

Vodovod Třinec - Tyra-Stáje - Kozinčany

DSO 01.01 Stavební část

Statický výpočet

Objednatel:	Statutární město Třinec
Místo stavby:	Obec Tyra
Datum:	1.2.2023
Stupeň:	DPS
Zakázka číslo:	66605082
Číslo seznamu:	TP-S-31-23
Archivní číslo dokumentu:	TP-4-89-23
Pořadové číslo v seznamu:	2

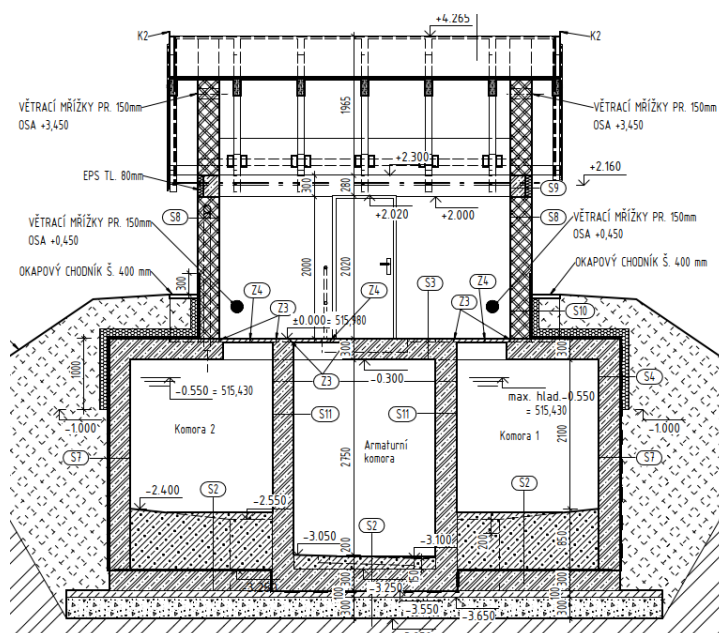
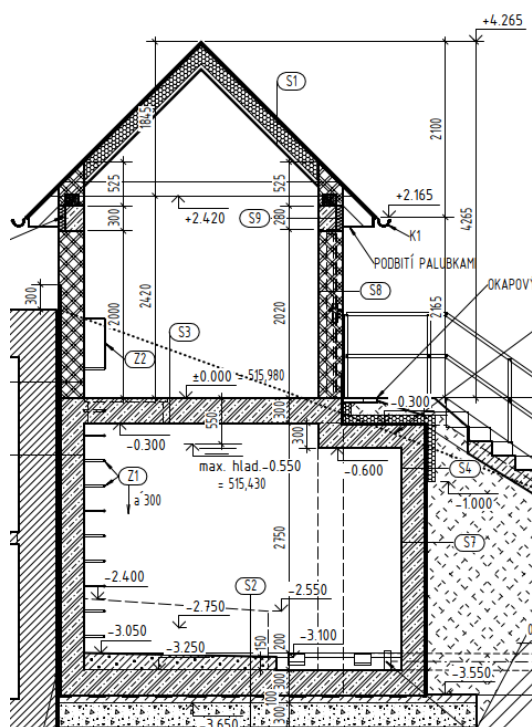
Zpracoval:	Ing. Jan Hučík	
Kontroloval:	Ing. Tomáš Chmiel	
Schválil:	Ing. Tomáš Chmiel	

Obsah:

1	Popis	3
2	Základní charakteristiky použitých materiálů	3
2.1	Třída betonu C25/30	3
2.2	Třída oceli B500B.....	4
3	Výpočetní model.....	4
4	Zatížení konstrukce	5
4.1	Sníh.....	5
4.2	Zatížení užitná	5
4.3	Zatížení od okolní zeminy	6
4.4	Kombinace	6
5	Návrh a posouzení desek.....	7
5.1	Výztuž	8
5.2	Posouzení	8
5.3	Kontrola únosnosti bez smykové výztuže	9
5.4	Konstrukční zásady	9
6	Návrh a posouzení stěn	10
6.1	Výztuž	11
6.2	Posouzení	11
7	Omezení trhlin bíle vany	11
8	Posouzení únosnosti základové půdy	12
9	Závěr	14

1 Popis

Cílem posudku je navrhnout a posoudit novostavbu vodojemu v obci tyra. Hlavní část vodojemu tvoří 2 nádrže mezi nimiž se nachází armaturní komora. Hlavní části jsou z betonu o tloušťce 300 mm a musí sloužit jako bílé vany a jsou obsypány zeminou ze všech stran. Nad hlavní částí se nachází obslužný/technický prostor se zděnými stěnami tloušťky 220 mm a dřevěnou sedlovou střechou.



Řezy objektem

2 Základní charakteristiky použitých materiálů

2.1 Třída betonu C30/37

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$\varepsilon_{cu3} = 0,0035$$

$$E_{cm} = 30,5 \text{ GPa}$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 16,67 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk;0,05} = 1,8 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctm}}{\gamma_c} = 1,73 \text{ MPa}$$

Krytí výztuže 35mm

2.2 Třída oceli B500B

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$\gamma_s = 1,15$$

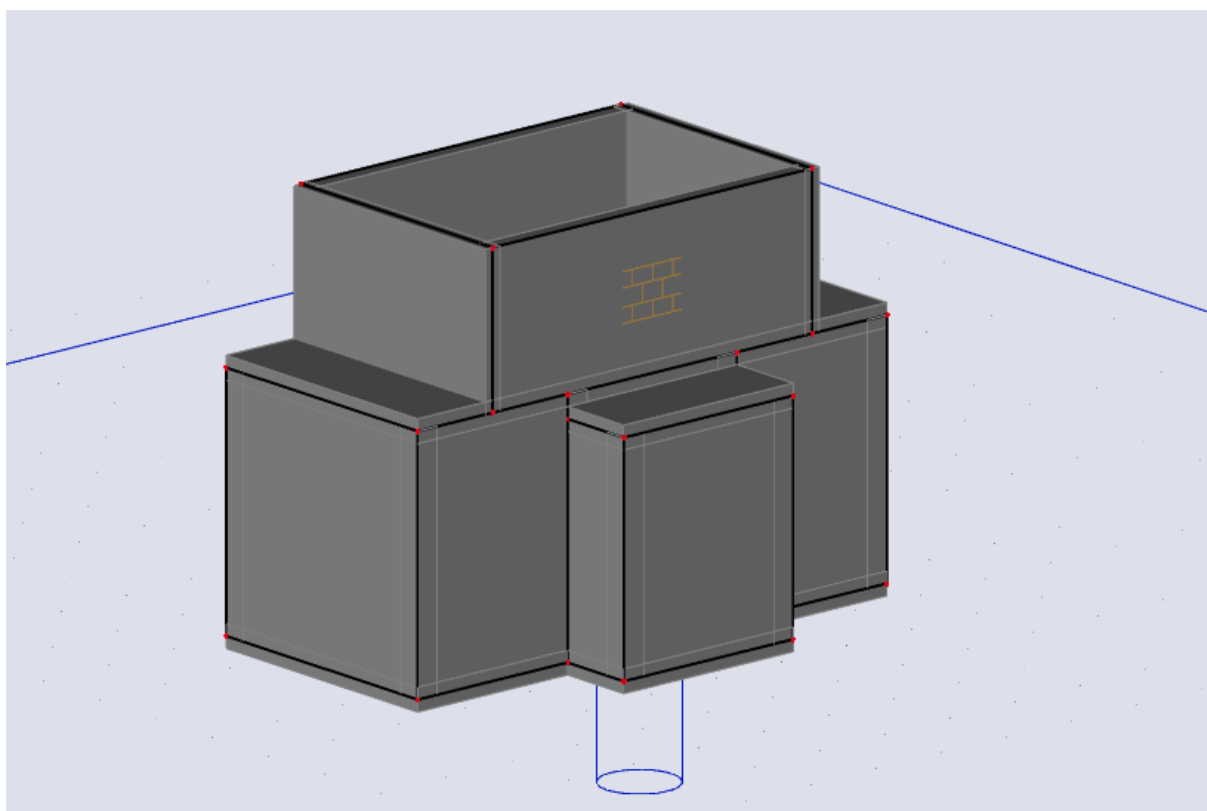
$$E_s = 210 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = 6,88$$

3 Výpočetní model

Pro výpočet vnitřních sil byl v tomto případě použit program SCIA Engineer 21.0. V programu byl vytvořen deskostěnový model se všemi důležitými prvky konstrukce a zatížen způsobem nejbližší podobným realitě. Jako podpora modelu byla použita plošná podpora s profilem vrtu odpovídajícímu podmínkám v dané lokalitě

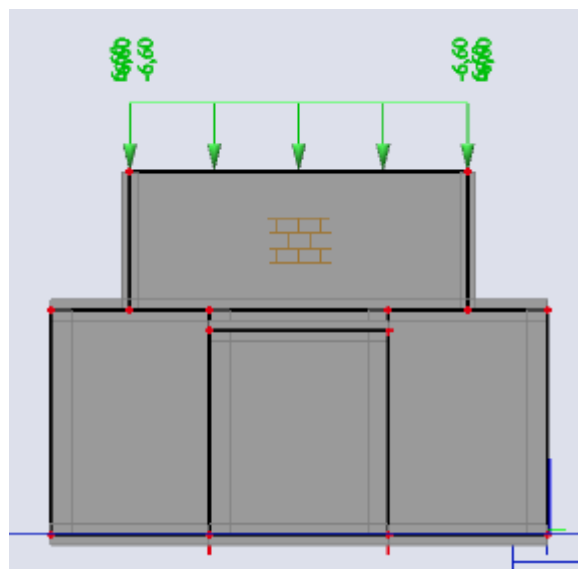


Deskostěnový model SCIA Engineer 21.0

4 Zatížení konstrukce

4.1 Sníh

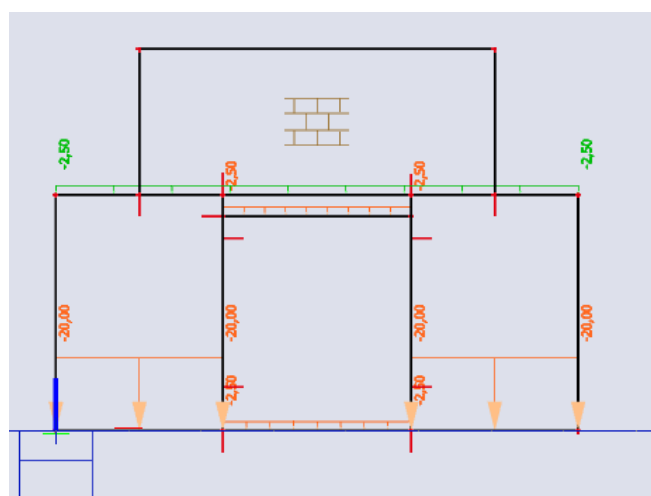
Sněhová oblast v této lokalitě spadá do kategorie 4. Zatížení ze střešní konstrukce bylo rozpočítáno a rozděleno jako svislé zatížení do zděné stěny.



Zatížení sněhem na stěně

4.2 Zatížení užitná

Objekt byl zařazen do kategorie B to znamená, že na volné užitné ploše je navrženo zatížení $2,5 \text{ kN/m}^2$. V nádržích je pak uvažováno zatížení odpovídající tlaku vody plně napuštěné nádrže 20 kN/m^2 .



Užitná zatížení na konstrukci

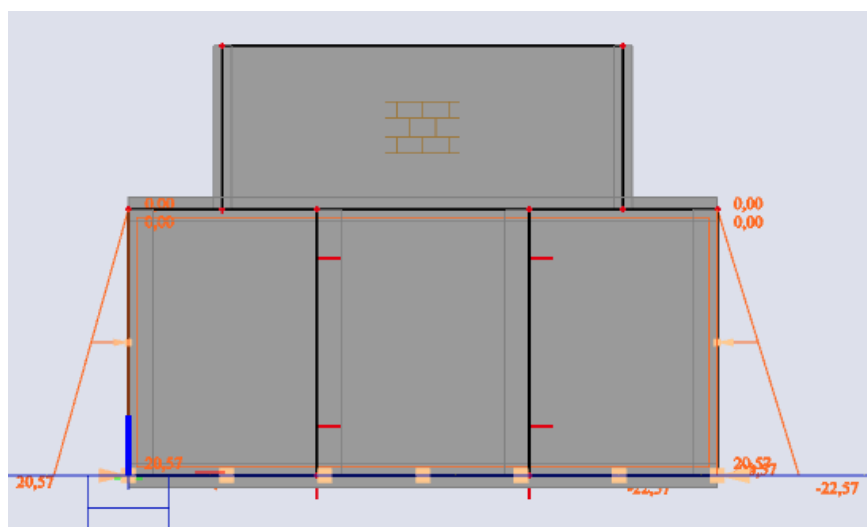
4.3 Zatížení od okolní zeminy

V okolí byla zemina určena jako F1 Hlína kamenitá $\varphi_{ef} = 28^\circ$; $E_{def} = 15 \text{ MPa}$; $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$

$$P_z = k \cdot \gamma \cdot z = 20,57 \text{ kN/m}^2$$

$$K = \text{tg}^2 \cdot (45 - \varphi/2)$$

Z výpočtů vyplynulo že tlak zeminy je větší než tlak vody v nádrži proto bude posuzován stav prázdné a obsypané nádrže.



Tlak zeminy na obsypanou část

4.4 Kombinace

podle rovnice 6.10

Základní kombinace zatížení

Byly vytvořeny podle EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí podle rovnice 6.10

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{j > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Dílčí součinitele zatížení

– pro stálá zatížení $\gamma_G = 1,35$

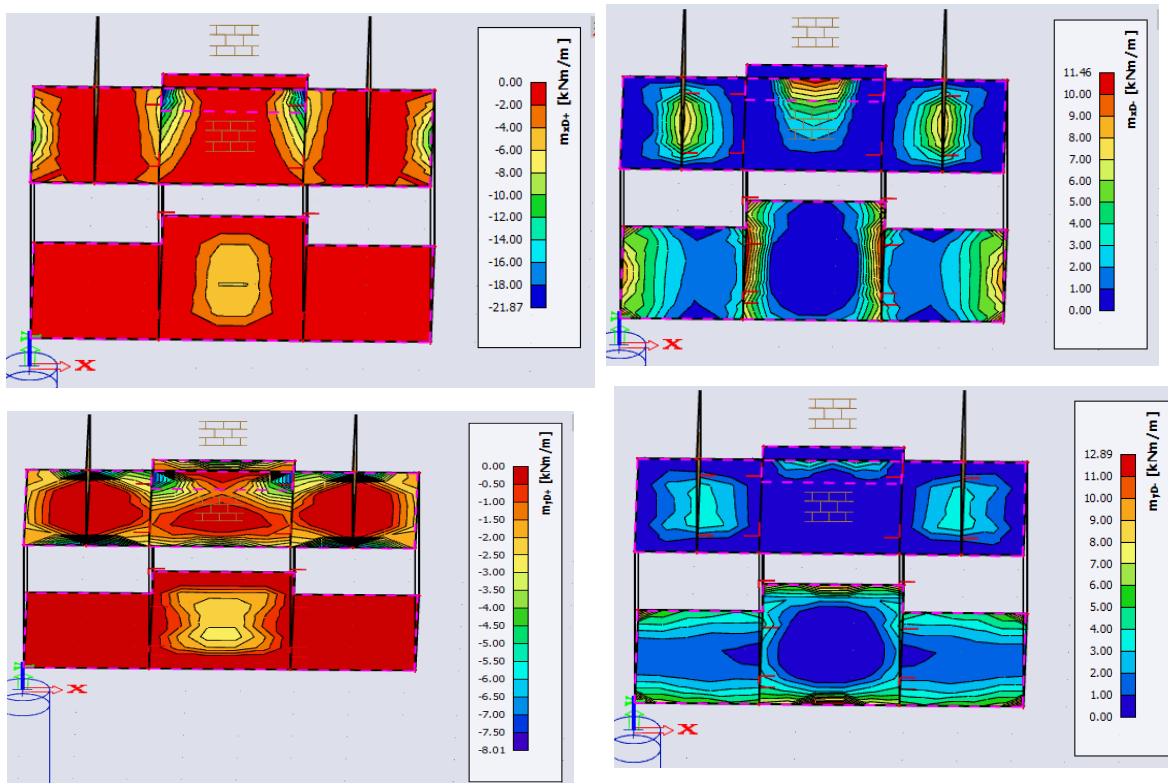
– pro proměnná zatížení $\gamma_G = 1,5$.

– $\psi_0 = 0,7$

5 Návrh a posouzení desek.

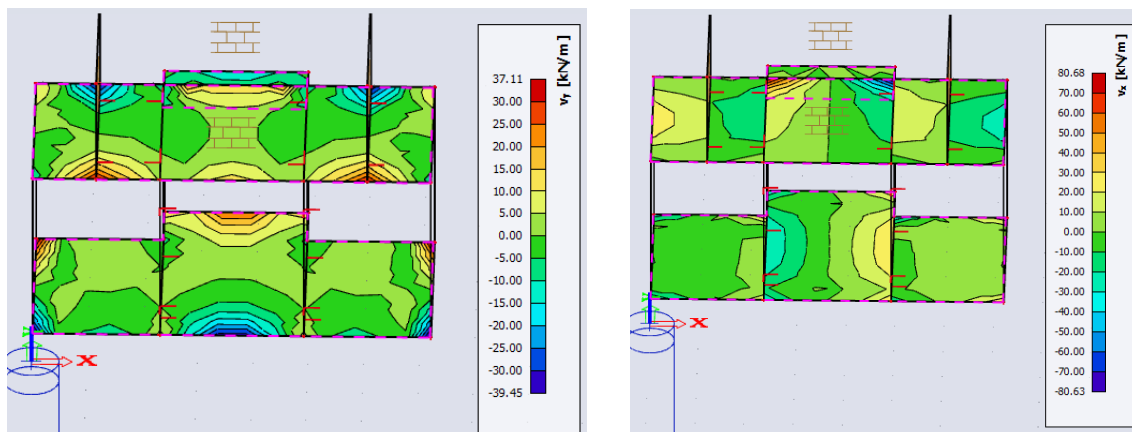
Vnitřní síly

Průběhy vnitřních síl odečteny v programu pro kombinaci vyvolující maximální nepříznivý účinek.



Průběhy ohybových momentů na obou deskách

m_{xD^+}	= -21,88 kNm/m
m_{xD^-}	= 11,46 kNm/m
m_{yD^+}	= -8,01 kNm/m
m_{yD^-}	= 12,89 kNm/m



Průběhy smykových sil

5.1 Výztuž

$$d = h - c - \frac{\emptyset}{2} - \emptyset x = 0,26 \text{ m}$$

$$A_{s, req} = \frac{M_{ed, max}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,00018 \text{ m}^2$$

Návrh $\emptyset 10$ po 100mm v obou směrech a obou površích desek

$$A_{s, prov} = \frac{\pi \cdot \emptyset^2}{4} \cdot (1 / s) = 0,00078 \text{ m}^2$$

5.2 Posouzení

$$0,8 \cdot x \cdot b \cdot f_{cd} = f_{yd} \cdot A_{sd}$$

$$x = \frac{f_{yd} \cdot A_{s, prov}}{f_{cd} \cdot b \cdot 0,8} = 0,021 \text{ m}$$

$$z = d - 0,8x \cdot \frac{1}{2} = 0,251 \text{ m}$$

$$M_{rd} = F_{sd} \cdot z = f_{yd} \cdot A_{s, prov} \cdot z = 85,86 \text{ kNm} > M_{Ed, max} = 21,88 \text{ kNm} \rightarrow \text{vyhoví}$$

5.3 Kontrola únosnosti bez smykové výztuže

$$\rho_i = \frac{A_{st}}{b_w \cdot d} = 0,03 \leq 0,02$$

$$c_{rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,87 \leq 2$$

$$V_{Rd,c} = \left[R_{d,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_i \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd,c} = 122,00 < V_{ED} = 80,63 \text{ kN}$$

→ vyhoví

5.4 Konstrukční zásady

$$S_{min} \geq \max \{1,2 \cdot \emptyset, dg + 5; 20\} = 21 \text{ mm}$$

$$s_{prov} = 90 \text{ mm}$$

→ vyhoví

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 46,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$A_{s,prov} = 7,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 > A_{s,min} = 4,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

→

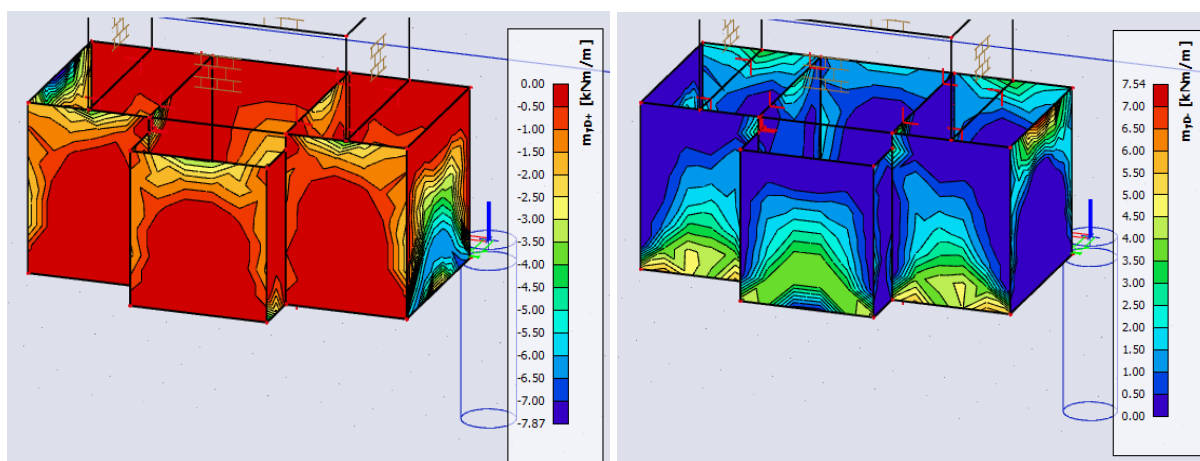
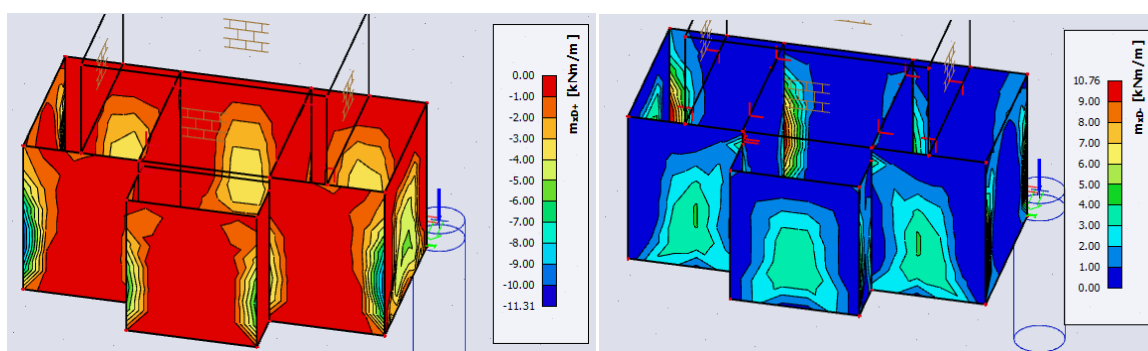
vyhoví

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 120 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s,prov} = 3,98 \cdot 10^{-4} < 60 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

→ vyhoví

6 Návrh a posouzení stěn



m_{xD^+}	= -11,11 kNm/m
m_{xD^-}	= 10,76 kNm/m
m_{yD^+}	= -7,81 kNm/m
m_{yD^-}	= 12,89 kNm/m

6.1 Výztuž

$$d = h - c - \frac{\emptyset}{2} - \emptyset_x = 0,26 \text{ m}$$

$$A_{s, req} = \frac{M_{ed, max}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,00016 \text{ m}^2$$

Návrh $\emptyset 10$ po 100mm v **obou směrech a obou površích stěn**

$$A_{s, prov} = \frac{\pi \cdot \emptyset^2}{4} \cdot (1 / s) = 0,00078 \text{ m}^2$$

6.2 Posouzení

$$0,8 \cdot x \cdot b \cdot f_{cd} = f_{yd} \cdot A_{sd}$$

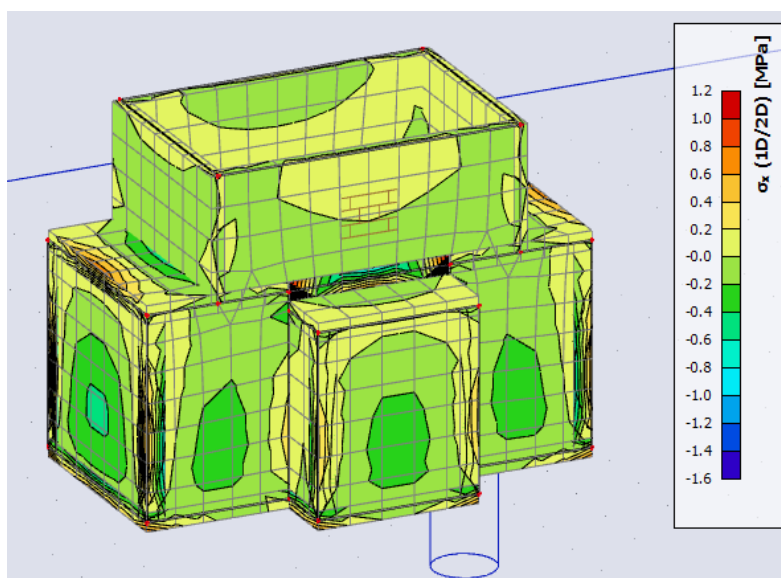
$$x = \frac{f_{yd} \cdot A_{s, prov}}{f_{cd} \cdot b \cdot 0,8} = 0,021 \text{ m}$$

$$z = d - 0,8x \cdot \frac{1}{2} = 0,251 \text{ m}$$

$$M_{rd} = F_{sd} \cdot z = f_{yd} \cdot A_{s, prov} \cdot z = 85,86 \text{ kNm} > M_{Ed, max} = 12,89 \text{ kNm} \quad \rightarrow \text{vyhoví}$$

7 Omezení trhlin bíle vany

Napětí od návrhového zatížení odečteno z 3D modelu jako 3D napětí pro celou konstrukci a porovnáno s mezním napětím pro vznik trhlin v betonu.



3D napětí na celém modelu

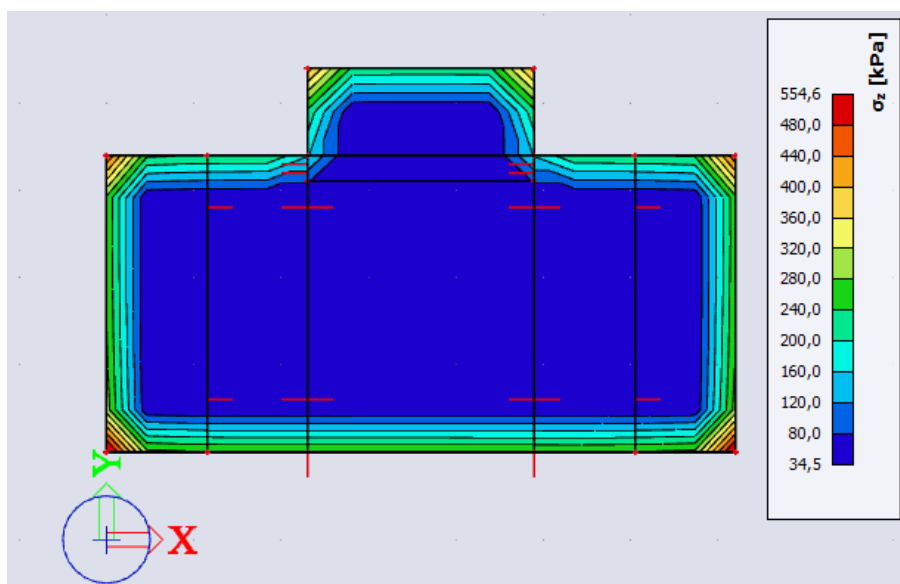
Z výsledků vyplývá, že napětí na modelu dosáhne v tahu maxima 1,2 MPa

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctm}}{\gamma_c} = 1,73 \text{ MPa} \geq \sigma_x = 1,2 \text{ MPa}$$

\rightarrow vyhoví

8 Posouzení únosnosti základové půdy

Výpočtová únosnost R_d se pro základ s vodorovnou základovou spárou stanoví z obecného vzorce, který vychází ze vzorce Brinch-Hansena



Kontaktní napětí na základové spáře

$$R_d = c_d \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot d \cdot N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d + \gamma_2 \cdot \frac{b}{2} \cdot N_b \cdot s_b \cdot d_b \cdot i_b$$

$$C_u = 70 \text{ kPa}$$

$$\varphi_{ef} = 28^\circ$$

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\sigma_{max} = 400 \text{ kPa}$$

$$b \times L = 3,7 \times 7,2 \text{ m}$$

$$\varphi_d = \frac{\varphi_{ef}}{\gamma_{m\varphi}} = 24,2^\circ$$

$$\gamma_{m\varphi} = \frac{\varphi}{(\varphi - 4)} = 1,16$$

$$N_d = k_p \cdot e^{\pi \cdot \tan \varphi_d} = \tan^2 \cdot \left(45 + \frac{\varphi_{ef}}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot \tan \varphi_d} = 9,74$$

$$N_c = (k_p - 1) \cdot \cot \varphi_d = 3,09$$

$$N_c = 1,5 \cdot (N_d - 1) \cdot \tan \varphi_d = 5,89$$

$$s_c = 1 + 0,2 \cdot \frac{b}{L} = 1,1$$

$$s_d = 1 + \frac{b}{L} \sin \varphi_d = 1,21$$

$$s_b = 1 - 0,3 \cdot \frac{b}{L} = 0,868$$

$$d_c = 1 + 0,1 \cdot \sqrt{\frac{d}{b}} = 1,07$$

$$d_d = 1 + 0,1 \cdot \sqrt{\frac{d}{b}} \sin 2\varphi d = 1,047$$

$$d_b = 1$$

$$i_c = i_d = i_b = 1$$

$$R_d = 40 \cdot 3,09 \cdot 1,1 \cdot 1 + 19 \cdot 2 \cdot 9,75 \cdot 1,21 \cdot 1,047 \cdot 1 + 19 \cdot$$

$$\frac{3,7}{2} \cdot 5,89 \cdot 0,868 \cdot 1 \cdot 1$$

$$R_d = 785,04 / 1,4 = 560,74 \text{ kPa}$$

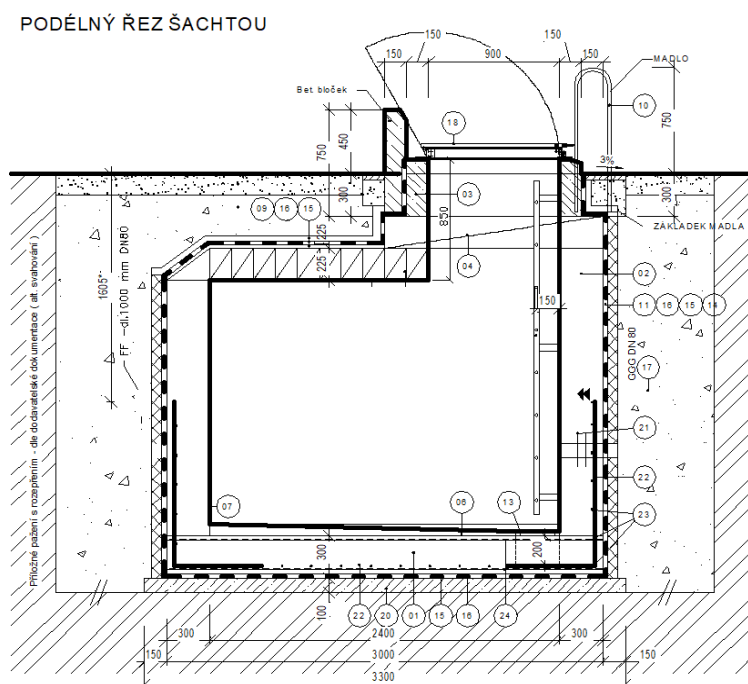
$$R_d = 560,74 \text{ kPa} > \sigma_{\max} = 554,6 \text{ kPa}$$

→ vyhoví

9 Redukční šachta

9.1 Popis

Stejně jako předchozí je tato konstrukce podzemní šachtou obsypanou zeminou. Stěny a desky jsou 300 mm tlusté z železobetonu.



Podélný řez šachtou

9.2 Návrh výztuže

Stavba je konstrukčně velmi podobná předchozí konstrukci a proto se nepředpokládá jiné chování. A také s důvodů velkých tlakových rezerv na předchozí konstrukci navrhuji stejný způsob vyztužení tedy **Ø 10 po 100 mm**.

10 Závěr

Výpočtem v souladu s platnými normami ČSN EN bylo prokázáno, že nosné konstrukce navržené stavby bezpečně **VYHOVÍ** na mezní stav únosnosti včetně mimořádných situací při použití a rozmístění navržené výztuže. Výpočtem byla ověřena základní koncepce řešení nosné konstrukce