

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**BYTOVÝ DŮM BARRANDOV**

**PŘÍLOHA 5**

**PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET**

**Vypracoval: Mikuláš Rozmbach**

**Vedoucí práce: Ing. Iva Broukalová, Ph.D.**

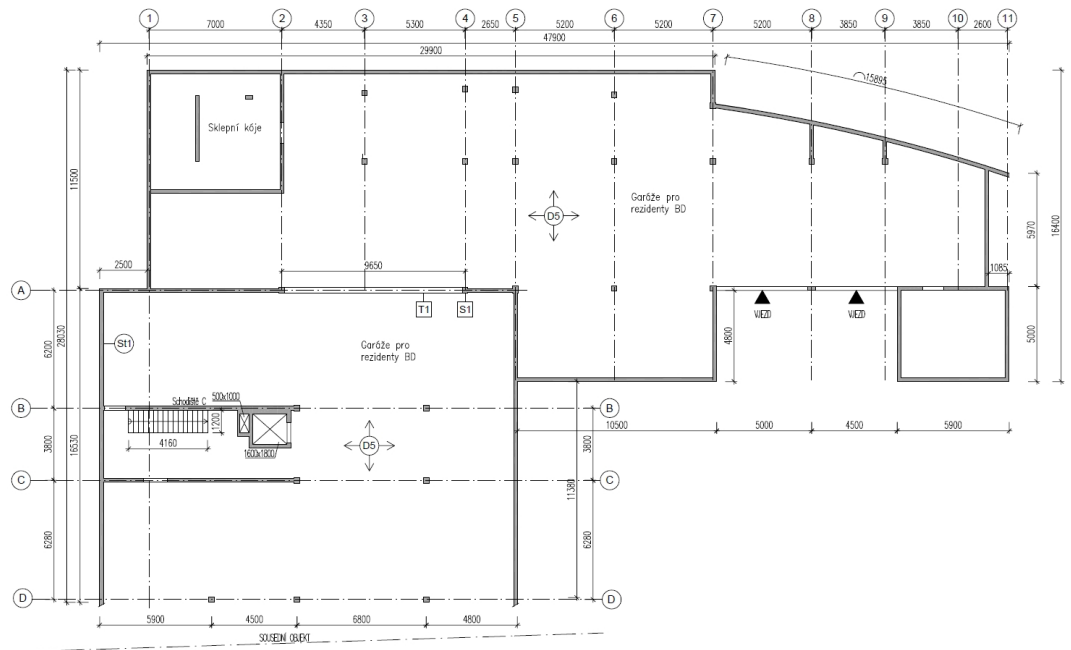
**Datum: 22.5.2017**

## OBSAH

4.	Podrobný návrh a posouzení nosných prvků .....	1
4.1	Lokálně podepřená deska D5.....	1
4.1.1	Materiálové charakteristiky.....	1
4.1.2	Zatížení.....	2
4.1.3	Výpočet vnitřních sil.....	3
4.1.4	Návrh ohybové výztuže.....	4
4.1.5	Návrh výztuže na protlačení.....	9
4.1.6	Návrh kotevní délky.....	11
4.1.7	Návrh výztuže ozubu pro uložení schodiště .....	14
4.1.8	Ruční ověření výpočetního modelu.....	18

## 4. PODROBNÝ NÁVRH A POSOUZENÍ NOSNÝCH PRVKŮ

### 4.1 LOKÁLNĚ PODEPŘENÁ DESKA D5



viz výkres č.1 schema 2.PP

#### 4.1.1 Materiálové charakteristiky

Součinitele bezpečnosti materiálu

beton  $\gamma_c := 1.5$

ocel  $\gamma_s := 1.15$

beton C30/37 ->  $f_{ck} := 30 \text{ MPa}$ ,  $f_{cd} := \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 20 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctm} := 2.9 \text{ MPa}$

ocel B500 B ->  $f_{yk} := 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434.783 \text{ MPa}$

krytí  $c := 25 \text{ mm}$

- z předběžného návrhu  $h_D := 240 \text{ mm}$

- výztuž  $\varnothing_s := 10 \text{ mm}$

-  $d := h_D - \frac{\varnothing_s}{2} - c = 210 \text{ mm}$

- návrh bude proveden na 1m běžné šířky ->  $b := 1000 \text{ mm}$

#### 4.1.2 ZATÍŽENÍ

$$\text{tíha betonu } m_{\text{BETON}} := 2500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

součinitele zatížení

$$\text{stálé } \gamma_g := 1.35$$

$$\text{proměnné } \gamma_q := 1.5$$

#### STÁLÉ

$$\text{- vlastní tíha } g_{k,0} := h_D \cdot m_{\text{BETON}} \cdot g = 5.884 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- skladba podlahy - epoxidový nátěr - lze zanedbat

#### PROMĚNNÉ

- užitné zatížení - parkovací plochy pro lehká vozidla do 30 kN - kategorie F

$$q_k := 2.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$f_k := q_k + g_{k,0} = 8.384 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

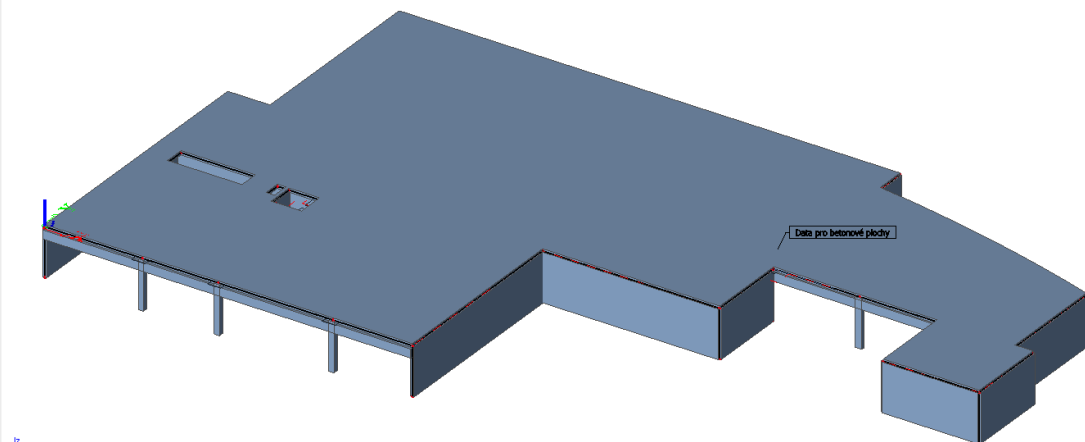
$$f_d := q_k \cdot \gamma_q + g_{k,0} \cdot \gamma_g = 11.693 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- zatížení zadáno plošně rovnoměrně na celou desku

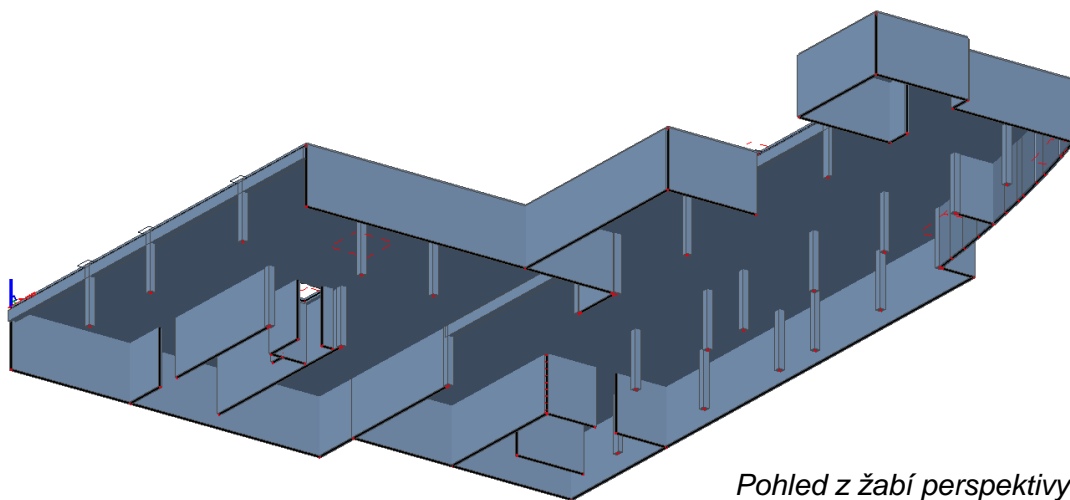
### 4.1.3 VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL

Výpočet pomocí SCIA Engineer 16.1

3D MODEL

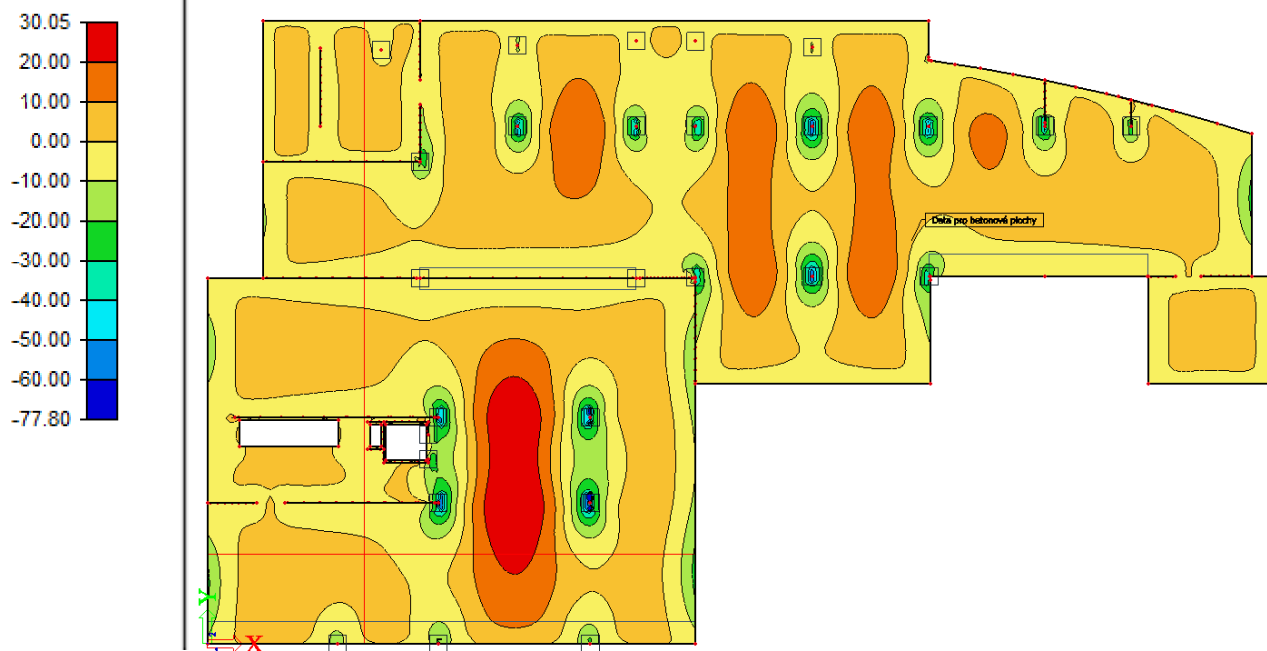


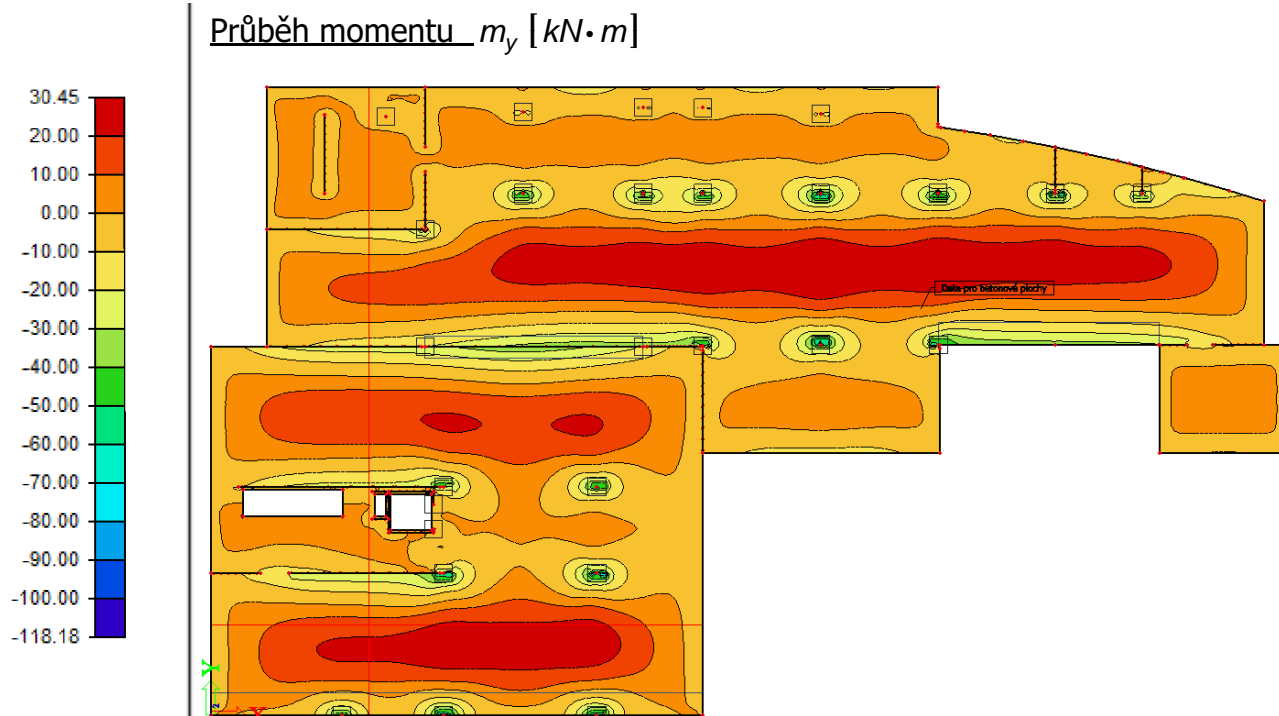
Pohled z ptačí perspektivy



Pohled z žabí perspektivy

Průběh momentu  $m_x$  [kN·m]





-> Návrhový moment  $M_{Ed} := 30.45 \text{ kN} \cdot m$

#### 4.1.4 NÁVRH OHYBOVÉ VÝZTUŽE

##### 4.1.4.1 SPODNÍ POVRCH

$$d = 210 \text{ mm}$$

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

$$\mu := \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0.035 \quad \rightarrow \quad \zeta := 0.984, \quad \xi := 0.042 < \xi_{lim} = 0.35$$

$$a_{s;rqd} := \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = 338.923 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \quad \text{Návrh } \varnothing 10 \text{ á } 200 \text{ mm}, \quad a_{s;prov} := 393 \text{ mm}^2$$

$$x := \frac{a_{s;prov} \cdot f_{yd}}{0.8 \cdot b \cdot f_{cd}} = 10.679 \text{ mm}$$

$$z := d - 0.4 x = 205.728 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} := a_{s;prov} \cdot f_{yd} \cdot z = 35.153 \text{ kN} \cdot m > M_{Ed} = 30.45 \text{ kN} \cdot m \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\zeta := \frac{x}{d} = 0.051 < 0.25$$

**Konstrukční zásady**Minimální plochy výztuže

$$b := 1000 \text{ mm}$$

$$a_{s;\min;1} := 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 316.68 \text{ mm}^2 < a_{s;\text{prov}} = 393 \text{ mm}^2$$

$$a_{s;\min;2} := 0.0013 \cdot b \cdot d = 273 \text{ mm}^2 < a_{s;\text{prov}} = 393 \text{ mm}^2$$

Minimální plocha výztuže pro omezení šířky trhlin

- součinitel zohledňující napětí v průřezu, odhad  $k_c := 0.4$
- součinitel vyjadřující nerovnoměrnost rozdělení napětí,  $k := 1.0$
- $f_{ct;\text{eff}} := f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$

$$\text{- plocha tažené části betonu těsně před vnikem trhlik } \alpha_{ct} := \frac{b \cdot h_D}{2} = 120000 \text{ mm}^2$$

- největší přípustná hodnota napětí ve výztuži po vzniku trhlik  $\sigma_s := f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

$$a_{s;\min;3} := \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct;\text{eff}} \cdot \alpha_{ct}}{\sigma_s} = 278.4 \text{ mm}^2 < a_{s;\text{prov}} = 393 \text{ mm}^2$$

Maximální plocha výztuže

$$a_{s;\max} := 0.04 \cdot d \cdot b = 8400 \text{ mm}^2 > a_{s;\text{prov}} = 393 \text{ mm}^2$$

Maximální vzdálenost prutů

$$s := 200 \text{ mm} < s_{\max} = \min(2 \cdot h_D; 250 \text{ mm}) = \min(2 \cdot 240; 250) = 250 \text{ mm}$$

$$s = 200 \text{ mm} < s_{\max} = 250 \text{ mm}$$

Minimální vzdálenost prutů

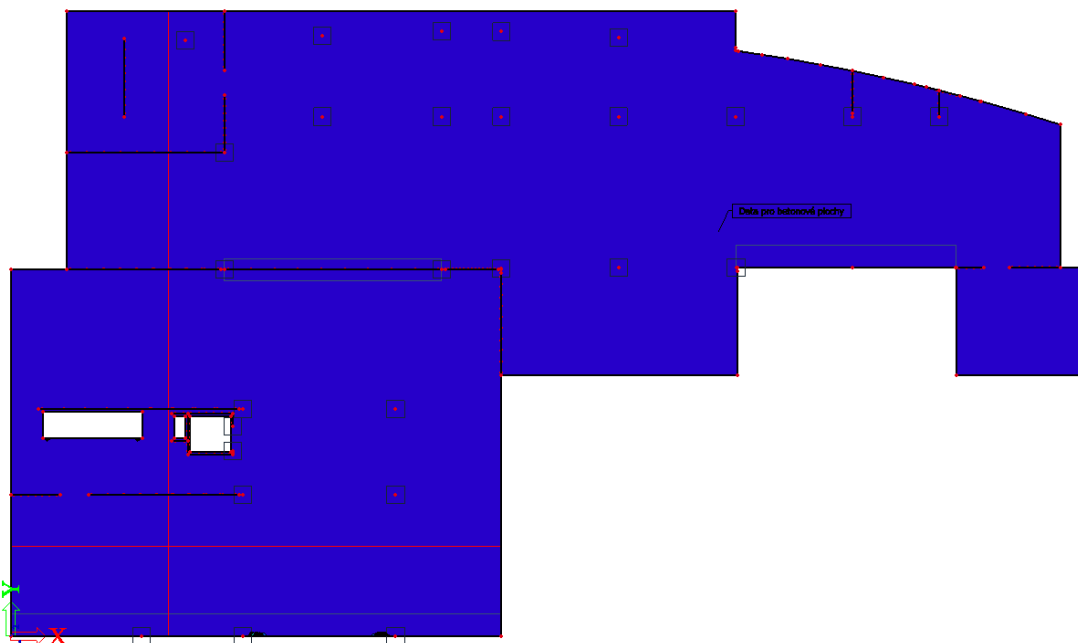
$$s > s_{\min} = \max(20 \text{ mm}; 1.2 \cdot \emptyset; D_{\max} + 5 \text{ mm}) = \max(20; 12; 21) = 21 \text{ mm}$$

$$s = 200 \text{ mm} > s_{\min} = 21 \text{ mm}$$

-> NAVRŽENÁ VÝZTUŽ VYHOVUJE KONSTRUKČNÍM ZÁSADÁM

Zadání výztuže Ø10 á 200mm do softwaru SCIA Engineer 16.1Potřebná výztuž ve směru x [  $mm^2$  ]

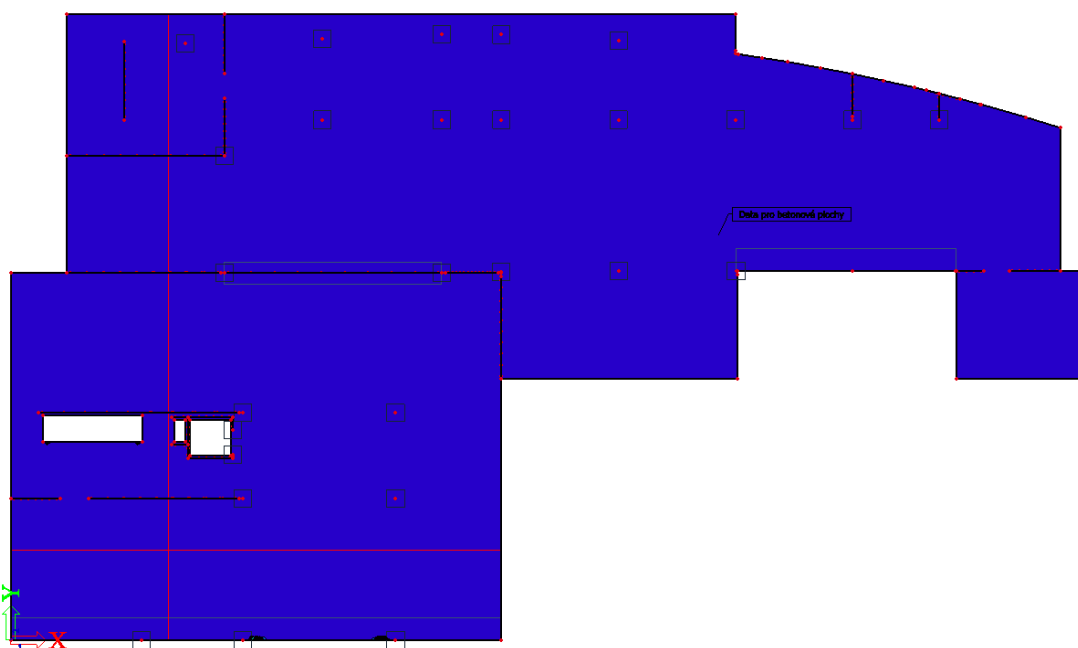
0



- ve směru x vyhovuje po celé ploše výztuž Ø10 á 200mm

Potřebná výztuž ve směru y [  $mm^2$  ]

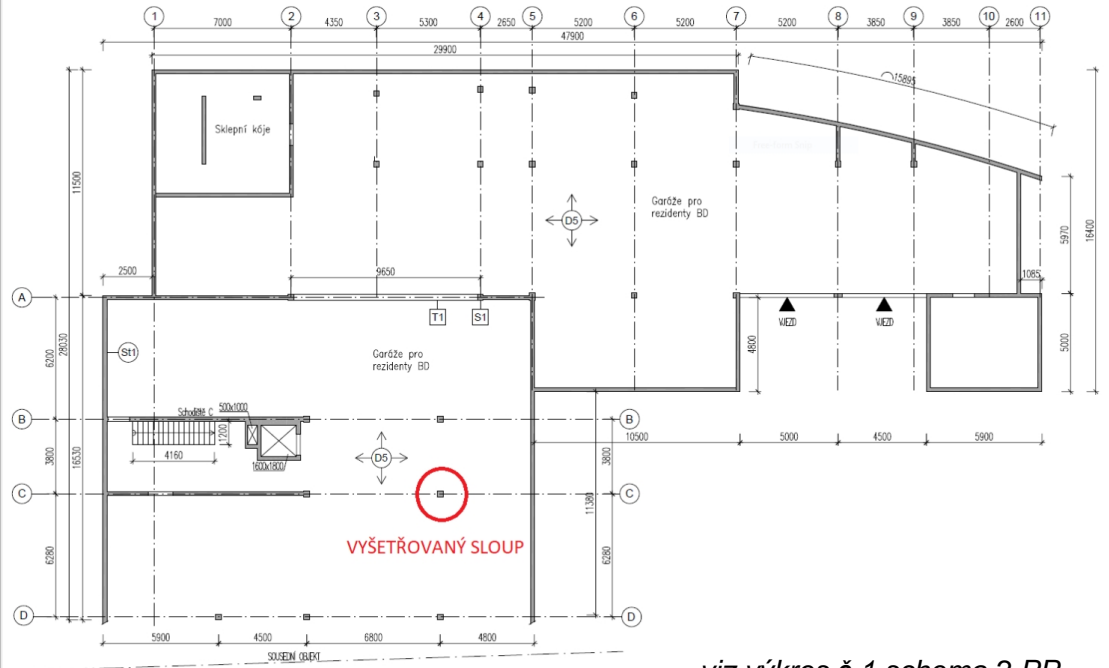
0



- ve směru y vyhovuje po celé ploše výztuž Ø10 á 200mm

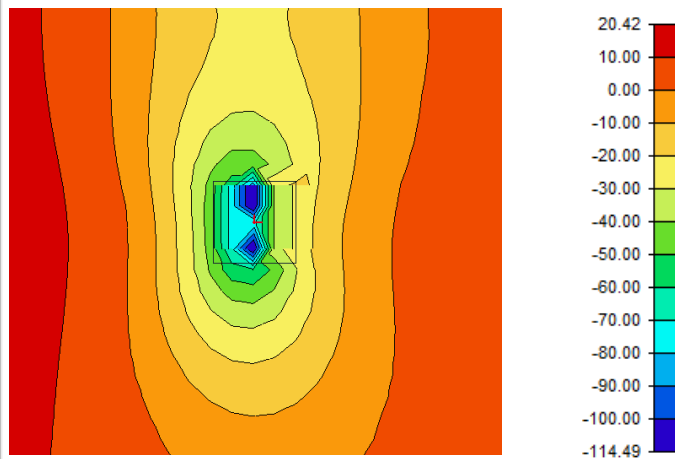


### 4.1.4.2 HORNÍ POVRCH

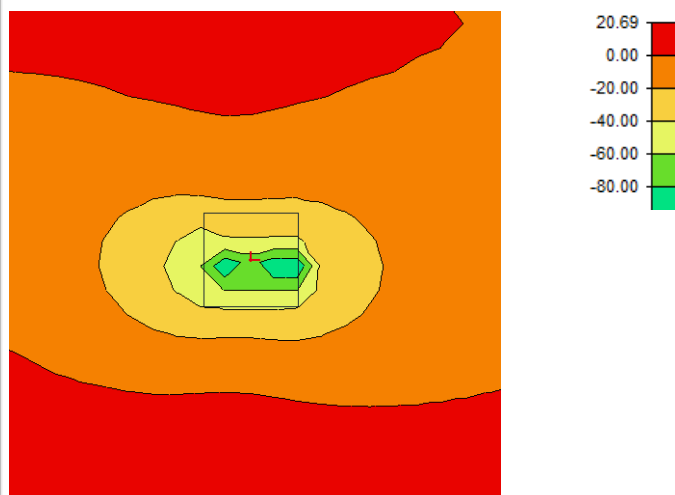


### PRŮBĚH VNITŘNÍCH SIL

Průběh momentu  $m_x$  [kN·m]



Průběh momentu  $m_y$  [kN·m]



NÁVRHOVÝ MOMENT

$$M_{Ed} := 115 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$d = 210 \text{ mm}$$

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

$$\mu := \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0.13 \quad \rightarrow \quad \zeta := 0.933, \quad \xi := 0.170 < \xi_{lim} = 0.35$$

$$a_{s;rqd} := \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = 1349.972 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Návrh } \varnothing 20 \text{ á } 200\text{mm}, \quad a_{s;prov} := 1571 \text{ mm}^2$$

$$x := \frac{a_{s;prov} \cdot f_{yd}}{0.8 \cdot b \cdot f_{cd}} = 42.69 \text{ mm}$$

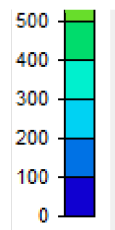
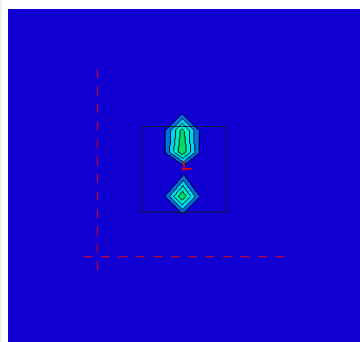
$$z := d - 0.4 x = 192.924 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} := a_{s;prov} \cdot f_{yd} \cdot z = 131.775 \text{ kN}\cdot\text{m} > M_{Ed} = 115 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\zeta := \frac{x}{d} = 0.203 < 0.25 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Zadání výztuže  $\varnothing 20$  á 200mm do vzdálenosti 1000mm od líce sloupu do softwaru SCIA Engineer 16.1

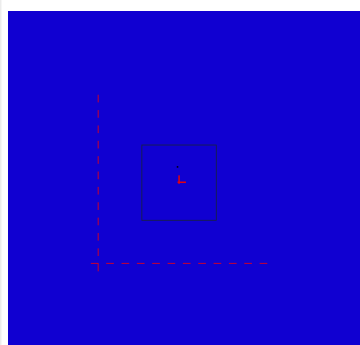
-> potřeba dodatečná výztuž  $a_{s;rqd} = 500 \text{ mm}^2$



-> Nový návrh  $\varnothing 20$  á 160mm,  $a_{s;prov} := 1963 \text{ mm}^2$

$$M_{Rd} := a_{s;prov} \cdot f_{yd} \cdot z = 164.656 \text{ kN}\cdot\text{m} > M_{Ed} = 115 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

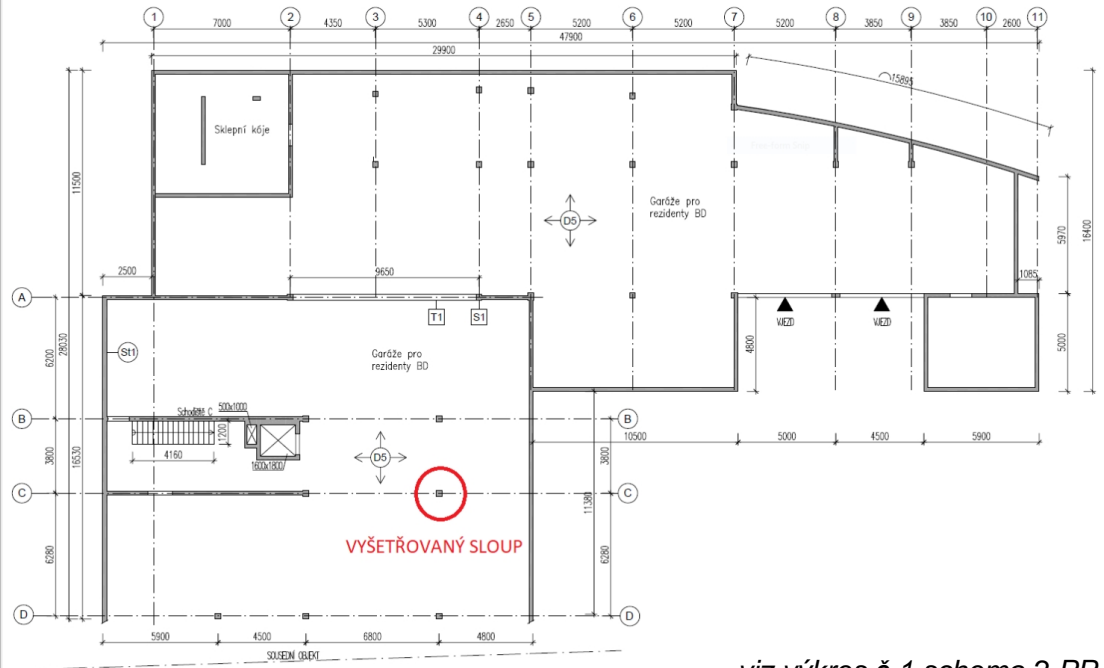
Zadání výztuže  $\varnothing 20$  á 160mm do vzdálenosti 1000mm od líce sloupu do softwaru SCIA Engineer 16.1



->  $\varnothing 20$  á 160mm VYHOVUJE

U všech styků desky se stěnou bude provedena při horním povrchu konstrukční výtuž  $\varnothing 10$  á 200 mm do vzdálenosti 1500 mm od líce stěny

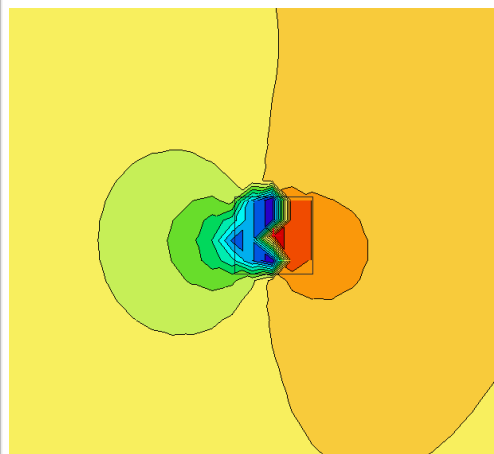
### 4.1.5 VÝZTUŽ NA PROTLAČENÍ



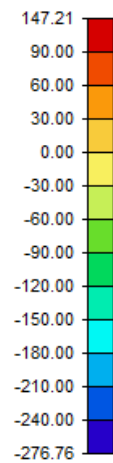
viz výkres č.1 schema 2.PP

#### 4.1.5.1 PRŮBĚH VNITŘNÍCH SIL

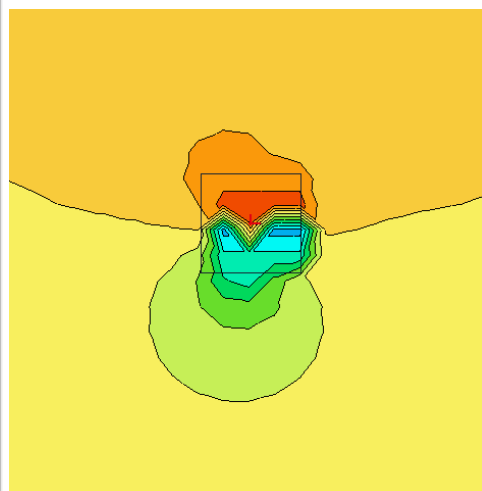
Průběh posouvající síly  $V_x$  [kN]



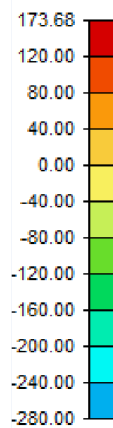
$v_x$  [kN/m]



Průběh posouvající síly  $V_y$  [kN]



$v_y$  [kN/m]



NÁVRHOVÁ POSOUVAJÍCÍ SÍLA

$$V_{Ed} := 280 \text{ kN}$$

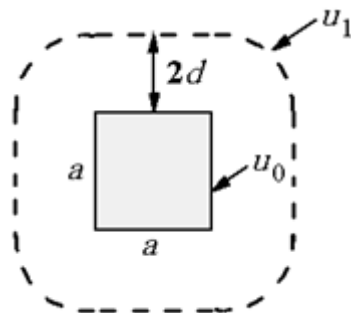
STATICKY ÚČINNÁ VÝŠKA

$$\text{- ve směru x: } d_x := h_D - \varnothing_s - c - \frac{\varnothing_s}{2} = 200 \text{ mm}$$

$$\text{- ve směru y: } d_y := h_D - c - \frac{\varnothing_s}{2} = 210 \text{ mm}$$

$$d := \frac{d_x + d_y}{2} = 205 \text{ mm}$$

Únosnost bez výztuže na protlačení v kontrolovaném obvodu  $u_1$



$$a := 300 \text{ mm}$$

$$u_0 := 4 \cdot a = 1200 \text{ mm}$$

$$u_1 := 2 \cdot \pi \cdot 2 \cdot d + 4 \cdot a = 3776.106 \text{ mm}$$

$$v_{Ed;1} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_1 \cdot d} \leq k_{max} \cdot v_{Rd;c} = k_{max} \cdot C_{Rd;c} \cdot k \cdot \sqrt{100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck}}$$

$$k_{max} = 1.45 \text{ pro } h_D = 200 \text{ mm}$$

$$k_{max} = 1.70 \text{ pro } h_D \geq 700 \text{ mm}$$

$$h_D = 240 \text{ mm} \rightarrow k_{max} := 1.47$$

$$C_{Rd;c} := \frac{0.18}{\gamma_c} = 0.12$$

$$k := 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1.976 < 2.0$$

$$a_{s;x} := \frac{\pi \cdot \varnothing_s^2}{4} \cdot \frac{b}{s} = 1963.495 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{l;x} := \frac{a_{s;x}}{b \cdot d_x} = 0.01$$

$$a_{s;y} := a_{s;x} = 1963.495 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{l;y} := \frac{a_{s;y}}{b \cdot d_y} = 0.009$$

$$v_{Ed;1} := \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_1 \cdot d} = 0.459 \text{ MPa}$$

$$d := 210 \text{ mm}$$

$$\varnothing_s := 20 \text{ mm}$$

$$b := 1000 \text{ mm}$$

$$s := 160 \text{ mm}$$

vnitřní sloup

$$\beta := 1.3$$

$$v_{Rd;c} := k_{max} \cdot C_{Rd;c} \cdot k \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho_{l;y} \cdot f_{ck}} = 1.059 \text{ MPa}$$

$$\rightarrow v_{Ed;1} = 0.459 \text{ MPa} < v_{Rd;c} = 1.059 \text{ MPa}$$

- VÝZTUŽ NA PROTLAČENÍ NENÍ TŘEBA NAVRHOVAT

#### 4.1.6 NÁVRH KOTEVNÍ DÉLKY

##### 4.1.6.1 Kotevní délka spodní výztuže

###### ZÁKLADNÍ KOTEVNÍ DÉLKA

$$l_{b;rqd} = \frac{\emptyset_s}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}}$$

$$\sigma_{sd} = \frac{a_{s;rqd}}{a_{s;prov}} f_{yd}$$

$$a_{s;rqd} := 332 \text{ mm}^2$$

$$a_{s;prov} := 393 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{sd} := \frac{a_{s;rqd}}{a_{s;prov}} f_{yd} = 367.297 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk;0.05} := 2 \text{ MPa} \quad f_{ctd} := \frac{f_{ctk;0.05}}{\gamma_c} = 1.333 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2.25 \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

$\eta_1 := 1.0$  - dobré podmínky

$$\emptyset_s := 10 \text{ mm} \quad \eta_2 := 1.0 \text{ - pro } \emptyset_s < 32 \text{ mm}$$

$$f_{bd} := 2.25 \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3 \text{ MPa}$$

$$l_{b;rqd} := \frac{\emptyset_s}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = 306.081 \text{ mm}$$

###### NÁVRHOVÁ KOTEVNÍ DÉLKA

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

$\alpha_1 := 1.0$  - součinitel zohledňující tvar prutu - přímý prut

$$\alpha_2 := 1 - 0.15 \frac{(c - \emptyset_s)}{\emptyset_s} = 0.775 \quad ; \quad 0.7 \leq \alpha_2 \leq 1.0 \text{ - vliv tl. krycí vrstvy}$$

$\alpha_3 := 1.0$  - vliv ovinutí nepřivařenou výztuží

$\alpha_4 := 1.0$  - vliv ovinutí přivařenou výztuží

$\alpha_5 := 1.0$  - účinek ovinutí příčným tlakem

$$l_{bd} := \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b;rqd} = 237.213 \text{ mm} \rightarrow \text{Návrh } l_{bd} := 300 \text{ mm}$$

**4.1.6.2 Kotevní délka horní výztuže**ZÁKLADNÍ KOTEVNÍ DÉLKA PRO  $\varnothing_s := 20 \text{ mm}$ 

$$l_{b;rqd} = \frac{\varnothing_s}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}}$$

$$\sigma_{sd} = \frac{a_{s;rqd}}{a_{s;prov}} f_{yd}$$

$$a_{s;rqd} := 1318 \text{ mm}^2$$

$$a_{s;prov} := 1963.495 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{sd} := \frac{a_{s;rqd}}{a_{s;prov}} f_{yd} = 291.849 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk;0.05} := 2 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} := \frac{f_{ctk;0.05}}{\gamma_c} = 1.333 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2.25 \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

$$\eta_1 := 0.7 - \text{špatné podmínky}$$

$$\eta_2 := 1.0 - \text{pro } \varnothing_s < 32 \text{ mm}$$

$$f_{bd} := 2.25 \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2.1 \text{ MPa}$$

$$l_{b;rqd} := \frac{\varnothing_s}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = 694.878 \text{ mm}$$

NÁVRHOVÁ KOTEVNÍ DÉLKA

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

$$\alpha_1 := 1.0 - \text{součinitel zohledňující tvar prutu} - \text{přímý prut}$$

$$\alpha_2 := 1 - 0.15 \frac{(c - \varnothing_s)}{\varnothing_s} = 0.963 \quad ; \quad 0.7 \leq \alpha_2 \leq 1.0 - \text{vliv tl. krycí vrstvy}$$

$$\alpha_3 := 1.0 - \text{vliv ovinutí nepřivařenou výztuží}$$

$$\alpha_4 := 1.0 - \text{vliv ovinutí přivařenou výztuží}$$

$$\alpha_5 := 1.0 - \text{účinek ovinutí příčným tlakem}$$

$$l_{bd} := \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b;rqd} = 668.82 \text{ mm} \quad \rightarrow \text{Návrh } l_{bd} := 750 \text{ mm}$$

ZÁKLADNÍ KOTEVNÍ DÉLKA PRO OZUB  $\varnothing_s := 10 \text{ mm}$ 

$$l_{b;rqd} = \frac{\varnothing_s}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}}$$

$$\sigma_{sd} = \frac{a_{s;rqd}}{a_{s;prov}} f_{yd}$$

$$a_{s;rqd} := 146 \text{ mm}^2$$

$$a_{s;prov} := 393 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{sd} := \frac{a_{s;rqd}}{a_{s;prov}} f_{yd} = 161.522 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} := \frac{f_{ctk;0.05}}{\gamma_c} = 1.333 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2.25 \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

$$\eta_1 := 0.7 - \text{špatné podmínky}$$

$$\eta_2 := 1.0 - \text{pro } \varnothing_s < 32 \text{ mm}$$

$$f_{bd} := 2.25 \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2.1 \text{ MPa}$$

$$l_{b;rqd} := \frac{\varnothing_s}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = 192.288 \text{ mm}$$

NÁVRHOVÁ KOTEVNÍ DÉLKA

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

$$\alpha_1 := 1.0 - \text{součinitel zohledňující tvar prutu} - \text{přímý prut}$$

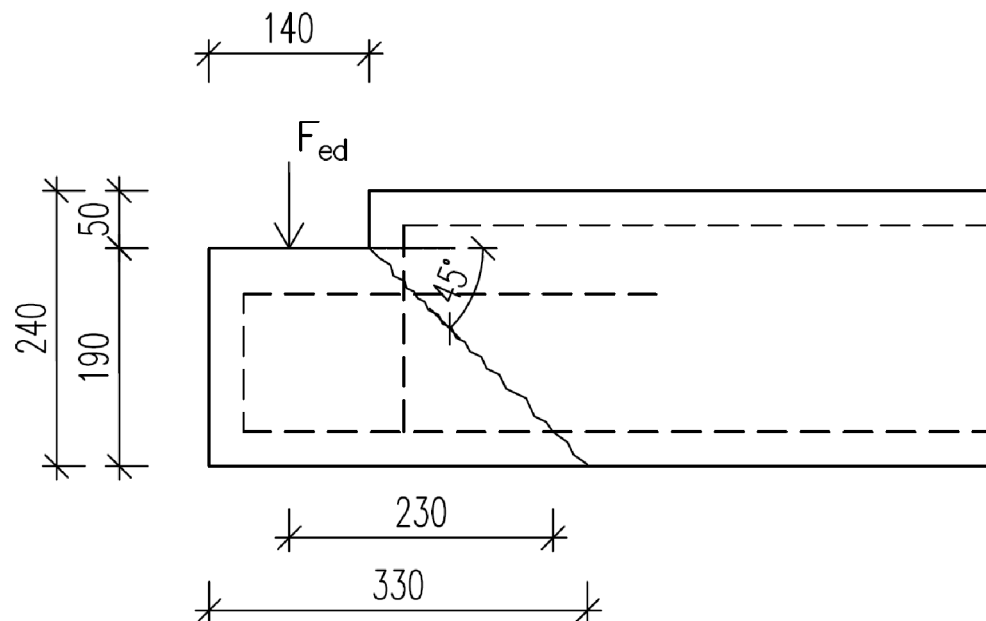
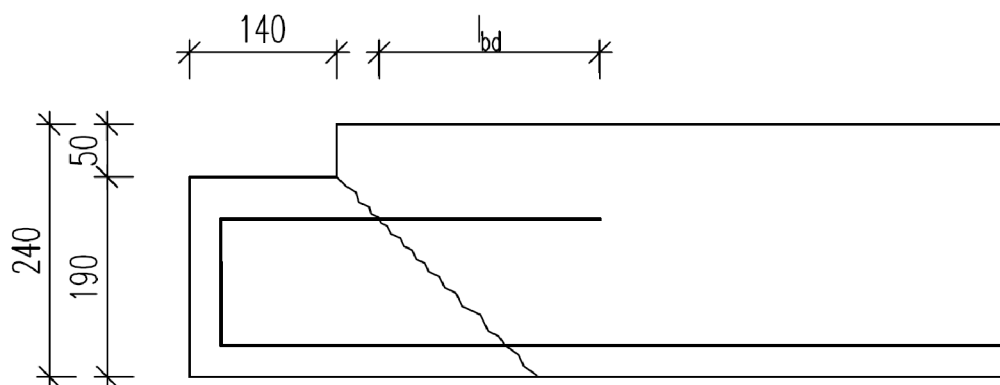
$$\alpha_2 := 1 - 0.15 \frac{(c - \varnothing_s)}{\varnothing_s} = 0.775 \quad ; \quad 0.7 \leq \alpha_2 \leq 1.0 - \text{vliv tl. krycí vrstvy}$$

$$\alpha_3 := 1.0 - \text{vliv ovinutí nepřivařenou výztuží}$$

$$\alpha_4 := 1.0 - \text{vliv ovinutí přivařenou výztuží}$$

$$\alpha_5 := 1.0 - \text{účinek ovinutí příčným tlakem}$$

$$l_{bd} := \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b;rqd} = 149.024 \text{ mm} \rightarrow \text{Návrh } l_{bd} := 200 \text{ mm}$$

**4.1.7 NÁVRH VÝZTUŽE OZUBU PRO ULOŽENÍ SCHODIŠTĚ****4.1.7.1 NÁVRH OHYBOVÉ VÝZTUŽE**

Předpokládaná výztuž  $\varnothing_s := 10 \text{ mm}$ , krytí  $c = 25 \text{ mm}$

Výška ozubu  $h := 190 \text{ mm}$

**ZATÍŽENÍ**

tíha betonu  $m_{\text{BETON}} := 2500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

**STÁLÉ****SCHODIŠŤOVÉ RAMENO C**

šířka ramene:  $b := 1200 \text{ mm}$

teoretické rozpětí:  $L := 4870 \text{ mm}$

tl. ramene:  $h_{\text{ram}} := 180 \text{ mm}$

výška stupně:  $h_{\text{st}} := 180 \text{ mm}$

šířka stupně:  $b_{\text{st}} := 260 \text{ mm}$



Schodišťová deska

$$g_{1k} := h_{\text{ram}} \cdot m_{\text{BETON}} \cdot g \cdot \frac{L}{2} = 10.746 \frac{kN}{m}$$

Schodišťové stupně

$$g_{2k} := \frac{h_{\text{st}}}{2} \cdot m_{\text{BETON}} \cdot g \cdot \frac{L}{2} = 5.373 \frac{kN}{m}$$

Povrchová úprava schodišťových stupňů

zatížení podlahou  $g_{\text{sch}} := 0.4225 \frac{kN}{m^2}$  -> viz Příloha 3, kapitola 2.1 2

$$g_{3k} := g_{\text{sch}} \cdot \frac{L}{2} = 1.029 \frac{kN}{m}$$

$$g_k := g_{1k} + g_{2k} + g_{3k} = 17.147 \frac{kN}{m}$$

PROMĚNNÉ

Užitné zatížení kategorie A - schodiště  $q_A := 3.0 \frac{kN}{m^2}$

$$q_k := q_A \cdot \frac{L}{2} = 7.305 \frac{kN}{m}$$

$$f_k := g_k + q_k = 24.452 \frac{kN}{m}$$

$$f_d := g_k \cdot \gamma_g + q_k \cdot \gamma_q = 34.106 \frac{kN}{m}$$

Zatěžovací pruh  $b := 1000 \text{ mm}$

$$F_{\text{ed}} := f_d \cdot b = 34.106 \text{ kN}$$

Rameno vnitřních sil  $l_k := 230 \text{ mm}$

NÁVRHOVÝ MOMENT

$$M_{\text{Ed}} := F_{\text{ed}} \cdot l_k = 7.844 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

NÁVRH OHYBOVÉ VÝZTUŽE

$$d := h - \frac{\varnothing_s}{2} - c = 160 \text{ mm}$$

$$\mu := \frac{M_{\text{Ed}}}{b \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}}} = 0.015 \quad \rightarrow \quad \zeta := 0.991$$

$$a_{s,\text{rqd}} := \frac{M_{\text{Ed}}}{\zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}}} = 113.788 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \quad \text{NÁVRH } \varnothing 10 \text{ á } 200 \text{ mm, } a_{s,\text{prov}} := 393 \text{ mm}^2$$

KONSTRUKČNÍ ZÁSADYMinimální plocha výztuže

$$a_{s;\min;1} := 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 241.28 \text{ mm}^2 < a_{s;\text{prov}} = 393 \text{ mm}^2$$

$$a_{s;\min;2} := 0.0013 \cdot b \cdot d = 208 \text{ mm}^2 < a_{s;\text{prov}} = 393 \text{ mm}^2$$

Maximální plocha výztuže

$$a_{s;\max} := 0.04 \cdot b \cdot d = 6400 \text{ mm}^2 > a_{s;\text{prov}} = 393 \text{ mm}^2$$

Maximální vzdálenost prutů

$$s := 200 \text{ mm} < s_{\max} = \min(2 \cdot h; 250 \text{ mm}) = \min(2 \cdot 190; 250) = 250 \text{ mm}$$

$$s = 200 \text{ mm} < s_{\max} = 250 \text{ mm}$$

Minimální vzdálenost prutů

$$s > s_{\min} = \max(20 \text{ mm}; 1.2 \cdot \emptyset; D_{\max} + 5 \text{ mm}) = \max(20; 12; 21) = 21 \text{ mm}$$

$$s = 200 \text{ mm} > s_{\min} = 21 \text{ mm}$$

-> NAVRŽENÁ VÝZTUŽ VYHOVUJE KONSTRUKČNÍM ZÁSADÁM

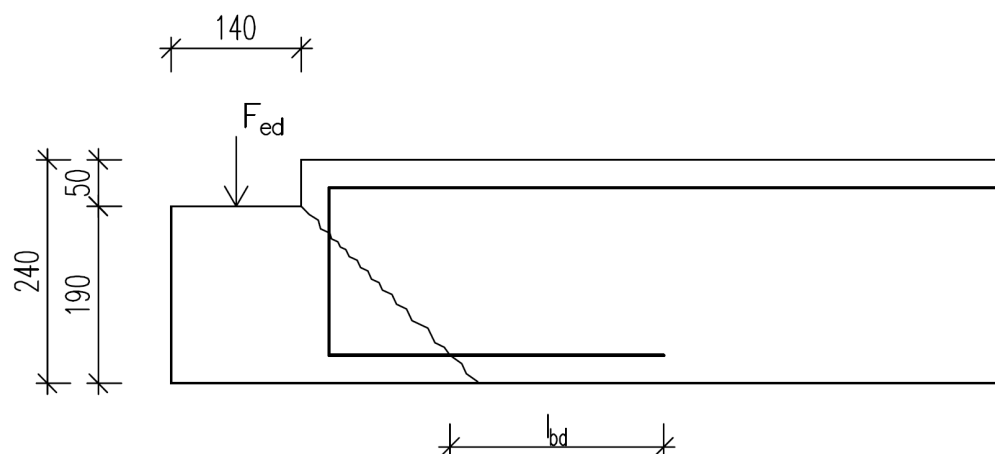
$$\rho := \frac{a_{s;\text{rqd}}}{b \cdot d} \cdot 100 = 0.071 \text{ -> VYHOVUJE}$$

$$x := \frac{a_{s;\text{rqd}} \cdot f_{yd}}{0.8 \cdot b \cdot f_{cd}} = 3.092 \text{ mm}$$

$$z := d - 0.4 x = 158.763 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} := a_{s;\text{prov}} \cdot z \cdot f_{yd} = 27.128 \text{ kN} \cdot \text{m} > M_{Ed} = 7.844 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

-> NAVRŽENÁ VÝZTUŽ Ø10 á 200mm VYHOVUJE

**4.1.7.2 NÁVRH TAŽENÉ VÝZTUŽE**

Předpokládaná výztuž  $\emptyset_s := 10 \text{ mm}$ , krytí  $c = 25 \text{ mm}$

NÁVRHOVÁ POSOUVAJÍCÍ SÍLA

$$V_{Ed} := F_{ed} = 34.106 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{a_s} \leq f_{yd}$$

$$a_{s;\min} := \frac{V_{Ed}}{f_{yd}} = 78.444 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \text{NÁVRH } \emptyset 10 \text{ á } 200\text{mm}, a_{s;\text{prov}} := 393 \text{ mm}^2$$

Posouzení konstrukčních zásad totožné s návrhem ohybové výztuže, viz. str. 16

**4.1.7.3 OVĚŘENÍ SMYKOVÉ ÚNOSNOSTI**

$$d := h_D - \frac{\emptyset_s}{2} - c = 210 \text{ mm}$$

$$V_{ed} \leq V_{Rd;c} = \left( C_{Rd;c} \cdot k \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}} \right) \cdot b \cdot d \geq V_{\min} \cdot b \cdot d$$

$$C_{Rd;c} := \frac{0.18}{\gamma_c} = 0.12$$

$$k := 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2.118 < 2.0 \rightarrow k := 2.0$$

$$\rho_l := \frac{a_{s;\text{prov}}}{b \cdot d} = 0.002 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} := 0$$

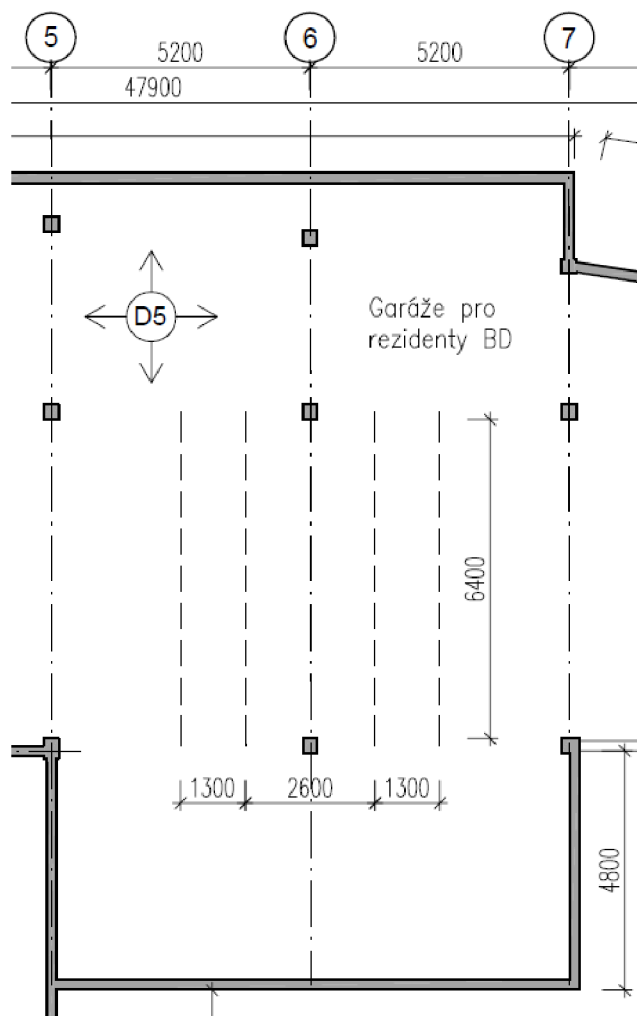
$$V_{Rd;c} := \left( C_{Rd;c} \cdot k \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}} \right) \cdot b \cdot d = 98075.789 \text{ N}$$

$$V_{Rd;c} \geq V_{\min} \cdot b \cdot d$$

$$V_{\min} := 0.035 \cdot \sqrt{k^3} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.542$$

$$V_{Rd;c} \geq V_{\min} \cdot b \cdot d = 113865.71 \text{ N} \rightarrow V_{Rd;c} := 113.866 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 34.106 \text{ kN} < V_{Rd;c} = 113.866 \text{ kN}$$

**4.1.8 RUČNÍ OVĚŘENÍ VÝPOČETNÍHO MODELU**

viz výkres č. 1 schema 2.PP

**CELKOVÝ SOUČTOVÝ MOMENT VNITŘNÍHO POLE V OSE Č. 6**šířka uvažovaného pruhu  $b := 5200 \text{ mm}$ světlý rozpon vyšetřovaného pole  $l_n := 6400 \text{ mm}$ 

$$f_d := 11.693 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$M_{\text{tot}} := \frac{1}{8} \cdot f_d \cdot b \cdot l_n^2 = 311.314 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

**CELKOVÉ Kladné a záporné momenty**Hodnoty  $\gamma$  pro střední pole

$$\gamma_1 := 0.65$$

$$\gamma_2 := 0.35$$

$$\gamma_3 := 0.65$$

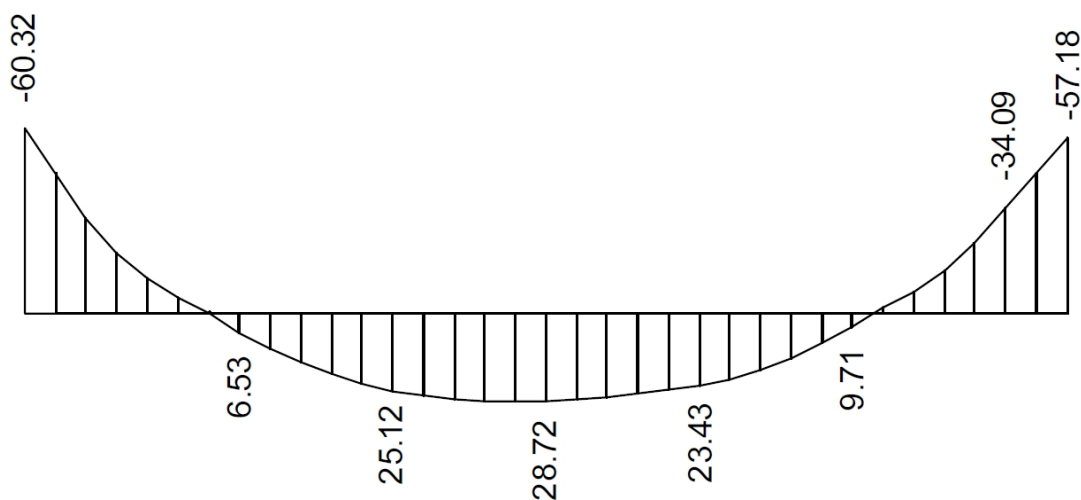
$$M_1 := \gamma_1 \cdot M_{\text{tot}} = 202.354 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_2 := \gamma_2 \cdot M_{\text{tot}} = 108.96 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_3 := \gamma_3 \cdot M_{\text{tot}} = 202.354 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momenty ve sloupových a středním pruzích							
Pole	Průřez	Celkový kladný/záporný moment $M_i$ [kNm]	Pruh	$\omega$	Celkový moment ve sloupovém/středním pruhu $M_j$ [kNm]	Šířka pruhu $s_j$ [m]	Moment ve sloupovém/středním pruhu na 1m šířky $m_j$ [kNm/m]
3 <sub>s</sub>	1 (dolní podpora)	202.361	Sloupový	0.75	151.77075	2.600	58.37
			Střední		50.59025	2.600	19.46
	2 (pole)	108.964	Sloupový	0.6	65.3784	2.600	25.15
			Střední		43.5856	2.600	16.76
	3 (horní podpora)	202.361	Sloupový	0.75	151.77075	2.600	58.37
			Střední		50.59025	2.600	19.46

Momenty dle SCIA Engineer na řezu osou č.6



Momenty ve sloupovém pruhu dle SCIA

$$M_a := 60.32 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_b := 28.72 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c := 57.18 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Momenty ve sloupovém pruhu - ruční výpočet

$$M_a := 58.37 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_b := 25.15 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c := 58.37 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

- momenty jsou průběhově správné, číselně se liší o max. 4%, což lze přikládat v případě SCIA zpřesněnému výpočtu a zohlednění více parametrů oproti ručnímu výpočtu. Lze tedy považovat navržený SCIA model za funkční a správný