

Dr. Zikmunda Wintra - výtahOBSAH:

1. ÚVOD.....	2
2. PODKLADY	2
3. POUŽITÉ NORMY	2
4. POUŽITÉ MATERIÁLY	3
5. ZATÍŽENÍ	3
6. VÝPOČTOVÝ MODEL A POSTUP VÝPOČTU	7
7. DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ	12
8. ZÁVĚR	12

1. ÚVOD

Statický výpočet je součástí statické části projektové dokumentace vypracované ve stupni dokumentace pro stavební povolení. Zabývá se nosnými konstrukcemi objektu výtahu.

2. PODKLADY

- [1] Stavebně technické řešení projektové dokumentace pro stavební povolení, Ing. Jančík (10/2012).
- [2] Zaměření objektu (Geodetická kancelář AZIMUT) 09/2012
- [3] Stavebně technický průzkum 10/2012
- [4] Prohlídka objektu v 10/2012 a fotodokumentace
- [5] Konzultace se zpracovatelem stavební části.

3. POUŽITÉ NORMY

- [1] ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí.
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1 - 1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb.
- [3] ČSN EN 1991-1-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1 - 2: Obecná zatížení – Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru.
- [4] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1 - 3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem.
- [5] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1 - 4: Obecná zatížení – Zatížení větrem.
- [6] ČSN EN 1996-3 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí - Část 3: Zjednodušené metody výpočtu nevyztužených zděných konstrukcí.
- [7] ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.
- [8] ČSN EN 1996-1-1 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce.
- [9] ČSN EN 1996-1-2 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí - Část 1-2: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.
- [10] ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.
- [11] ČSN EN 1995-1-2 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-2: Obecná pravidla - Navrhování konstrukcí na účinky požáru.
- [12] ČSN EN 338 Konstrukční dřevo - Třídy pevnosti pravidla - Navrhování konstrukcí na účinky požáru.
- [13] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.
- [14] ČSN EN 1993-1-2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-2: Obecná pravidla - Navrhování konstrukcí na účinky požáru.

4. POUŽITÉ MATERIÁLY

Beton: C25/30-XC1
 Výztuž: 10505 (R), Kari síť (W)
 Konstrukční ocel: S235

5. ZATÍŽENÍ

Zatížení uvažované ve smyslu ČSN EN 1991-1-1, ČSN EN 1991-1-3, ČSN EN 1991-1-4 zahrnuje účinky zatížení vlastní tíhou, stálým a užitným a technologickým zatížením, zatížení sněhem a větrem.

Vlastní tíha

Ve výpočtu je uvažovaná objemová hmotnost betonu $25,0 \text{ kN/m}^3$, objemová hmotnost oceli $78,5 \text{ kN/m}^3$. Součinitel zatížení je uvažován hodnotou 1,35.

Stálé zatížení

Ve výpočtu je uvažováno stálé zatížení předpokládaným pláštěm výtahové šachty. Součinitel zatížení je uvažován hodnotou 1,35.

Užitné zatížení

Užitné zatížení se uvažuje podle údajů dodavatele výtahu. Součinitel zatížení je 1,5.

Zatížení sněhem

Objekt se nachází podle klasifikace ČSN EN 1991-1-3 v I. sněhové oblasti, pro kterou platí normová hodnota $s_0=0,7 \text{ kN/m}^2$. Součinitel zatížení je 1,5.

Zatížení větrem

Podle klasifikace ČSN EN 1991-1-3 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem. Zatížení větrem: I. větrová oblast, kategorie terénu IV., výchozí základní rychlost větru $w_{b,0}=22,5 \text{ m/s}$, souč. zatížení je 1,5.

Dynamické zatížení.

Dynamické zatížení od výtahu je obsaženo v dynamických součinitelích udávaných dodavatelem výtahu.

Souhrn zatížení :

ZATÍŽENÍ SNĚHEM

LOKALITA:

Praha

SNĚHOVÁ OBLAST:

I

→ s_k

= $0,70 \text{ kN/m}^2$

Součinitel expozice:

Normální typ krajiny: Plochy, kde nedochází na stavebách k výraznému přemístění sněhu větrem kvůli okolnímu terénu, jiným stavbám nebo stromům

Otevřený typ krajiny: Rovná plocha bez otevřená do všech nechráněná nebo jen málo chráněná terénem, vyššími stavbami nebo stromy

0,8

Normální typ krajiny: Plochy, kde nedochází na stavebách k výraznému přemístění sněhu větrem kvůli okolnímu terénu, jiným stavbám nebo stromům

1,0

Chráněný typ krajiny: Plochy, kde je uvažována stavba výrazně nižší než okolní terén nebo je stavba obklopena vysokými stromy anebo vyššími stavbami

1,2

$$c_e = 1,0$$

Součinitel tepla: - odtávání sněhu

$$c_t = 1,0$$

Tvarový součinitel: sedlová střecha sklon: 40 stupňů

$$\mu_1 = 0,533$$

CHARAKTERISTICKÁ HODNOTA ZATÍŽENÍ SNĚHEM

$$S_1 = S_k \cdot c_e \cdot c_t \cdot \mu_i = 0,37 \text{ kN/m}^2$$

STŘECHY VÍCELODNÍCH BUDOV

$$\mu_2 = 1,867$$

$$S_2 = S_k \cdot c_e \cdot c_t \cdot \mu_i = 1,31 \text{ kN/m}^2$$

NÁVĚJE A STŘECHY SOUSEDÍCÍ A PŘILÉHAJÍCÍ K VYŠŠÍM STAVBÁM

Přiléhající střecha: plochá střecha sklon: 2 stupňů $\mu_1 = 0,8$

$$b_1 = 0,00 \text{ m}$$

$$b_2 = 0,00 \text{ m} < l_s = 2h = 3 \text{ m}$$

$$h = 1,50 \text{ m}$$

$$\gamma = 2,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu_s = 0,0$$

$$\mu_w = (b_1 + b_2) / 2h = 0,0 < 4,29 = \gamma \cdot h / S_k > 2,0 \text{ (min } 0,8)$$

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w = 0,8 \quad \dots \text{strana přilehlá k vyššímu objektu}$$

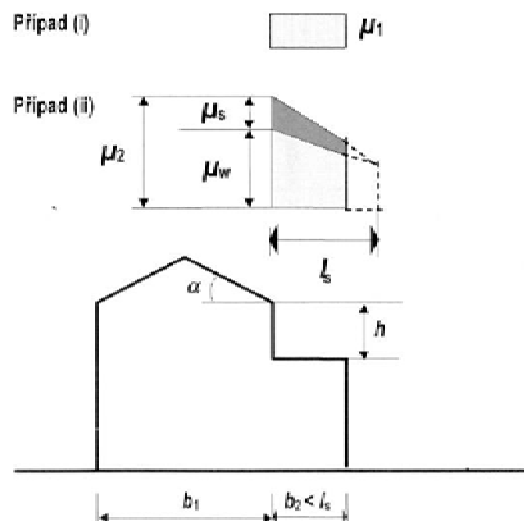
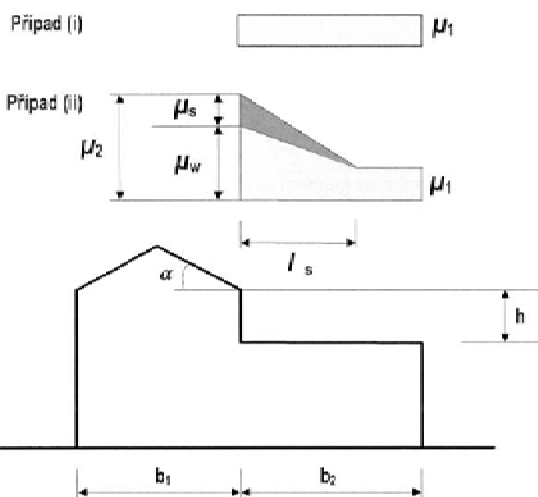
$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w = 0,8 \quad \dots \text{strana odlehlá od vyššího objektu}$$

$$S_2 = S_k \cdot c_e \cdot c_t \cdot \mu_i = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

...strana přilehlá k vyššímu objektu

$$S_2 = S_k \cdot c_e \cdot c_t \cdot \mu_i = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

...strana odlehlá od vyššího objektu



NÁVĚJE NA VÝSTUPKY A PŘEKÁŽKY

Přiléhající střecha: sedlová střecha

sklon: 40 stupňů

$$\mu_1 = 0$$

$$h = 0,00 \text{ m}$$

$$b = 0,00 \text{ m}$$

$$l's = 2h = 0 \text{ m}$$

$$5,0 < l_s < 15,0$$

$$l_s = 2h = 5$$

$$\gamma = 2,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu_2' = \gamma \cdot h / S_k = 0,0$$

$$0,8 < \mu_2 < 2,0$$

$$\mu_2 = 0,8$$

$$\mu_2 = 0,8 \quad \dots \text{strana odlehlá od vyššího objektu}$$

$$s_2 = s_k \cdot c_e \cdot c_t \cdot \mu_i = 0,56 \text{ kN/m}^2 \quad \dots \text{strana přilehlá k vyššímu objektu}$$

$$s_2 = s_k \cdot c_e \cdot c_t \cdot \mu_i = 0,56 \text{ kN/m}^2 \quad \dots \text{strana odlehlá od vyššího objektu}$$

ZATÍŽENÍ VĚTREM

DLE ČSN EN 1991-1-4 EUROKÓD 1: Zatížení konstrukcí Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem

LOKALITA:

VĚTROVÁ OBLAST:

KATEGORIE TERÉNU:

Praha

I

IV

Městské oblasti, ve kterých je méně než 15% nezastavěné plochy

GEOMETRIE OBJEKTU:

$$x = 210 \text{ m}$$

$$y = 26,5 \text{ m}$$

$$h = 26 \text{ m}$$

$$h_p = 0 \text{ m}$$

$$z_e = 26,00 \text{ m}$$

a) pro vítr příčný:

$$b = 26,5 \text{ m}$$

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

$$h_p/h = 0,000$$

$$h/d = 0,124$$

$$h/b = 0,981$$

$$e = 26,500 \text{ m } e/4 = 6,63 \text{ m}$$

$$e/5 = 5,30 \text{ m}$$

$$e/10 = 2,65 \text{ m}$$

b) pro vítr

podélný:

$$b = 210 \text{ m}$$

$$d = 26,5 \text{ m}$$

$$h/d = 0,981$$

$$h/b = 0,124$$

$$e = 52,00 \text{ m } e/4 = 13,00 \text{ m}$$

$$e/5 = 10,40 \text{ m}$$

$$e/10 = 5,20 \text{ m}$$

ZÁKLADNÍ RYCHLOST VĚTRU

$$v_{b,0} = 22,50 \text{ m/s}$$

$$c_{dir} = 1,0$$

$$c_{season} = 1,0$$

$$v_{b0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season}$$

$$v_b = 22,5 \text{ m/s}$$

ZÁKLADNÍ DYNAMICKÝ TLAK VĚTRU

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$q_b = \frac{\rho}{2} \cdot v_b^2 = 0,32 \text{ kN/m}^2$$

MAXIMÁLNÍ DYNAMICKÝ TLAK VĚTRU

$$\begin{aligned}
 c_0 &= 1,00 \\
 z_0 &= 1,00 \\
 k_1 &= 1,00 \\
 z_{0II} &= 0,05
 \end{aligned}$$

$$c_r(z) = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0II}} \right)^{0,07} \cdot \ln \frac{z}{z_0} = 0,76$$

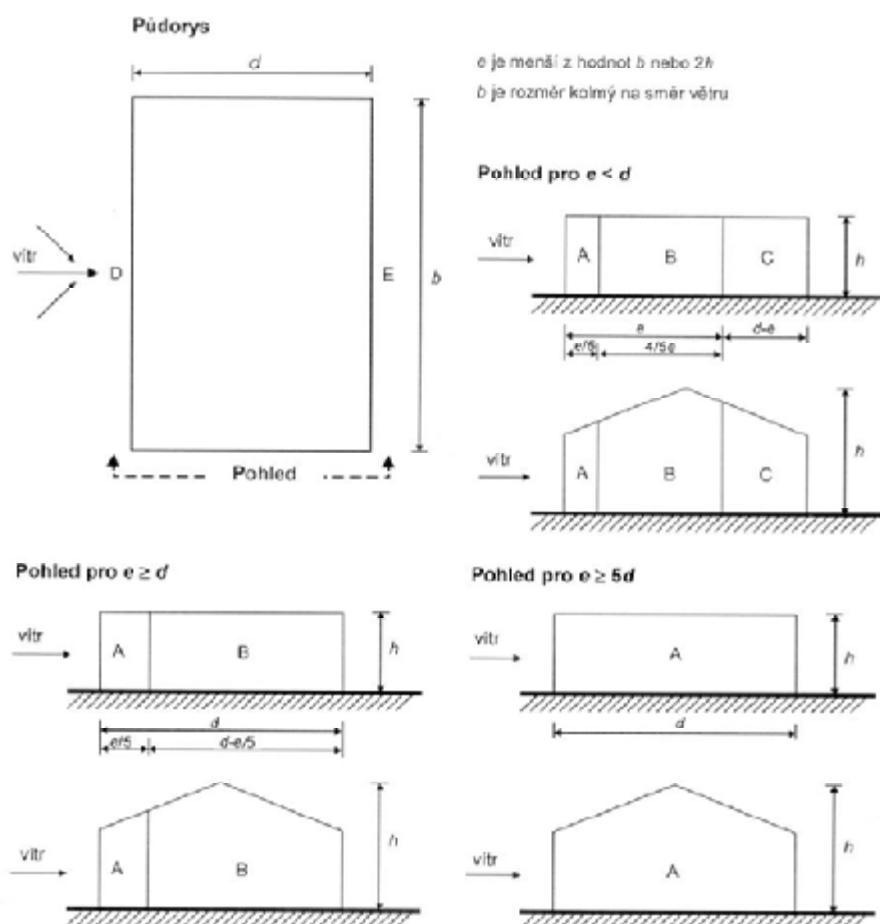
$$c_e(z) = \left(1 + 7 \cdot \frac{k_1}{c_0 \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right)} \right) \cdot (c_0 \cdot c_r(z))^2 = 1,84$$

$$q_p(z) = q_b \cdot c_e(z) = 0,58 \text{ kN/m}^2$$

$$w_x = q_p(z) \cdot c_{pe10}$$

STĚNY OBJEKTU

PŘÍČNÝ VÍTR				PODÉLNÝ VÍTR			
Součinitele vnějšího tlaku $c_{pe,10}$		Tlak větru na povrchy		Součinitele vnějšího tlaku $c_{pe,10}$		Tlak větru na povrchy	
A	-1,2	w_A	-0,70	A	-1,2	w_A	-0,70
B	-0,8	w_B	-0,46	B	-0,8	w_B	-0,46
C	-0,5	w_C	-0,29	C	-0,5	w_C	-0,29
D	0,7	w_D	0,41	D	0,8	w_D	0,46
E	-0,3	w_E	-0,17	E	-0,5	w_E	-0,29



Výpočtové kombinace

Pro statický výpočet jsou uvažovány ZS: vlastní tíha, stálé a užitné zatížení výtahem, zatížení sněhem a zatížení větrem. Zatížení větrem je ve dvou zatěžovacích stavech – zatížení větrem zleva a zatížení větrem z čela. Posuzuje se nejnepríznivější kombinace zatížení.

6. VÝPOČTOVÝ MODEL A POSTUP VÝPOČTU

Výtahová šachta. Nejprve byl vytvořen výpočtový model ocelové konstrukce šachty uložené přes železobetonovou vanu na základové pásy.

Konstrukce šachty se uvažuje jako prostorový ocelový rám kotvený po výšce každých cca 3,40 m ke konstrukci stávajícího domu. Kotvení umožňuje svislý pohyb a natáčení podpor. Plášť představuje deskostěnová konstrukce o hmotnosti předpokládaného pláště. Deskostěnová konstrukce je uvažována jako měkká, nespolutůsobící příliš s konstrukcí šachty. Šachta je v dolní části kotvena do železobetonové vany založené na základových pásech z minimálně vyztuženého betonu. Základové pásy jsou uloženy na podloží Winklerova typu.

Statický výpočet vnitřních sil je proveden výpočtním programem FEAT 2000, metodou konečných prvků. Posouzení únosnosti vybraných ocelových konstrukcí je provedeno výpočtním programem FINE SOFT. Posouzení základových konstrukcí je provedeno posouzením kontaktního napětí v základové spáře.

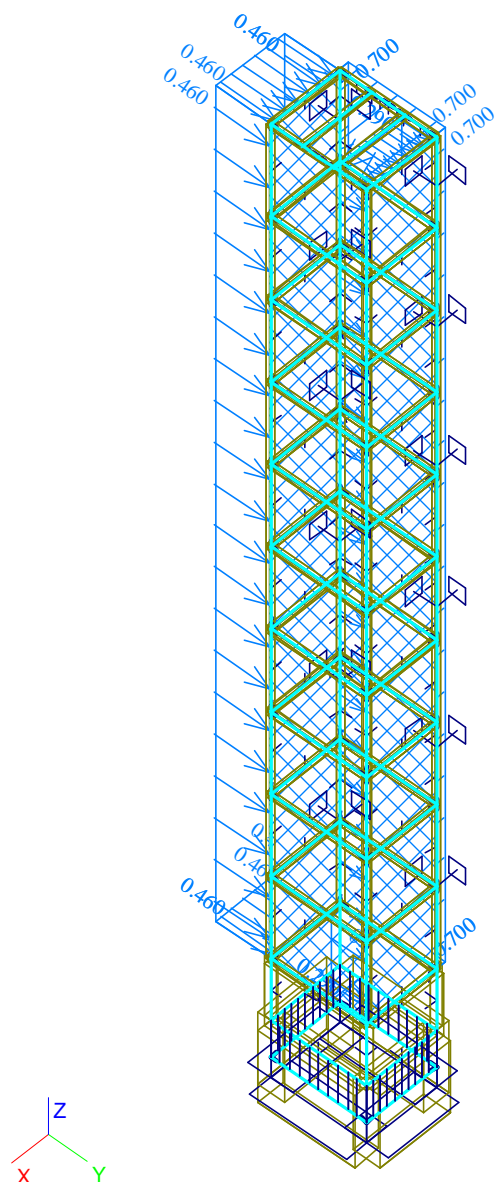
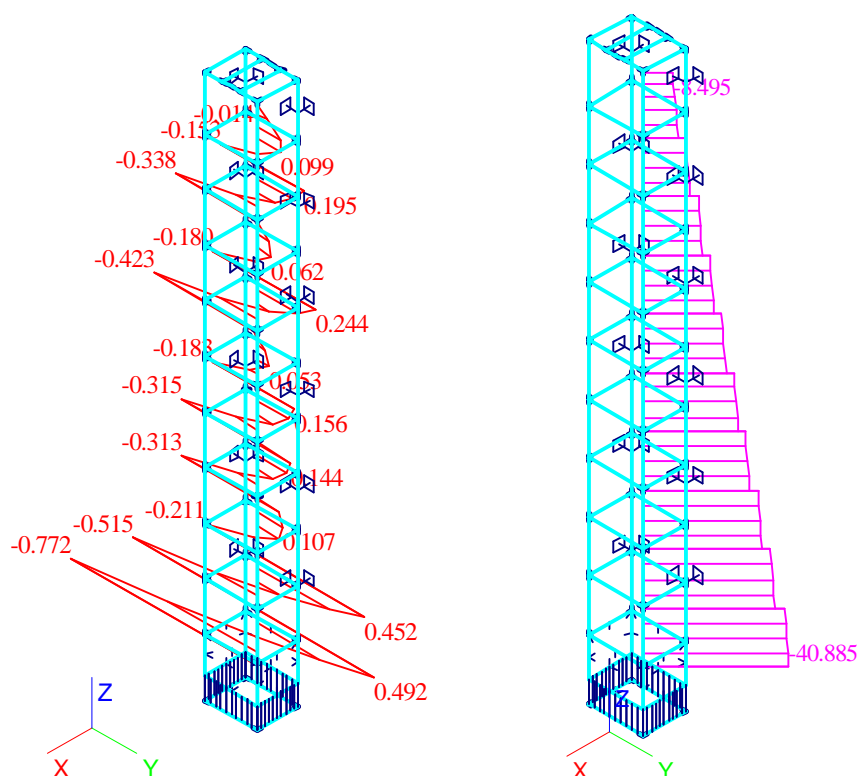
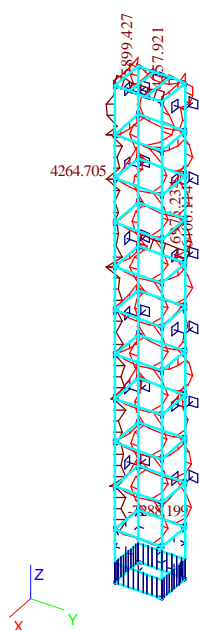


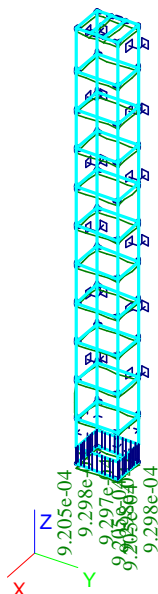
Schéma konstrukce výtahové šachty – vítr zleva



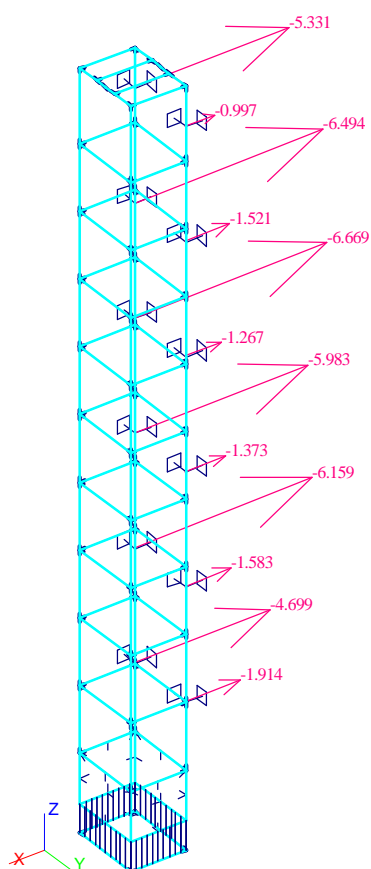
Průběh ohybových momentů a maximálních normálových sil od celkového zatížení



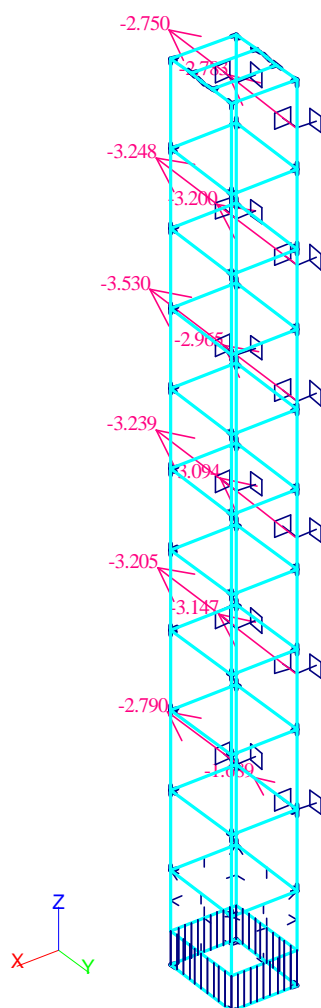
Napětí $\sigma = 42,64$ MPa v prvcích konstrukce, konstrukce evidentně vyhovuje



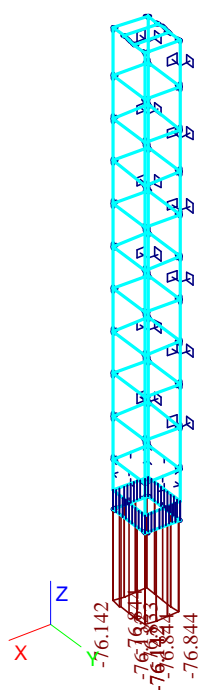
Sednutí $\delta=0.009298$ m, konstrukce vyhovuje



Reakce v podporách – vítr zleva, kotvení na tah realizovatelné

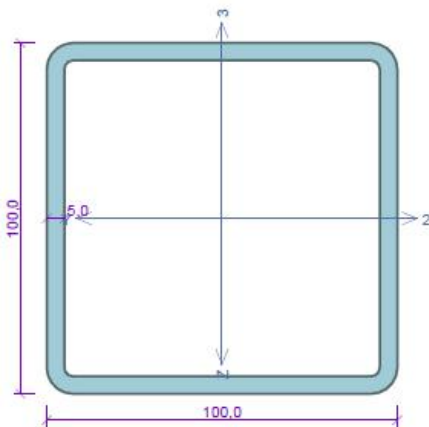


Reakce v podporách – vítr zleva, kotvení na smyk realizovatelné



Kontaktní napětí $\sigma = 76,84$ kPa vyhovuje

7. DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ

sloupek konstrukce šachty	
<div> <div>  </div> <div> <p>Rez 1</p> <p>Norma výpočtu EN 1993-1-1 Výpočet je proveden podle České národní přílohy. Součinitel únosnosti průřezu $\gamma_{M0} = 1,000$ Součinitel únosnosti při posouzení stability $\gamma_{M1} = 1,000$ Součinitel únosnosti oslabeného průřezu $\gamma_{M2} = 1,250$</p> <p>Průřez MSH 100 x 100 x 5,0 Průřezová plocha: $A = 1,870E03 \text{ mm}^2$ Poloha těžiště: $y_T = 50,0 \text{ mm}$ $z_T = 50,0 \text{ mm}$ Momenty setrvačnosti: $I_y = 2,790E06 \text{ mm}^4$ $I_z = 2,790E06 \text{ mm}^4$ Průřezové moduly: $W_{y,1} = -5,527E04 \text{ mm}^3$ $W_{y,2} = 5,527E04 \text{ mm}^3$ $W_{y,2} = 5,527E04 \text{ mm}^3$ $W_{z,2} = -5,527E04 \text{ mm}^3$ Moment tuhosti v prostém kroucení: $I_k = 4,287E06 \text{ mm}^4$ Výšečový moment setrvačnosti: $I_{\omega} = 0,000E00 \text{ mm}^6$ Plastické průřezové moduly: $W_{pl,y} = 6,566E04 \text{ mm}^3$ $W_{pl,z} = 6,566E04 \text{ mm}^3$</p> <p>Materiál: EN 10210-1 : S 235 Materiálové charakteristiky: Modul pružnosti $E = 210000 \text{ MPa}$ Modul pružnosti ve smyku $G = 81000 \text{ MPa}$ Mez kluzu $f_y = 235,0 \text{ MPa}$ Mez pevnosti $f_u = 360,0 \text{ MPa}$</p> </div> </div>	
<p>Vnitřní síly v souřadném systému průřezu Zatěžovací případ s největším využitím Zat. případ 1</p> <p> $N = -40,885 \text{ kN}$ $V_z = 0,000 \text{ kN}$ $V_y = 0,000 \text{ kN}$ $T_r = 0,000 \text{ kNm}$ $T_{\omega} = 0,000 \text{ kNm}$ </p> <p> $M_y = 0,772 \text{ kNm}$ $M_z = 0,000 \text{ kNm}$ $B = 0,000 \text{ kNm}^2$ </p>	
<p>Parametry vzpěru Délka dílce: 2,000 m</p> <p> $L_z = 2,000 \text{ m}$ $k_z = 1,000$ $L_{cr,z} = 2,000 \text{ m}$ $L_y = 2,000 \text{ m}$ $k_y = 1,000$ $L_{cr,y} = 2,000 \text{ m}$ $L_{\omega} = 2,000 \text{ m}$ $k_{\omega} = 1,000$ $L_{cr,\omega} = 2,000 \text{ m}$ </p>	
<p>Výsledky posouzení Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 1 Třída průřezu: 1 Vnitřní síly: $N = -40,885 \text{ kN}$; $M_y = 0,772 \text{ kNm}$; $M_z = 0,000 \text{ kNm}$ Posudek nejnepriznivější kombinace vzpěrného tlaku a ohybu: Vzpěr Y: Únosnosti: $N_R = -398,814 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 15,429 \text{ kNm}$ $0,103 + 0,050 + 0,000 = 0,153 < 1$ Vyhovuje Vzpěr Z: Únosnosti: $N_R = -398,814 \text{ kN}$; $M_{z,R} = 15,429 \text{ kNm}$ $0,103 + 0,050 + 0,000 = 0,153 < 1$ Vyhovuje Štíhlost dílce: 51,8 Průřez vyhovuje</p>	
VYHOVUJE	

8. ZÁVĚR

Výpočet byl proveden dle platných ČSN a ČSN EN. Dimenzované nosné prvky vyhovují z hlediska prvního a druhého mezního stavu. Konstrukce jako celek ze statického hlediska vyhovuje.