 8/100mm

POSOUZENÍ VÝZTUŽE NA SMYK:

$$V_{ED} = 77,260 \text{ KN}$$

$$V_{RD,max} = \alpha_{cw} \cdot b \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot \frac{\cot \theta}{1 + \cot^2 \theta}$$

$$v_1 = v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,528$$

$$\theta = 35$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$z = 0,189 \Rightarrow V_{RD,max} = 938,439 \text{ KN}$$

Únosnost bez smykové výztuže:

$$V_{RD,C} = \left[C_{RD,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b \cdot d$$

$$C_{RD,c} = 0,12$$

$$k_1 \cdot \sigma_p = 0$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,974$$

$$\rho_1 = \frac{A_{st}}{b \cdot d} = 0,00953$$

$$\Rightarrow V_{RD,c} = 152,805 \text{ KN}$$

$$V_{ED} = 77,260 \text{ KNm} < V_{RD,c} = 152,805 \text{ KNm}$$

⇒ VYHOVÍ

⇒ Není třeba navrhovat smykovou výztuž

KOTVENÍ:

$$F_{ED} = \frac{M_{ED}}{z} = 804,696 \text{ KN}$$

$$\sigma_s = \frac{F_{ED}}{A_{st}} = 400,147 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

$$\eta_1 = 1$$

$$\eta_2 = 1$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 1,333 \text{ MPa}$$

$$\Rightarrow f_{bd} = 3,000 \text{ MPa}$$

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_s}{f_{bd}} \quad 534 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd}$$

$$\alpha_1 - \alpha_5 = 1$$

$$\Rightarrow l_{bd} = 534 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100) \quad 160 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow l_{bd} = \mathbf{540 \text{ mm}}$$

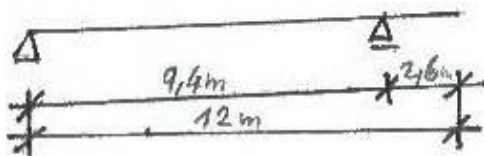
3. PRŮVLAK P1

ROZMĚRY:

$$\begin{aligned} h &= 1000 \text{ mm} \\ b &= 450 \text{ mm} \end{aligned}$$

ROZPĚTÍ:

$$\begin{aligned} l_{\text{pole}} &= 9400 \text{ mm} = 9,4 \text{ m} \\ l_{\text{konzoly}} &= 2600 \text{ mm} = 2,6 \text{ m} \\ l &= 12000 \text{ mm} = 12 \text{ m} \end{aligned}$$



VÝPOČET ZATÍŽENÍ:

STÁLÉ:

$$\text{viz zatížení desky} \Rightarrow g_k = 9,065 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{UŽITNÉ: viz zatížení desky} \Rightarrow q_k = 1,500 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{SNÍH: viz zatížení desky} \Rightarrow s_k = 1,000 \text{ KN/m}^2$$

$$q_s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

$$\mu_i = 0,8$$

$$C_e = 1 \Rightarrow q_s = 0,800 \text{ KN/m}^2$$

$$C_t = 1$$

$$\text{Zatěžovací šířka} \quad Z\check{S} = 7,35 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow g_k &= 66,628 \text{ KN/m} \\ q_k &= 11,025 \text{ KN/m} \\ q_s &= 5,880 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

$$\text{- vlastní tíha průvlaku: } 1 \times 0,45 \times 25 = 11,250 \text{ KN/m}$$

$$\text{- zeď nad průvlakem: } 3,75 \times 0,45 \times 6,8 = 11,475 \text{ KN/m}$$

$$g_{\text{kcelk.}} = 89,353 \text{ KN/m}$$

návrhové hodnoty zatížení:

$$\gamma_G = 1,35$$

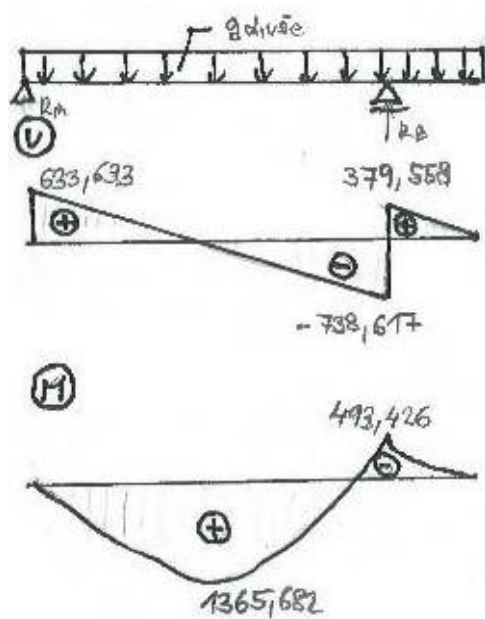
$$\gamma_Q = 1,5$$

$$\Rightarrow g_d = 120,626 \text{ KN/m}$$

$$q_d = 16,538 \text{ KN/m}$$

$$q_{sd} = 8,820 \text{ KN/m}$$

$$g_{\text{dvše}} = 145,984 \text{ KN/m}$$



VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL:



$$M_A = 0$$

$$- R_B \times 9,4 + 145,984 \times 12 \times (12/2) = 0$$

$$R_B = 1118,175 \text{ KN}$$



$$M_B = 0$$

$$- R_A \times 9,4 + 145,984 \times 12 \times 3,4 = 0$$

$$R_A = 633,633 \text{ KN}$$

$$\Rightarrow M_{ED} = 1365,682 \text{ KNm} \quad - \text{ pole}$$

$$\Rightarrow M_{ED} = 493,426 \text{ KNm} \quad - \text{ podpora}$$

$$\Rightarrow V_{ED} = 1118,175 \text{ KN}$$

$$M_{ED} = 1365,682 \text{ KNm}$$

MATERIÁLY:

Beton 30/37 Ocel B 500B

$$\begin{aligned} f_{ck} &= 30 \text{ MPa} & f_{yk} &= 500 \text{ MPa} \\ f_{ctm} &= 2,9 \text{ MPa} & f_{yd} &= \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,783 \text{ MPa} \\ f_{ctk0,05} &= 2 \text{ MPa} & E_s &= 200 \text{ GPa} \\ f_{cd} &= \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 20,000 \text{ MPa} & \epsilon_{yd} &= \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,174E-03 \\ \epsilon_{cu3} &= -3,5 \text{ ‰} \end{aligned}$$

Minimální krytí výztuže:

- odhadovaný \emptyset výztuže 28 mm

Životnost: - kategorie
- prostředí

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\}$$

$$c_{min,b} = \emptyset_s = 28 \text{ mm}$$

$$c_{min,dur} = 15 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dur,\gamma}; \Delta c_{dur,st}; \Delta c_{dur,add} = 0$$

$$\Rightarrow c_{min} = 28 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow c_{mon} = 38 \text{ mm}$$

Krytí třmíneků:

- odhadovaný \emptyset výztuže 6 mm

$$c_{min} = 15 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 25 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{KRYTÍ VÝZTUŽE } c_{nom} = 38 \text{ mm}$$

$$b = 450 \text{ mm}$$

$$h = 1000 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu:

$$d_1 = c_{nom} + \emptyset/2 = 52 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 948 \text{ mm}$$

NÁVRH OHYBOVÉ VÝZTUŽE:

Potřebná plocha výztuže:

$$\begin{aligned} A_{s,reg} &= \frac{b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ED}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right) = 0,003653 \text{ m}^2 \\ &= 3653 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

NÁVRH: 7 x \emptyset 28

$$A_{st} = 4310 \text{ mm}^2$$

Určení skutečných parametrů průřezu:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\}$$

$$c_{min,b} = \varnothing_s = 28 \quad \text{mm}$$

$$c_{min,dur} = 15 \quad \text{mm}$$

$$\Delta c_{dur,y}; \Delta c_{dur,st}; \Delta c_{dur,add} = 0$$

$$\Rightarrow c_{min} = 28 \quad \text{mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \quad \text{mm}$$

$$\Rightarrow c_{mon} = 38 \quad \text{mm}$$

Krytí třmíneků:

$$c_{nom} = 25 \quad \text{mm}$$

$$\Rightarrow \text{KRYTÍ VÝZTUŽE } c_{nom} = 38 \quad \text{mm}$$

Účinná výška průřezu:

$$d_{1,1} = c_{nom} + \varnothing/2 = 52 \quad \text{mm}$$

$$d = h - d_1 = 948,000 \quad \text{mm}$$

Minimální vzdálenost mezi pruty:

$$s_{s,min} = \max \{1,2\varnothing; \varnothing + 5; 20\}$$

$$\varnothing = 28 \quad \Rightarrow s_{s,min} = 33,6 \quad \text{mm}$$

$$\text{Navrženo: } s = 34 \quad \text{mm}$$

POSOUZENÍ VÝZTUŽE NA OHYB:

Ověření plochy výztuže

$$A_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d}{f_{yk}}; 0,0013 \cdot b \cdot d \right\} 6,433\text{E-}04 \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_C = 1,800\text{E-}02 \text{ m}^2$$

$$A_{st} = 4,310\text{E-}03 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} < A_{st} < A_{s,max} \quad \Rightarrow \quad \text{VYHOVÍ}$$

Poloha neutrální osy:

$$x = \frac{A_{st} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}}$$

$$\lambda = 0,8 \quad \Rightarrow \quad x = 0,2603 \quad \text{m}$$

Ověření využití výztuže nad mezí kluzu:

$$\varepsilon_s = \frac{|\varepsilon_{cu3}|}{x} \cdot (d - x) = 9,249\text{E-}03$$

$$\varepsilon_s > \varepsilon_{yd} \quad \Rightarrow \quad \text{VYHOVÍ}$$

Rameno sil:

$$z = d - \frac{\lambda \cdot x}{2} = 0,844 \quad \text{m}$$

Návrhový moment:

$$M_{RD} = A_{st} \cdot f_{yd} \cdot z = 1581,383 \quad \text{KNm}$$

$$M_{ED} = 1365,682 \quad \text{KNm} \quad < \quad M_{RD} = 1581,383 \quad \text{KNm}$$

\Rightarrow **VYHOVÍ**

POSOUZENÍ NA SMYK:

$$V_{ED} = 1118,175 \quad \text{KN}$$

$$V_{RD,max} = \alpha_{cw} \cdot b \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot \frac{\cot \theta}{1 + \cot^2 \theta}$$

$$v_1 = v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,528$$

$$\theta = 35$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$z = 0,844 \quad \Rightarrow \quad V_{RD,max} = 1884,170 \quad \text{KN}$$

Únosnost bez smykové výztuže:

$$V_{RD,C} = \left[C_{RD,C} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b \cdot d$$

$$C_{RD,C} = 0,12$$

$$k_1 \cdot \sigma_p = 0$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,459$$

$$\rho_1 = \frac{A_{st}}{b \cdot d} = 0,01010$$

$$\Rightarrow \quad V_{RD,C} = 232,922 \quad \text{KN}$$

$$V_{ED} = 1118,175 \quad \text{KNm} \quad < \quad V_{RD,C} = 232,922 \quad \text{KNm}$$

\Rightarrow **NEVYHOVÍ**

\Rightarrow Je třeba navrhnout smykovou výztuž

NÁVRH SMYKOVÉ VÝZTUŽE:

- odhadovaná výztuž $2 \times \emptyset 10$ $A_{sw} = 157 \quad \text{mm}^2$

$$V_{RD,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta =: s = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta}{V_{ED}}$$

$$\Rightarrow \quad s = 0,0736 \quad \text{m}$$

- nový odhad $4 \times \emptyset 10$ $A_{sw} = 314 \quad \text{mm}^2$

$$\Rightarrow \quad s = 0,1471 \quad \text{m}$$

Navrženo: $s = 0,140 \quad \text{m}$

NÁVRH: 4 x Ø 10 / 140mm

A_{st} 314 mm²

$$V_{RD,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta = 1175,262 \text{ KN}$$

$$V_{ED} = 1118,175 \text{ KN} \quad \boxed{<} \quad V_{RD,s} = 1175,262 \text{ KN}$$

\Rightarrow VYHOVÍ

KOTVENÍ:

$$F_{ED} = V_{ED} \cdot \frac{d}{z} = 1256,118 \text{ KN}$$

$$\sigma_s = \frac{F_{ED}}{A_{st}} = 291,443 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

$$\eta_1 = 1$$

$$\eta_2 = 1$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 1,333 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad f_{bd} = 3,000 \text{ MPa}$$

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_s}{f_{bd}} = 680 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd}$$

$$\alpha_1 - \alpha_5 = 1$$

$$\Rightarrow \quad l_{bd} = 680 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100) = 204 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \quad l_{bd} = 700 \text{ mm}$$

$$M_{ED} = 493,426 \text{ KNm}$$

MATERIÁLY:

Beton 30/37 Ocel B 500B

$$\begin{aligned} f_{ck} &= 30 \text{ MPa} & f_{yk} &= 500 \text{ MPa} \\ f_{ctm} &= 2,9 \text{ MPa} & f_{yd} &= \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,783 \text{ MPa} \\ f_{ctk0,05} &= 2 \text{ MPa} & E_s &= 200 \text{ GPa} \\ f_{cd} &= \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 20,000 \text{ MPa} & \epsilon_{yd} &= \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,174E-03 \\ \epsilon_{cu3} &= -3,5 \text{ ‰} \end{aligned}$$

Minimální krytí výztuže:

- odhadovaný \emptyset výztuže 28 mm

Životnost: - kategorie
- prostředí

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\}$$

$$c_{min,b} = \emptyset_s = 28 \text{ mm}$$

$$c_{min,dur} = 15 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dur,\gamma}; \Delta c_{dur,st}; \Delta c_{dur,add} = 0$$

$$\Rightarrow c_{min} = 28 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow c_{mon} = 38 \text{ mm}$$

Krytí třmíneků:

- odhadovaný \emptyset výztuže 6 mm

$$c_{min} = 15 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 25 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{KRYTÍ VÝZTUŽE } c_{nom} = 38 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} b &= 450 \text{ mm} \\ h &= 1000 \text{ mm} \end{aligned}$$

Účinná výška průřezu:

$$d_1 = c_{nom} + \emptyset/2 = 52 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 948 \text{ mm}$$

NÁVRH OHYBOVÉ VÝZTUŽE:

Potřebná plocha výztuže:

$$\begin{aligned} A_{s,reg} &= \frac{b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ED}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right) = 0,001236 \text{ m}^2 \\ &= 1236 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{NÁVRH: } 3 \times \emptyset 28 \quad A_{st} \quad 1847 \text{ mm}^2$$

Určení skutečných parametrů průřezu:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\}$$

$$c_{min,b} = \varnothing_s = 28 \text{ mm}$$

$$c_{min,dur} = 15 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dur,y}; \Delta c_{dur,st}; \Delta c_{dur,add} = 0$$

$$\Rightarrow c_{min} = 28 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow c_{mon} = 38 \text{ mm}$$

Krytí třmínků:

$$c_{nom} = 25 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{KRYTÍ VÝZTUŽE } c_{nom} = 38 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu:

$$d_{1,1} = c_{nom} + \varnothing/2 = 52 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 948,000 \text{ mm}$$

Minimální vzdálenost mezi pruty:

$$s_{s,min} = \max \{1,2\varnothing; \varnothing + 5; 20\}$$

$$\varnothing = 28 \Rightarrow s_{s,min} = 33,6 \text{ mm}$$

$$\text{Navrženo: } s = 34 \text{ mm}$$

POSOUZENÍ VÝZTUŽE NA OHYB:

Ověření plochy výztuže

$$A_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d}{f_{yk}}; 0,0013 \cdot b \cdot d \right\} 6,433E-04 \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_C = 1,800E-02 \text{ m}^2$$

$$A_{st} = 1,847E-03 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} < A_{st} < A_{s,max} \Rightarrow \text{VYHOVÍ}$$

Poloha neutrální osy:

$$x = \frac{A_{st} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}}$$

$$\lambda = 0,8 \Rightarrow x = 0,1115 \text{ m}$$

Ověření využití výztuže nad mezí kluzu:

$$\varepsilon_s = \frac{|\varepsilon_{cu3}|}{x} \cdot (d - x) = 2,625E-02$$

$$\varepsilon_s > \varepsilon_{yd} \Rightarrow \text{VYHOVÍ}$$

Rameno sil:

$$z = d - \frac{\lambda \cdot x}{2} = 0,903 \quad \text{m}$$

Návrhový moment:

$$M_{RD} = A_{st} \cdot f_{yd} \cdot z = 725,459 \quad \text{KNm}$$

$$M_{ED} = 493,426 \quad \text{KNm}$$



$$M_{RD} = 725,459 \quad \text{KNm}$$

\Rightarrow

VYHOVÍ

KOTVENÍ:

$$V_{ED} = 1118,175 \quad \text{KN}$$

$$F_{ED} = V_{ED} \cdot \frac{d}{z} = 1173,396 \quad \text{KN}$$

$$\sigma_s = \frac{F_{ED}}{A_{st}} = 635,298 \quad \text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

$$\eta_1 = 1$$

$$\eta_2 = 1$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 1,333 \quad \text{MPa} \quad \Rightarrow \quad f_{bd} = 3,000 \quad \text{MPa}$$

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_s}{f_{bd}} = 1482 \quad \text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd}$$

$$\alpha_1 - \alpha_5 = 1$$

$$\Rightarrow \quad l_{bd} = 1482 \quad \text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100) = 445 \quad \text{mm}$$

$$\Rightarrow \quad l_{bd} = 1500 \quad \text{mm}$$

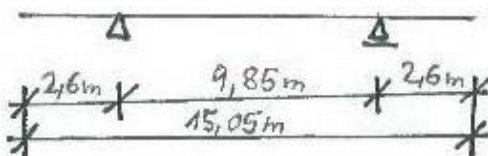
4. PRŮVLAK P2

ROZMĚRY:

$$\begin{aligned} h &= 1000 \text{ mm} \\ b &= 450 \text{ mm} \end{aligned}$$

ROZPĚTÍ:

$$\begin{aligned} l_{\text{pole}} &= 9850 \text{ mm} = 9,85 \text{ m} \\ l_{\text{konzoly}} &= 2600 \text{ mm} = 2,6 \text{ m} \\ l &= 15050 \text{ mm} = 15,05 \text{ m} \end{aligned}$$



VÝPOČET ZATÍŽENÍ:

STÁLÉ:

$$\text{viz zatížení desky} \Rightarrow g_k = 9,065 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{UŽITNÉ: viz zatížení desky} \Rightarrow q_k = 1,500 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{SNÍH: viz zatížení desky} \Rightarrow s_k = 1,000 \text{ KN/m}^2$$

$$q_s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

$$\mu_i = 0,8$$

$$C_e = 1 \Rightarrow q_s = 0,800 \text{ KN/m}^2$$

$$C_t = 1$$

$$\text{Zatěžovací šířka} \quad Z\check{S} = 4,2 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow g_k &= 38,073 \text{ KN/m} \\ q_k &= 6,300 \text{ KN/m} \\ q_s &= 3,360 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

$$\text{- vlastní tíha průvlaku: } 1 \times 0,45 \times 25 = 11,250 \text{ KN/m}$$

$$\text{- zeď nad průvlakem: } 3,75 \times 0,45 \times 6,8 = 11,475 \text{ KN/m}$$

$$g_{\text{kcelk.}} = 60,798 \text{ KN/m}$$

návrhové hodnoty zatížení:

$$\gamma_G = 1,35$$

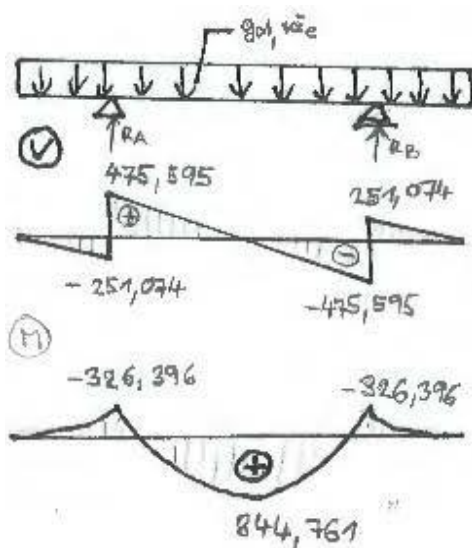
$$\gamma_Q = 1,5$$

$$\Rightarrow g_d = 82,077 \text{ KN/m}$$

$$q_d = 9,450 \text{ KN/m}$$

$$q_{sd} = 5,040 \text{ KN/m}$$

$$g_{\text{dvše}} = 96,567 \text{ KN/m}$$



VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL:

$$R_A = R_B = (15,05 \times 96,567) / 2 = 726,669 \text{ KN}$$

$$\Rightarrow M_{ED} = 844,761 \text{ KNm} \quad - \text{ pole}$$

$$\Rightarrow M_{ED} = 326,396 \text{ KNm} \quad - \text{ podpora}$$

$$\Rightarrow V_{ED} = 726,669 \text{ KN}$$

$$M_{ED} = 844,761 \text{ KNm}$$

MATERIÁLY:

Beton 30/37 Ocel B 500B

$$\begin{aligned} f_{ck} &= 30 \text{ MPa} & f_{yk} &= 500 \text{ MPa} \\ f_{ctm} &= 2,9 \text{ MPa} & f_{yd} &= \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,783 \text{ MPa} \\ f_{ctk0,05} &= 2 \text{ MPa} & E_s &= 200 \text{ GPa} \\ f_{cd} &= \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 20,000 \text{ MPa} & \epsilon_{yd} &= \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,174E-03 \\ \epsilon_{cu3} &= -3,5 \text{ ‰} \end{aligned}$$

Minimální krytí výztuže:

- odhadovaný \emptyset výztuže 28 mm

Životnost: - kategorie
- prostředí

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\}$$

$$c_{min,b} = \emptyset_s = 28 \text{ mm}$$

$$c_{min,dur} = 15 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dur,\gamma}; \Delta c_{dur,st}; \Delta c_{dur,add} = 0$$

$$\Rightarrow c_{min} = 28 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow c_{mon} = 38 \text{ mm}$$

Krytí třmíneků:

- odhadovaný \emptyset výztuže 6 mm

$$c_{min} = 15 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 25 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{KRYTÍ VÝZTUŽE } c_{nom} = 38 \text{ mm}$$

$$b = 450 \text{ mm}$$

$$h = 1000 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu:

$$d_1 = c_{nom} + \emptyset/2 = 52 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 948 \text{ mm}$$

NÁVRH OHYBOVÉ VÝZTUŽE:

Potřebná plocha výztuže:

$$\begin{aligned} A_{s,reg} &= \frac{b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ED}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}}\right) = 0,002169 \text{ m}^2 \\ &= 2169 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

NÁVRH: 4 x \emptyset 28

$$A_{st} = 2463 \text{ mm}^2$$

Určení skutečných parametrů průřezu:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\}$$

$$c_{min,b} = \varnothing_s = 28 \quad \text{mm}$$

$$c_{min,dur} = 15 \quad \text{mm}$$

$$\Delta c_{dur,y}; \Delta c_{dur,st}; \Delta c_{dur,add} = 0$$

$$\Rightarrow c_{min} = 28 \quad \text{mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \quad \text{mm}$$

$$\Rightarrow c_{mon} = 38 \quad \text{mm}$$

Krytí třmínků:

$$c_{nom} = 25 \quad \text{mm}$$

$$\Rightarrow \text{KRYTÍ VÝZTUŽE } c_{nom} = 38 \quad \text{mm}$$

Účinná výška průřezu:

$$d_{1,1} = c_{nom} + \varnothing/2 = 52 \quad \text{mm}$$

$$d = h - d_1 = 948,000 \quad \text{mm}$$

Minimální vzdálenost mezi pruty:

$$s_{s,min} = \max \{1,2\varnothing; \varnothing + 5; 20\}$$

$$\varnothing = 28 \quad \Rightarrow s_{s,min} = 33,6 \quad \text{mm}$$

$$\text{Navrženo: } s = 34 \quad \text{mm}$$

POSOUZENÍ VÝZTUŽE NA OHYB:

Ověření plochy výztuže

$$A_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d}{f_{yk}}; 0,0013 \cdot b \cdot d \right\} 6,433\text{E-}04 \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_C = 1,800\text{E-}02 \text{ m}^2$$

$$A_{st} = 2,463\text{E-}03 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} < A_{st} < A_{s,max} \quad \Rightarrow \quad \text{VYHOVÍ}$$

Poloha neutrální osy:

$$x = \frac{A_{st} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}}$$

$$\lambda = 0,8 \quad \Rightarrow \quad x = 0,1487 \quad \text{m}$$

Ověření využití výztuže nad mezí kluzu:

$$\varepsilon_s = \frac{|\varepsilon_{cu3}|}{x} \cdot (d - x) = 1,881\text{E-}02$$

$$\varepsilon_s > \varepsilon_{yd} \quad \Rightarrow \quad \text{VYHOVÍ}$$

Rameno sil:

$$z = d - \frac{\lambda \cdot x}{2} = 0,889 \quad \text{m}$$

Návrhový moment:

$$M_{RD} = A_{st} \cdot f_{yd} \cdot z = 951,475 \text{ KNm}$$

$$M_{ED} = 844,761 \text{ KNm} < M_{RD} = 951,475 \text{ KNm}$$

\Rightarrow VYHOVÍ

POSOUZENÍ NA SMYK:

$$V_{ED} = 726,669 \text{ KN}$$

$$V_{RD,max} = \alpha_{cw} \cdot b \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot \frac{\cot g\theta}{1 + \cot g^2\theta}$$

$$v_1 = v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,528$$

$$\theta = 35$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$z = 0,889 \Rightarrow V_{RD,max} = 1983,779 \text{ KN}$$

Únosnost bez smykové výztuže:

$$V_{RD,C} = \left[C_{RD,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b \cdot d$$

$$C_{RD,c} = 0,12$$

$$k_1 \cdot \sigma_p = 0$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,459$$

$$\rho_1 = \frac{A_{st}}{b \cdot d} = 0,00577$$

$$\Rightarrow V_{RD,c} = 193,289 \text{ KN}$$

$$V_{ED} = 726,669 \text{ KNm} < V_{RD,c} = 193,289 \text{ KNm}$$

\Rightarrow NEVYHOVÍ

\Rightarrow Je třeba navrhnout smykovou výztuž

NÁVRH SMYKOVÉ VÝZTUŽE:

- odhadovaná výztuž $2 \times \emptyset 10$

$$A_{sw} = 157 \text{ mm}^2$$

$$V_{RD,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot g\theta =: s = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot g\theta}{V_{ED}}$$

$$\Rightarrow s = 0,1192 \text{ m}$$

$$\text{Navrženo: } s = 0,110 \text{ m}$$

$$\text{NÁVRH: } 2 \times \emptyset 10 / 110\text{mm} \quad A_{st} \quad 157 \text{ mm}^2$$

$$V_{RD,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta = 787,432 \text{ KN}$$

$$V_{ED} = 726,669 \text{ KNm} \quad \boxed{<} \quad V_{RD,s} = 787,432 \text{ KNm}$$

\Rightarrow VYHOVÍ

KOTVENÍ:

$$F_{ED} = V_{ED} \cdot \frac{d}{z} = 775,325 \text{ KN}$$

$$\sigma_s = \frac{F_{ED}}{A_{st}} = 314,789 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

$$\eta_1 = 1$$

$$\eta_2 = 1$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 1,333 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad f_{bd} = 3,000 \text{ MPa}$$

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_s}{f_{bd}} = 735 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd}$$

$$\alpha_1 - \alpha_5 = 1$$

$$\Rightarrow \quad l_{bd} = 735 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100) = 220 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \quad l_{bd} = 750 \text{ mm}$$

$$M_{ED} = 326,396 \text{ KNm}$$

MATERIÁLY:

Beton 30/37 Ocel B 500B

$$\begin{aligned} f_{ck} &= 30 \text{ MPa} & f_{yk} &= 500 \text{ MPa} \\ f_{ctm} &= 2,9 \text{ MPa} & f_{yd} &= \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,783 \text{ MPa} \\ f_{ctk0,05} &= 2 \text{ MPa} & E_s &= 200 \text{ GPa} \\ f_{cd} &= \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 20,000 \text{ MPa} & \epsilon_{yd} &= \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,174E-03 \\ \epsilon_{cu3} &= -3,5 \text{ ‰} \end{aligned}$$

Minimální krytí výztuže:

- odhadovaný \emptyset výztuže 28 mm

Životnost: - kategorie
- prostředí

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\}$$

$$c_{min,b} = \emptyset_s = 28 \text{ mm}$$

$$c_{min,dur} = 15 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dur,y}; \Delta c_{dur,st}; \Delta c_{dur,add} = 0$$

$$\Rightarrow c_{min} = 28 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow c_{mon} = 38 \text{ mm}$$

Krytí třmínků:

- odhadovaný \emptyset výztuže 6 mm

$$c_{min} = 15 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 25 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{KRYTÍ VÝZTUŽE } c_{nom} = 38 \text{ mm}$$

$$b = 450 \text{ mm}$$

$$h = 1000 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu:

$$d_1 = c_{nom} + \emptyset/2 = 52 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 948 \text{ mm}$$

NÁVRH OHYBOVÉ VÝZTUŽE:

Potřebná plocha výztuže:

$$A_{s,reg} = \frac{b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ED}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}}\right) = 0,000809 \text{ m}^2 = 809 \text{ mm}^2$$

NÁVRH: 2 x \emptyset 28

$$A_{st} = 1232 \text{ mm}^2$$

Určení skutečných parametrů průřezu:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\}$$

$$c_{min,b} = \varnothing_s = 28 \quad \text{mm}$$

$$c_{min,dur} = 15 \quad \text{mm}$$

$$\Delta c_{dur,y}; \Delta c_{dur,st}; \Delta c_{dur,add} = 0$$

$$\Rightarrow c_{min} = 28 \quad \text{mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \quad \text{mm}$$

$$\Rightarrow c_{mon} = 38 \quad \text{mm}$$

Krytí třmínků:

$$c_{nom} = 25 \quad \text{mm}$$

$$\Rightarrow \text{KRYTÍ VÝZTUŽE } c_{nom} = 38 \quad \text{mm}$$

Účinná výška průřezu:

$$d_{1,1} = c_{nom} + \varnothing/2 = 52 \quad \text{mm}$$

$$d = h - d_1 = 948,000 \quad \text{mm}$$

Minimální vzdálenost mezi pruty:

$$s_{s,min} = \max \{1,2\varnothing; \varnothing + 5; 20\}$$

$$\varnothing = 28 \quad \Rightarrow s_{s,min} = 33,6 \quad \text{mm}$$

$$\text{Navrženo: } s = 34 \quad \text{mm}$$

POSOUZENÍ VÝZTUŽE NA OHYB:

Ověření plochy výztuže

$$A_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d}{f_{yk}}; 0,0013 \cdot b \cdot d \right\} 6,433\text{E-}04 \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_C = 1,800\text{E-}02 \text{ m}^2$$

$$A_{st} = 1,232\text{E-}03 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} < A_{st} < A_{s,max} \quad \Rightarrow \quad \text{VYHOVÍ}$$

Poloha neutrální osy:

$$x = \frac{A_{st} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}}$$

$$\lambda = 0,8 \quad \Rightarrow \quad x = 0,0744 \quad \text{m}$$

Ověření využití výztuže nad mezí kluzu:

$$\varepsilon_s = \frac{|\varepsilon_{cu3}|}{x} \cdot (d - x) = 4,110\text{E-}02$$

$$\varepsilon_s > \varepsilon_{yd} \quad \Rightarrow \quad \text{VYHOVÍ}$$

Rameno sil:

$$z = d - \frac{\lambda \cdot x}{2} = 0,918 \quad \text{m}$$

Návrhový moment:

$$M_{RD} = A_{st} \cdot f_{yd} \cdot z = 491,858 \text{ KNm}$$

$$M_{ED} = 326,396 \text{ KNm}$$



$$M_{RD} = 491,858 \text{ KNm}$$

⇒

VYHOVÍ

KOTVENÍ:

$$V_{ED} = 726,669 \text{ KN}$$

$$F_{ED} = V_{ED} \cdot \frac{d}{z} = 750,219 \text{ KN}$$

$$\sigma_s = \frac{F_{ED}}{A_{st}} = 608,944 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

$$\eta_1 = 1$$

$$\eta_2 = 1$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 1,333 \text{ MPa} \Rightarrow f_{bd} = 3,000 \text{ MPa}$$

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_s}{f_{bd}} = 1421 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd}$$

$$\alpha_1 - \alpha_5 = 1$$

$$\Rightarrow l_{bd} = 1421 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100) = 426 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow l_{bd} = 1500 \text{ mm}$$

**Z DŮVODU POŽADAVKU MINIMÁLNÍHO POČTU PRŮTŮ NAD
PODPOROU:**

NAVRŽENO:

$$3 \times \emptyset 28, A_{st} = 1847 \text{ mm}^2$$

5. PRŮVLAK P3

ROZMĚRY:

$h = 600 \text{ mm}$
 $b = 450 \text{ mm}$

ROZPĚTÍ:

$l = 7700 \text{ mm} = 7,7 \text{ m}$

VÝPOČET ZATÍŽENÍ:

STÁLÉ:

venkovní část

| | $t \text{ [m]}$ | $\gamma \text{ [KN/m}^3\text{]}$ | $g \text{ [KN/m}^2\text{]}$ |
|------------------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------------------|
| Homogenní podlahový vinyl | - | - | 0,034 |
| Lepicí tmel | 0,003 | 13,5 | 0,041 |
| Penetrační nátěr | 0,002 | 10 | 0,020 |
| Betonová mazanina + KARI síť | 0,06 | 25 | 1,500 |
| Systémová deska pro vytápění | - | - | 0,440 |
| Fólie PE | 0,001 | 5,5 | 0,006 |
| Kročejová izolace | 0,02 | 1,5 | 0,030 |
| ŽB panely | - | - | 3,370 |
| Podhled | 0,05 | 0,18 | 0,009 |
| Příčky | - | - | 1,000 |

$$\Rightarrow g_k = 6,449 \text{ KN/m}^2$$

Zdivo nad průvlakem $7,5 \times 0,45 \times 4 = 13,500 \text{ KN/m}$

UŽITNÉ: Kategorie A $\Rightarrow q_k = 1,500 \text{ KN/m}^2$

Zatěžovací šířka $Z\check{S} = 4,7 \text{ m}$

$$\Rightarrow \begin{aligned} g_k &= 43,810 \text{ KN/m} \\ q_k &= 7,050 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

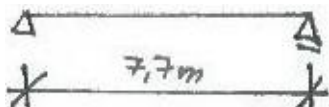
Strop II - 1/3 ze stropu I $\Rightarrow \begin{aligned} g_{k\text{stropII}} &= 14,603 \text{ KN/m} \\ q_{k\text{stropII}} &= 2,350 \text{ KN/m} \end{aligned}$

VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL:

momenty:

$$M_{gk} = (1/8) \times (g_k + g_{k\text{stropII}}) \times l^2 = 432,919 \text{ KNm}$$

$$M_{qk} = (1/8) \times (q_k + q_{k\text{stropII}}) \times l^2 = 69,666 \text{ KNm}$$



posouvající síly:

$$V_{gk} = (1/2) \times (g_k + g_{kstopil}) \times l = 224,893 \text{ KN}$$

$$V_{qk} = (1/2) \times (q_k + q_{kstopil}) \times l = 36,190 \text{ KN}$$

KOMBINACE:

momentů:

$$6.10 \text{ a } 1,35 \times M_{gk} + 1,5 \times M_{qk} = 688,939 \text{ KNm}$$

$$6.10 \text{ b } 1,35 \times 0,85 \times M_{gk} + 1,5 \times M_{qk} = 601,273 \text{ KNm}$$

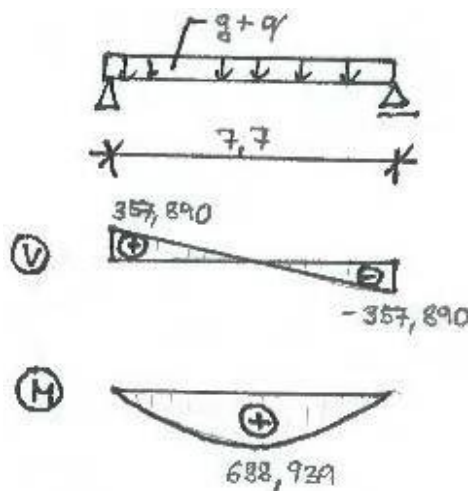
$$\Rightarrow M_{ED} = 688,939 \text{ KNm}$$

posouvajících síl:

$$6.10 \text{ a } 1,35 \times V_{gk} + 1,5 \times V_{qk} = 357,890 \text{ KN}$$

$$6.10 \text{ b } 1,35 \times 0,85 \times V_{gk} + 1,5 \times V_{qk} = 312,350 \text{ KN}$$

$$\Rightarrow V_{ED} = 357,890 \text{ KN}$$



$$M_{ED} = 688,939 \text{ KNm}$$

MATERIÁLY:

Beton 30/37 Ocel B 500B

$$\begin{aligned} f_{ck} &= 30 \text{ MPa} & f_{yk} &= 500 \text{ MPa} \\ f_{ctm} &= 2,9 \text{ MPa} & f_{yd} &= \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,783 \text{ MPa} \\ f_{ctk0,05} &= 2 \text{ MPa} & E_s &= 200 \text{ GPa} \\ f_{cd} &= \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 20,000 \text{ MPa} & \epsilon_{yd} &= \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,174E-03 \\ \epsilon_{cu3} &= -3,5 \text{ ‰} \end{aligned}$$

Minimální krytí výztuže:

- odhadovaný \emptyset výztuže 18 mm

Životnost: - kategorie 4
- prostředí XC1

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\}$$

$$c_{min,b} = \emptyset_s = 18 \text{ mm}$$

$$c_{min,dur} = 15 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dur,y}; \Delta c_{dur,st}; \Delta c_{dur,add} = 0$$

$$\Rightarrow c_{min} = 18 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow c_{mon} = 28 \text{ mm}$$

Krytí třmíneků:

- odhadovaný \emptyset výztuže 6 mm

$$c_{min} = 15 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 25 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{KRYTÍ VÝZTUŽE } c_{nom} = 31 \text{ mm}$$

$$b = 450 \text{ mm}$$

$$h = 600 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu:

$$d_1 = c_{nom} + \emptyset/2 = 40 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 560 \text{ mm}$$

NÁVRH VÝZTUŽE:

Potřebná plocha výztuže:

$$\begin{aligned} A_{s,reg} &= \frac{b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ED}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}}\right) = 0,003299 \text{ m}^2 \\ &= 3299 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{NÁVRH: } 7 \times \emptyset 25 \quad A_{st} \quad 3436 \text{ mm}^2$$

Určení skutečných parametrů průřezu:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\}$$

$$c_{min,b} = \varnothing_s = 25 \quad \text{mm}$$

$$c_{min,dur} = 15 \quad \text{mm}$$

$$\Delta c_{dur,y}; \Delta c_{dur,st}; \Delta c_{dur,add} = 0$$

$$\Rightarrow c_{min} = 25 \quad \text{mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \quad \text{mm}$$

$$\Rightarrow c_{mon} = 35 \quad \text{mm}$$

Krytí třmínků:

$$c_{nom} = 25 \quad \text{mm}$$

$$\Rightarrow \text{KRYTÍ VÝZTUŽE } c_{nom} = 35 \quad \text{mm}$$

Účinná výška průřezu:

$$d_1 = c_{nom} + \varnothing/2 = 48 \quad \text{mm}$$

$$d = h - d_1 = 553 \quad \text{mm}$$

POSOUZENÍ VÝZTUŽE NA OHYB:

Ověření plochy výztuže

$$A_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d}{f_{yk}}; 0,0013 \cdot b \cdot d \right\} 3,749\text{E-}04 \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_C = 1,080\text{E-}02 \text{ m}^2$$

$$A_{st} = 3,436\text{E-}03 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} < A_{st} < A_{s,max} \Rightarrow \text{VYHOVÍ}$$

Poloha neutrální osy:

$$x = \frac{A_{st} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}}$$

$$\lambda = 0,8 \Rightarrow x = 0,2075 \text{ m}$$

Ověření využití výztuže nad mezí kluzu:

$$\varepsilon_s = \frac{|\varepsilon_{cu3}|}{x} \cdot (d - x) = 5,820\text{E-}03$$

$$\varepsilon_s > \varepsilon_{yd} \Rightarrow \text{VYHOVÍ}$$

Rameno sil:

$$z = d - \frac{\lambda \cdot x}{2} = 0,470 \text{ m}$$

Návrhový moment:

$$M_{RD} = A_{st} \cdot f_{yd} \cdot z = 701,399 \text{ KNm}$$

$$M_{ED} = 688,93898 \text{ KNm} < M_{RD} = 701,399 \text{ KNm}$$

⇒ **VYHOVÍ**

NÁVRH ROZDĚLOVACÍ VÝZTUŽE:

$$A_{s,r} = 0,2 \cdot A_{st} = 687,2 \text{ mm}^2$$

NÁVRH: Ø 8/100mm

POSOUZENÍ VÝZTUŽE NA SMYK:

$$V_{ED} = 357,890 \text{ KN}$$

$$V_{RD,max} = \alpha_{cw} \cdot b \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot \frac{\cot g\theta}{1 + \cot g^2\theta}$$

$$v_1 = v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,528$$

$$\theta = 35$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$z = 0,470 \Rightarrow V_{RD,max} = 1048,268 \text{ KN}$$

Únosnost bez smykové výztuže:

$$V_{RD,C} = \left[C_{RD,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b \cdot d$$

$$C_{RD,c} = 0,12$$

$$k_1 \cdot \sigma_p = 0$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,602$$

$$\rho_1 = \frac{A_{st}}{b \cdot d} = 0,01382$$

$$\Rightarrow V_{RD,c} = 165,389 \text{ KN}$$

$$V_{ED} = 357,890 \text{ KNm} < V_{RD,c} = 165,389 \text{ KNm}$$

⇒ **NEVYHOVÍ**

⇒ Je třeba navrhnout smykovou výztuž

NÁVRH SMYKOVÉ VÝZTUŽE:

- odhadovaná výztuž 2 × Ø6 $A_{sw} = 57 \text{ mm}^2$

$$V_{RD,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot g\theta =: s = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot g\theta}{V_{ED}}$$

$$\Rightarrow s = 0,0464 \text{ m}$$

- nový odhad 2 × Ø10 $A_{sw} = 157 \text{ mm}^2$

$$\Rightarrow s = 0,1279 \text{ m}$$

Navrženo: $s = 0,125 \text{ m}$

NÁVRH: $2 \times \emptyset 10 / 125\text{mm}$ $A_{st} = 157 \text{ mm}^2$

$$V_{RD,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta = 366,164 \text{ KN}$$

$$V_{ED} = 357,890 \text{ KN} \quad \boxed{<} \quad V_{RD,s} = 366,164 \text{ KN}$$

\Rightarrow VYHOVÍ

KOTVENÍ:

$$F_{ED} = V_{ED} \cdot \frac{d}{z} = 421,155 \text{ KN}$$

$$\sigma_s = \frac{F_{ED}}{A_{st}} = 122,571 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

$$\eta_1 = 1$$

$$\eta_2 = 1$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 1,333 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad f_{bd} = 3,000 \text{ MPa}$$

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_s}{f_{bd}} = 255 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd}$$

$$\alpha_1 - \alpha_5 = 1$$

$$\Rightarrow l_{bd} = 255 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100) = 250 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow l_{bd} = 260 \text{ mm}$$

INTERAKČNÍ DIAGRAM:

BOD 0:

$$\begin{aligned}\sigma_{s1} &= \sigma_{s2} = E \cdot \varepsilon = & 400,000 \text{ MPa} \\ F_{s1} &= F_{s2} = A \cdot \sigma = & 1478,000 \text{ KN} \\ F_c &= A_c \cdot f_{cd} = & 4050,000 \text{ KN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N_{RD} &= -F_c - F_{s1} - F_{s2} = & -7006,000 \text{ KN} \\ M_{RD} &= 0 & \text{KNm}\end{aligned}$$

BOD 1:

$$\begin{aligned}x &= d \\ \varepsilon_{s1} &= 0 \Rightarrow \sigma_{s1} = 0 \Rightarrow F_{s1} = 0 \\ \varepsilon_{s2} &= \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} \cdot (x - d_1) = 3,023E-03 > \varepsilon_{yd} = 2,174E-03 \\ \sigma_{s2} &= & 434,783 \text{ MPa} \\ F_{s2} &= A \cdot \sigma_{s2} = & 1606,522 \text{ KN} \\ F_c &= b \cdot x \cdot \lambda \cdot \sigma_c = & 2851,200 \text{ KN} \\ N_{RD} &= -F_c - F_{s2} = & -4457,722 \text{ KN} \\ M_{RD} &= F_{s2} \times z_{s2} + F_c \times z_c = & 464,605 \text{ KNm} \\ z_{s1} &= z_{s2} = \frac{a}{2} - d_1 = & 0,171 \text{ m} \\ z_c &= \frac{a}{2} - \frac{\lambda \cdot x}{2} = & 0,067 \text{ m}\end{aligned}$$

BOD 2:

$$\begin{aligned}x_{bal} &= \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{s1}} \cdot d = & 0,244 \text{ m} \\ \varepsilon_{s2} &= \frac{\varepsilon_{cu3}}{x_{bal}} \cdot (x_{bal} - d_2) = 2,726E-03 > \varepsilon_{yd} = 2,174E-03\end{aligned}$$

$$\varepsilon_{s1} = \varepsilon_{yd} = 2,174E-03$$

$$\begin{aligned}\sigma_{s1} &= f_{yd} = & 434,783 \text{ MPa} \\ \sigma_{s2} &= E \cdot \varepsilon_{s2} = & 434,783 \text{ MPa} \\ F_{s1} &= A \cdot \sigma_{s1} = & 1606,522 \text{ KN} \\ F_{s2} &= A \cdot \sigma_{s2} = & 1606,522 \text{ KN} \\ F_c &= b \cdot x_{bal} \cdot \lambda \cdot \sigma_c = & 1758,786 \text{ KN} \\ N_{RD} &= -F_c - F_{s2} + F_{s1} = & -1758,786 \text{ KN} \\ M_{RD} &= F_{s1} \times z_{s1} + F_{s2} \times z_{s2} + F_c \times z_c = & 773,306 \text{ KNm} \\ z_c &= \frac{a}{2} - \frac{\lambda \cdot x_{bal}}{2} = & 0,127 \text{ m}\end{aligned}$$

BOD 3:

$$\begin{aligned}\epsilon_{s1} > \epsilon_{yd} &\Rightarrow \sigma_{s1} = f_{yd} = 434,783 \text{ MPa} \\ F_{s1} &= A \cdot \sigma_{s1} = 1606,522 \text{ KN} \\ F_c &= b \cdot x \cdot \lambda \cdot \sigma_c \Rightarrow 7200 x\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N_{RD} = 0 &\Rightarrow F_{s1} - F_c = 0 \\ 1606,522 &= 7200 x \\ x &= 0,223 \text{ m} \\ \Rightarrow F_c &= 1606,522 \text{ KN}\end{aligned}$$

$$M_{RD} = F_{s1} \times z_{s1} + F_c \times z_c = 492,799 \text{ KNm}$$

$$z_c = \frac{a}{2} - \frac{\lambda \cdot x}{2} = 0,136 \text{ m}$$

BOD 4:

$$\begin{aligned}\epsilon_{s1} > \epsilon_{yd} &\Rightarrow \sigma_{s1} = f_{yd} = 434,783 \text{ MPa} \\ \epsilon_{s2} = 0 &\Rightarrow \sigma_{s2} = 0 \\ F_{s1} &= A \cdot \sigma_{s1} = 1606,522 \text{ KN} \\ F_{s2} &= 0 \\ F_c &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N_{RD} &= F_{s1} = 1606,522 \text{ KN} \\ M_{RD} &= F_{s1} \times z_{s1} = 274,715 \text{ KNm}\end{aligned}$$

BOD 5:

$$\begin{aligned}F_{s1} &= F_{s2} = A \cdot \sigma = 1606,522 \text{ KN} \\ F_c &= 0\end{aligned}$$

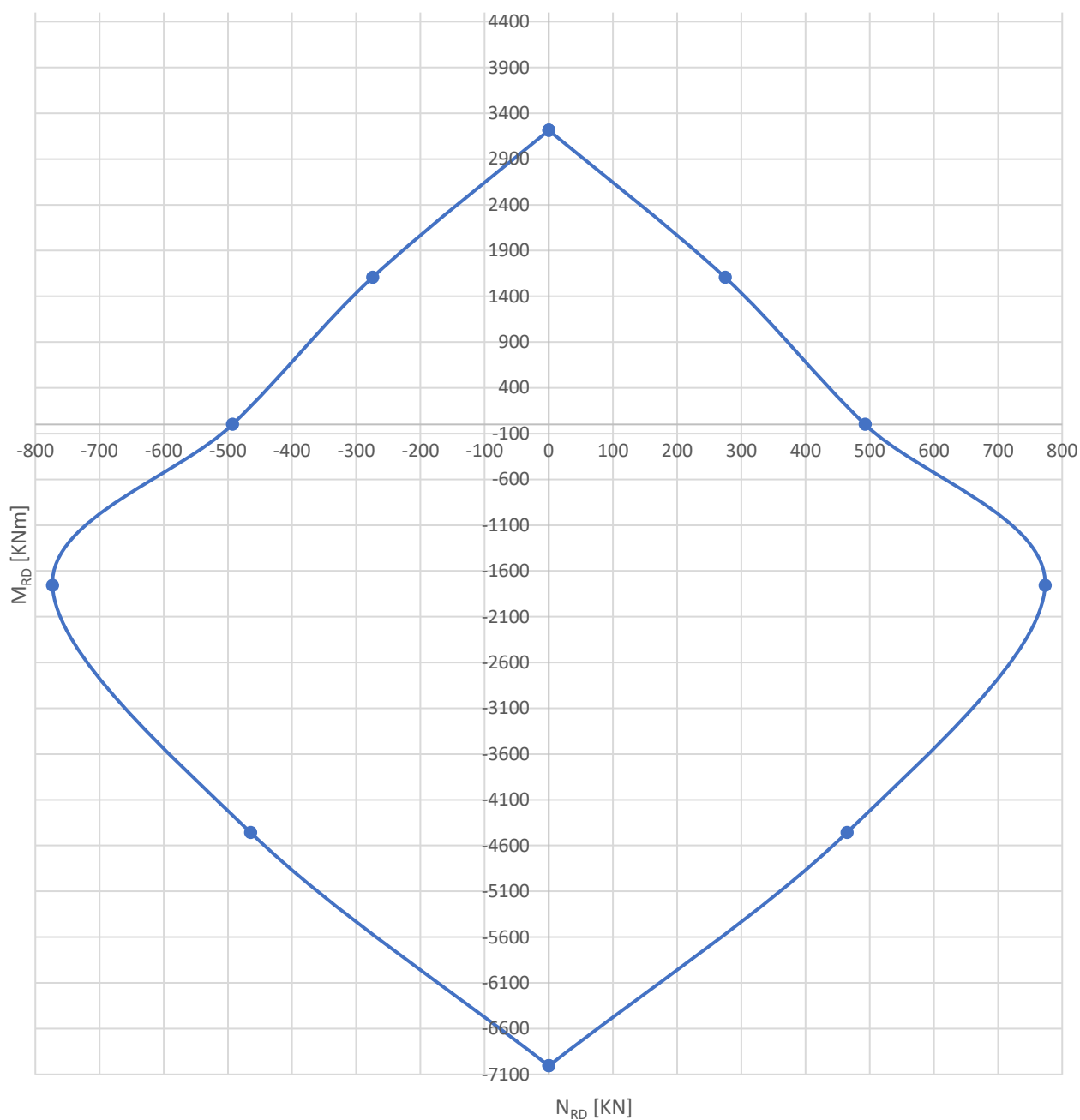
$$\begin{aligned}N_{RD} &= F_{s1} + F_{s2} = 3213,043 \text{ KN} \\ M_{RD} &= 0 \text{ KNm}\end{aligned}$$

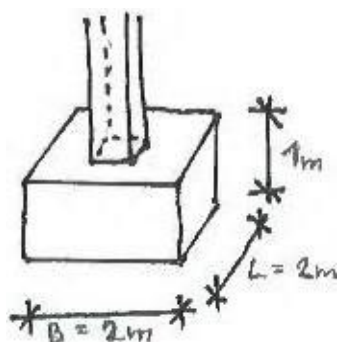
SMYKOVÁ VÝZTUŽ:

$$A_{sw} = 0,15 A_{st} = 554,25 \text{ mm}^2$$

NÁVRH: Ø 10 / 110mm

INTERAKČNÍ DIAGRAM





7. PATKA

ROZMĚRY:

$$B = 2000 \text{ mm} \quad h = 1000 \text{ mm}$$

$$L = 2000 \text{ mm}$$

VÝPOČET ZATÍŽENÍ:

síla do patky = síla do sloupu + tíha sloupu

$$N_{\text{do sloupu}} = 1139,242 \text{ KN}$$

$$\text{Tíha sloupu} = 1,35 \times 0,45 \times 0,45 \times 3,65 \times 25 = 24,945 \text{ KN}$$

$$\Rightarrow N_{\text{ED}} = 1164,187 \text{ KN}$$

$$\text{Vlastní tíha patky} : 1,35 \times 2 \times 1 \times 2 \times 25 = 135 \text{ KN}$$

Zatížení od přilehlých podlah:

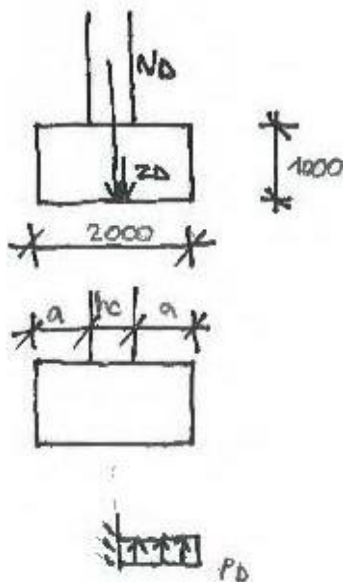
| | | |
|-----------|-------------|--------------------------------|
| - podlaha | | 3,500 KN/m ² |
| - deska | 0,15 × 25 = | 3,750 KN/m ² |
| - štěrk | 0,25 × 19 = | 4,750 KN/m ² |
| | | <u>12,000 KN/m²</u> |

$$12 \times (3,925 + 2 + 1,225) \times (1,275 + 2 + 3,7) \times 1,35 = 807,914 \text{ KN}$$

$$N_D = 1164,187 + 135 + 807,914 = 2107,102 \text{ KN}$$

$$Z_D = 135 + 807,914 = 942,914 \text{ KN}$$

$$p_D = N_D/A - Z_D/A = 291,0469 \text{ KN/m}^2$$



VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL:

$$M = \frac{1}{12} \cdot p_D \cdot l^2$$

$$l = a + 0,15 \cdot h_c$$

$$a = 0,775$$

$$h_c = 0,45$$

$$\Rightarrow l = 0,843 \text{ m}$$

$$\Rightarrow M = 17,216 \text{ KNm}$$

$$M_{ED} = 17,216 \text{ KNm}$$

MATERIÁLY:

Beton 25/30 Ocel B 550B

$$\begin{aligned} f_{ck} &= 25 \text{ MPa} & f_{yk} &= 550 \text{ MPa} \\ f_{ctm} &= 2,6 \text{ MPa} & f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} &= 478,261 \text{ MPa} \\ f_{ctk0,05} &= 1,8 \text{ MPa} & E_s &= 200 \text{ GPa} \\ f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} &= 16,667 \text{ MPa} & \epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} &= 2,391E-03 \\ \epsilon_{cu3} &= -3,5 \text{ ‰} \end{aligned}$$

Minimální krytí výztuže:

- odhadovaný \emptyset výztuže 12 mm

$$\Rightarrow \text{KRYTÍ VÝZTUŽE } c_{nom} = 40 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} b &= 1000 \text{ mm} \\ h &= 1000 \text{ mm} \end{aligned}$$

Účinná výška průřezu:

$$\begin{aligned} d_1 = c_{nom} + \emptyset/2 &= 46 \text{ mm} \\ d = h - d_1 &= 954 \text{ mm} \end{aligned}$$

NÁVRH OHYBOVÉ VÝZTUŽE:

Potřebná plocha výztuže:

$$\begin{aligned} A_{s,reg} &= \frac{b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ED}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right) = 0,000038 \text{ m}^2 \\ &= 38 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{NÁVRH: } \emptyset 14 \quad /115 \quad A_{st} \quad 1339 \text{ mm}^2$$

$$\Rightarrow \text{KRYTÍ VÝZTUŽE } c_{nom} = 40 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu:

$$\begin{aligned} d_{1,1} = c_{nom} + \emptyset/2 &= 47 \text{ mm} \\ d = h - d_1 &= 953,000 \text{ mm} \end{aligned}$$

POSOUZENÍ VÝZTUŽE NA OHYB:

Ověření plochy výztuže

$$A_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d}{f_{yk}}; 0,0013 \cdot b \cdot d \right\} = 1,239E-03 \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_C = 4,000E-02 \text{ m}^2$$

$$A_{st} = 1,339E-03 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} < A_{st} < A_{s,max} \Rightarrow \text{VYHOVÍ}$$

Poloha neutrální osy:

$$x = \frac{A_{st} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}}$$

$$\lambda = 0,8 \quad \Rightarrow \quad x = 0,0480 \quad \text{m}$$

Ověření využití výztuže nad mezí kluzu:

$$\varepsilon_s = \frac{|\varepsilon_{cu3}|}{x} \cdot (d - x) = 6,595E-02$$

$$\varepsilon_s > \varepsilon_{yd} \quad \Rightarrow \quad \text{VYHOVÍ}$$

Rameno sil:

$$z = d - \frac{\lambda \cdot x}{2} = 0,934 \quad \text{m}$$

Návrhový moment:

$$M_{RD} = A_{st} \cdot f_{yd} \cdot z = 597,990 \quad \text{KNm}$$

$$M_{ED} = 17,215574 \quad \text{KNm} \quad < \quad M_{RD} = 597,990 \quad \text{KNm}$$

$$\Rightarrow \quad \text{VYHOVÍ}$$

KOTVENÍ:

$$z_e = a - \frac{x}{2}$$

$$x = \frac{h}{2} = 0,5 \quad \Rightarrow \quad z_e = 0,525 \quad \text{m}$$

$$z_i = z = 0,934$$

$$R = \frac{N_D}{A} \cdot x \cdot b = 263,388 \quad \text{KN}$$

$$F_s = R \cdot \frac{z_e}{z_i} = 148,083 \quad \text{KN}$$

$$\sigma_s = \frac{F_s}{A_{st}} = 110,59254 \quad \text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

$$\eta_1 = 1$$

$$\eta_2 = 1$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 1,200 \quad \text{MPa} \quad \Rightarrow \quad f_{bd} = 2,700 \quad \text{MPa}$$

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_s}{f_{bd}} = 143 \quad \text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd}$$

$$\alpha_1 - \alpha_5 = 1$$

$$\Rightarrow \quad l_{bd} = 143 \quad \text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100) = 100 \quad \text{mm}$$

$$\Rightarrow \quad l_{bd} = 150 \quad \text{mm}$$

POSOUZENÍ NA PROTlačENÍ

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{d_1 + h - \left(c + \varnothing + \frac{\varnothing}{2}\right)}{2} = 946 \text{ mm}$$

$$V_{RD,max} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd}$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,540 \quad \Rightarrow \quad V_{RD,max} = 4,500 \text{ MPa}$$

$$V_{RD,C} = \left[C_{RD,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_e \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \right]$$

$$C_{RD,c} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,460$$

$$\rho_{ey} = \frac{A_{sty}}{b \cdot d_y} = 0,00141$$

$$\rho_{ex} = \frac{A_{stx}}{b \cdot d_x} = 0,00143$$

$$\rho_e = \sqrt{\rho_{ey} \cdot \rho_{ex}} = 0,00142$$

$$\Rightarrow V_{RD,c} = 266,945 \text{ KPa}$$

$$N_D = 2107,1017 \text{ KN}$$

| a [m] | a [m] | u(a) [m] | β | $V_{ED}(a)$ [KPa] | $V_{RD,c}(a)$ [KPa] | POSUDEK |
|-----------|----------|-------------|---------|----------------------|------------------------|---------|
| 1. 0,5d = | 0,473 | 4,772 | 1,5 | 700,148 | 1067,780 | VYHOVÍ |
| 2. 0,75d | 0,710 | 6,258 | 1,5 | 533,895 | 711,853 | VYHOVÍ |
| 3. d = | 0,946 | 7,744 | 1,5 | 431,446 | 533,890 | VYHOVÍ |
| 4. 1,25d | 1,183 | 9,230 | 1,5 | 361,985 | 427,112 | VYHOVÍ |
| 5. 1,5d = | 1,419 | 10,716 | 1,5 | 311,788 | 355,927 | VYHOVÍ |
| 6. 1,75d | 1,656 | 12,202 | 1,5 | 273,818 | 305,080 | VYHOVÍ |

rozměry sloupu:

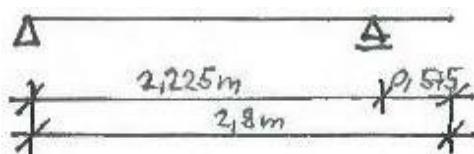
$$c_1 = 0,45 \text{ m}$$

$$c_2 = 0,45 \text{ m}$$

$$u(a) = 2 \cdot (c_1 + c_2) + 2 \cdot \pi \cdot a$$

$$V_{ED}(a) = \beta \cdot \frac{N_D}{d \cdot u(a)}$$

$$V_{RD,c} = \frac{2d}{a} \cdot V_{RD,c}$$



8. OCELOVÁ KROKEV - CHODBA

VÝPOČET ZATÍŽENÍ:

STÁLÉ:

| | t [m] | γ [KN/m ³] | g [KN/m ²] |
|-----------------------------------|--------|-------------------------------|------------------------|
| Fólie z PVC - P | 0,0015 | - | 0,020 |
| Desky z minerální vlny | 0,08 | 1,5 | 0,120 |
| Desky z minerální vlny | 0,2 | 1,5 | 0,300 |
| Samolepící pás z modifik. asfaltu | 0,0004 | - | 0,003 |
| Asfaltová emulze | 0,001 | - | 0,004 |
| Trapézový plech TR 150/280/0,75 | 0,15 | - | 0,1052 |
| Sádkartonový podhled | 0,5 | 0,18 | 0,090 |

- slunolam 50kg/m² = 0,5 KN/m² $\times 0,15 \times 1,8 = 0,135$ KN
 - vlastní tíha profilu - odhad I 120 0,111 KN/m

$$A = 1420 \text{ mm}^2$$

$$W = 54700 \text{ mm}^3$$

$$\Rightarrow g_k = 0,642 \text{ KN/m}^2$$

UŽITNÉ: Kategorie H $\Rightarrow q_k = 0,400 \text{ KN/m}^2$

SNÍH: Sněhová oblast I $\Rightarrow s_k = 1,000 \text{ KN/m}^2$

$$q_s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

$$\mu_i = 0,8$$

$$C_e = 1$$

$$C_t = 1$$

$$\Rightarrow q_s = 0,800 \text{ KN/m}^2$$

Zatěžovací šířka ZŠ = 1,8 m

$$\Rightarrow g_k = 1,267 \text{ KN/m}$$

$$q_k = 0,720 \text{ KN/m}$$

$$q_s = 1,440 \text{ KN/m}$$

návrhové hodnoty zatížení:

$$\gamma_G = 1,35$$

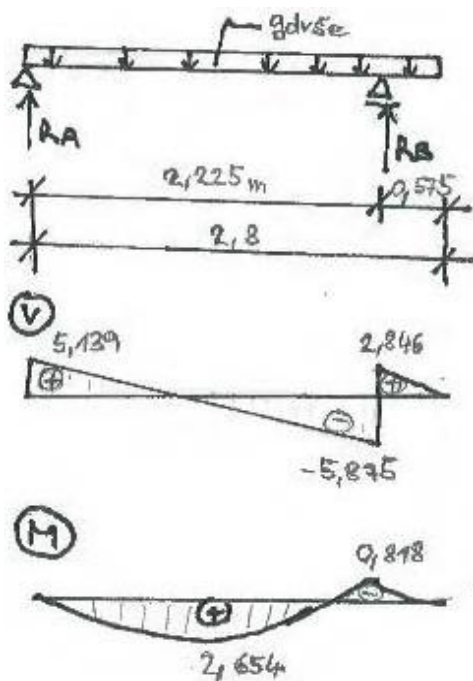
$$\gamma_Q = 1,5$$

$$\Rightarrow g_d = 1,710 \text{ KN/m}$$

$$q_d = 1,080 \text{ KN/m}$$

$$q_{sd} = 2,160 \text{ KN/m}$$

$$g_{dvše} = 4,950 \text{ KN/m}$$



VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL:

$$\curvearrowright M_A = 0$$

$$- R_B \times 2,225 + 4,95 \times 2,8 \times (2,8/2) = 0$$

$$R_B = 8,721 \text{ KN}$$

$$F_y = 0$$

$$R_A - 2,8 \times 4,95 + 8,721 = 0$$

$$R_A = 5,139 \text{ KN}$$

$$\Rightarrow M_{ED} = 2,654 \text{ KNm}$$

$$\Rightarrow V_{ED} = 8,721 \text{ KN}$$

NAPĚTÍ VYVOLANÁ ZATÍŽENÍM

$$\sigma_M = \frac{M}{W} = 48,519 \text{ MPa}$$

$$\sigma_v = \frac{V \cdot \sqrt{3}}{A} = 10,637 \text{ MPa}$$

- napětí od slunolamu

$$\sigma_s = \frac{N}{A} = 0,0951 \text{ MPa}$$

- součet napětí

$$\sigma_M + \sigma_v + \sigma_s = 59,252 \text{ MPa} < \sigma = 235 \text{ MPa}$$

$$\Rightarrow \text{VYHOVÍ}$$

NAVRŽENO: I č.120

9. OCELOVÁ VAZNICE - CHODBA

VÝPOČET ZATÍŽENÍ:

- zatížení z ocelové krokve $\Rightarrow g = 4,950 \text{ KN/m}$

Zatěžovací šířka $Z\check{S} = 2,8 \text{ m}$

$\Rightarrow g_d = 13,860 \text{ KN}$

VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL:

$$R_A = 13,86 + 13,86/2 = 20,790 = R_C$$

$$R_B = 2 \times 13,86 = 27,720$$

$$\Rightarrow M_{ED} = 13,034 \text{ KNm}$$

$$\Rightarrow V_{ED} = 27,720 \text{ KN}$$

NAPĚTÍ VYVOLANÁ ZATÍŽENÍM:

- odhad $2 \times U 80$ $A_{U80} = 1100 \text{ mm}^2$

$W_{U80} = 26500 \text{ mm}^3$

$$\sigma_M = \frac{M}{W} = 245,925 \text{ MPa}$$

$$\sigma_V = \frac{V \cdot \sqrt{3}}{A} = 21,824 \text{ MPa}$$

- součet napětí

$$\sigma_M + \sigma_V = 267,748 \text{ MPa} \quad < \quad \sigma = 235 \text{ MPa}$$

\Rightarrow **NEVYHOVÍ**

- nový návrh $2 \times U 100$

$A_{U100} = 1350 \text{ mm}^2$

$W_{U100} = 41200 \text{ mm}^3$

$$\sigma_M = \frac{M}{W} = 158,180 \text{ MPa}$$

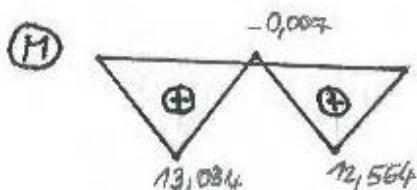
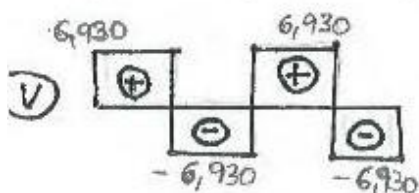
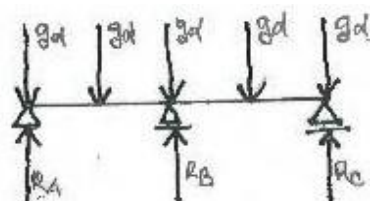
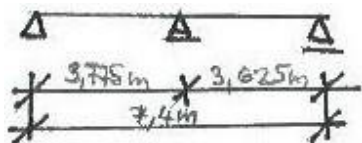
$$\sigma_V = \frac{V \cdot \sqrt{3}}{A} = 17,782 \text{ MPa}$$

- součet napětí

$$\sigma_M + \sigma_V = 175,962 \text{ MPa} \quad < \quad \sigma = 235 \text{ MPa}$$

\Rightarrow **VYHOVÍ**

NAVRŽENO: $2 \times U \check{C}.100$



10. OCELOVÝ SLOUPEK - CHODBA

VÝPOČET ZATÍŽENÍ:

- síla na ocelovou vaznici

$$\Rightarrow g = 27,720 \text{ KN}$$

- tíha vaznice- 2 × U100; 2 × 0,106 = 0,212 KN/m

- délka vaznice = 3,7 m

$$N_{\text{od vaznice}} = 0,7844 \text{ KN}$$

$$\Rightarrow \begin{aligned} N_D &= 28,779 \text{ KN} \\ f_y &= 235 \text{ MPa} \end{aligned}$$

- zatížení od oken 1 = 40 kg/m² = 0,4 KN/m

$$Z\check{S} = 3,7 \text{ m}$$

$$\gamma_g = 1,35$$

$$g_{\text{okna}} = 1,998 \text{ KN/m}$$

- zatížení od větru

$$q_p = 0,388 \text{ KN/m}^2$$

$$c_{pe} = 0,8$$

$$Z\check{S} = 3,7 \text{ m}$$

$$\gamma_q = 1,5$$

$$q_{\text{vitr}} = 1,723 \text{ KN/m}$$

PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH:

$$\sigma = \frac{N}{A} \Rightarrow A = \frac{N}{\sigma} = 122,464 \text{ mm}^2$$

NÁVRH: 2 × U 100

$$A_{U100} = 1350 \text{ mm}^2$$

$$W_{U100} = 41200 \text{ mm}^3$$

VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL:

$$M_{gk} = (1/8) \times (g_{\text{okna}} + q_{\text{vitr}}) \times l^2 = 3,646 \text{ KN/m}$$

$$l = \text{výšce sloupu} = 2,8 \text{ m}$$

NAPĚTÍ VYVOLANÁ ZATÍŽENÍM:

$$\sigma_M = \frac{M}{W} = 44,251 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{N}{A} = 10,659 \text{ MPa}$$

- součet napětí

$$\sigma_M + \sigma = 54,910 \text{ MPa} \quad < \quad \sigma = 235 \text{ MPa}$$

$$\Rightarrow \text{VYHOVÍ}$$

POSOUZENÍ NA VZPĚŘ:

$$\begin{aligned} \text{U 100:} \quad I_x &= 2,060\text{E}+06 \text{ mm}^4 \\ I_y &= 2,930\text{E}+05 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$E = 200 \text{ GPa}$$

Na hmotnou osu:

$$N_{CR,x} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_x}{L_{CR,x}^2}$$

$$L_{CR,x} = \beta \cdot l$$

$$l = 2800 \text{ mm}$$

$$\beta = 1$$

$$\Rightarrow L_{CR,x} = 2800 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow N_{CR,x} = 1037,316 \text{ KN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{CR}}} = 0,782 \Rightarrow \text{křivka c} \Rightarrow \chi_x = 0,675$$

$$N_{b,RD} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 428,288 \text{ KN}$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$N_D = 28,779 \text{ KN} < N_{b,RD} = 428,288 \text{ KN}$$

\Rightarrow VYHOVÍ

Na nehmotnou osu:

$$N_{CR,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{CR,y}^2}$$

$$L_{CR,y} = \beta \cdot l$$

$$l = 2800 \text{ mm}$$

$$\beta = 1$$

$$\Rightarrow L_{CR,y} = 2800 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow N_{CR,y} = 147,541 \text{ KN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{CR}}} = 2,074 \Rightarrow \text{křivka c} \Rightarrow \chi_x = 0,185$$

$$N_{b,RD} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 117,383 \text{ KN}$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$N_D = 28,779 \text{ KN} < N_{b,RD} = 117,383 \text{ KN}$$

\Rightarrow VYHOVÍ

NAVRŽENO: 2 x U č.100

11. OCELOVÁ KROKEV - PŘÍSTŘEŠEK NA KONTEJNERY

ROZPĚTÍ:

$$l = 5000 \text{ mm} = 5 \text{ m}$$

VÝPOČET ZATÍŽENÍ:

STÁLÉ:

| | t [m] | γ [KN/m ³] | g [KN/m ²] |
|----------------|-------|-------------------------------|------------------------|
| Asfaltový pás | - | - | 0,190 |
| Dřevěný záklop | 0,03 | 6 | 0,180 |

- vlastní tíha profilu - odhad jakl 50 × 5 0,06366 KN/m

$$\Rightarrow g_k = 0,370 \text{ KN/m}^2$$

UŽITNÉ: Kategorie H $\Rightarrow q_k = 0,400 \text{ KN/m}^2$

SNÍH: Sněhová oblast I $\Rightarrow s_k = 1,000 \text{ KN/m}^2$

$$q_s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

$$\mu_i = 0,8$$

$$C_e = 1$$

$$C_t = 1$$

$$\Rightarrow q_s = 0,800 \text{ KN/m}^2$$

VÍTR: Větrná oblast II $\Rightarrow V_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

Kategorie terénu II $\Rightarrow z_0 = 0,05 \text{ m}$

$$\text{základní rychlost větru: } v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot V_{b,0}$$

$$c_{dir}, c_{season} \text{ obecně} = 1 \Rightarrow v_b = 25,000 \text{ m/s}$$

$$\text{charakteristická střední rychlost větru: } v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$$

- výška budovy $z = 2,5 \text{ m}$

$$z_{min} < z < z_{max}$$

$$z_{min} = 2 \text{ m}$$

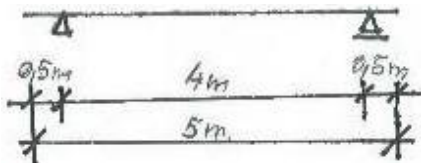
$$z_{max} = 200 \text{ m}$$

$$c_0(z) = 1$$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,743$$

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,ii}}\right)^{0,07} = 0,190$$

$$\Rightarrow v_m(z) = 18,582 \text{ m/s}$$



$$\text{maximální dynamický tlak: } q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z)$$

$$\rho = 1,25$$

$$I_v(2) = \frac{k_1}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = 0,256$$

$$k_1 = 1$$

$$\Rightarrow q_p(z) = 0,602 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{tlak větru: } w_e = q_p(z) \cdot c_{pe}$$

$$c_{pe} = -0,8 \Rightarrow w_e = -0,482 \text{ KN/m}^2$$

Zatěžovací šířka

$$Z\check{S} = 1 \text{ m}$$

$$\Rightarrow g_k = 0,434 \text{ KN/m}$$

$$q_k = 0,400 \text{ KN/m}$$

$$q_s = 0,800 \text{ KN/m}$$

$$w_e = -0,482 \text{ KN/m}$$

návrhové hodnoty zatížení:

$$V_G = 1,35$$

$$V_Q = 1,5$$

$$\Rightarrow g_d = 0,585 \text{ KN/m}$$

$$q_d = 0,600 \text{ KN/m}$$

$$q_{sd} = 1,200 \text{ KN/m}$$

$$w_{ed} = -0,722 \text{ KN/m}$$

$$g_{dvše} = 1,663 \text{ KN/m}$$

VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL:

$$R_A = R_B = (1,663 \times 5) / 2 = 4,158 \text{ KN}$$

$$\Rightarrow M_{ED} = 3,119 \text{ KNm}$$

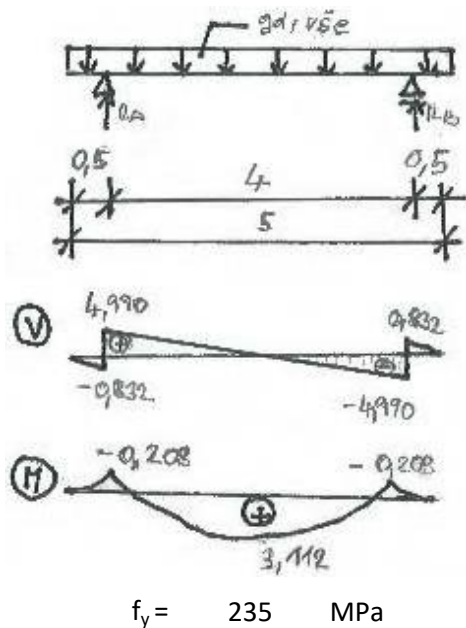
$$\Rightarrow V_{ED} = 4,158 \text{ KN}$$

PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH:

$$\sigma = \frac{M}{W} \Rightarrow w = \frac{M}{\sigma} = 13\,272 \text{ mm}^3$$

$$\text{NÁVRH: JAKL } 70 \times 5 \quad A = 1236 \text{ mm}^2$$

$$W = 24180 \text{ mm}^3$$



NAPĚTÍ VYVOLANÁ ZATÍŽENÍM:

$$\sigma_M = \frac{M}{W} = 128,991 \text{ MPa}$$

$$\sigma_v = \frac{V \cdot \sqrt{3}}{A} = 5,827 \text{ MPa}$$

- součet napětí

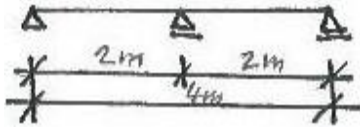
$$\sigma_M + \sigma_v = 134,818 \text{ MPa} \leq \sigma = 235 \text{ MPa}$$

\Rightarrow **VYHOVÍ**

NAVRŽENO: JAKL 70 × 5

12. OCELOVÁ VAZNICE - PŘÍSTŘEŠEK NA KONTEJNERY

VÝPOČET ZATÍŽENÍ:



- zatížení z ocelové krokve

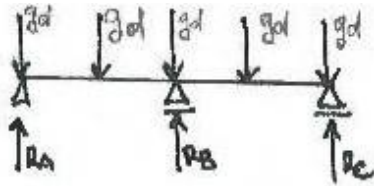
$$\Rightarrow g = 1,663 \text{ KN/m}$$

Zatěžovací šířka

$$Z\dot{S} = 2 \text{ m}$$

$$\Rightarrow g_d = 3,326 \text{ KN}$$

VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL:

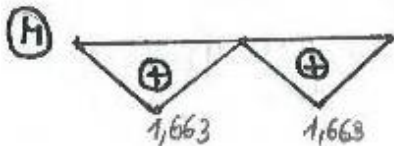


$$R_A = 3,326 + 3,326/2 = 4,989 = R_C$$

$$R_B = 2 \times 3,326 = 6,652$$

$$\Rightarrow M_{ED} = 1,663 \text{ KNm}$$

$$\Rightarrow V_{ED} = 6,652 \text{ KN}$$



NAPĚTÍ VYVOLANÁ ZATÍŽENÍM:

- odhad JAKL 50 x 5

$$A = 836 \text{ mm}^2$$

$$W = 10820 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_M = \frac{M}{W} = 76,848 \text{ MPa}$$

$$\sigma_V = \frac{V \cdot \sqrt{3}}{A} = 6,891 \text{ MPa}$$

- součet napětí

$$\sigma_M + \sigma_V = 83,739 \text{ MPa} \quad < \quad \sigma = 235 \text{ MPa}$$

$$\Rightarrow \text{VYHOVÍ}$$

NAVRŽENO: JAKL 50 x 5

13. OCELOVÝ SLOUPEK - PŘÍSTŘEŠEK PRO KONTEJNERY

VÝPOČET ZATÍŽENÍ:

- síla na ocelovou vaznici

$$\Rightarrow g = 6,652 \text{ KN}$$

- tíha vaznice- JAKL 50×5;

$$0,0637 \text{ KN/m}$$

- délka vaznice =

$$4 \text{ m}$$

$$N_{\text{od vaznice}} = 0,255 \text{ KN}$$

$$\Rightarrow N_D = 6,996 \text{ KN}$$

$$f_y = 235 \text{ MPa}$$

PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH:

$$\sigma = \frac{N}{A} \Rightarrow A = \frac{N}{\sigma} = 29,769 \text{ mm}^2$$

NÁVRH: JAKL 50 × 5

$$A = 836 \text{ mm}^2$$

$$W = 10820 \text{ mm}^3$$

NAPĚTÍ VYVOLANÁ ZATÍŽENÍM:

$$\sigma = \frac{N}{A} = 4,184 \text{ MPa}$$

$$\sigma = 4,184 \text{ MPa} < \sigma = 235 \text{ MPa}$$

$$\Rightarrow \text{VYHOVÍ}$$

POSOUZENÍ NA VZPĚŘ:

$$\text{JAKL 50} \times 5: I_x = 2,704 \text{E}+05 \text{ mm}^4$$

$$E = 200 \text{ GPa}$$

$$\text{- výška sloupu } l = 2250 \text{ mm}$$

$$N_{CR} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_{CR}^2}$$

$$L_{CR} = \beta \cdot l$$

$$l = 2250 \text{ mm}$$

$$\beta = 1$$

$$\Rightarrow L_{CR} = 2250 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow N_{CR} = 105,432 \text{ KN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{CR}}} = 1,930 \Rightarrow \text{křivka a} \Rightarrow \chi = 0,238$$

$$N_{b, RD} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 93,515 \text{ KN}$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$N_D = 6,996 \text{ KN} < N_{b, RD} = 93,515 \text{ KN}$$

\Rightarrow VYHOVÍ

NAVRŽENO: JAKL 50 × 5

14. KONZOLA NAD VCHODEM

ROZMĚRY:

$$h = 150 \text{ mm}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

ROZPĚTÍ:

$$l = 1500 \text{ mm} = 1,5 \text{ m}$$

VÝPOČET ZATÍŽENÍ:

STÁLÉ:

| | t [m] | γ [KN/m ³] | g [KN/m ²] |
|-----------------------------------|-------|-------------------------------|------------------------|
| Fólie z PVC - P | - | - | 0,020 |
| Desky z minerální vlny | 0,2 | 1,5 | 0,3 |
| Samolepící pás z modifik. asfaltu | - | - | 0,003 |
| Vlastní tíha | 0,25 | 25 | 6,250 |

$$\Rightarrow g_k = 6,573 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{UŽITNÉ: Kategorie H} \Rightarrow q_k = 0,400 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{SNÍH: Sněhová oblast II} \Rightarrow s_k = 1,000 \text{ KN/m}^2$$

$$q_s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

$$\mu_i = 0,8$$

$$C_e = 1 \Rightarrow q_s = 0,800 \text{ KN/m}^2$$

$$C_t = 1$$

$$\text{- osamělé břemeno} \quad F = 10 \text{ KN}$$

$$\text{Zatěžovací šířka} \quad Z\check{S} = 1 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow g_k &= 6,573 \text{ KN/m} \\ q_k &= 0,400 \text{ KN/m} \\ q_s &= 0,800 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

návrhové hodnoty zatížení:

$$V_G = 1,35$$

$$V_Q = 1,5 \Rightarrow g_d = 8,874 \text{ KN/m}$$

$$q_d = 0,600 \text{ KN/m}$$

$$q_{sd} = 1,200 \text{ KN/m}$$

$$\underline{\underline{g_{dvše} = 10,674 \text{ KN/m}}}$$

$$F_d = 15 \text{ KN}$$

VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL:

$$M_{ED} = g_{dvše} \cdot l \cdot \frac{1}{2} + F_d \cdot l = -34,508 \text{ KNm}$$

$$\Rightarrow \text{MED} = 34,508 \text{ KNm}$$

$$V_{ED} = g_{dvše} \cdot l + F_d = 31,010 \text{ KN}$$

$$M_{ED} = 34,507744 \text{ KNm}$$

MATERIÁLY:

Beton 30/37 Ocel B 500B

$$\begin{aligned} f_{ck} &= 30 \text{ MPa} & f_{yk} &= 500 \text{ MPa} \\ f_{ctm} &= 2,9 \text{ MPa} & f_{yd} &= \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,783 \text{ MPa} \\ f_{ctk0,05} &= 2 \text{ MPa} & E_s &= 200 \text{ GPa} \\ f_{cd} &= \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 20,000 \text{ MPa} & \epsilon_{yd} &= \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,174E-03 \\ \epsilon_{cu3} &= -3,5 \text{ ‰} \end{aligned}$$

Minimální krytí výztuže:

- odhadovaný \emptyset výztuže 10 mm

Životnost: - kategorie
- prostředí

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\}$$

$$c_{min,b} = \emptyset_s = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min,dur} = 15 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dur,y}; \Delta c_{dur,st}; \Delta c_{dur,add} = 0$$

$$\Rightarrow c_{min} = 15 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow c_{mon} = 25 \text{ mm}$$

Krytí třmíneků:

- odhadovaný \emptyset výztuže mm

$$c_{min} = 15 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 25 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{KRYTÍ VÝZTUŽE } c_{nom} = 25 \text{ mm}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$h = 150 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu:

$$d_1 = c_{nom} + \emptyset/2 = 30 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 120 \text{ mm}$$

NÁVRH OHYBOVÉ VÝZTUŽE:

Potřebná plocha výztuže:

$$A_{s,reg} = \frac{b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ED}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}}\right) = 0,000707 \text{ m}^2 = 707 \text{ mm}^2$$

$$\text{NÁVRH: } \emptyset 10 \quad /100\text{mm} \quad A_{st} \quad 785 \text{ mm}^2$$

Určení skutečných parametrů průřezu:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\}$$

$$c_{min,b} = \varnothing_s = 10 \quad \text{mm}$$

$$c_{min,dur} = 15 \quad \text{mm}$$

$$\Delta c_{dur,y}; \Delta c_{dur,st}; \Delta c_{dur,add} = 0$$

$$\Rightarrow c_{min} = 15 \quad \text{mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \quad \text{mm}$$

$$\Rightarrow c_{mon} = 25 \quad \text{mm}$$

Krytí třmínků:

$$c_{nom} = 25 \quad \text{mm}$$

$$\Rightarrow \text{KRYTÍ VÝZTUŽE } c_{nom} = 25 \quad \text{mm}$$

Účinná výška průřezu:

$$d_{1,1} = c_{nom} + \varnothing/2 = 30 \quad \text{mm}$$

$$d = h - d_1 = 120,000 \quad \text{mm}$$

POSOUZENÍ VÝZTUŽE NA OHYB:

Ověření plochy výztuže

$$A_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d}{f_{yk}}; 0,0013 \cdot b \cdot d \right\} 1,810E-04 \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_C = 6,000E-03 \text{ m}^2$$

$$A_{st} = 7,850E-04 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} < A_{st} < A_{s,max} \Rightarrow \text{VYHOVÍ}$$

Poloha neutrální osy:

$$x = \frac{A_{st} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}}$$

$$\lambda = 0,8 \Rightarrow x = 0,0213 \text{ m}$$

Ověření využití výztuže nad mezí kluzu:

$$\varepsilon_s = \frac{|\varepsilon_{cu3}|}{x} \cdot (d - x) = 1,619E-02$$

$$\varepsilon_s > \varepsilon_{yd} \Rightarrow \text{VYHOVÍ}$$

Rameno sil:

$$z = d - \frac{\lambda \cdot x}{2} = 0,111 \text{ m}$$

Návrhový moment:

$$M_{RD} = A_{st} \cdot f_{yd} \cdot z = 38,044 \text{ KNm}$$

$$M_{ED} = 34,507744 \text{ KNm} < M_{RD} = 38,044 \text{ KNm}$$

⇒ VYHOVÍ

NÁVRH ROZDĚLOVACÍ VÝZTUŽE:

$$A_{s,r} = 0,2 \cdot A_{st} = 157 \text{ mm}^2$$

NÁVRH: $\emptyset 6/170\text{mm}$

POSOUZENÍ NA SMYK:

$$V_{ED} = 31,010 \text{ KN}$$

$$V_{RD,max} = \alpha_{cw} \cdot b \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot \frac{\cot \theta}{1 + \cot^2 \theta}$$

$$v_1 = v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,528$$

$$\theta = 35$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$z = 0,111 \Rightarrow V_{RD,max} = 553,054 \text{ KN}$$

Únosnost bez smykové výztuže:

$$V_{RD,C} = \left[C_{RD,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b \cdot d$$

$$C_{RD,c} = 0,12$$

$$k_1 \cdot \sigma_{cp} = 0$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,291$$

$$\rho_1 = \frac{A_{st}}{b \cdot d} = 0,00654$$

$$\Rightarrow V_{RD,c} = 88,986 \text{ KN}$$

$$V_{ED} = 31,010 \text{ KNm} < V_{RD,c} = 88,986 \text{ KNm}$$

⇒ VYHOVÍ

⇒ Není třeba navrhovat smykovou výztuž

KOTVENÍ:

$$F_{ED} = \frac{M_{ED}}{z} = 309,577 \text{ KN}$$

$$\sigma_s = \frac{F_{ED}}{A_{st}} = 394,366 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

$$\eta_1 = 1$$

$$\eta_2 = 1$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 1,333 \text{ MPa}$$

$$\Rightarrow f_{bd} = 3,000 \text{ MPa}$$

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_s}{f_{bd}} = 329 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd}$$

$$\alpha_1 - \alpha_5 = 1$$

$$\Rightarrow l_{bd} = 329 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100) \quad 100 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow l_{bd} = \mathbf{350 \text{ mm}}$$