

# STATICKÝ VÝPOČET

SO 02 – Sportovní hala

**D.1.2 Stavebně konstrukční řešení**  
**D.1.2.2.b Ocelová a dřevěná konstrukce**

**Stavebník** : **Statutární město Ostrava, městský obvod Slezská Ostrava**  
Těšínská 138/35  
710 16 Ostrava\_

**Akce** : **Sportovní hala Slezská Ostrava**

**Stupeň** : Dokumentace pro realizaci stavby  
**Vypracoval** : Ing. Jan Blažík  
**Zakázkové číslo** : 52/17  
**Číslo přílohy** : 52/17-D.1.2.2.b  
**Datum** : 12/2019

Počet stran: 77

## OBSAH STATICKÉHO VÝPOČTU

1. Použité podklady	str. 3
2. Zatěžovací údaje - všeobecně	str. 4
3. Přehled jednotlivých zatěžovacích stavů	str. 5 - 9
4. Návrh a posouzení střešního plechu TR 60/235	str. 10
5. Návrh a posouzení vaznic z rostlého dřeva - EC5	str. 11 - 13
6. Návrh a posouzení lepené lamelové příčle - EC5	str. 14 - 21
7. Návrh a posouzení sedla podle ČSN EN 1993-1-1	str. 22 - 23
8. Návrh a posouzení momentového přípoje vazníku	str. 24 - 27
9. Návrh a posouzení OK podle ČSN EN 1993-1-1	str. 28 - 51
10. Posouzení OK prvků na požární odolnost R15 DP1	str. 52 - 65
11. Návrh a posouzení kotevních prvků	str. 66 - 74
12. Zatížení spodní stavby	str. 75 - 77

## 1. Použité podklady :

### 1.1 Použité normy ( včetně všech změn a oprav ), literatura

- ČSN EN 1990 - Zásady navrhování konstrukcí  
Květen 2015, 2. Edition
- ČSN EN 1991-1-1 - Zatížení konstrukcí - Část 1-1 : Obecná zatížení  
Objemové tíhy, užitná zatížení, Březen 2004
- ČSN EN 1991-1-3 - Zatížení konstrukcí - Část 1-3 : Obecná zatížení  
Zatížení sněhem, Červen 2013, Edition 2
- ČSN EN 1991-1-4 - Zatížení konstrukcí - Část 1-4 : Obecná zatížení  
Zatížení větrem, Duben 2013, 2. Edition
- ČSN EN 1993-1-1 - Navrhování ocelových k-cí, Část 1-1 : Obecná pravidla  
a pravidla pro pozemní stavby, Červenec 2011, Edition 2
- ČSN EN 1993-1-8 - Navrhování ocelových k-cí, Část 1-8 :  
Navrhování styčníků, Listopad 2013, Edition 2
- ČSN EN 1995-1-1 - Navrhování dřevěných k-cí, Část 1-1 : Obecná pravidla  
Pravidla pro pozemní stavby, Prosinec 2006
- ČSN EN 14080 - Dřevěné konstrukce - Lepené lamelové dřevo a lepené  
roslé dřevo - Požadavky, Listopad 2013
- ČSN EN 338 - Konstrukční dřevo - Třídy pevnosti, Říjen 2016
- ČSN 73 102 - Navrhování, výpočet a posuzování dřevěných stavebních  
Konstrukcí - Obecná pravidla pro pozemní stavby  
Listopad 2007 ( mod DIN 1052 : 2004 )

### 1.2 Ostatní :

- výpočtový program SCIA Engineer 19.0.2018 pro stanovení vnitřních sil  
a deformací jednotlivých dřevěných a ocelových nosných prvků
- pro návrh a posouzení kotevních prvků byl použit výpočtový program  
IDEA StatiCa 10.1.107

### 1.3 Podmínky výpočtu :

- Lokalita : ul. Antošovická, Koblov --- cca 219 m nad mořem
- Zatížení sněhem : 0,85 kPa = 0,85 kN.m<sup>-2</sup> ( [www.snehovamapa.cz](http://www.snehovamapa.cz) )
- Zatížení větrem : 25 m.s<sup>-1</sup> ( základní rychlost větru )

## 2. Zatěžovací údaje – všeobecně :

### 2.1 Součinitele spolehlivosti zatížení podle NAD ČR :

stálá zatížení :  $\gamma_G = 1,00$  nebo 1,35

nahodilá zatížení :  $\gamma_Q = 1,50$

### 2.2 Dílčí součinitele pro materiál a únosnost podle NAD ČR :

rostlé dřevo  $\gamma_M = 1,30$

lepené lamelové dřevo  $\gamma_M = 1,25$

spoje  $\gamma_M = 1,30$

únosnost průřezů kterékoliv třídy ( ocel )  $\gamma_{M0} = 1,00$

únosnost průřezů při posuzování stability ( ocel )  $\gamma_{M1} = 1,00$

únosnost průřezů při porušení oslabeného ( ocel )  
průřezu v tahu  $\gamma_{M2} = 1,25$

únosnost šroubů a svarů  $\gamma_{M2} = 1,25$

### 2.3 Kombinace zatěžovacích stavů – konstrukce krovu:

*Základní kombinace č. 1 ( stálé zatížení a všechna nahodilá zatížení )*

$$E_d = \gamma_G * G_{k,j} + 1,50 * Q_{k,1} + 1,50 * \sum \psi_{0,i} * Q_{k,i}$$

$G_{k,j}$  ----- stálé zatížení

$Q_{k,1}$  ----- hlavní proměnné zatížení

$Q_{k,i}$  ----- vedlejší proměnná zatížení

$\psi_{0,i}$  ----- kombinační součinitel proměnného zatížení

$\psi_{0,1} = 0,50$  ----- zatížení sněhem

$\psi_{0,2} = 0,60$  ----- zatížení větrem

*Základní kombinace č. 2 ( stálé zatížení a jedno nahodilé zatížení )*

$$E_d = \gamma_G * G_{k,j} + 1,50 * Q_{k,i}$$

$G_{k,j}$  ----- stálé zatížení

$Q_{k,i}$  ----- zatížení sněhem popřípadě větrem

### 3. Přehled jednotlivých zatěžovacích stavů :

#### 1. ZS - vlastní váha konstrukce , $\gamma_{f,G} = 1,35$

Program „SCIA Engineer 19.0.2018,, generuje sám z použitých katalogových profilů !!!

#### 2. ZS - stálé zatížení, $\gamma_{f,G} = 1,35$

##### a) střecha „S1“ :

- fotovoltaika -----	0,20 kN.m <sup>-2</sup>
- hydroizolační fólie DEKPLAN 76 -----	0,02 kN.m <sup>-2</sup>
- tepelná izolace ISOVER S tl. 100 mm ( 175 kg.m <sup>-3</sup> )-----	0,18 kN.m <sup>-2</sup>
- tepelná izolace ISOVER T tl. 140 mm ( 160 kg.m <sup>-3</sup> )-----	0,22 kN.m <sup>-2</sup>
- parozábrana -----	0,01 kN.m <sup>-2</sup>
- trapézový plech TR 60/235 - 0,75 mm -----	0,08 kN.m <sup>-2</sup>
- dřevěné vaznice 120 x 240 mm ( 420 kg.m <sup>-3</sup> )-----	0,12 kN.m <sup>-2</sup>
- akustický nárazuvzdorný podhled + rošt-----	0,17 kN.m <sup>-2</sup>

$$g^k = 1,00 \text{ kN.m}^{-2}$$

#### 3. ZS - klimatické zatížení ( sníh ), $\gamma_{f,Q} = 1,50$ :

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

sklon sedlové střechy :  $\alpha = 2,42^\circ$

$$s_k = 0,85 \text{ kN.m}^{-2} \quad (\text{www.snehovamapa.cz})$$

$$\mu_1 = 0,8 \text{ pro } 0^\circ < \alpha = 2,42^\circ < 30^\circ$$

$$C_e = C_t = 1,0 \quad (\text{součinitel expozice a součinitel tepla})$$

$$s_{k1} = 0,80 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,85 = 0,68 \text{ kN.m}^{-2}$$

navátí sněhu za atikou

$$h = 0,73 \text{ m} \text{ ----- výška atiky}$$

$$l_s = 2 \cdot h = 2 \cdot 0,73 = 1,46 \text{ m ale } 5 \text{ m} \leq l_s \leq 15 \text{ m} \text{ --- délka návěje}$$

$$\mu_2 = \gamma \cdot h / s_k = 2,0 \cdot 0,73 / 0,85 \rightarrow \text{pro } 0,8 \leq \mu_2 = 1,72 \leq 2,00$$

$$\mu_2 = 1,72$$

$$s_{k2} = 1,72 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,85 = 1,46 \text{ kN.m}^{-2}$$

#### 4. - 5. ZS - klimatické zatížení ( vítr ), $\gamma_{f,Q} = 1,50$ :

$V_{b,0} = 25 \text{ m.s}^{-1}$  ----- výchozí základní rychlost větru  
 oblast II. ( Koblov )

$$C_s C_d = 1,00$$

$$C_{dir} = C_{season} = 1,00$$

$$V_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25 = 25 \text{ m.s}^{-1}$$

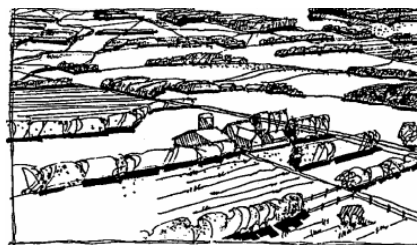
$h = 9,35 \text{ m}$  --- výška konstrukce

$b = 22,56 \text{ m}$  ( šířka ),  $L = 39,46 \text{ m}$

$h \leq b = 9,35 \text{ m} \leq 22,56 \text{ m} \rightarrow z_e = h = 9,35 \text{ m}$  (referenční výška )

#### Kategorie terénu II

Oblasti s nízkou vegetací jako je tráva a izolovanými překážkami (stromy, budovy), vzdálenými od sebe nejméně 20násobek výšky překážek.



#### Charakteristický maximální dynamický tlak :

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_m^2(z)$$

stanovení střední rychlosti větru  $v_m$  :

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) \text{ pro } z_{min} \leq z \leq z_{max} \rightarrow 5 \text{ m} \leq 9,35 \text{ m} \leq 200 \text{ m}$$

$$k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} \quad z_0 = 0,05 \text{ pro kategorii terénu II}$$

$$z_{0,II} = 0,05$$

$$k_r = 0,19 \cdot (0,05/0,05)^{0,07} = 0,190$$

$$c_r(z) = 0,190 \cdot \ln(9,35/0,05) = 0,994$$

$$c_0(z) = 1,00 \text{ --- součinitel orografie}$$

$$k_1 = 1,0 \text{ ---- součinitel turbulence}$$

$$v_m(z) = 0,994 \cdot 1,00 \cdot 25 = 24,85 \text{ m.s}^{-1}$$

stanovení součinitele expozice  $c_e(z)$ :

$$c_e(z) = 1 + 7 \cdot [k_1/c_0 \cdot \ln(z/z_0)] = 1 + 7 \cdot [1,0/1,0 \cdot \ln(9,35/0,05)] = 2,338$$

$$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b = c_e(z) \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot v_m^2(z)$$

$$q_p(z) = 2,338 \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 24,85^2 = 902,4 \text{ N.m}^{-2} = 0,90 \text{ kN.m}^{-2}$$

Součinitele tlaku větru pro stěny navrhovaného objektu :

Vítr příčný ( směr  $\pm X$  )

$$h = 9,35 \text{ m}, \quad b = 39,46 \text{ m}, \quad d = 22,56 \text{ m}$$

$$e = \min( b, 2h ) = \min( 39,46 \text{ m}, 2 \cdot 9,35 = 18,70 \text{ m} )$$

$$e = 18,70 \text{ m} < d = 22,56 \text{ m}$$

$$h/d = 9,35/22,56 = 0,25 \leq 0,414 \leq 1,00 \text{ potom :}$$

$$h/d = 9,35/22,56 = 0,414 \leq 1,00$$

Při nedostatečné korelaci tlaků na návětrné a závětrné straně se oblasti „D a E“ mohou vynásobit hodnotou 0,85.

$$C_{p,A} = - 1,20 \text{ ----- sání kolmo ke směru větru}$$

$$C_{p,B} = - 0,80 \text{ ----- sání kolmo ke směru větru}$$

$$C_{p,C} = - 0,50 \text{ ----- sání kolmo ke směru větru}$$

$$C_{p,D} = + 0,72 \text{ ----- tlak na návětrnou stranu}$$

$$C_{p,E} = - 0,34 \text{ ----- sání na závětrnou stranu}$$

$$w_{\text{sání,A}}^k = 0,90 \times (-1,20) = -1,08 \text{ kN.m}^{-2} \text{ pro } e/5 = 18,70/5 = 3,74 \text{ m}$$

$$w_{\text{sání,B}}^k = 0,90 \times (-0,80) = -0,72 \text{ kN.m}^{-2} \text{ pro } 4/5e = 14,96 \text{ m}$$

$$w_{\text{sání,C}}^k = 0,90 \times (-0,50) = -0,45 \text{ kN.m}^{-2} \text{ pro } d-e = 3,86 \text{ m}$$

$$w_{\text{tlak,D}}^k = 0,85 \cdot 0,90 \times (+0,72) = +0,55 \text{ kN.m}^{-2}$$

$$w_{\text{sání,E}}^k = 0,85 \cdot 0,90 \times (-0,34) = -0,26 \text{ kN.m}^{-2}$$

Vítr podélný ( směr  $\pm Y$  )

$$h = 9,35 \text{ m}, \quad b = 22,56 \text{ m}, \quad d = 39,46 \text{ m}$$

$$e = \min( b, 2h ) = \min( 22,56 \text{ m}, 2 \cdot 9,35 = 18,70 \text{ m} )$$

$$e = 18,70 \text{ m} < d = 39,46 \text{ m}$$

$$h/d = 9,35/39,46 = 0,237 \leq 0,25 \text{ potom :}$$

$$h/d = 9,35/39,46 = 0,237 \leq 1,00$$

Při nedostatečné korelaci tlaků na návětrné a závětrné straně se oblasti „D a E“ mohou vynásobit hodnotou 0,85.

$$C_{p,A} = - 1,20 \text{ ----- sání kolmo ke směru větru}$$

$$C_{p,B} = - 0,80 \text{ ----- sání kolmo ke směru větru}$$

$$C_{p,C} = - 0,50 \text{ ----- sání kolmo ke směru větru}$$

$$C_{p,D} = + 0,70 \text{ ----- tlak na návětrnou stranu}$$

$$C_{p,E} = - 0,30 \text{ ----- sání na závětrnou stranu}$$

$$w_{\text{sání,A}}^k = 0,90 \times (-1,20) = -1,08 \text{ kN.m}^{-2} \text{ pro } e/5 = 18,70/5 = 3,74 \text{ m}$$

$$w_{\text{sání,B}}^k = 0,90 \times (-0,80) = -0,72 \text{ kN.m}^{-2} \text{ pro } 4/5e = 14,96 \text{ m}$$

$$w_{\text{sání,C}}^k = 0,90 \times (-0,50) = -0,45 \text{ kN.m}^{-2} \text{ pro } d-e = 20,76 \text{ m}$$

$$w_{\text{tlak,D}}^k = 0,85 \cdot 0,90 \times (+0,70) = +0,54 \text{ kN.m}^{-2}$$

$$w_{\text{sání,E}}^k = 0,85 \cdot 0,90 \times (-0,30) = -0,23 \text{ kN.m}^{-2}$$

plochá střecha s atikou ( sklon  $-5,0^\circ < \alpha = 2,42^\circ < 5,0^\circ$  )

$$h_p/h = 0,73/8,50 = 0,086 \rightarrow 0,05 < 0,086 < 0,10$$

$$C_F = - 1,26 \text{ ----- sání}$$

$$C_G = - 0,83 \text{ ----- sání}$$

$$C_H = - 0,70 \text{ ----- sání}$$

$$C_I = \pm 0,20 \text{ ----- tlak, sání}$$

$$w_{\text{sání,F}}^k = 0,90 \times (-1,26) = -1,13 \text{ kN.m}^{-2}$$

$$w_{\text{sání,G}}^k = 0,90 \times (-0,83) = -0,75 \text{ kN.m}^{-2}$$

$$w_{\text{sání,H}}^k = 0,90 \times (-0,70) = -0,63 \text{ kN.m}^{-2}$$

$$w_{\text{sání,I}}^k = 0,90 \times (\pm 0,20) = \pm 0,18 \text{ kN.m}^{-2}$$



### Stabilitní síly :

$$\phi = \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m$$

$$\phi_0 = 1/200$$

$$\alpha_h = 2/\sqrt{h} = 2/(8,00)^{0.5} = 0,707, \quad h = \text{výška konstrukce}$$

$$2/3 \leq \alpha_h \leq 1,00$$

$$0,667 < 0,707 \rightarrow \alpha_h = 0,707$$

$$\alpha_m = [(0,5 \cdot (1+1/m))]^{0.5} = [(0,5 \cdot (1+1/2))]^{0.5} = 0,866$$

m ... počet sloupů v řadě

$$\phi = 1/200 \cdot 0,707 \cdot 0,866 = 0,00306$$

$$\sum V = 2.29,43 + 2.59,95 + 2.51,49 = 281,74 \text{ kN} + \text{rezerva} = 330 \text{ kN}$$

### Stabilitní síly pro jednu příčnou vazbu :

$$H_{\text{stab}}^k = \phi \cdot \sum V = 0,00306 \cdot 330 = 1,00 \text{ kN} \quad ( \rightarrow )$$

#### 4. Návrh a posouzení střešního plechu TR 60/235 – 0,75 mm :

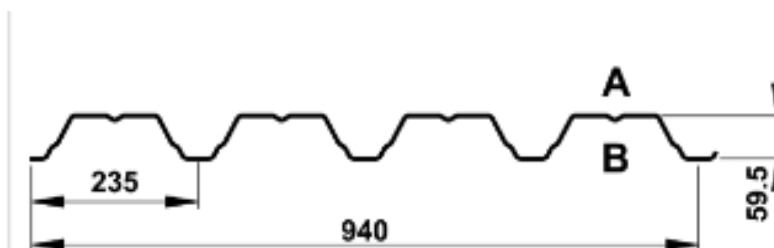
Kombinace : stálé + sníh

$$q^k = 1,00 - 0,12 + 1,46 = 2,34 \text{ kN.m}^{-2}$$

$$q^d = 1,35 \cdot 0,88 + 1,5 \cdot 1,46 = 3,38 \text{ kN.m}^{-2}$$

Navrženo : trapézový plech TR 60/235 – 0,75 mm – pozitivní poloha

TR 60/235



Plech navržen jako spojitý o čtyřech a více polích na rozpětí  $L = 1000 \text{ mm}$  (osová vzdálenost vaznic dřevěných vaznic).

Pro toto rozpětí navržený trapézový plech vyhoví bez posouzení pro pozitivní i negativní polohu.

Připojení TR plechů do lepených lamelových vazníků :

Trapézové plechy budou do dřevěných vaznic kotveny vždy v každé vlně a to nerezovými samovrtnými šrouby SUPER-SAPHIR ( EJOT ) s kalenou ocelovou špičkou.

Označení výrobku : šroub JT3-2-6,5x65 E16.

### 5. Návrh a posouzení dřevěných vaznic podle EC 5 :

V modelu SCIA Enginner 19.0.2018 je vaznice označena jako průřez č. 5 :

Na vaznice bude použito jehličnaté dřevo SM, JD, BO pevnostní třídy C24 podle ČSN EN 338

$$f_{m,k} = 24 \text{ MPa ( ohyb )}$$

$$f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa ( tlak )}$$

$$f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa ( tah )}$$

$$f_{v,k} = 4,0 \text{ MPa ( smyk )}$$

$$E_{0,mean} = 11\,000 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7\,400 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 690 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 350 \text{ kg.m}^{-3} \text{ ( hustota )}$$

$$\rho_{mean} = 420 \text{ kg.m}^{-3} \text{ ( průměrná hodnota hustoty )}$$

$$\gamma_M = 1,30 \text{ ( rostlé dřevo )}$$

$$k_{mod} = 0,90 \text{ ( třída trvání zatížení - krátkodobé : sníh, vítr )}$$

Dřevěné prvky jsou zabudovány ve třídě provozu „1“ a „2“.

$$\text{potom : } f_d = \frac{k_{mod} \cdot f_k}{\gamma_M}$$

$$\text{osová vzdálenost vaznic : } s = \max. 1000 \text{ mm}$$

$$\text{zatěžovací šířka pro spojitý panel o více polích : } b = 1,143 \text{ m}$$

$$\text{rozpětí vaznic : } L = 5,50 - 0,20 = 5,30 \text{ mm}$$

$$g^k + q^k = 0,88 \cdot 1,143 + 0,12 \cdot 0,22 \cdot 4,2 + 1,46 \cdot 1,143 = 2,79 \text{ kN.m}^{-1}$$

$$g^d + q^d = 1,006 \cdot 1,35 + 0,111 \cdot 1,35 + 1,67 \cdot 1,50 = 4,01 \text{ kN.m}^{-1}$$

$$P^k = 1,00 \text{ kN --- osamělé břemeno}$$

$$P^d = 1,50 \text{ kN --- osamělé břemeno}$$

### Vnitřní síly pro návrh :

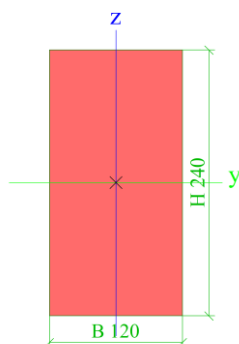
$$V_{z,Sd} = 4,01 \cdot 0,5 \cdot 5,30 + 1,5 = 12,13 \text{ kN (} \downarrow \text{)}$$

$$M_{y,Sd} = 15,00 \text{ kNm ( stálé + 0,9 (sníh + osamělé břemeno) )}$$

$$\text{Sklon : } \alpha = 2,42^\circ$$

$$\cos 2,42^\circ = 0,9991 \cong 1,00$$

$$\sin 2,42^\circ = 0,042 \text{ --- zanedbávám !!!}$$

 Navrženo :  $b \times h = 120 \times 240$  --- pevnostní třída C24


$$I_y = 138,24 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$A = 120 \cdot 240 = 28\,800 \text{ mm}^2$$

$$W_y = 1,152 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

### Únosnost v ohybu :

$$\sigma_{m,y,d} = M_{y,Sd} / W_y = 15,00 \cdot 10^6 / 1,152 \cdot 10^6 = 13,02 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot (f_{m,k} / \gamma_M) = 0,90 \cdot 24 / 1,30 = 16,62 \text{ MPa}$$

### Redukce $f_{m,d}$ s ohledem na klopení :

$$L_{ef} = 0,9 \cdot L + 2 \cdot h = 0,9 \cdot 5300 + 2 \cdot 220 = 5210 \text{ mm}$$

$$E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 11\,000 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 690 \text{ MPa}, f_{m,k} = 24 \text{ MPa}, b = 120 \text{ mm}, h = 240 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = [(0,78 \cdot b^2) / h \cdot L_{ef}] \cdot E_{0,05} = [(0,78 \cdot 120^2) / 240 \cdot 5210] \cdot 7400$$

$$\sigma_{m,crit} = 66,47 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,m} = (f_{m,k} / \sigma_{m,crit})^{0.5} = (24 / 66,47)^{0.5} = 0,601 < 0,75 \rightarrow k_{crit} = 1,00$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} < 1,00$$

$$13,02 / 16,62 = 0,784 < 1,00$$

### Smyková únosnost :

$$V_{z,Ed} = 12,13 \text{ kN}$$

$$k_{cr} = 0,67 \text{ --- pro rostlé dřevo}$$

$$\tau_{v,z,d} = 1,5 \cdot 12 \cdot 130 / (0,67 \cdot 120 \cdot 240) = 0,943 \text{ MPa}$$

$$f_{v,z,d} = k_{mod} \cdot (f_{v,k} / \gamma_M) = 0,90 \cdot 4,00 / 1,30 = 2,77 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,z,d} / f_{v,z,d} = 0,943 / 2,77 = 0,3740 < 1,00$$

### Připojovací síly pro vaznice :

$$N_{x,Ed} = \pm 15 \text{ kN ( tah i tlak )}$$

$$V_{z,Ed} = 13 \text{ kN ( } \downarrow \text{ )}$$

### Posouzení průhybu :

$$U_{1,inst} = (5 \cdot 1,117 \cdot 5300^4 / 384 \cdot 11000 \cdot 138,24 \cdot 10^6) = 7,55 \text{ mm --- stálé zatížení}$$

$$U_{2,inst} = (5 \cdot 1,669 \cdot 5300^4 / 384 \cdot 11000 \cdot 138,24 \cdot 10^6) = 11,28 \text{ mm --- zatížení sněhem}$$

$$U_{2,inst} = 7,55 + 11,28 \text{ mm} = 18,83 \text{ mm} \leq 5300 / 250 = 21,20 \text{ mm}$$

$$k_{1,def} = k_{2,def} = 0,60 \text{ --- pro třídu provozu 1}$$

$$\psi_{2,1} = 0 \text{ --- pro zatížení sněhem}$$

*Konečný ( čistý ) průhyb od stálého a proměnného zatížení :*

$$w_{net,fin} = w_{1,inst} \cdot (1 + k_{1,def}) + w_{2,inst} \cdot (1 + \psi_{2,1} \cdot k_{2,def})$$

$$w_{net,fin} = 7,55 \cdot (1 + 0,6) + 11,28 \cdot (1 + 0,00 \cdot 0,6) = 23,36 \text{ mm}$$

$$w_{net,fin} = 23,36 \text{ mm} \leq L / 200 = 5 \cdot 300 / 200 = 26,50 \text{ mm}$$

*Poměr průhybu od posouvající síly :*

$$w_v / w_M = 0,96 \cdot E / G \cdot (h / L)^2$$

$$w_v = [ 0,96 \cdot E / G \cdot (h / L)^2 ] \cdot w_M$$

$$w_v = [ 0,96 \cdot 11000 / 690 \cdot (240 / 5300)^2 ] \cdot w_M = 0,031 \cdot w_M$$

*Konečný průhyb s uvážením posouvajících sil:*

$$w_{net,fin} = 1,031 \cdot 23,36 \text{ mm} = 24,08 \text{ mm} < L / 1000 = 5 \cdot 300 / 200 = 26,50 \text{ mm}$$

## 6. Návrh a posouzení lepené lamelové přičle podle EC 5 :

Posouzení bude provedeno dle ČSN EN 1995-1-1 : Navrhování dřevěných konstrukcí, Část 1-1 : Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

### Materiál :

- lepené lamelové dřevo, třída pevnosti GL 28c podle ČSN EN 14080
- tloušťka lamel lepeného prvku  $t = 40 \text{ mm}$

$$f_{m,g,k} = 28 \text{ MPa ( ohyb )}$$

$$f_{c,0,g,k} = 23,5 \text{ MPa ( tlak )}$$

$$f_{c,90,g,k} = 2,5 \text{ MPa ( tlak kolmo k vláknům )}$$

$$f_{t,0,g,k} = 19 \text{ MPa ( tah )}$$

$$f_{t,90,g,k} = 0,50 \text{ MPa ( tah kolmo k vláknům )}$$

$$f_{v,g,k} = 3,5 \text{ MPa ( smyk )}$$

$$E_{0,mean,g} = 12\,000 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05,g} = 10\,000 \text{ MPa}$$

$$G_{mean,g} = 650 \text{ MPa}$$

$$\rho_{g,k} = 390 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$\rho_{g,mean} = 430 \text{ kg.m}^{-3}$$

Parciální součinitele spolehlivosti zatížení :

$$\gamma_M = 1,25 \text{ pro lepené lamelové dřevo}$$

$$1,30 \text{ pro ocel používanou ve spojích}$$

Modifikační koeficient v závislosti na třídě provozu :

$$k_{mod} = 0,9 \text{ pro třídu provozu 1,2 a kombinaci stálého a krátkodobého zatížení - zatížením sněhem}$$

$$\text{Potom : } f_d = \frac{k_{mod} \cdot f_k}{\gamma_M}$$

$$L = 21,80 \text{ m --- rozpětí}$$

$$h_{ap} = 1560 \text{ mm --- výška ve vrcholu}$$

$$\alpha_{ap} = 2,42^\circ ( 4,22 \% ) --- \text{úhel náběhu}$$

$$b = 200 \text{ mm --- šířka}$$

$$h_0 = 1100 \text{ mm --- výška v uložení}$$

$$h_{ap}/r = 0$$

Nosník je zajištěn proti příčné a torzní nestabilitě po 2,0 m.

Vnitřní síly pro návrh - vrchol vazníku :

$$N_{x,sd} = 21,56 \text{ kN} \text{ ---- zanedbatelné}$$

$$V_{z,sd} = 4,97 \text{ kN}$$

$$M_{y,sd} = 751,43 \text{ kNm}$$

Vnitřní síly pro návrh - 5,45 m od podpory :

$$N_{x,sd} = 21,56 \text{ kN} \text{ ---- zanedbatelné}$$

$$V_{z,sd} = 83,21 \text{ kN}$$

$$M_{y,sd} = 556,85 \text{ kNm} , h_x = 1330 \text{ mm}$$

Vnitřní síly pro návrh u podpory :

$$N_{x,sd} = 21,56 \text{ kN} \text{ ---- zanedbatelné}$$

$$V_{z,sd} = 168,72 \text{ kN}$$

$$M_{y,sd} = 133,22 \text{ kNm} , h_x = 1100 \text{ mm}$$

Návrhová únosnost v ohybu :

$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot (f_{m,g,k} / \gamma_M) = 0,90 \cdot 28 / 1,25 = 20,16 \text{ MPa}$$

Návrhová únosnost ve smyku

$$f_{v,g,d} = k_{mod} \cdot (f_{v,g,k} / \gamma_M) = 0,90 \cdot 3,50 / 1,25 = 2,52 \text{ MPa}$$

Návrhová únosnost v tlaku kolmo k vláknům :

$$f_{c,90,g,d} = k_{mod} \cdot (f_{c,90,g,k} / \gamma_M) = 0,90 \cdot 2,50 / 1,25 = 1,80 \text{ MPa}$$

Návrhová únosnost v tahu kolmo k vláknům :

$$f_{t,90,g,d} = k_{mod} \cdot (f_{t,90,g,k} / \gamma_M) = 0,90 \cdot 0,50 / 1,25 = 0,36 \text{ MPa}$$

Posouzení smyku :

$$V_{z,Sd} = 168,72 \text{ kN}$$

$$k_{cr} = 0,67 \text{ --- pro lepené lamelové dřevo}$$

$$\tau_{v,z,d} = 1,5 \cdot 168 \cdot 720 / (0,67 \cdot 200 \cdot 1100) = 1,72 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,z,d} / f_{v,z,d} = 1,72 / 2,52 = 0,683 < 1,00$$

Posouzení nosníku 5,45 m od podpory :

$$M_{y,Sd} = 556,85 \text{ kNm} , h_x = 1330 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,0,d} = (1 + 4 \cdot \tan^2 2,42^\circ) \cdot (6 \cdot M_{y,Sd} / b \cdot h_x^2) < f_{m,g,d}$$

$$\sigma_{m,0,d} = 1,0071 \cdot 6 \cdot 556,85 \cdot 10^6 / (200 \cdot 1330^2) = 9,51 \text{ MPa} < 20,16 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,\alpha,d} = (1 - 4 \cdot \tan^2 2,42^\circ) \cdot (6 \cdot M_{y,Sd} / b \cdot h_x^2) < f_{m,\alpha,d}$$

$$f_{m,\alpha,d} = 20,16 / [(20,16 / 1,80) \cdot 0,00178 + 0,998] = 19,80 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,\alpha,d} = 0,993 \cdot 6 \cdot 556,85 \cdot 10^6 / 200 \cdot 1330^2 = 9,38 \text{ MPa} < 19,80 \text{ MPa}$$

Posouzení nosníku ve vrcholu :

$$M_{y,Sd} = 751,43 \text{ kNm} , h_{ap} = 1560 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,d} = k_1 \cdot (6 \cdot M_{y,Sd} / b \cdot h_{ap}^2) < k_r \cdot f_{m,g,d}$$

$$k_1 = 1 + 1,4 \tan \alpha_{ap} + 5,4 \cdot \tan^2 \alpha_{ap} = k_1 = 1 + 1,4 \tan 2,42^\circ + 5,4 \cdot \tan^2 2,42^\circ = 1,069$$

$$k_r = 1,00$$

$$\sigma_{m,d} = 1,069 \cdot 6 \cdot 751,43 \cdot 10^6 / 200 \cdot 1560^2 = 9,90 \text{ MPa} < 20,16 \text{ MPa}$$



**Tah kolmo k vláknům ve vrcholu :**

$$\sigma_{t,90,d} \leq k_{dis} \cdot (V_0/V)^{0.2} \cdot f_{t,90,g,d}$$

$$\sigma_{t,90,d} \leq k_p \cdot (6 \cdot M_{y,sd} / b \cdot h_{ap}^2)$$

$$k_{dis} = 1,40, \quad V_0 = 0,01 \text{ m}^3$$

$$V = b \cdot h_{ap} (2 \cdot h_{ap} - 0,5 \cdot h_{ap} \cdot \operatorname{tg} \alpha_{ap}) / 2 = 0,20 \cdot 1,56 \cdot (2 \cdot 1,56 - 0,5 \cdot 1,56 \cdot \operatorname{tg} 2,42^\circ) / 2$$

$$V = 0,482 \text{ m}^3$$

$$k_p = k_5 = 0,2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{ap} = 0,2 \cdot \operatorname{tg} 2,42^\circ = 0,00845$$

$$k_{dis} \cdot (V_0/V)^{0.2} \cdot f_{t,90,g,d} = 1,40 \cdot (0,01/0,482)^{0.2} \cdot 0,36 = 0,232 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,90,d} = 0,00845 \cdot 6 \cdot 751,43 \cdot 10^6 / 200 \cdot 1560^2 = 0,078 \text{ MPa} < 0,232 \text{ MPa}$$

**Posouzení průhybu :**

$$U_{1,inst} = 9,08 + 25,94 = 35,02 \text{ mm} \quad \text{--- vlastní váha + stálé zatížení}$$

$$U_{2,inst} = 19,40 \text{ mm} \quad \text{--- zatížení sněhem}$$

$$U_{2,inst} = 35,02 + 19,40 \text{ mm} = 54,42 \text{ mm} \leq 21\,800/300 = 72,67 \text{ mm}$$

$$k_{1,def} = k_{2,def} = 0,60 \quad \text{--- pro třídu provozu 1}$$

$$\psi_{2,1} = 0 \quad \text{--- pro zatížení sněhem}$$

**Konečný ( čistý ) průhyb od stálého a proměnného zatížení :**

$$w_{net,fin} = w_{1,inst} \cdot (1 + k_{1,def}) + w_{2,inst} \cdot (1 + \psi_{2,1} \cdot k_{2,def})$$

$$w_{net,fin} = 35,02 \cdot (1 + 0,6) + 19,40 \cdot (1 + 0,00 \cdot 0,6) = 75,43 \text{ mm}$$

$$w_{net,fin} = 75,43 \text{ mm} \leq L/250 = 21\,800/250 = 87,20 \text{ mm}$$

### Vnitřní síly v místě otvoru $\varnothing 180$ mm řady „E“ :

$$N_{x,Ed} = 21,56 \text{ kN} \text{ ---- zanedbatelné}$$

$$V_{z,Ed,vlevo} = 141,85 \text{ kN}, \quad M_{y,Ed,vlevo} = 112,10 \text{ kNm}$$

$$V_{z,Ed,vpravo} = 138,72 \text{ kN}, \quad M_{y,Ed,vpravo} = 136,81 \text{ kNm}$$

$$h_x = 1163 \text{ mm} \text{ ---- výška vazníku v ose otvoru}$$

$$l_A = 950 \text{ mm} \geq h_x/2 = 1163/2 = 581,50 \text{ mm} \text{ ---- vyhovuje}$$

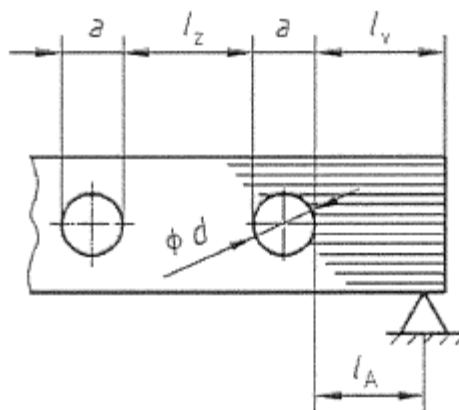
$$l_v = 1500 - 90 = 1410 \text{ mm} \geq h_x = 1163 \text{ mm} \text{ ---- vyhovuje}$$

$$h_{ro} \geq 0,25 \cdot h_x \rightarrow h_{ro} = 1163 - 90 - 290 = 783 \text{ mm} \geq 0,25 \cdot 1163 = 290,75 \text{ mm}$$

$$h_{ru} \geq 0,25 \cdot h_x \rightarrow h_{ru} = 290 \text{ mm} \cong 0,25 \cdot 1163 = 290,75 \text{ mm} \text{ ---- vyhovuje}$$

$$h_d \leq 0,4 \cdot h_x \rightarrow h_d = 180 \text{ mm} \leq 0,4 \cdot 1163 = 465,20 \text{ mm} \text{ ---- vyhovuje}$$

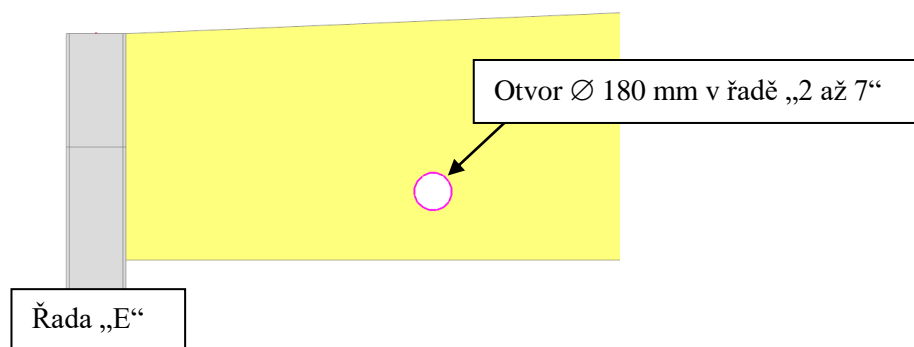
$$b = 200 \text{ mm} \text{ ---- šířka nosníku}$$



$$l_{t,90} = 0,353 \cdot h_d + 0,5 \cdot h_x = 0,353 \cdot 180 + 0,5 \cdot 1163 = 645,04 \text{ mm}$$

$$f_{t,90,d} = 0,5/1,25 = 0,400 \text{ N.mm}^{-2}$$

$$h_r = \min. ( h_{ro} + 0,15 \cdot h_d, h_{ru} + 0,15 \cdot h_d ) = \min. ( 810 \text{ mm}, 317 \text{ mm} )$$



Levý okraj :

$$F_{t,v,d} = (141\,850.126/4.1163) \cdot [(3-126^2/1163^2)] = 3842,02.2,988$$

$$F_{t,v,d} = 11\,480\text{ N} = 11,48\text{ kN}$$

$$F_{t,m,d} = 0,008 \cdot M_{y,Ed,vlevo}/h_r = 0,008.112,10.10^6/317 = 2829\text{ N} = 2,83\text{ kN}$$

$$F_{t,90,d} = F_{t,v,d} + F_{t,m,d} = 11,48 + 2,83 = 14,31\text{ kN}$$

Pravý okraj :

$$F_{t,v,d} = (138\,720.126/4.1163) \cdot [(3-126^2/1163^2)] = 3757,25.2,988$$

$$F_{t,v,d} = 11\,227\text{ N} = 11,23\text{ kN}$$

$$F_{t,m,d} = 0,008 \cdot M_{y,Ed,vlevo}/h_r = 0,008.136,81.10^6/317 = 3453\text{ N} = 3,45\text{ kN}$$

$$F_{t,90,d} = F_{t,v,d} + F_{t,m,d} = 11,23 + 3,45 = 14,68\text{ kN} \quad \text{--- rozhoduje}$$

$$F_{t,90,d} / (0,5 \cdot l_{t,90} \cdot b \cdot f_{t,90,d}) \leq 1,00$$

$$14\,680 / (0,5 \cdot 645,04 \cdot 200 \cdot 0,400) = 0,569 \leq 1,00 \quad \text{---- vyhovuje}$$

Posouzení zvýšených napětí v oblasti otvoru Ø 180 mm řady „E“, :

$$N_{x,Ed} = 21,56\text{ kN} \quad \text{---- zanedbatelné}$$

$$V_{z,Ed,otvor} = 140,28\text{ kN}, \quad M_{y,Ed,otvor} = 123,45\text{ kNm}$$

$$W_n = (200/12.581,5) \cdot (1163^3 - 180^3) = 44,92.10^6\text{ mm}^3$$

$$W_r = 200.180^2/6 = 1,08.10^6\text{ mm}^3$$

$$a = h_d = 180\text{ mm}$$

$$M_{r,d} = V_{z,Ed,otvor} \cdot a/2.2 = 140,28.0,18/4 = 6,31\text{ kNm}$$

$$\sigma_{m,d} = 123,45.10^6/44,92.10^6 + 6,31.10^6/1,08.10^6 = 2,75 + 5,84 = 8,59\text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d} / f_{m,g,d} = 8,59/20,16 = 0,426 \leq 1,00 \quad \text{--- vyhovuje}$$

$$V_{z,Sd} = 140,28\text{ kN} \quad \text{---- uprostřed otvoru}$$

$$k_{cr} = 0,67 \quad \text{--- pro lepené lamelové dřevo}$$

$$h_{zbytek} = 1163 - 180 - 290 = 693\text{ mm}$$

$$\tau_{v,z,d} = 1,5.140\,280/0,67.200.693 = 2,27\text{ MPa}$$

$$\tau_{v,z,d}/f_{v,z,d} = 2,27/2,52 = 0,901 < 1,00$$

Vnitřní síly v místě otvoru  $\varnothing 160$  mm řady „A“ :

$$N_{x,Ed} = 21,56 \text{ kN} \text{ ---- zanedbatelné}$$

$$V_{z,Ed,vlevo} = 138,33 \text{ kN}, \quad M_{y,Ed,vlevo} = 139,96 \text{ kNm}$$

$$V_{z,Ed,vpravo} = 141,11 \text{ kN}, \quad M_{y,Ed,vpravo} = 117,86 \text{ kNm}$$

$$h_x = 1165 \text{ mm} \text{ ---- výška vazníku v ose otvoru}$$

$$l_A = 980 \text{ mm} \geq h_x/2 = 1165/2 = 582,50 \text{ mm} \text{ ---- vyhovuje}$$

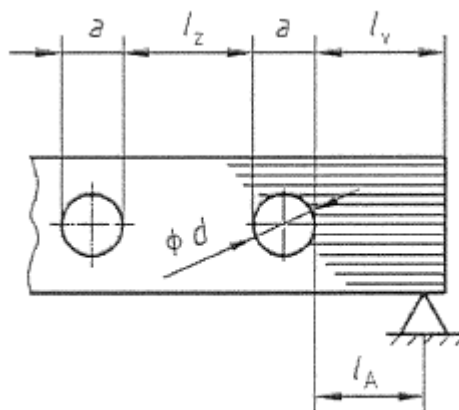
$$l_v = 1530 - 80 = 1450 \text{ mm} \geq h_x = 1165 \text{ mm} \text{ ---- vyhovuje}$$

$$h_{ro} \geq 0,25 \cdot h_x \rightarrow h_{ro} = 1165 - 80 - 360 = 725 \text{ mm} \geq 0,25 \cdot 1165 = 291,25 \text{ mm}$$

$$h_{ru} \geq 0,25 \cdot h_x \rightarrow h_{ru} = 360 \text{ mm} \geq 0,25 \cdot 1166 = 291,25 \text{ mm} \text{ ---- vyhovuje}$$

$$h_d \leq 0,4 \cdot h_x \rightarrow h_d = 160 \text{ mm} \leq 0,4 \cdot 1165 = 466 \text{ mm} \text{ ---- vyhovuje}$$

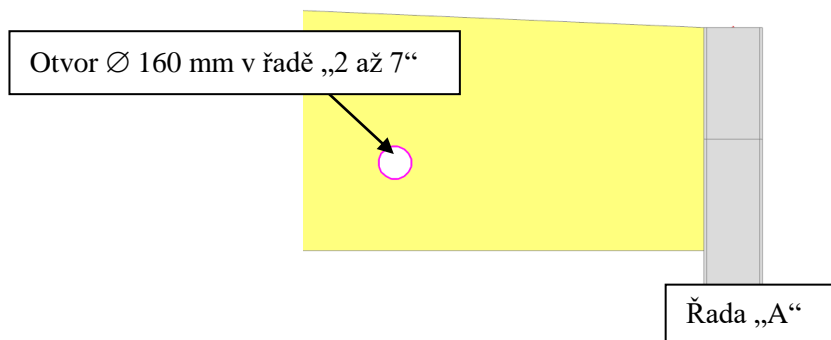
$$b = 200 \text{ mm} \text{ ---- šířka nosníku}$$



$$l_{t,90} = 0,353 \cdot h_d + 0,5 \cdot h_x = 0,353 \cdot 160 + 0,5 \cdot 1165 = 638,98 \text{ mm}$$

$$f_{t,90,d} = 0,5/1,25 = 0,400 \text{ N.mm}^{-2}$$

$$h_r = \min. ( h_{ro} + 0,15 \cdot h_d, h_{ru} + 0,15 \cdot h_d ) = \min. ( 749 \text{ mm}, 384 \text{ mm} )$$



Levý okraj :

$$F_{t,v,d} = (138 \ 330.112/4.1165) \cdot [(3-112^2/1165^2)] = 3324,67.2,991$$

$$F_{t,v,d} = 9 \ 944 \text{ N} = 9,94 \text{ kN}$$

$$F_{t,m,d} = 0,008 \cdot M_{y,Ed,vlevo}/h_r = 0,008.139,96.10^6/384 = 2916 \text{ N} = 2,92 \text{ kN}$$

$$F_{t,90,d} = F_{t,v,d} + F_{t,m,d} = 9,94 + 2,92 = 12,86 \text{ kN}$$

Pravý okraj :

$$F_{t,v,d} = (141 \ 110.112/4.1165) \cdot [(3-112^2/1163^2)] = 3391,48.2,991$$

$$F_{t,v,d} = 10 \ 144 \text{ N} = 10,14 \text{ kN}$$

$$F_{t,m,d} = 0,008 \cdot M_{y,Ed,vlevo}/h_r = 0,008.117,86.10^6/384 = 2455 \text{ N} = 2,46 \text{ kN}$$

$$F_{t,90,d} = F_{t,v,d} + F_{t,m,d} = 10,14 + 2,46 = 12,60 \text{ kN} \quad \text{--- rozhoduje}$$

$$F_{t,90,d} / (0,5 \cdot l_{t,90} \cdot b \cdot f_{t,90,d}) \leq 1,00$$

$$12 \ 860 / (0,5.638,98.200.0,400) = 0,503 \leq 1,00 \quad \text{---- vyhovuje}$$

Posouzení zvýšených napětí v oblasti otvoru Ø 160 mm řady „A“, :

$$N_{x,Ed} = 21,56 \text{ kN} \quad \text{---- zanedbatelné}$$

$$V_{z,Ed,otvor} = 139,72 \text{ kN}, \quad M_{y,Ed,otvor} = 128,62 \text{ kNm}$$

$$W_n = (200/12.582,5) \cdot (1165^3 - 160^3) = 45,12.10^6 \text{ mm}^3$$

$$W_r = 200.160^2/6 = 0,85.10^6 \text{ mm}^3$$

$$a = h_d = 160 \text{ mm}$$

$$M_{r,d} = V_{z,Ed,otvor} \cdot a/2.2 = 139,72.0,16/4 = 5,59 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{m,d} = 128,62.10^6/45,12.10^6 + 5,59.10^6/0,85.10^6 = 2,85 + 6,58 = 9,43 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d} / f_{m,g,d} = 9,43/20,16 = 0,468 \leq 1,00 \quad \text{--- vyhovuje}$$

$$V_{z,Sd} = 139,72 \text{ kN} \quad \text{---- uprostřed otvoru}$$

$$k_{cr} = 0,67 \quad \text{--- pro lepené lamelové dřevo}$$

$$h_{zbytek} = 1165 - 160 - 360 = 645 \text{ mm}$$

$$\tau_{v,z,d} = 1,5.139 \ 720/0,67.200.645 = 2,43 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,z,d}/f_{v,z,d} = 2,43/2,52 = 0,964 < 1,00$$

### 7. Návrh a posouzení sedla z plechů tl. 10 mm podle EC 3 - ocel S 235 :

$$M_{y,Sd} = 133,22 \text{ kNm}$$

$$V_{z,Sd} = 168,72 \text{ kN}$$

$$N_{x,Sd} = 21,56 \text{ kN}$$



$$I_y = 3,2142 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$e_h = 631,19 \text{ mm}, \quad e_d = 483,81 \text{ mm},$$

$$W_{y,el,h} = 5,092 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$W_{y,el,d} = 6,644 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_1 = M_{y,Sd} / W_{y,el,h} = 133,22 / 5,092 = -26,16 \text{ MPa} \text{ ---- tah}$$

$$\sigma_2 = ( M_{y,Sd} / I_y ) \cdot (e_d - 15) = ( 133,22 \cdot 10^6 / 3,2142 \cdot 10^9 ) \cdot (483,81 - 15)$$

$$\sigma_2 = + 19,43 \text{ MPa} \text{ --- tlak}$$

$$\psi = \sigma_2 / \sigma_1 = +19,43 / (-26,16) = -0,743$$

$$c/t = 1100/10 = 110 < 124 \cdot \varepsilon = 124 \quad ( \varepsilon = 1,00 \text{ pro ocel S 235 } )$$

pro posouzení ohybu se jedná o třídu průřezu „3“

$$\sigma_1 = M_{y,Sd} / W_{y,el,h} = 133,22 / 5,092 = 26,16 \text{ MPa} << f_{y,d} = 235,0 \text{ MPa}$$

**Posouzení smyku :**

$$V_{Ed}/V_{c,Rd} \leq 1,00$$

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot [f_y / (3)^{0.5}] / \gamma_{M0} = 2.10,0.1100.235 / (1,732.1,0) = 2\,984\,900\,N$$

$$V_{c,Rd} = 2\,984,90\,kN$$

$$V_{Ed}/V_{c,Rd} = 168,72/2984,90 = 0,057 \ll 1,00$$

## 8. Návrh a posouzení momentového přípoje vazníku ke sloupu HE300A :

### Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : B5, B6

Kombinace : MSÚ-Sada B (auto)

Dílec	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B5	CS2 - OBDEL	0.000	MSÚ-Sada B (auto)/4	<b>-19.12</b>	<b>161.55</b>	-117.92
B5	CS2 - OBDEL	0.000	MSÚ-Sada B (auto)/1	<b>-8.87</b>	25.94	27.78
B5	CS2 - OBDEL	0.000	MSÚ-Sada B (auto)/3	-12.36	98.26	-76.23
B6	CS2 - OBDEL	10.900	MSÚ-Sada B (auto)/4	-19.12	<b>-168.72</b>	-106.14
B6	CS2 - OBDEL	10.900	MSÚ-Sada B (auto)/7	-19.49	-139.41	<b>-133.22</b>
B5	CS2 - OBDEL	10.900	MSÚ-Sada B (auto)/4	-21.56	0.00	<b>751.43</b>

Spojovací prostředky : ocelové svorníky Ø 20 - třída 5.6

#### Hodnoty torzní pružinové tuhosti ( dřevo - dřevo ) :

$$K_{r,ser,d} = K_{ser} \cdot (n_1 \cdot r_1^2 + n_2 \cdot r_2^2) \quad \text{--- přetvoření}$$

$$K_{ser} = \rho_k^{1.5} \cdot d/23 = 390^{1.5} \cdot 20/23 = 6\,697$$

$$K_{r,ser,d} = 6\,697 \cdot (23 \cdot 450^2 + 18 \cdot 350^2) = 45,96 \cdot 10^9 \text{ Nmm/rad} = 45,96 \text{ MNm/rad}$$

$$K_{r,u,d} = 2/3 \cdot K_{r,ser,d} = 2/3 \cdot 45,96 = 30,64 \text{ MNm/rad} \quad \text{-- únosnost a stabil. spoje}$$

#### Hodnoty torzní pružinové tuhosti ( ocel - dřevo ) :

$$K_{r,ser,d} = K_{ser} \cdot (n_1 \cdot r_1^2 + n_2 \cdot r_2^2)$$

$$K_{ser,ocel-dřevo} = 2 \cdot K_{ser}$$

$$K_{r,ser,d-o} = 2 \cdot 45,96 = 91,92 \text{ MNm/rad} \quad \text{--- přetvoření}$$

$$K_{r,u,d-o} = 2/3 \cdot K_{r,ser,d-o} = 2/3 \cdot 91,92 = 61,28 \text{ MNm/rad} \quad \text{--- únosnost a stabilita}$$

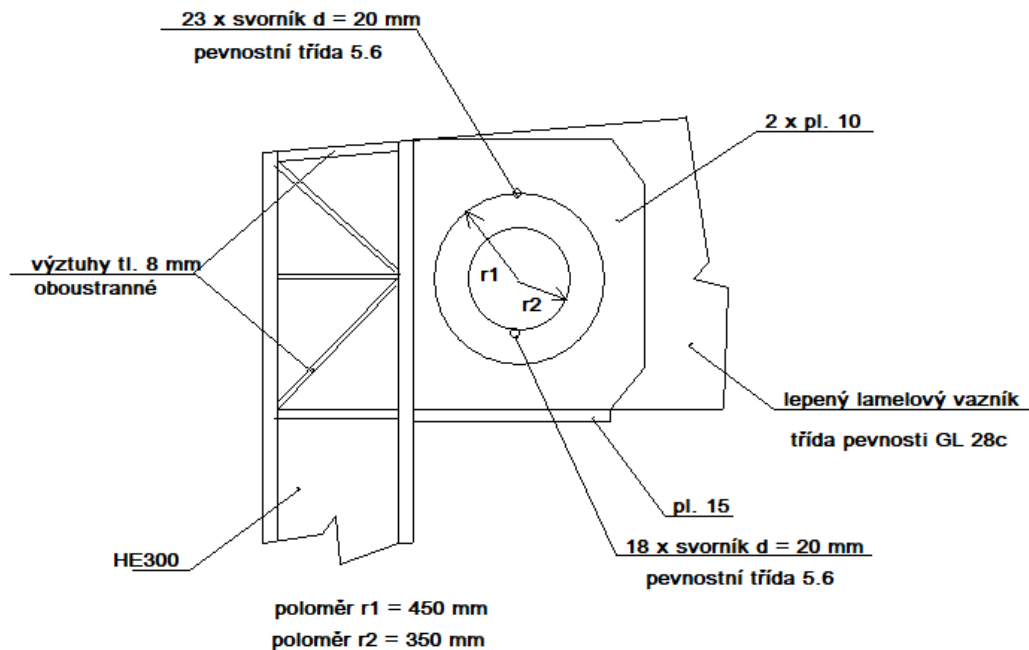


### Vnitřní síly pro přípoj dřevěného lepeného vazníku :

$$M_{y,Sd} = 133,22 \text{ kNm}$$

$$V_{z,Sd} = 168,72 \text{ kN}$$

$$N_{x,Sd} = 21,56 \text{ kN}$$



Vnější poloměr svorníkového spoje :

$$r_1 \leq 0,5 \cdot h_0 - 4 \cdot d = 0,5 \cdot 1100 - 4 \cdot 20 = 470 \text{ mm} \rightarrow \text{zvoleno } r_1 = 450 \text{ mm}$$

vnitřní poloměr svorníkového spoje :

$$r_2 \leq r_1 - 5 \cdot d = 450 - 5 \cdot 20 = 350 \text{ mm}$$

maximální počet svorníků v mezikruží :

$$n_1 \leq 2 \cdot r_1 \cdot \pi / 6 \cdot d = 2 \cdot 450 \cdot 3,14 / 120 = 23,56 \rightarrow 23 \text{ kusů}$$

$$n_2 \leq 2 \cdot r_2 \cdot \pi / 6 \cdot d = 2 \cdot 350 \cdot 3,14 / 120 = 18,33 \rightarrow 18 \text{ kusů}$$

zatížení svorníku od momentu  $M_{y,Sd}$  :

$$F_M = (450 \cdot 133,22 \cdot 10^6) / (23 \cdot 450^2 + 18 \cdot 350^2) = 8\,736 \text{ N} = 8,74 \text{ kN}$$

Zatížení svorníku od posouvající síly  $V_{z,Sd}$  :

$$F_V = 168\,720 / (23 + 18) = 4\,115 \text{ N} = 4,12 \text{ kN}$$

Zatížení o normálové síly :

$$F_N = 21\,560 / (23 + 18) = 526 \text{ N} = 0,53 \text{ kN}$$

Celkové zatížení svorníku :

$$F_{\text{celk.}} = [(8,74 + 4,12)^2 + 0,53^2]^{0.5} = 12,87 \text{ kN}$$

Největší hodnota posouvající síly v oblasti spoje :

$$F_{v, Sd} = V_M - V_{z, Sd} / 2$$

$$V_M = [133,22 \cdot 10^6 / \pi \cdot (23 \cdot 450 + 18 \cdot 350) / (23 \cdot 450^2 + 18 \cdot 350^2)]$$

$$V_M = 102\,885 \text{ N} = 102,89 \text{ kN}$$

$$F_{v, d, p} = 102,89 - 168,72 / 2 = 18,53 \text{ kN}$$

Únosnost svorníků :

$$f_{h, 0, d} = (k_{\text{mod}} / \gamma_M) \cdot 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_{k, 2} = (0,9 / 1,30) \cdot 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 20) \cdot 390$$

$$f_{h, 0, d} = 17,71 \text{ MPa}$$

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 \cdot d = 1,35 + 0,015 \cdot 20 = 1,65$$

Úhel mezi zatížením a vlákny dřeva :

$$\alpha_2 = \arctg[(F_M + F_v) / F_N] = \arctg[(8,74 + 3,94) / 0,46] = 87,92^\circ$$

$$\alpha_1 = \pi / 2 + \alpha - \alpha_2 = 180 / 2 + 2,42 - 87,92 = 4,50^\circ$$

pevnost v otlačení :

$$f_{h, 1, d} = f_{h, 0, d} / (k_{90} \cdot \sin^2 \alpha_1 + \cos^2 \alpha_1) = 17,71 / (1,65 \cdot 0,0062^2 + 0,994^2) = 17,92 \text{ MPa}$$

$$f_{h, 2, d} = f_{h, 0, d} / (k_{90} \cdot \sin^2 \alpha_2 + \cos^2 \alpha_2) = 17,71 / (1,65 \cdot 0,997^2 + 0,0013^2) = 10,79 \text{ MPa}$$

$$\beta = f_{h, 2, d} / f_{h, 1, d} = 10,79 / 17,92 = 0,602$$

plastický moment únosnosti

$$M_{y, d} = 0,3 \cdot f_{u, k} \cdot d^{2.6} / \gamma_M = 0,3 \cdot 500 \cdot 20^{2.6} / 1,30 = 278\,500 \text{ Nmm}$$

Návrhová únosnost jednoho stříhu svorníku ve dvojstřížných spojích s oběma vnějšími prvky z tenké oceli –  $t_1 = 10 \text{ mm}$

$$t_2 = 200 \text{ mm}$$

$$R_D = 0,5 \cdot f_{h,2,d} \cdot t_2 \cdot d = 0,5 \cdot 10,79 \cdot 200 \cdot 20 = 21\,580 \text{ N} = 21,58 \text{ kN}$$

$$= 1,15 \cdot (2 \cdot M_{y,d} \cdot f_{h,2,d} \cdot d)^{0,5} \rightarrow$$

$$= 1,15 \cdot (2 \cdot 278\,500 \cdot 10,79 \cdot 20)^{0,5} = 12\,608 \text{ N} = 12,61 \text{ kN}$$

posouzení únosnosti spojovacího prostředku :

$$2(\min. R_d) = 2 \cdot 12,61 = 25,22 \text{ kN} > F_{\text{celk.}} = 12,87 \text{ kN} \text{ ---- vyhovuje}$$

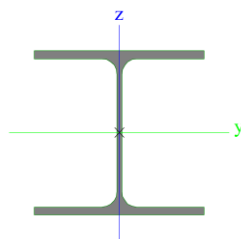
posouzení smykového napětí v oblasti svorníkového spoje

$$f_{v,g,d} = k_{\text{mod}} \cdot (f_{v,g,k} / \gamma_M) = 0,90 \cdot 3,50 / 1,25 = 2,52 \text{ MPa}$$

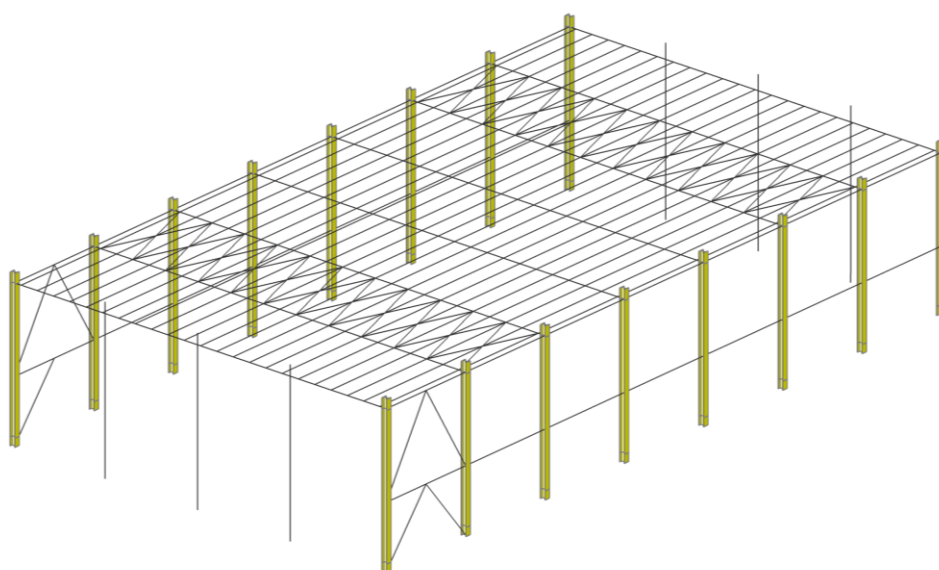
$$\tau_{v,d} = 1,5 \cdot F_{v,d,p} / (0,67 \cdot t_2 \cdot h_0) = 1,5 \cdot 18\,530 / (0,67 \cdot 200 \cdot 1100) = 0,189 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,d} / f_{v,g,d} = 0,189 / 2,52 = 0,075 < 1,00$$

## 9. Návrh a posouzení ocelových prvků podle ČSN EN 1993-1-1 :



**Průřez č. 1 : HE300A ( sloupy příčných vazeb, ocel S235JR )**



Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = CS1 - HE300A

### Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

<b>Dílec B2</b>	<b>0.000 / 0.450 m</b>	<b>HE300A</b>	<b>S 235</b>	<b>MSÚ-Sada B (auto)</b>	<b>0.49 -</b>
-----------------	------------------------	---------------	--------------	--------------------------	---------------

<b>Klíč kombinace</b>
MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS3 + 0.90*ZS4

Dílčí souč. spolehlivosti	
$\gamma_{M0}$ pro únosnost průřezu	1.00
$\gamma_{M1}$ pro stabilitu	1.00
$\gamma_{M2}$ pro únosnost čistého průřezu	1.25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	235.0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360.0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{Ed}$	-182.35	kN
$V_{y,Ed}$	-0.19	kN
$V_{z,Ed}$	-21.52	kN
$T_{Ed}$	0.00	kNm
$M_{y,Ed}$	41.22	kNm
$M_{z,Ed}$	0.00	kNm

### Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_\sigma$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	119	14	-1.49e+04	-1.49e+04								
3	SO	119	14	-1.49e+04	-1.49e+04								
4	I	208	9	-7.27e+03	3.967e+04	-0.18		0.72	24.47	42.61	50.84	64.47	1
5	SO	119	14	4.734e+04	4.734e+04	1.00	0.43	1.00	8.48	9.00	10.00	14.00	1
7	SO	119	14	4.734e+04	4.734e+04	1.00	0.43	1.00	8.48	9.00	10.00	14.00	1

**Poznámka:** Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

### Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	1.1250e-02	m <sup>2</sup>
$N_{c,Rd}$	2643.75	kN
Jedn. posudek	0.07	-

### Posudek ohybového momentu pro $M_y$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

$W_{pl,y}$	1.3830e-03	m <sup>3</sup>
$M_{pl,y,Rd}$	325.00	kNm
Jedn. posudek	0.13	-

**Poznámka:** Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0.05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

### Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.31)

$M_{pl,y,Rd}$	325.00	kNm
Jedn. posudek	0.13	-

**Poznámka:** Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické smykové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

**Poznámka:** Protože osová síla splňuje podmínku (6.33) i (6.34) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4) její vliv na momentovou únosnost kolem osy y-y se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

### ....:POSUDEK STABILITY:....

#### Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0.000 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_\sigma$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	119	14	-1.49e+04	-1.49e+04								
3	SO	119	14	-1.49e+04	-1.49e+04								
4	I	208	9	-7.27e+03	3.967e+04	-0.18		0.72	24.47	42.61	50.84	64.47	1
5	SO	119	14	4.734e+04	4.734e+04	1.00	0.43	1.00	8.48	9.00	10.00	14.00	1
7	SO	119	14	4.734e+04	4.734e+04	1.00	0.43	1.00	8.48	9.00	10.00	14.00	1

**Poznámka:** Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

#### Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	8.000	3.400	m
Součinitel vzpěru k	1.36	0.81	
Vzpěrná délka $l_{cr}$	10.843	2.753	m
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr}$	3218.77	17253.49	kN
Štíhlost $\lambda$	85.11	36.76	
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel}$	0.91	0.39	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	b	c	
Imperfekce $\alpha$	0.34	0.49	
Redukční součinitel $\chi$	0.66	0.90	
Únosnost na vzpěr $N_{b,Rd}$	1737.31	2384.23	kN

Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha A	1.1250e-02	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr $N_{b,Rd}$	1737.31	kN
Jedn. posudek	0.10	-

### Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

**Poznámka:** Pro tento I průřez je únosnost na prostorový vzpěr vyšší než únosnost na rovinný vzpěr. Prostorový vzpěr proto není ve výstupu uveden.

### Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	1.3830e-03	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment $M_{cr}$	4659.97	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0.26	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0.40	

**Poznámka:** Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry $M_{cr}$		
Délka klopení $l_{LT}$	3.400	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel $k$	1.00	
Opravný součinitel $k_w$	1.00	
Součinitel momentu na klopení $C_1$	2.60	
Součinitel momentu na klopení $C_2$	0.00	
Součinitel momentu na klopení $C_3$	1.00	
Vzdálenost středu smyku $d_z$	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení $z_g$	0	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_y$	0	mm
Konstanta monosymetrie $z_j$	0	mm

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

### Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	1.1250e-02	m <sup>2</sup>
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	1.3830e-03	m <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu $W_{pl,z}$	6.4120e-04	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla $N_{Ed}$	182.35	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	-130.88	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	-0.64	kNm
Charakteristická tlaková únosnost $N_{Rk}$	2643.75	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	325.00	kNm

Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	150.68	kNm
Redukční součinitel $\chi_y$	0.66	
Redukční součinitel $\chi_z$	0.90	
Modifikovaný redukční součinitel $\chi_{LT,mod}$	1.00	
Interakční součinitel $k_{yy}$	0.97	
Interakční součinitel $k_{yz}$	0.37	
Interakční součinitel $k_{zy}$	0.58	
Interakční součinitel $k_{zz}$	0.61	

Maximální moment  $M_{y,Ed}$  je odvozen z nosníku B12 pozice 7.550 m.

Maximální moment  $M_{z,Ed}$  je odvozen z nosníku B12 pozice 2.950 m.

Parametry interakční metody 2	
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.1
Posuvnost styčnicků y	posuvné
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{my}$	0.90
Výsledný typ zatížení z	liniový moment M
Poměr koncových momentů $\psi_z$	0.00
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz}$	0.60
Výsledný typ zatížení LT	liniový moment M
Poměr koncových momentů $\psi_{LT}$	-0.77
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mLT}$	0.40

Posudek (6.61) = 0.10 + 0.39 + 0.00 = 0.50 -

Posudek (6.62) = 0.08 + 0.23 + 0.00 = 0.31 -

### Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	0.450	m
Stojina	nevyztužený	
Výška stojiny $h_w$	262	mm
Tloušťka stojiny t	9	mm
Materiálový součinitel $\varepsilon$	1.00	
Součinitel smykové korekce $\eta$	1.20	

Ověření ztráty stability od smyku	
Štíhlost stojiny $h_w/t$	30.82
Limit štíhlosti stojiny	60.00

**Poznámka:** Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky smykové ztráty stability podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.



### Smyková únosnost stěny sloupů HE300A :

$$V_{wp,Rd} = (0,9 \cdot A_v \cdot f_{yd}) / (3)^{0.5} + 4 \cdot M_{pl,f,Rd} / d_s$$

$$A_v = 3728 \text{ mm}^2 \text{ (smyková plocha sloupu HE300A)}$$

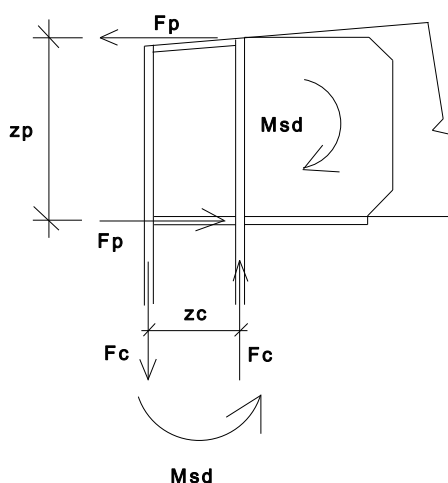
$$f_{y,d} = 235 / 1,00 = 235,0 \text{ MPa}$$

$$M_{pl,f,Rd} = (b \cdot t_f^2 / 4) \cdot f_{y,d}$$

$$b = 300 \text{ mm} \text{ ----- šířka příruby HE300A}$$

$$t_f = 14 \text{ mm} \text{ ----- tloušťka příruby HE300A}$$

$$M_{pl,f,Rd} = (300 \cdot 14^2 / 4) \cdot 235,0 = 3,455 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$



$$d_s = \min(z_c, z_p)$$

$$z_c = h_c - t_{f,c} = 290 - 14 = 276 \text{ mm}$$

$$z_p \cong 1100 \text{ mm}$$

$$d_s = z_c = 276 \text{ mm}$$

$$V_{wp,Rd} = (0,9 \cdot 3728 \cdot 235) / 1,732 + 4 \cdot 3,455 \cdot 10^6 / 276 = 455\,224 + 50\,072$$

$$V_{wp,Rd} = 505\,296 \text{ N} = 505,30 \text{ kN}$$

$$W_{wp,Sd} = \max(F_p, F_c)$$

$$F_p = M_{sd} / z_p = 133,22 / 1,10 = 121,11 \text{ kN}$$

$$F_c = M_{sd} / z_c = 133,22 / 0,276 = 482,68 \text{ kN}$$

$$W_{wp,Sd} = F_c = 482,68 \text{ kN}$$

$$V_{wp,Rd} \geq W_{wp,Sd} \text{ --- podmínka pro nevyztužený rámový roh}$$

V tomto případě :

$$V_{wp,Rd} = 505,30 \text{ kN} \geq W_{wp,Sd} = F_c = 482,68 \text{ kN}$$

Výztuhy je nutné navrhnout na obou stranách stěny sloupů !!!

### Deformace sloupů HE300A od zatížení větrem :

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

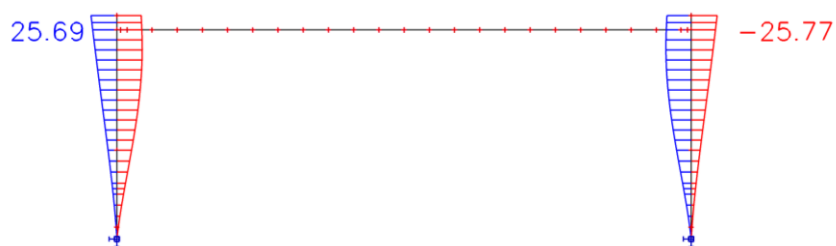
Výběr : B1..B4, B7, B8, B10..B13, B15, B16, B18..B21, B23, B24, B26..B29, B31, B32, B34..B37, B39, B40, B42..B45,

B47, B48, B50..B53, B55, B56, B58..B61, B63, B64

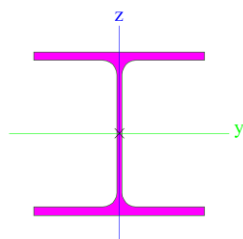
Třída : Jen vítr

Průřez : CS1 - HE300A

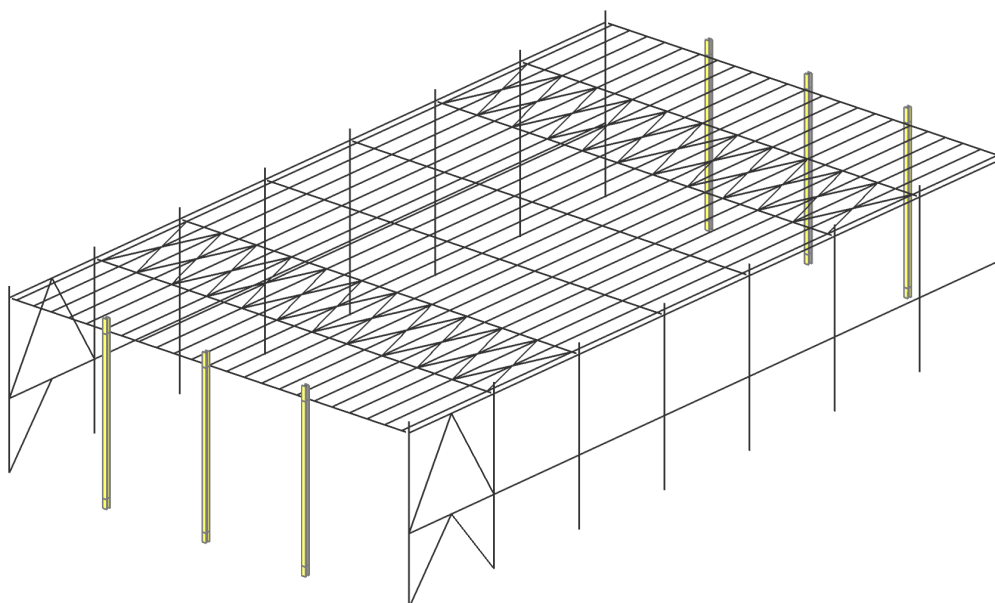
Dílec	dx [m]	Stav	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	fix [mrad]	fiy [mrad]	fiz [mrad]	Výslednice [mm]
B1	0.000	ZS4	<b>0.00</b>	0.00	0.00	0.00	1.48	-0.27	0.00
B44	7.550	ZS4	<b>0.16</b>	-0.11	-24.74	-1.38	-1.19	-0.09	24.74
B3	5.250	ZS4	0.06	<b>-1.25</b>	-12.91	-0.16	1.39	-0.07	12.97
B61	5.250	ZS5	0.06	<b>1.52</b>	12.93	1.71	-1.39	-0.01	13.02
B48	0.550	ZS4	0.14	0.12	<b>-25.77</b>	0.18	3.13	-0.05	25.77
B55	0.550	ZS5	0.14	-0.07	<b>25.74</b>	-0.46	-3.12	-0.06	25.74



$$H/300 = 8550/300 = 28,50 \text{ mm} \geq 25,77 \text{ mm ( vyhovuje )}$$



**Průřez č. 4 : HE220A ( sloupy štítových stěn, ocel S235JR )**



Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: B75..B86, B370..B375

Filtr: Průřez = CS4 - HE220A

**Posudek EN 1993-1-1**

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B76	0.755 / 7.550 m	HE220A	S 235	MSÚ-Sada B (auto)	0.55 -
-----------	-----------------	--------	-------	-------------------	--------

Klíč kombinace
MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS4

Dílčí souč. spolehlivosti	
$\gamma_{M0}$ pro únosnost průřezu	1.00
$\gamma_{M1}$ pro stabilitu	1.00
$\gamma_{M2}$ pro únosnost čistého průřezu	1.25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	235.0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360.0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 0.755 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{Ed}$	-3.86	kN
$V_{y,Ed}$	0.00	kN
$V_{z,Ed}$	-18.03	kN
$T_{Ed}$	0.00	kNm
$M_{y,Ed}$	-25.73	kNm
$M_{z,Ed}$	0.00	kNm

### Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_\sigma$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	89	11	4.792e+04	4.792e+04	1.00	0.43	1.00	8.05	9.00	10.00	14.00	1
3	SO	89	11	4.792e+04	4.792e+04	1.00	0.43	1.00	8.05	9.00	10.00	14.00	1
4	I	152	7	3.674e+04	-3.55e+04	-0.97		0.51	21.71	70.29	81.19	119.75	1
5	SO	89	11	-4.67e+04	-4.67e+04								
7	SO	89	11	-4.67e+04	-4.67e+04								

**Poznámka:** Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

### Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	6.4300e-03	m <sup>2</sup>
$N_{c,Rd}$	1511.05	kN
Jedn. posudek	0.00	-

### Posudek ohybového momentu pro $M_y$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

$W_{pl,y}$	5.6850e-04	m <sup>3</sup>
$M_{pl,y,Rd}$	133.60	kNm
Jedn. posudek	0.19	-

### Posudek smyku pro $V_z$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

$\eta$	1.20	
$A_v$	2.0630e-03	m <sup>2</sup>
$V_{pl,z,Rd}$	279.90	kN
Jedn. posudek	0.06	-

**Poznámka:** Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0.05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

### Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.31)

$M_{pl,y,Rd}$	133.60	kNm
Jedn. posudek	0.19	-

**Poznámka:** Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické smykové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

**Poznámka:** Protože osová síla splňuje podmínku (6.33) i (6.34) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4) její vliv na momentovou únosnost kolem osy y-y se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

### ....:POSUDEK STABILITY:....

#### Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 3.397 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_\sigma$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	89	11	9.406e+04	9.406e+04	1.00	0.43	1.00	8.05	9.00	10.00	14.00	1
3	SO	89	11	9.406e+04	9.406e+04	1.00	0.43	1.00	8.05	9.00	10.00	14.00	1
4	I	152	7	7.193e+04	-7.12e+04	-0.99		0.50	21.71	70.95	81.89	122.76	1
5	SO	89	11	-9.33e+04	-9.33e+04								
7	SO	89	11	-9.33e+04	-9.33e+04								

**Poznámka:** Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

### Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	8.000	8.000	m
Součinitel vzpěru k	1.00	1.00	
Vzpěrná délka $l_{cr}$	8.000	8.000	m
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr}$	1752.10	633.15	kN
Štíhlost $\lambda$	87.21	145.08	
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel}$	0.93	1.54	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0.20	0.20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

### Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

**Poznámka:** Pro tento I průřez je únosnost na prostorový vzpěr vyšší než únosnost na rovinný vzpěr. Prostorový vzpěr proto není ve výstupu uveden.

### Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 &amp; 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	5.6850e-04	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment $M_{cr}$	123.07	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	1.04	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0.40	
Křivka klopení	b	
Imperfekce $\alpha_{LT}$	0.34	
Součinitel klopení $\beta$	0.75	
Redukční součinitel $\chi_{LT}$	0.67	
Opravný součinitel $k_c$	0.94	
Opravný součinitel f	0.97	
Modifikovaný redukční součinitel $\chi_{LT,mod}$	0.69	
Návrhová únosnost na vzpěr $M_{b,Rd}$	92.41	kNm
Jedn. posudek	0.28	-

Parametry $M_{cr}$		
Délka klopení $l_{LT}$	8.000	m
Vliv pozice zatížení	destabilizující	
Opravný součinitel k	1.00	
Opravný součinitel $k_w$	1.00	
Součinitel momentu na klopení $C_1$	1.13	
Součinitel momentu na klopení $C_2$	0.45	
Součinitel momentu na klopení $C_3$	0.53	
Vzdálenost středu smyku $d_z$	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení $z_g$	105	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_y$	0	mm
Konstanta monosymetrie $z_j$	0	mm

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

**Poznámka:** Opravný součinitel  $k_c$  se určí podle C1.

### Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	6.4300e-03	m <sup>2</sup>
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	5.6850e-04	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla $N_{Ed}$	3.86	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	-50.95	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	0.00	kNm
Charakteristická tlaková únosnost $N_{Rk}$	1511.05	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	133.60	kNm
Redukční součinitel $\chi_y$	1.00	
Redukční součinitel $\chi_z$	1.00	
Modifikovaný redukční součinitel $\chi_{LT,mod}$	0.69	
Interakční součinitel $k_{yy}$	0.95	
Interakční součinitel $k_{zy}$	1.00	

Maximální moment  $M_{y,Ed}$  je odvozen z nosníku B76 pozice 3.397 m.

Maximální moment  $M_{z,Ed}$  je odvozen z nosníku B75 pozice 0.000 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2	
Výsledný typ zatížení y	liniové zatížení q	
Koncový moment $M_{h,y}$	0.00	kNm
Moment v poli $M_{s,y}$	-50.95	kNm
Součinitel $\alpha_{h,y}$	0.00	
Poměr koncových momentů $\psi_y$	1.00	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{my}$	0.95	
Výsledný typ zatížení LT	liniové zatížení q	
Koncový moment $M_{h,LT}$	0.00	kNm
Moment v poli $M_{s,LT}$	-50.95	kNm
Součinitel $\alpha_{h,LT}$	0.00	
Poměr koncových momentů $\psi_{LT}$	1.00	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mLT}$	0.95	

Posudek (6.61) = 0.00 + 0.52 + 0.00 = 0.53 -

Posudek (6.62) = 0.00 + 0.55 + 0.00 = 0.55 -

### Posudek ztráty stability od smyku

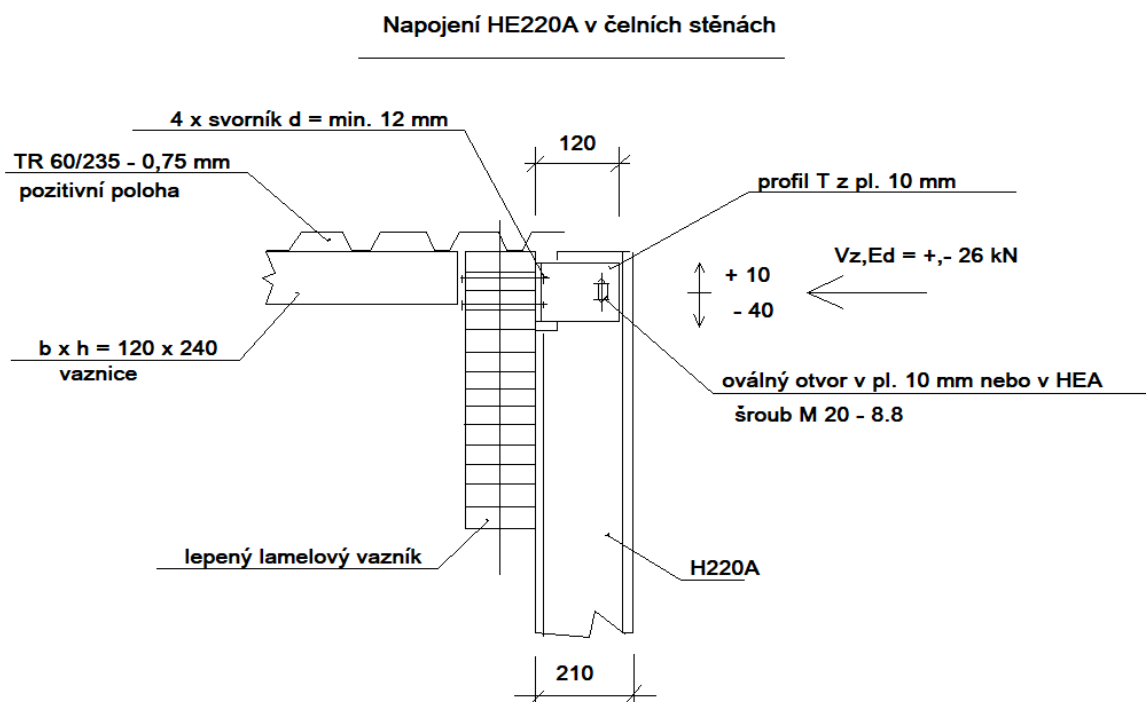
Podle EN 1993-1-5 článku 5 &amp; 7.1 a rovnice (5.10) &amp; (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	7.550	m
Stojina	nevyztužený	
Výška stojiny $h_w$	188	mm
Tloušťka stojiny t	7	mm
Materiálový součinitel $\varepsilon$	1.00	
Součinitel smykové korekce $\eta$	1.20	

Ověření ztráty stability od smyku	
Štíhlost stojiny $h_w/t$	26.86
Limit štíhlosti stojiny	60.00

**Poznámka:** Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky smykové ztráty stability podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.



### Šroub M 20 – 8.8 ( únosnost ve střihu )

$$F_{v,Rd} = 0,6 * 800 * 245/1,25 = 94\,080\text{ N} = 94,08\text{ kN} \geq V_{z,Ed} = 26\text{ kN} \text{ ----- vyhovuje}$$

### Šroub M 20 – 8.8 ( únosnost v otláčení )

$$F_{b,Rd} = 0,6 * 2,5 * 1,0 * 235 * 20 * 7/1,25 = 39\,480\text{ N} = 39,48\text{ kN} \geq V_{z,Ed} = 26\text{ kN} \text{ ----- vyhovuje}$$



## Deformace sloupů HE220A ve štítových stěnách od zatížení větrem :

### Relativní deformace

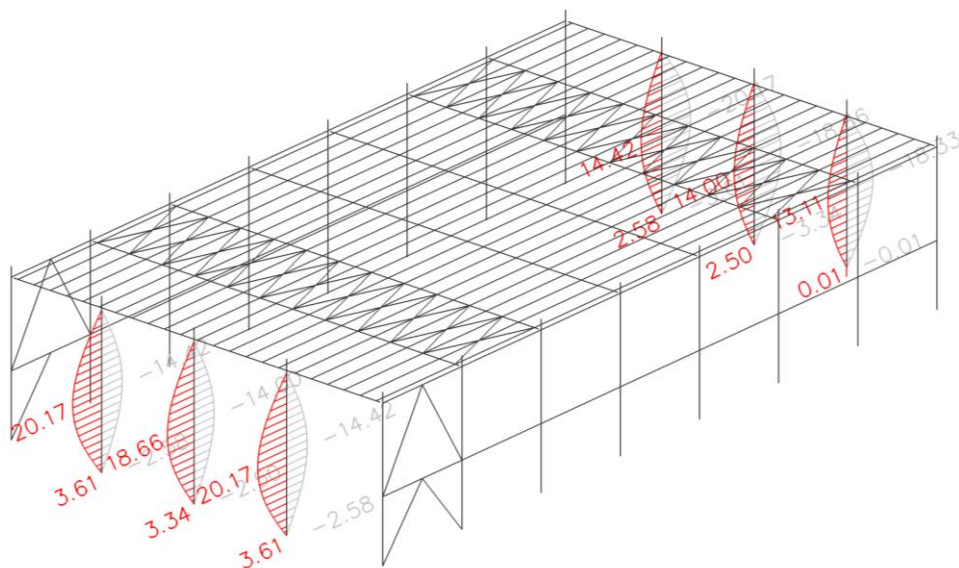
Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

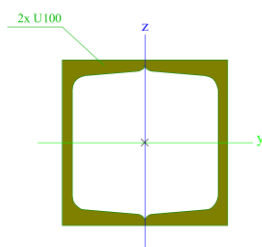
Výběr : B75..B86, B370..B375

Třída : Jen vítr

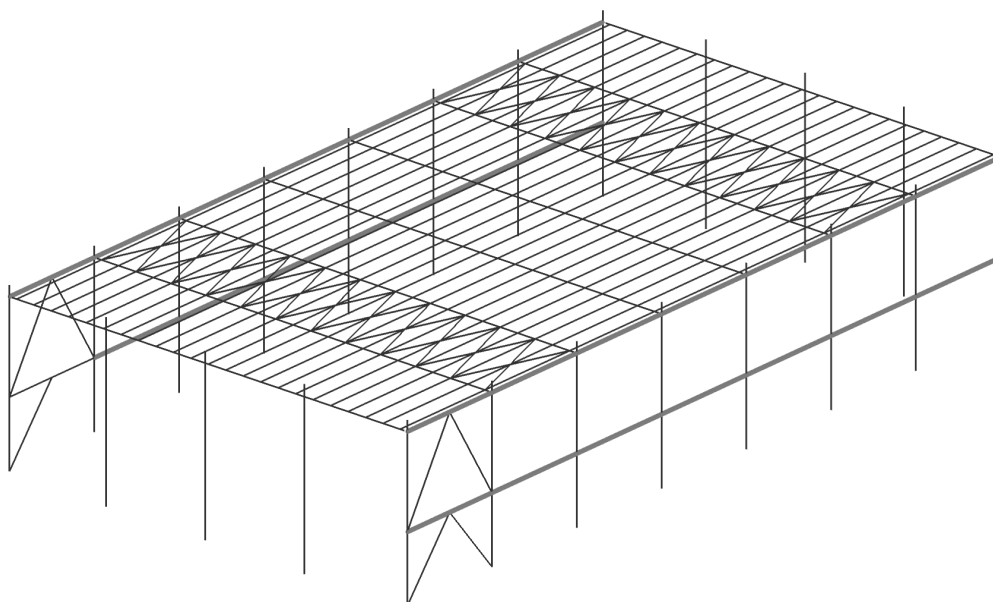
Průřez : CS4 - HE220A

Dílec	dx [m]	Stav - kombinace	uy [mm]	Rel uy [1/xx]	uz [mm]	Rel uz [1/xx]
B82	7.550	ZS4	<b>-13.94</b>	<b>1/574</b>	0.00	0
B84	7.550	ZS5	<b>13.81</b>	<b>1/579</b>	0.00	0
B82	3.397	ZS4	-6.71	1/1193	<b>-20.17</b>	<b>1/397</b>
B80	3.397	ZS5	0.00	1/10000	<b>20.17</b>	<b>1/397</b>





**Průřez č. 6 : 2 x U100 ( vodorovné pruty ve stěnách „A a E“, krabice, ocel S235JR )**



### Připojovací síly :

$$N_{x,Ed} = \pm 75 \text{ kN ( tah i tlak )}$$

Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: B335..B349, B351..B362

Filtr: Průřez = CS6 - 2U komora (U100)

### **Posudek EN 1993-1-1**

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

<b>Dílec B336</b>	<b>2.750 / 5.500 m</b>	<b>2U komora (U100)</b>	<b>S 235</b>	<b>MSÚ-Sada B (auto)</b>	<b>0.38 -</b>
-------------------	------------------------	-------------------------	--------------	--------------------------	---------------

### Klíč kombinace

MSÚ-Sada B (auto) /  $1.15 \cdot ZS1 + 1.15 \cdot ZS2 + 0.75 \cdot ZS3 + 1.50 \cdot ZS7$ 

### Dílčí souč. spolehlivosti

$\gamma_{M0}$ pro únosnost průřezu	1.00
$\gamma_{M1}$ pro stabilitu	1.00
$\gamma_{M2}$ pro únosnost čistého průřezu	1.25

### Materiál

Mez kluzu $f_y$	235.0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360.0	MPa
Výroba	Svařované	

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

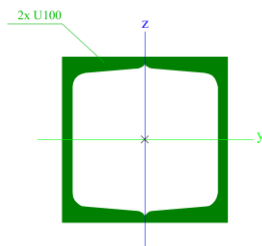
Kritický posudek je na pozici 2.750 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{Ed}$	-74.27	kN
$V_{y,Ed}$	-0.01	kN
$V_{z,Ed}$	0.41	kN
$T_{Ed}$	-0.21	kNm
$M_{y,Ed}$	-0.23	kNm
$M_{z,Ed}$	0.02	kNm

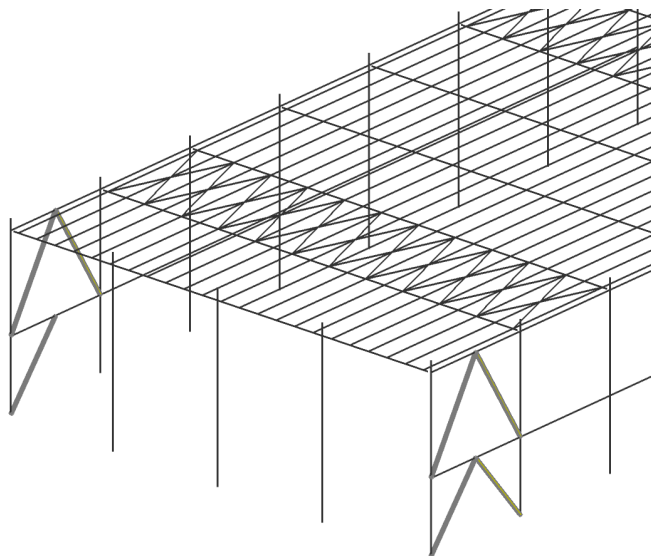
### Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2.750	5.500	m
Součinitel vzpěru k	0.95	1.00	
Vzpěrná délka $l_{cr}$	2.612	5.500	m
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr}$	1247.87	259.45	kN
Štíhlost $\lambda$	66.86	146.64	
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel}$	0.71	1.56	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	b	b	
Imperfekce $\alpha$	0.34	0.34	
Redukční součinitel $\chi$	0.78	0.32	
Únosnost na vzpěr $N_{b,Rd}$	491.42	202.78	kN



**Průřez č. 7 : 2 x U100 ( diagonály v podélných stěnách „A a E“, krabice, ocel S235JR )**



### Připojovací síly :

$N_{x,Ed} = \pm 100 \text{ kN}$  ( tah i tlak )

Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: B363..B369

Filtr: Průřez = CS7 - 2U komora (U100)

### **Posudek EN 1993-1-1**

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

<b>Dílec B368</b>	<b>0.000 / 5.359 m</b>	<b>2U komora (U100)</b>	<b>S 235</b>	<b>MSÚ-Sada B (auto)</b>	<b>0.46 -</b>
-------------------	------------------------	-------------------------	--------------	--------------------------	---------------

<b>Klíč kombinace</b>
MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.50*ZS6

<b>Dílčí souč. spolehlivosti</b>	
$\gamma_{M0}$ pro únosnost průřezu	1.00
$\gamma_{M1}$ pro stabilitu	1.00
$\gamma_{M2}$ pro únosnost čistého průřezu	1.25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	235.0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360.0	MPa
Výroba	Svařované	

...:POSUDEK ÚNOSNOSTI::...

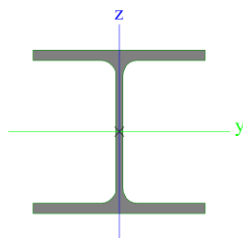
Kritický posudek je na pozici 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{Ed}$	-94.16	kN

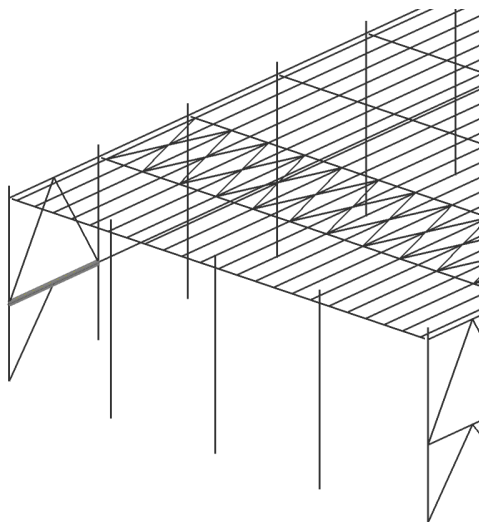
**Posudek rovinného vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	5.359	5.359	m
Součinitel vzpěru k	1.00	1.00	
Vzpěrná délka $l_{cr}$	5.359	5.359	m
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr}$	296.45	273.25	kN
Štíhlost $\lambda$	137.18	142.89	
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel}$	1.46	1.52	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	b	b	
Imperfekce $\alpha$	0.34	0.34	
Redukční součinitel $\chi$	0.36	0.33	
Únosnost na vzpěr $N_{b,Rd}$	225.87	211.55	kN



**Průřez č. 8 : HE140A ( vodorovný prvek mezi sloupy „E1 a E2“ – rámová příčel, ocel S235JR )**



### **Připojovací síly :**

$$N_{x,Ed} = \pm 60 \text{ kN ( tah i tlak )}$$

$$V_{z,Ed} = \pm 25 \text{ kN ( } \downarrow \text{ )}$$

$$M_{y,Ed} = \pm 35 \text{ kNm ( ohybový moment )}$$

Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: B350

Filtr: Průřez = CS8 - HE140A

### **Posudek EN 1993-1-1**

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

<b>Dílec B350</b>	<b>5.500 / 5.500 m</b>	<b>HE140A</b>	<b>S 235</b>	<b>MSÚ-Sada B (auto)</b>	<b>0.77 -</b>
-------------------	------------------------	---------------	--------------	--------------------------	---------------

<b>Klíč kombinace</b>
MSÚ-Sada B (auto) / ZS1 + ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.50*ZS7

Dílčí souč. spolehlivosti	
$\gamma_{M0}$ pro únosnost průřezu	1.00
$\gamma_{M1}$ pro stabilitu	1.00
$\gamma_{M2}$ pro únosnost čistého průřezu	1.25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	235.0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360.0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 5.500 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{Ed}$	15.99	kN
$V_{y,Ed}$	-0.38	kN
$V_{z,Ed}$	19.47	kN
$T_{Ed}$	0.00	kNm
$M_{y,Ed}$	29.97	kNm
$M_{z,Ed}$	-1.12	kNm

### Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_\sigma$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	55	9	-1.81e+05	-1.66e+05								
3	SO	55	9	-1.90e+05	-2.06e+05								
4	I	92	6	-1.39e+05	1.283e+05	-1.08		0.43	16.73	83.18	95.89	133.93	1
5	SO	55	9	1.712e+05	1.553e+05	0.91	0.46	1.00	6.50	9.00	10.00	14.30	1
7	SO	55	9	1.797e+05	1.956e+05	0.92	0.44	1.00	6.50	9.00	10.00	13.87	1

**Poznámka:** Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

### Posudek ohybového momentu pro $M_y$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

$W_{pl,y}$	1.7350e-04	m <sup>3</sup>
$M_{pl,y,Rd}$	40.77	kNm
Jedn. posudek	0.73	-

### Posudek ohybového momentu pro $M_z$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

$W_{pl,z}$	8.4850e-05	m <sup>3</sup>
$M_{pl,z,Rd}$	19.94	kNm
Jedn. posudek	0.06	-

### Posudek smyku pro $V_z$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

$\eta$	1.20	
$A_v$	1.0107e-03	m <sup>2</sup>
$V_{pl,z,Rd}$	137.14	kN
Jedn. posudek	0.14	-

### Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Vlákno	1	
$\tau_{Ed}$	0.3	MPa
$\tau_{Rd}$	135.7	MPa
Jedn. posudek	0.00	-

**Poznámka:** Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0.05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

### Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.41)

$M_{pl,y,Rd}$	40.77	kNm
$\alpha$	2.00	
$M_{pl,z,Rd}$	19.94	kNm
$\beta$	1.00	

$$\text{Posudek (6.41)} = 0.54 + 0.06 = 0.60 -$$

**Poznámka:** Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické smykové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

**Poznámka:** Protože osová síla splňuje podmínku (6.33) i (6.34) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4) její vliv na momentovou únosnost kolem osy y-y se zanedbává.

**Poznámka:** Protože osová síla splňuje podmínku (6.35) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4) její vliv na momentovou únosnost kolem osy z-z se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.



# ....:POSUDEK STABILITY:....

## Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 5.500 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 &amp; 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_\sigma$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	55	9	-1.81e+05	-1.66e+05								
3	SO	55	9	-1.90e+05	-2.06e+05								
4	I	92	6	-1.39e+05	1.283e+05	-1.08		0.43	16.73	83.18	95.89	133.93	1
5	SO	55	9	1.712e+05	1.553e+05	0.91	0.46	1.00	6.50	9.00	10.00	14.30	1
7	SO	55	9	1.797e+05	1.956e+05	0.92	0.44	1.00	6.50	9.00	10.00	13.87	1

**Poznámka:** Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

## Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 &amp; 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	1.7350e-04	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment $M_{cr}$	90.59	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0.67	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0.40	
Křivka klopení	b	
Imperfekce $\alpha_{LT}$	0.34	
Součinitel klopení $\beta$	0.75	
Redukční součinitel $\chi_{LT}$	0.88	
Opravný součinitel $k_c$	0.70	
Opravný součinitel f	0.86	
Modifikovaný redukční součinitel $\chi_{LT,mod}$	1.00	
Návrhová únosnost na vzpěr $M_{b,Rd}$	40.77	kNm
Jedn. posudek	0.73	-

Parametry $M_{cr}$		
Délka klopení $l_{LT}$	5.500	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1.00	
Opravný součinitel $k_w$	1.00	
Součinitel momentu na klopení $C_1$	2.01	
Součinitel momentu na klopení $C_2$	1.53	
Součinitel momentu na klopení $C_3$	0.41	
Vzdálenost středu smyku $d_z$	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení $z_g$	0	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_y$	0	mm
Konstanta monosymetrie $z_j$	0	mm

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

**Poznámka:** Opravný součinitel  $k_c$  se určí podle C1.

### Posudek ohybu a osového tahu

Podle EN 1993-1-3 článku 6.3

Návrhová tahová síla $N_{Ed}$	15.99	kN
Návrhový ohybový moment $M_{y,Ed}$	29.97	kNm
Návrhový ohybový moment $M_{z,Ed}$	-1.12	kNm
Tahová únosnost $N_{t,Rd}$	737.90	kN
Pevnost za ohybu $M_{b,y,Rd}$	40.77	kNm
Pevnost za ohybu $M_{c,z,Rd,com}$	19.94	kNm

Jedn. posudek =  $0.73 + 0.06 - 0.02 = 0.77$  -

### Posudek ztráty stability od smyku

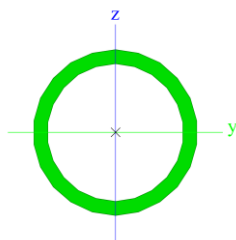
Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru $a$	5.500	m
Stojina	nevyztužený	
Výška stojiny $h_w$	116	mm
Tloušťka stojiny $t$	6	mm
Materiálový součinitel $\varepsilon$	1.00	
Součinitel smykové korekce $\eta$	1.20	

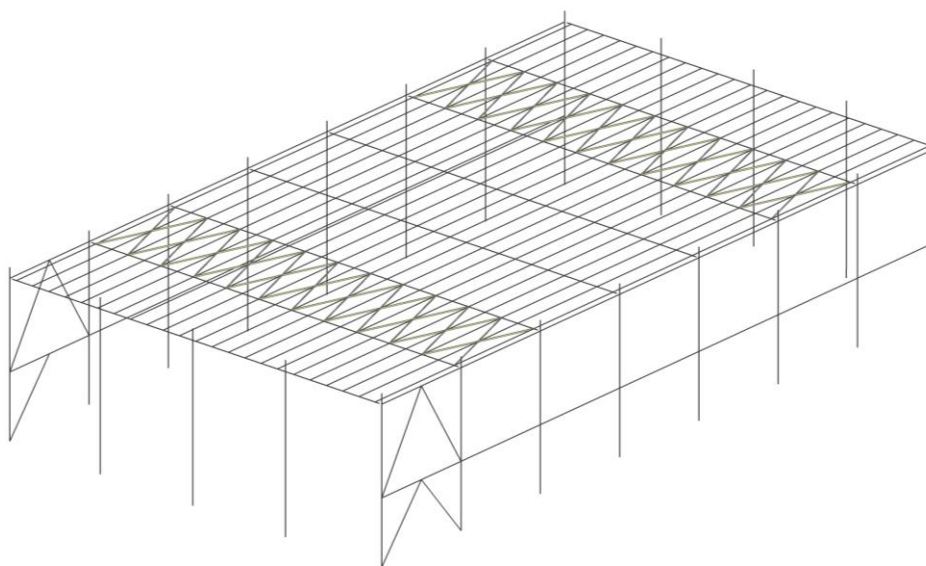
Ověření ztráty stability od smyku	
Štíhlost stojiny $h_w/t$	21.09
Limit štíhlosti stojiny	60.00

**Poznámka:** Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky smykové ztráty stability podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.



**Průřez č. 9 : TR Ø 42,4 x 3,6 mm ( střešní ztužení, ocel S235JRH )**



### Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : B247..B334

Kombinace : MSÚ-Sada B (auto)

Průřez : CS9 - RO42.4X3.6

Dílec	css	dx [m]	Stav	N [kN]
B279	CS9 - RO42.4X3.6	0.000	MSÚ-Sada B (auto)/1	<b>2.79</b>
B269	CS9 - RO42.4X3.6	0.000	MSÚ-Sada B (auto)/2	<b>24.45</b>

$$N_{x,Ed} = 24,45 \text{ kN ( jen tah )}$$

$$N_{x,Rd} = 439 \cdot 235/1,00 = 103\,165 \text{ N} = 103,17 \text{ kN}$$

$$N_{x,Ed}/N_{x,Rd} = 24,45/103,17 = 0,237 < 1,00 \text{ ---- vyhovuje}$$

## 10. Posouzení ocelových prvků na požární odolnost R15 DP1 :

### 10.1 Použité normy a literatura :

- ČSN EN 1991-1-2      Zatížení konstrukcí - Část 1-3 : Obecná zatížení  
Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru, Srpen 2004
- ČSN EN 1993-1-2      Navrhování ocelových k-cí, Část 1-2 : Navrhování  
konstrukcí na účinky požáru, prosinec 2006

### 10.2 Požadavky na požární odolnost nosné ocelové konstrukce :

Na základě „Požárně bezpečnostního řešení“ z 01/2019 musí ocelové prvky, které mají vliv na únosnost a stabilitu konstrukce, splnit požadavek požární odolnosti R15 DP1. Pro posouzení požární odolnosti byl použit program SCIA Engineer 19.0.2018 – přestup tepla pro normovou křivku. I když jsou ocelové prvky obezpečeny provedu posouzení na požární odolnost pro požár, který ovlivňuje tyto prvky ze všech stran.

Z níže uvedených posudků vyplývá, že všechny ocelové prvky splňují požadovanou požární odolnost R15 DP1 ( viz str. 50, 52, 54, 56, 58 a 60 ).

Účinky přímých zatížení  $E_{fi,d,t}$  při namáhání požárem se stanoví v souladu s ČSN EN 1991-1-2 pro mimořádnou návrhovou situaci.

Kombinace pro mimořádné návrhové situace :

$$\sum \gamma_{Gaj} * G_{kj} + ( \psi_{1,1} \text{ nebo } \psi_{2,1} * Q_{k,1} ) + \sum \psi_{2,i} * Q_{k,i}$$

$$\gamma_{Gaj} = 1,00 \text{ ( dílčí součinitel stálého zatížení )}$$

$$\psi_{1,1} = 0,20 \text{ ( součinitel časté hodnoty pro zatížení sněhem a větrem )}$$

$$\psi_{2,1} = 0,00 \text{ ( součinitel kvazistálé hodnoty pro zatížení sněhem a větrem )}$$

$$\gamma_{M,fi} = 1,00 \text{ ( součinitel spolehlivosti materiálu při zatížení požárem )}$$

Stanovení redukčního součinitele pro zatížení při požární situaci:

$$\eta_{fi} = E_{fi,d}/E_d = ( G_k + \psi_{Q,1} * Q_{k,1} ) / ( \gamma_G * G_k + \gamma_{Q,1} * Q_{k,1} )$$

### Hodnoty vstupující do výpočtu požární odolnosti nechráněné nosné OK :

$A_m$  ---- plocha prvku na jednotku délky

$V$  ----- objem prvku na jednotku délky

$c_a$  ----- měrné teplo oceli

$\rho_a$  ----- objemová hmotnost oceli ( 7850 kg.m<sup>-3</sup>)

$h_{net,d}$  --- návrhová hodnota tepelné pohltivosti

$\Delta t$  ---- časový interval ( zpravidla 5 sekund )

$\Theta_g$  ---- teplota plynů v okolí prvku při požáru

$$\Theta_g = 20 + 345 \log_{10}(8t + 1) \text{ [ } ^\circ\text{C} \text{ ]}$$

$\Theta_m$  ---- povrchová teplota prvku [ <sup>0</sup>C ]

### **Zatěžovací stavy**

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Spec	Směr
ZS1	Vlastní tíha	Stálé	SZ1	Vlastní tíha		-Z
ZS2	Stálé zatížení	Stálé	SZ1	Standard		
ZS3	Sníh - plný	Proměnné	SZ2 - sníh	Statické	Standard	
ZS4	Vítr + X	Proměnné	SZ3 - vítr	Statické	Standard	
ZS5	Vítr - X	Proměnné	SZ3 - vítr	Statické	Standard	
ZS6	Vítr + Y	Proměnné	SZ3 - vítr	Statické	Standard	
ZS7	Vítr - Y	Proměnné	SZ3 - vítr	Statické	Standard	

### **Kombinační klíč při požární situaci :**

Jméno	Popis kombinací
1	ZS1*1.00 +ZS2*1.00 +ZS4*0.20
2	ZS1*1.00 +ZS2*1.00 +ZS6*0.20
3	ZS1*1.00 +ZS2*1.00 +ZS7*0.20
4	ZS1*1.00 +ZS2*1.00
5	ZS1*1.00 +ZS2*1.00 +ZS5*0.20
6	ZS1*1.00 +ZS2*1.00 +ZS3*0.20

### 10.3 Posouzení profilů podle ČSN EN 1993-1-2 :

Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ - požár

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: vše

**Filtr: Průřez = CS1 - HE300A**

#### EN 1993-1-2 posudek požární odolnosti

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B53	7.550 / 7.550 m	HE300A	S 235	MSÚ- požár	0.86 -
-----------	-----------------	--------	-------	------------	--------

Klíč kombinace
MSÚ- požár / ZS1 + ZS2 + 0.20*ZS3

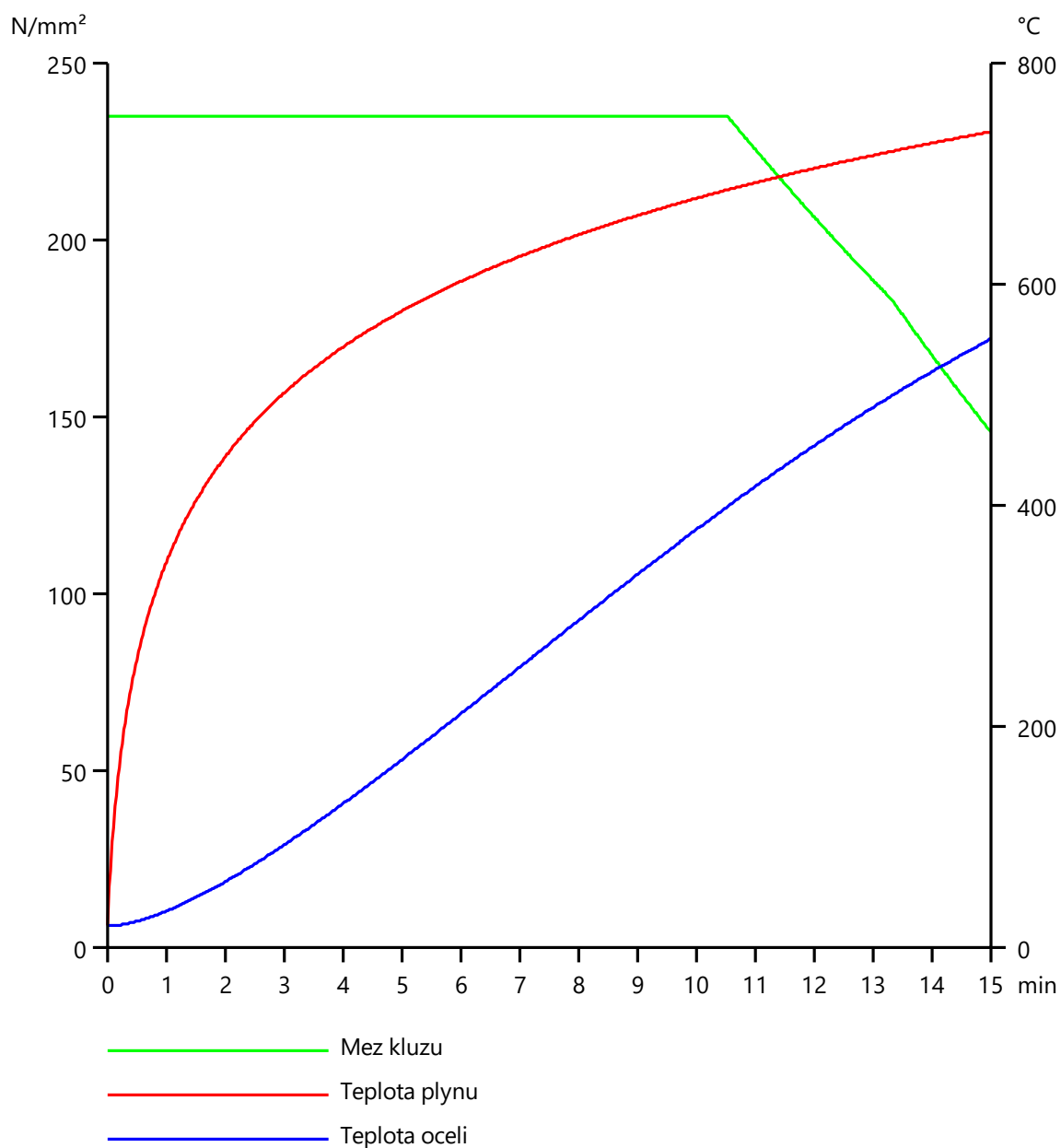
Dílčí souč. spolehlivosti	
$\gamma_{M0}$ pro únosnost průřezu	1.00
$\gamma_{M1}$ pro stabilitu	1.00
$\gamma_{M2}$ pro únosnost čistého průřezu	1.25
$\gamma_{M,fi}$ pro požární odolnost	1.00

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	235.0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360.0	MPa
Výroba	Válcovaný	

#### Požární odolnost

Posouzení v oblasti času podle EN 1993-1-2 článku 4.2.4

Požární odolnost		
Křivka teplota - čas	Křivka ISO 834	
Součinitel přenosu tepla prouděním $\alpha_c$	25.00	W/m <sup>2</sup> K
Emisivita vztahovaná k požárnímu úseku $\varepsilon_f$	1.00	
Emisivita vztahovaná k povrchu materiálu $\varepsilon_m$	0.70	
Polohový faktor toku tepla sáláním $\phi$	1.00	
Požadovaná požární odolnost R	15.00	min
Teplota plynu $\theta_g$	738.56	°C
Teplota materiálu $\theta_{a,t}$	551.16	°C
Stupeň využití $\mu_0$	0.35	
Kritická teplota materiálu $\theta_{a,cr}$	640.33	°C
<b>Požární odolnost <math>t_{cr}</math></b>	<b>18.65</b>	<b>min</b>
Expozice nosníku	Všechny strany	
Adaptační součinitel pro průřez $\kappa_1$	1.00	
Adaptační součinitel pro nosník $\kappa_2$	1.00	
Součinitel průřezu pro nechráněné ocelové dílce $A_m/V$	1.5257e+02	1/m
Opravný součinitel pro efekt stínu $k_{sh}$	0.62	
Redukční součinitel pro mez kluzu $k_{y,\theta}$	1.00	
Redukční součinitel pro modul E $k_{E,\theta}$	1.00	
Jedn. posudek	0.86	-



Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ - požár

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: B75..B86

**Filtr: Průřez = CS4 - HE220A**

## EN 1993-1-2 posudek požární odolnosti

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B76	3.397 / 7.550 m	HE220A	S 235	MSÚ- požár	0.76 -
-----------	-----------------	--------	-------	------------	--------

Klíč kombinace
MSÚ - požár / ZS1 + ZS2 + 0.20*ZS4

Dílčí souč. spolehlivosti	
$\gamma_{M0}$ pro únosnost průřezu	1.00
$\gamma_{M1}$ pro stabilitu	1.00
$\gamma_{M2}$ pro únosnost čistého průřezu	1.25
$\gamma_{M,fi}$ pro požární odolnost	1.00

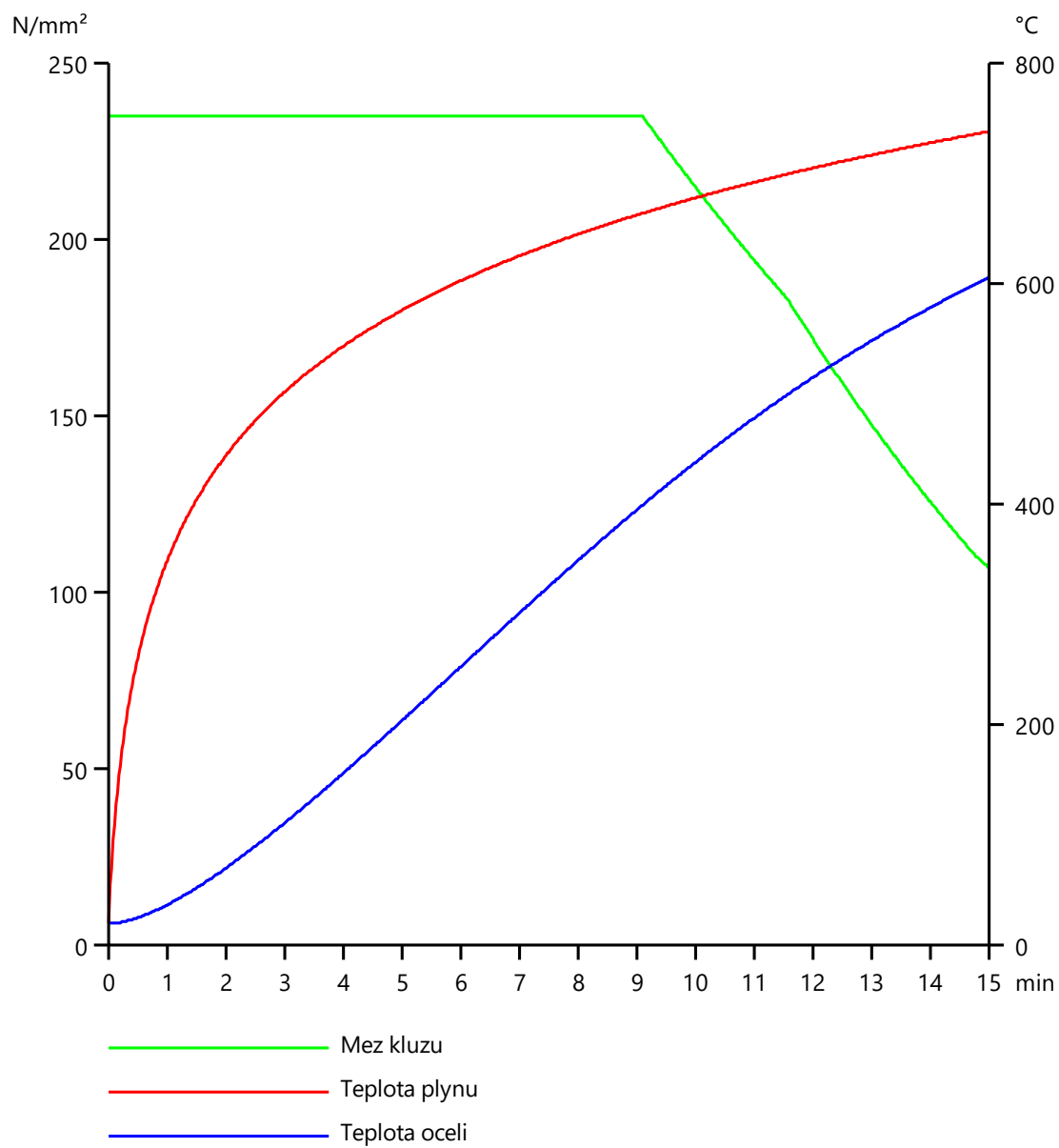
Materiál		
Mez kluzu $f_y$	235.0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360.0	MPa
Výroba	Válcovaný	

## Požární odolnost

Posouzení v oblasti času podle EN 1993-1-2 článku 4.2.4

Požární odolnost		
Křivka teplota - čas	Křivka ISO 834	
Součinitel přenosu tepla prouděním $\alpha_c$	25.00	W/m <sup>2</sup> K
Emisivita vztažená k požárnímu úseku $\epsilon_f$	1.00	
Emisivita vztažená k povrchu materiálu $\epsilon_m$	0.70	
Polohový faktor toku tepla sáláním $\phi$	1.00	
Požadovaná požární odolnost R	15.00	min
Teplota plynu $\theta_g$	738.56	°C
Teplota materiálu $\theta_{a,t}$	605.77	°C
Stupeň využití $\mu_0$	0.12	
Kritická teplota materiálu $\theta_{a,cr}$	800.18	°C
<b>Požární odolnost <math>t_{cr}</math></b>	<b>30.57</b>	<b>min</b>
Expozice nosníku	Všechny strany	
Adaptační součinitel pro průřez $\kappa_1$	1.00	
Adaptační součinitel pro nosník $\kappa_2$	1.00	
Součinitel průřezu pro nechráněné ocelové dílce $A_m/V$	1.9517e+02	l/m
Opravný součinitel pro efekt stínu $k_{sh}$	0.62	
Redukční součinitel pro mez kluzu $k_{y,\theta}$	1.00	
Redukční součinitel pro modul E $k_{E,\theta}$	1.00	
Jedn. posudek	0.76	-





Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ - požár

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: B335..B349, B351..B362

**Filtr: Průřez = CS6 – 2 x U100 - box**

## EN 1993-1-2 posudek požární odolnosti

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B352	2.750 / 5.500 m	2 x U100 - box	S 235	MSÚ- požár	0.77 -
------------	-----------------	----------------	-------	------------	--------

Klíč kombinace
MSÚ- požár / ZS1 + ZS2 + 0.20*ZS6

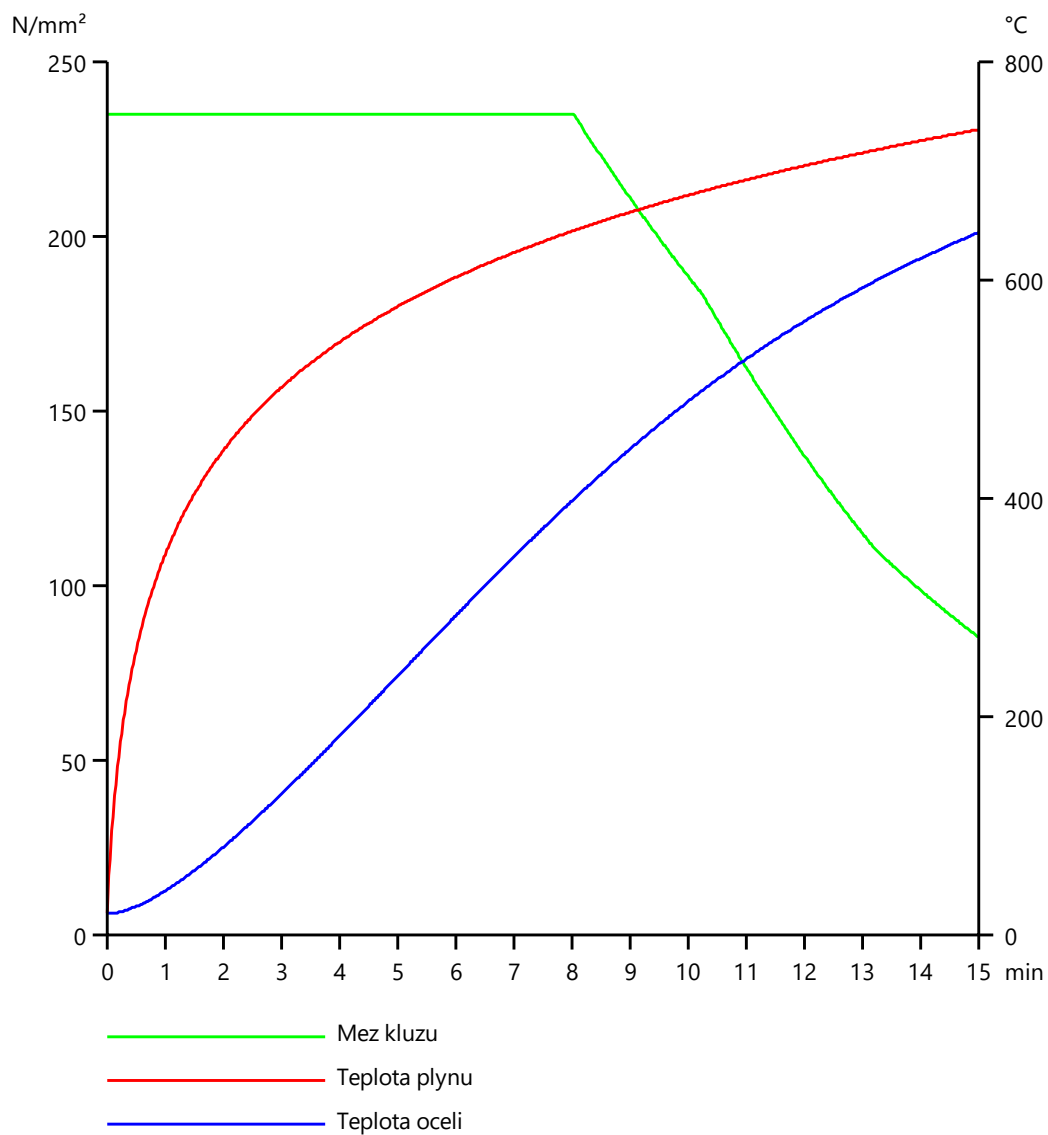
Dílčí souč. spolehlivosti	
$\gamma_{M0}$ pro únosnost průřezu	1.00
$\gamma_{M1}$ pro stabilitu	1.00
$\gamma_{M2}$ pro únosnost čistého průřezu	1.25
$\gamma_{M,fi}$ pro požární odolnost	1.00

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	235.0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360.0	MPa
Výroba	Svařované	

## Požární odolnost

Posouzení v oblasti času podle EN 1993-1-2 článku 4.2.4

Požární odolnost		
Křivka teplota - čas	Křivka ISO 834	
Součinitel přenosu tepla prouděním $\alpha_c$	25.00	W/m²K
Emisivita vztažená k požárnímu úseku $\varepsilon_f$	1.00	
Emisivita vztažená k povrchu materiálu $\varepsilon_m$	0.70	
Polohový faktor toku tepla sáláním $\varphi$	1.00	
Požadovaná požární odolnost R	15.00	min
Teplota plynu $\theta_g$	738.56	°C
Teplota materiálu $\theta_{a,t}$	644.28	°C
Stupeň využití $\mu_0$	0.09	
Kritická teplota materiálu $\theta_{a,cr}$	841.19	°C
<b>Požární odolnost <math>t_{cr}</math></b>	<b>33.35</b>	<b>min</b>
Expozice nosníku	Všechny strany	
Adaptační součinitel pro průřez $\kappa_1$	1.00	
Adaptační součinitel pro nosník $\kappa_2$	1.00	
Součinitel průřezu pro nechráněné ocelové dílce $A_m/V$	1.4861e+02	1/m
Opravný součinitel pro efekt stínu $k_{sh}$	1.00	
Redukční součinitel pro mez kluzu $k_{y,\theta}$	1.00	
Redukční součinitel pro modul E $k_{E,\theta}$	1.00	
Jedn. posudek	0.77	-



Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ - požár

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: B363..B369

**Filtr: Průřez = CS7 -2 x U100 - box**

## EN 1993-1-2 posudek požární odolnosti

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B368	2.297 / 5.359 m	2 x U100 - box	S 235	MSÚ- požár	0.78 -
------------	-----------------	----------------	-------	------------	--------

Klíč kombinace
MSÚ- požár / ZS1 + ZS2 + 0.20*ZS6

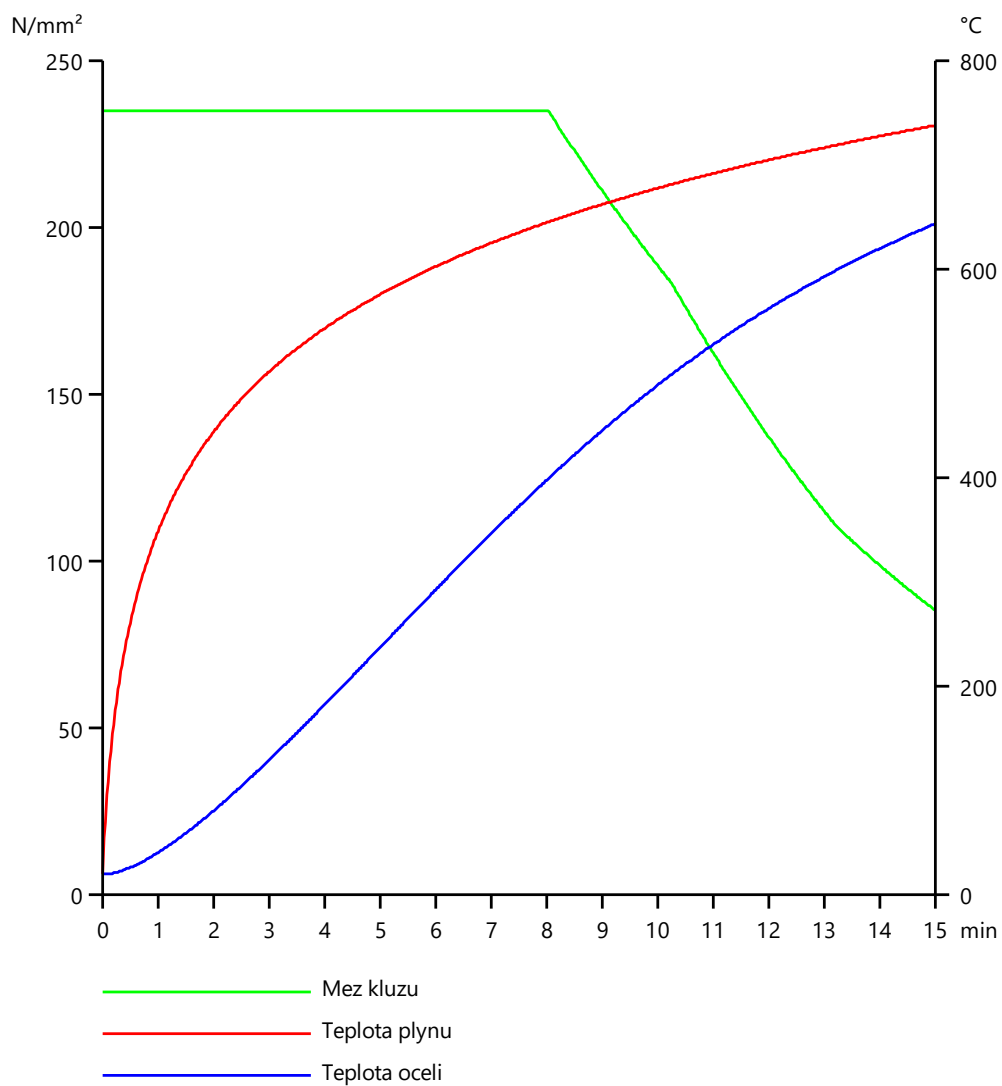
Dílčí souč. spolehlivosti	
$\gamma_{M0}$ pro únosnost průřezu	1.00
$\gamma_{M1}$ pro stabilitu	1.00
$\gamma_{M2}$ pro únosnost čistého průřezu	1.25
$\gamma_{M,fi}$ pro požární odolnost	1.00

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	235.0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360.0	MPa
Výroba	Svařované	

## Požární odolnost

Posouzení v oblasti času podle EN 1993-1-2 článku 4.2.4

Požární odolnost		
Křivka teplota - čas	Křivka ISO 834	
Součinitel přenosu tepla prouděním $\alpha_c$	25.00	W/m <sup>2</sup> K
Emisivita vztažená k požárnímu úseku $\varepsilon_f$	1.00	
Emisivita vztažená k povrchu materiálu $\varepsilon_m$	0.70	
Polohový faktor toku tepla sáláním $\phi$	1.00	
Požadovaná požární odolnost R	15.00	min
Teplota plynu $\theta_g$	738.56	°C
Teplota materiálu $\theta_{a,t}$	644.28	°C
Stupeň využití $\mu_0$	0.10	
Kritická teplota materiálu $\theta_{a,cr}$	830.41	°C
<b>Požární odolnost <math>t_{cr}</math></b>	<b>31.85</b>	<b>min</b>
Expozice nosníku	Všechny strany	
Adaptační součinitel pro průřez $\kappa_1$	1.00	
Adaptační součinitel pro nosník $\kappa_2$	1.00	
Součinitel průřezu pro nechráněné ocelové dílce $A_m/V$	1.4861e+02	1/m
Opravný součinitel pro efekt stínu $k_{sh}$	1.00	
Redukční součinitel pro mez kluzu $k_{y,\theta}$	1.00	
Redukční součinitel pro modul E $k_{E,\theta}$	1.00	
Jedn. posudek	0.78	-



Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ- požár

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: B350

**Filtr: Průřez = CS8 - HE140A**

## EN 1993-1-2 posudek požární odolnosti

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B350	5.500 / 5.500 m	HE140A	S 235	MSÚ- požár	0.89 -
------------	-----------------	--------	-------	------------	--------

Klíč kombinace
MSÚ- požár / ZS1 + ZS2 + 0.20*ZS6

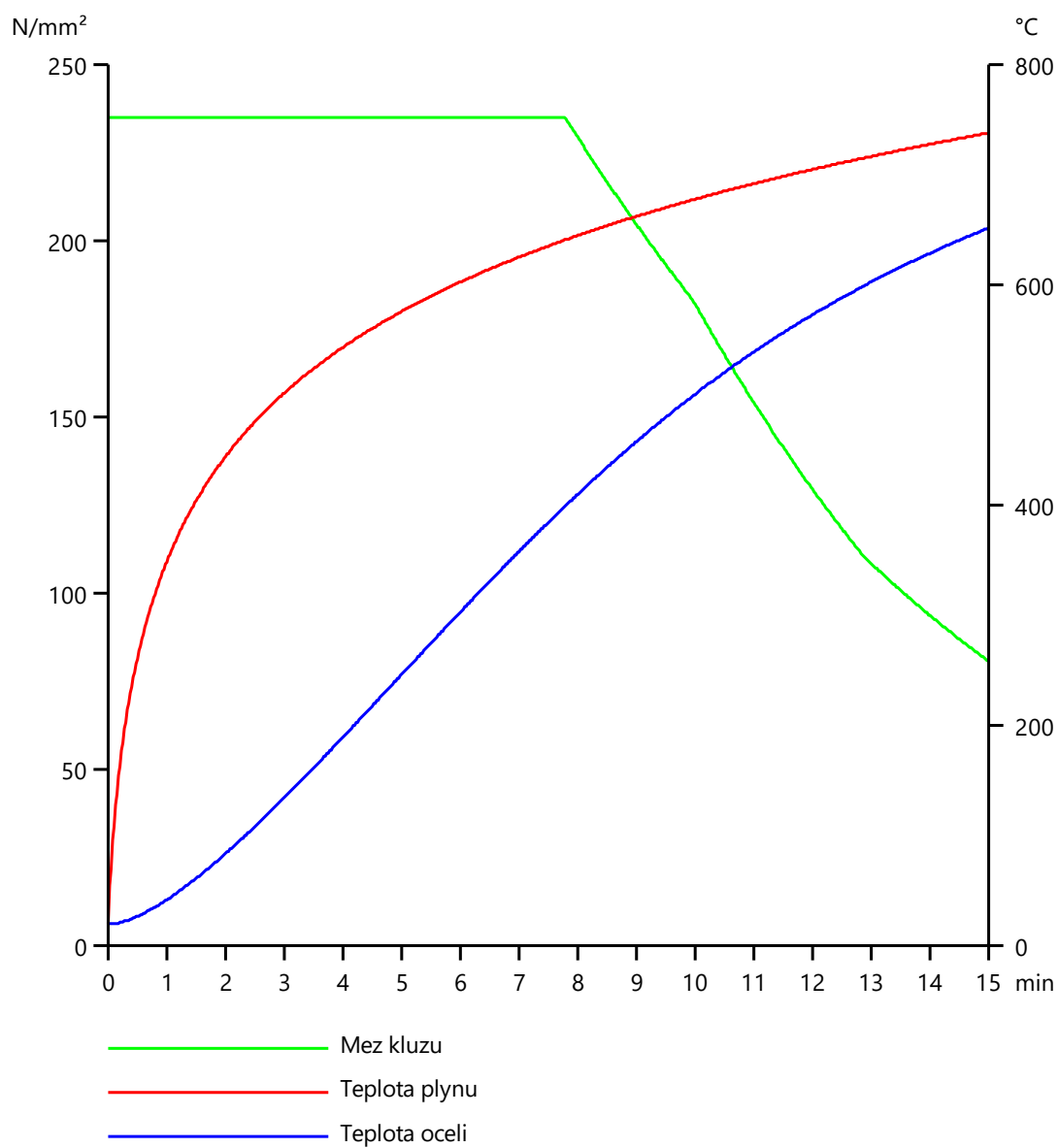
Dílčí souč. spolehlivosti	
$\gamma_{M0}$ pro únosnost průřezu	1.00
$\gamma_{M1}$ pro stabilitu	1.00
$\gamma_{M2}$ pro únosnost čistého průřezu	1.25
$\gamma_{M,fi}$ pro požární odolnost	1.00

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	235.0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360.0	MPa
Výroba	Válcovaný	

## Požární odolnost

Posouzení v oblasti času podle EN 1993-1-2 článku 4.2.4

Požární odolnost		
Křivka teplota - čas	Křivka ISO 834	
Součinitel přenosu tepla prouděním $\alpha_c$	25.00	W/m <sup>2</sup> K
Emisivita vztažená k požárnímu úseku $\epsilon_f$	1.00	
Emisivita vztažená k povrchu materiálu $\epsilon_m$	0.70	
Polohový faktor toku tepla sáláním $\phi$	1.00	
Požadovaná požární odolnost R	15.00	min
Teplota plynu $\theta_g$	738.56	°C
Teplota materiálu $\theta_{a,t}$	652.27	°C
Stupeň využití $\mu_0$	0.19	
Kritická teplota materiálu $\theta_{a,cr}$	731.77	°C
<b>Požární odolnost <math>t_{cr}</math></b>	<b>21.00</b>	<b>min</b>
Expozice nosníku	Všechny strany	
Adaptační součinitel pro průřez $\kappa_1$	1.00	
Adaptační součinitel pro nosník $\kappa_2$	1.00	
Součinitel průřezu pro nechráněné ocelové dílce $A_m/V$	2.5296e+02	l/m
Opravný součinitel pro efekt stínu $k_{sh}$	0.62	
Redukční součinitel pro mez kluzu $k_{y,\theta}$	1.00	
Redukční součinitel pro modul E $k_{E,\theta}$	1.00	
Jedn. posudek	0.89	-



Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ- požár

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: B247..B334

**Filtr: Průřez = CS9 - RO42.4X3.6**

## EN 1993-1-2 posudek požární odolnosti

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

<b>Dílec B269</b>	<b>0.000 / 2.909 m</b>	<b>RO42.4X3.6</b>	<b>S 235</b>	<b>MSÚ- požár</b>	<b>0.71 -</b>
-------------------	------------------------	-------------------	--------------	-------------------	---------------

<b>Klíč kombinace</b>
MSÚ- požár / ZS1 + ZS2 + 0.20*ZS6

<b>Dílčí souč. spolehlivosti</b>	
$\gamma_{M0}$ pro únosnost průřezu	1.00
$\gamma_{M1}$ pro stabilitu	1.00
$\gamma_{M2}$ pro únosnost čistého průřezu	1.25
$\gamma_{M,fi}$ pro požární odolnost	1.00

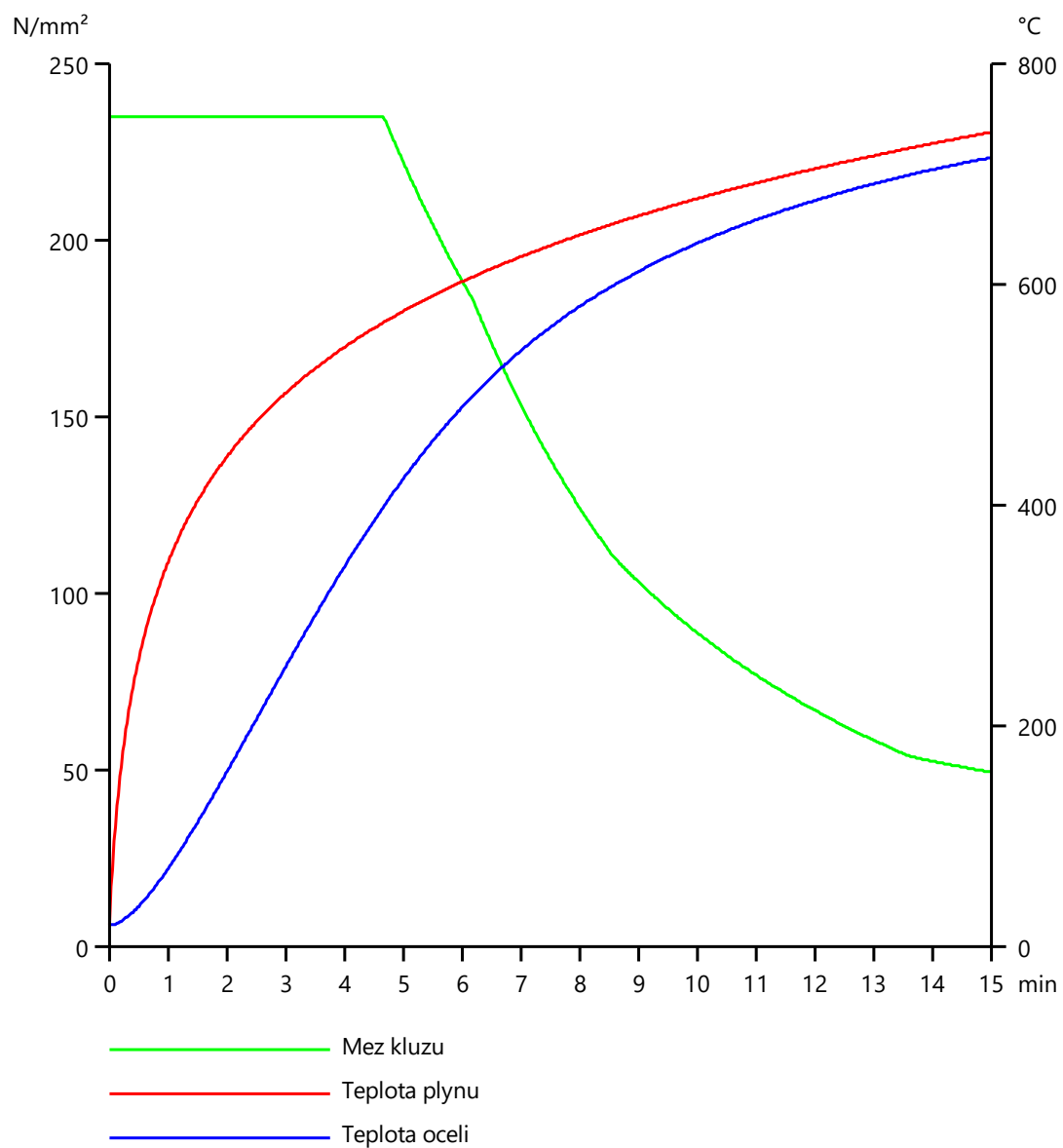
<b>Materiál</b>		
Mez kluzu $f_y$	235.0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360.0	MPa
Výroba	Válcovaný	

## Požární odolnost

Posouzení v oblasti času podle EN 1993-1-2 článku 4.2.4

<b>Požární odolnost</b>		
Křivka teplota - čas	Křivka ISO 834	
Součinitel přenosu tepla prouděním $\alpha_c$	25.00	W/m²K
Emisivita vztažená k požárnímu úseku $\varepsilon_f$	1.00	
Emisivita vztažená k povrchu materiálu $\varepsilon_m$	0.70	
Polohový faktor toku tepla sáláním $\varphi$	1.00	
Požadovaná požární odolnost R	15.00	min
Teplota plynu $\theta_g$	738.56	°C
Teplota materiálu $\theta_{a,t}$	715.68	°C
Stupeň využití $\mu_0$	0.03	
Kritická teplota materiálu $\theta_{a,cr}$	1002.33	°C
<b>Požární odolnost <math>t_{cr}</math></b>	<b>88.43</b>	<b>min</b>
Expozice nosníku	Všechny strany	
Adaptační součinitel pro průřez $\kappa_1$	1.00	
Adaptační součinitel pro nosník $\kappa_2$	1.00	
Součinitel průřezu pro nechráněné ocelové dílce $A_m/V$	3.0296e+02	1/m
Opravný součinitel pro efekt stínu $k_{sh}$	1.28	
Redukční součinitel pro mez kluzu $k_{y,\theta}$	1.00	
Redukční součinitel pro modul E $k_{E,\theta}$	1.00	
Jedn. posudek	0.71	-





## 11. Návrh a posouzení kotevních prvků :

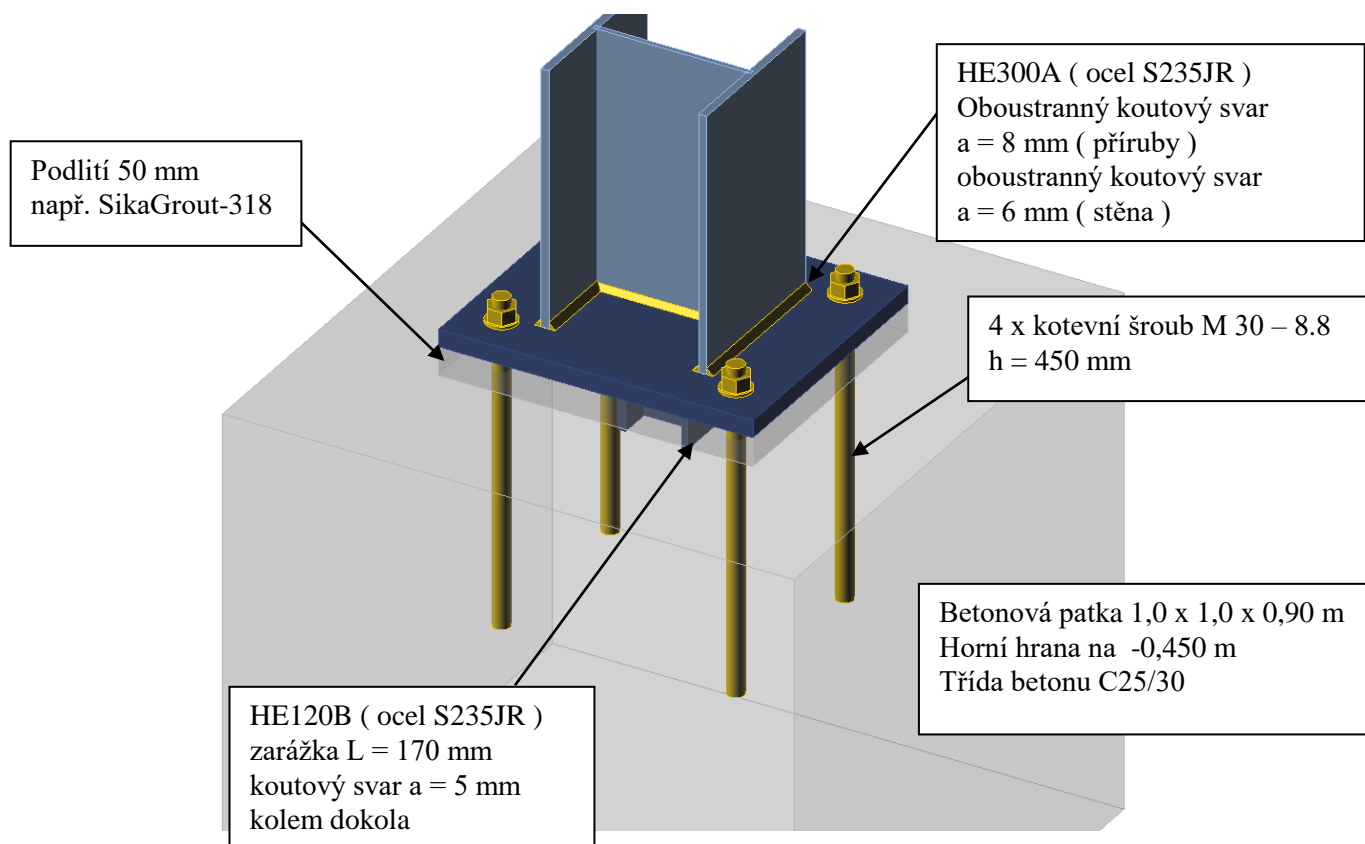
**Návrhové reakce pro sloupy „A1, A2,E1 a E2“ :**

## Lineární výpočet, Extrém : Globální

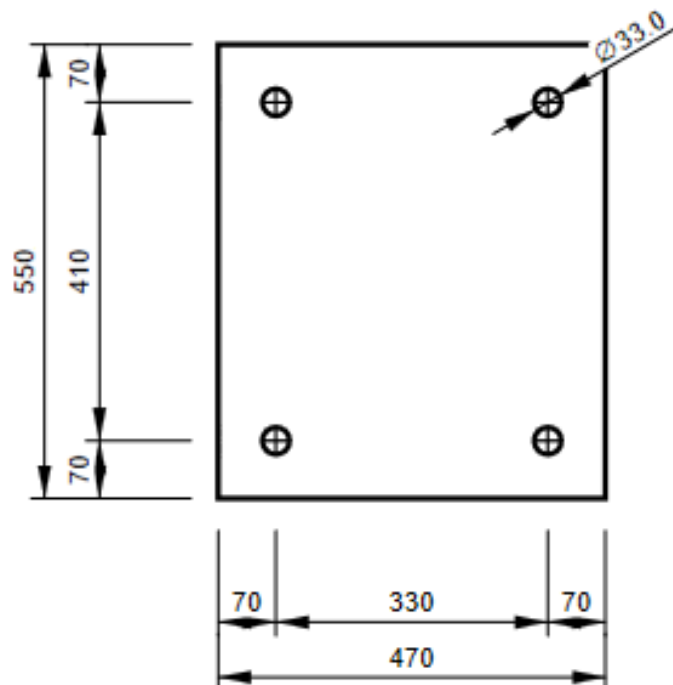
Výběr : Sn1..Sn4

Kombinace : MSÚ-Sada B (auto)

Podpora	Stav	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Sn4/N15	MSÚ-Sada B (auto)/2	<b>-33.20</b>	-45.40	177.72	0.00	-38.84	0.20
Sn3/N13	MSÚ-Sada B (auto)/2	<b>35.44</b>	-13.50	174.87	0.00	46.94	-0.03
Sn2/N3	MSÚ-Sada B (auto)/10	-21.36	<b>-47.18</b>	-58.35	0.00	-26.21	0.30
Sn2/N3	MSÚ-Sada B (auto)/11	-9.97	<b>46.04</b>	133.57	0.00	-12.84	-0.21
Sn2/N3	MSÚ-Sada B (auto)/12	-18.87	-47.16	<b>-79.34</b>	0.00	-21.42	0.29
Sn4/N15	MSÚ-Sada B (auto)/4	-31.21	-27.59	<b>202.68</b>	0.00	-44.90	0.11
Sn1/N1	MSÚ-Sada B (auto)/5	8.88	0.89	80.01	<b>0.00</b>	16.98	-0.02
Sn4/N15	MSÚ-Sada B (auto)/6	-31.78	-0.27	83.70	0.00	<b>-84.66</b>	0.13
Sn3/N13	MSÚ-Sada B (auto)/7	31.74	-0.04	83.04	0.00	<b>84.53</b>	-0.02
Sn4/N15	MSÚ-Sada B (auto)/1	-29.97	43.15	-25.62	0.00	-41.23	<b>-0.26</b>
Sn2/N3	MSÚ-Sada B (auto)/2	-22.34	-47.08	-49.57	0.00	-28.07	<b>0.31</b>



Pl. 30 x 470 – 550 mm ( ocel S235JR ) ---- platí i pro sloupy „A3 až A8, E3 až E8“



## Materiál

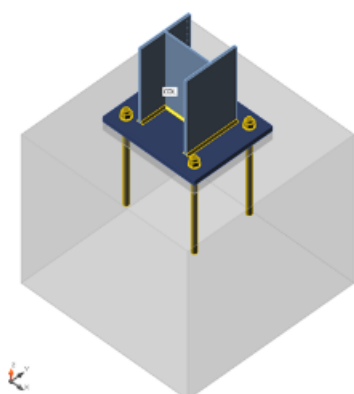
Ocel	S 235
Beton	C25/30

## Kotvení sloupů HE300 - A1, E1, A2, E2

Výpočet: Napětí, přetvoření/ zjednodušené zatížení

### Nosníky a sloup

Název	Průřez	$\beta$ - Směr [°]	$\gamma$ - Sklon [°]	$\alpha$ - Pootočení [°]	Odsazení ex [mm]	Odsazení ey [mm]	Odsazení ez [mm]	Síly v
COL	1 - CON1(HEA300)	0.0	-90.0	0.0	0	0	0	Uzel



### Materiál

Ocel	S 235 (EN)
Beton	C25/30 (EN)
Šrouby	M30 8.8

### Betonová patka

CB 1		
Rozměry	1000 x 1000	mm
Výška	900	mm
Kotva	M30 8.8	
Kotevní délka	450	mm
Přenos smykové síly	Smyková záložka	
Průřez smykové záložky	HEB120	
Délka smykové záložky	170	mm
Podlití	50	mm

### Účinky zatížení (rovnováha není požadována)

Název	Prvek	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	COL	-178.0	45.0	33.0	0.0	-39.0	0.0
LE3	COL	-203.0	28.0	32.0	0.0	-45.0	0.0
LE4	COL	80.0	19.0	47.0	0.0	-21.5	0.0

### Souhrn

Název	Hodnota	Status
Výpočet	100.0%	OK
Plech	0.0 < 5%	OK
Kotvy	21.2 < 100%	OK
Svary	67.7 < 100%	OK
Betonový blok	31.6 < 100%	OK
Smyk	31.3 < 100%	OK
Boulení	28.76	

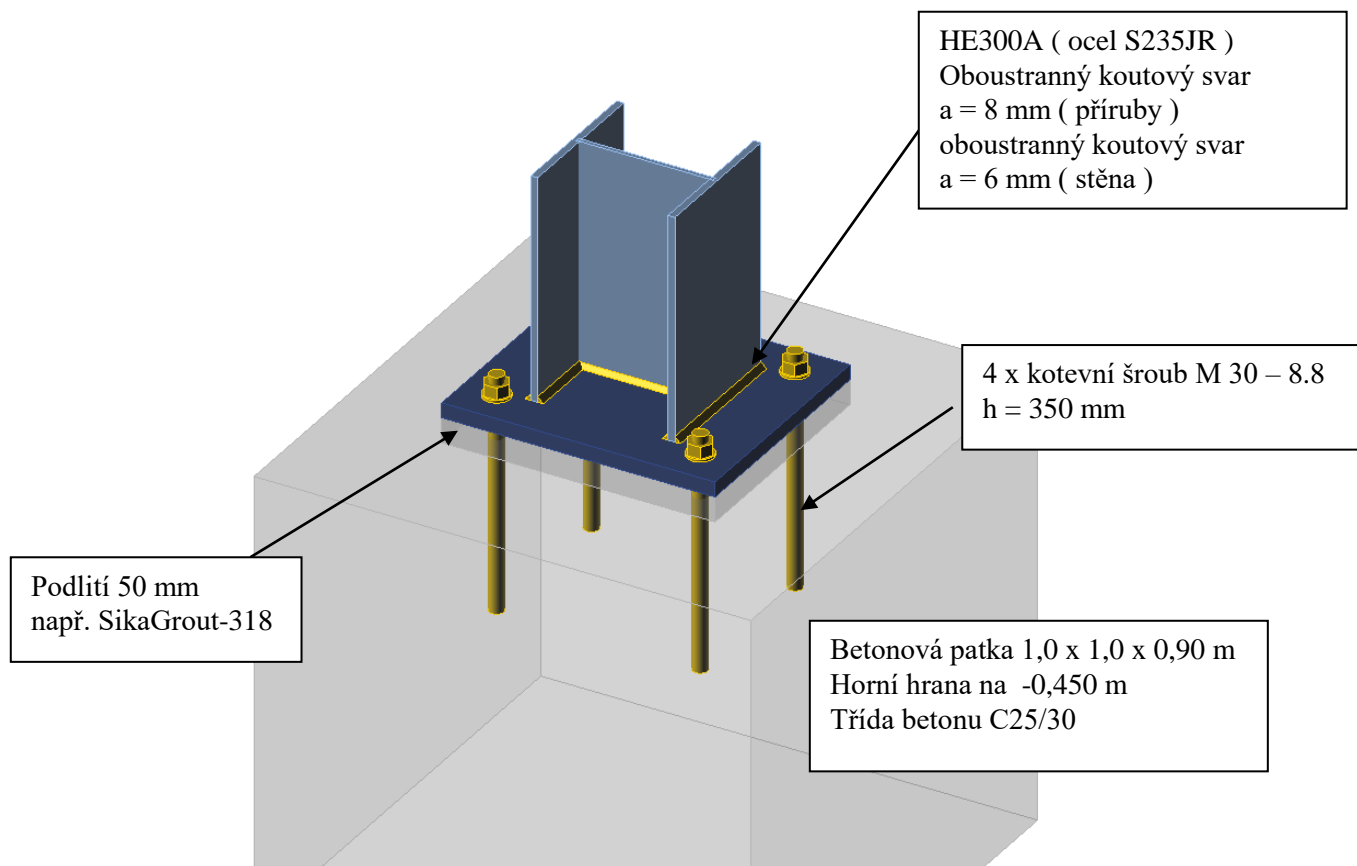
### Návrhové reakce pro sloupky „A3 až A8 a E3 až E8“ :

Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : Sn5..Sn16

Kombinace : MSÚ-Sada B (auto)

Podpora	Stav	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Sn14/N70	MSÚ-Sada B (auto)/1	<b>-33.17</b>	0.37	73.31	0.00	-38.99	-0.62
Sn13/N68	MSÚ-Sada B (auto)/1	<b>35.19</b>	6.37	74.08	0.00	46.54	0.53
Sn15/N79	MSÚ-Sada B (auto)/2	12.37	<b>-7.62</b>	50.21	0.00	17.50	-0.51
Sn15/N79	MSÚ-Sada B (auto)/3	18.95	<b>9.55</b>	20.74	0.00	21.53	0.51
Sn16/N81	MSÚ-Sada B (auto)/13	15.87	-3.85	<b>19.39</b>	0.00	40.10	-0.03
Sn11/N57	MSÚ-Sada B (auto)/14	21.42	-0.09	<b>179.85</b>	0.00	41.06	0.00
Sn5/N24	MSÚ-Sada B (auto)/5	14.36	-0.12	120.65	<b>0.00</b>	27.47	0.00
Sn12/N59	MSÚ-Sada B (auto)/6	-31.76	-0.19	81.40	0.00	<b>-84.61</b>	0.00
Sn13/N68	MSÚ-Sada B (auto)/7	31.77	-0.25	81.40	0.00	<b>84.56</b>	0.01
Sn6/N26	MSÚ-Sada B (auto)/8	-26.30	0.08	60.09	0.00	-30.36	<b>-0.67</b>
Sn6/N26	MSÚ-Sada B (auto)/9	-25.53	0.00	35.48	0.00	-32.74	<b>0.66</b>



## Materiál

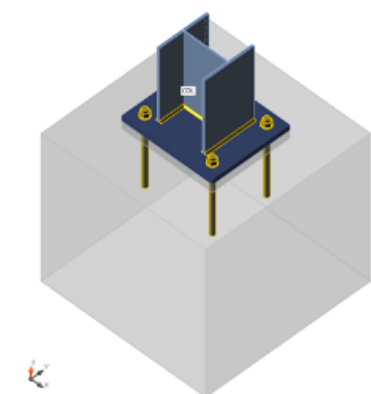
Ocel	S 235
Beton	C25/30

## Kotvení sloupů HE300A - A3 až A8, E3 až E8

Výpočet: Napětí, přetvoření/ zjednodušené zatížení

### Nosníky a sloupy

Název	Průřez	$\beta$ - Směr [°]	$\gamma$ - Sklon [°]	$\alpha$ - Pootočení [°]	Odsazení ex [mm]	Odsazení ey [mm]	Odsazení ez [mm]	Síly v
COL	1 - CON1(HEA300)	0.0	-90.0	0.0	0	0	0	Uzel



### Materiál

Ocel	S 235 (EN)
Beton	C25/30 (EN)
Šrouby	M30 8.8

### Betonová patka

CB 1		
Rozměry	1000 x 1000	mm
Výška	900	mm
Kotva	M30 8.8	
Kotevní délka	350	mm
Přenos smykové síly	Kotevní šrouby	
Podlití	50	mm

### Účinky zatížení (rovnováha není požadována)

Název	Prvek	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	COL	-180.0	0.0	22.0	0.0	-42.0	0.0
LE2	COL	-20.0	4.0	16.0	0.0	-40.0	0.0
LE3	COL	-82.0	0.0	32.0	0.0	-85.0	0.0

### Souhrn

Název	Hodnota	Status
Výpočet	100.0%	OK
Plech	0.0 < 5%	OK
Kotvy	39.4 < 100%	OK
Svary	96.8 < 100%	OK
Betonový blok	19.9 < 100%	OK
Boulení	21.76	

### **Návrhové reakce pro sloupy „B1, C1, D1, B8, C8 a D8“ :**

Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : Sn17..Sn22

Kombinace : MSÚ-Sada B (auto)

Podpora	Stav	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]
Sn17/N101	MSÚ-Sada B (auto)/7	<b>0.00</b>	16.73	4.55
Sn17/N101	MSÚ-Sada B (auto)/15	<b>0.00</b>	22.87	3.96
Sn22/N98	MSÚ-Sada B (auto)/6	0.00	<b>-22.87</b>	4.55
Sn17/N101	MSÚ-Sada B (auto)/6	0.00	<b>22.87</b>	4.55
Sn17/N101	MSÚ-Sada B (auto)/16	0.00	0.00	<b>3.96</b>
Sn20/N96	MSÚ-Sada B (auto)/5	0.00	0.01	<b>5.35</b>



## Profis Anchor 2.8.5

www.hilti.com

Společnost:  
Projektant:  
Adresa:  
Telefon I fax:  
E-mail:

Strana: 1  
Projekt: Tělocvična Koblov  
Dílčí projekt / pozice č.:  
Datum: 29.11.2019

**Komentář uživatele:** Kotvení sloupů HE200A v čelních stěnách

## 1 Vstupní data

### Typ a velikost kotvy:

HIT-HY 200-A + HIT-Z M20

Efektivní kotvení hloubka:

$h_{ef, opt} = 100 \text{ mm}$  ( $h_{ef, limit} = 220 \text{ mm}$ )

Materiál:

DIN EN ISO 4042

Certifikát č.:

ETA 12/0006

Vydáný I Platný:

11.04.2019 | -

Posouzení:

Návrhová metoda ETAG 001, Příloha C (2010)

Distanční montáž:

bez upnutí (kotva); stupeň zadržení (kotevní deska): 2.00;  $e_s = 20 \text{ mm}$ ;  $t = 20 \text{ mm}$

Kotevní deska:

Hilti malta: , víceúčelová,  $f_{c, Grout} = 30.00 \text{ N/mm}^2$

Profil:

$I_x \times I_y \times t = 250 \text{ mm} \times 250 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$ ; (Doporučená tloušťka kotevní desky: nepočítána

Základní materiál:

IPBi/HEA profil, IPBi 220 / HE 220 A; ( $V \times \check{S} \times T \times T$ ) =  $210 \text{ mm} \times 220 \text{ mm} \times 7 \text{ mm} \times 11 \text{ mm}$

s tržlinami beton, C25/30,  $f_{c, cube} = 30.00 \text{ N/mm}^2$ ;  $h = 600 \text{ mm}$ , teplota krátkodobá/dlouhodobá: 40/24 °C

### Montáž:

**kotevní otvor vrtaný přiklepem, montážní podmínky: suché**

Výztuž:

Žádná výztuž nebo osová vzdálenost výztuže  $\geq 150 \text{ mm}$  (jakýkoliv  $\emptyset$ ) nebo  $\geq 100 \text{ mm}$  ( $\emptyset \leq 10 \text{ mm}$ )

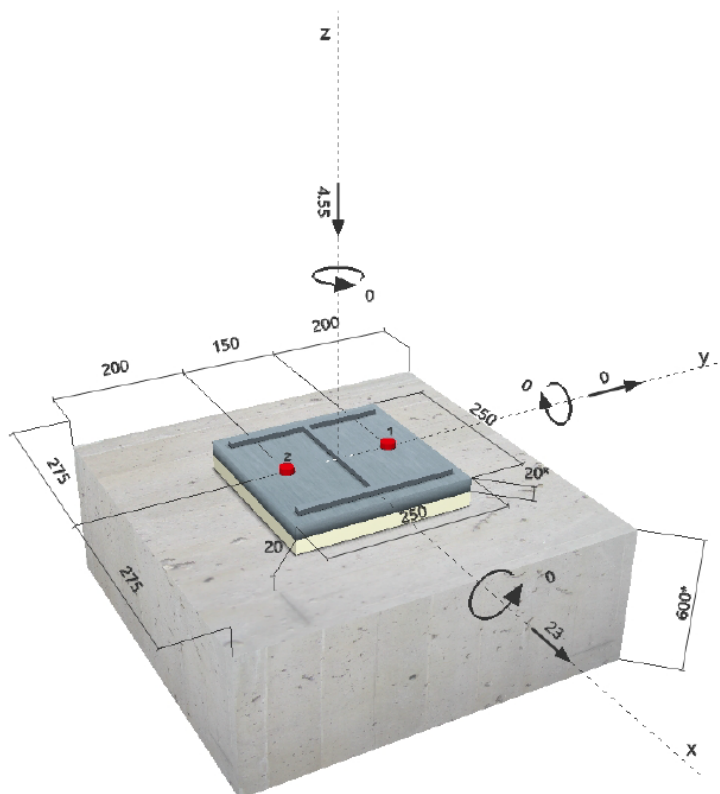
žádná podélná výztuž okraje



**SAFE-ET**

<sup>R</sup> - Uživatel je odpovědný za zajištění pevné patní desky pro zadanou tloušťku a příslušná řešení (výztuže atd.)

**Geometrie [mm] & Zatížení [kN, kNm]**







www.hilti.com

Profis Anchor 2.8.5

Společnost:

Strana: 3

Projektant:

Projekt: Tělocvična Koblov

Adresa:

Dílčí projekt / pozice č.:

Telefon I fax:

Datum: 29.11.2019

E-mail:

#### 4 Smykové zatížení (ETAG, Příloha C, bod 5.2.3)

	Zatížení [kN]	Únosnost [kN]	Využití $\beta_v$ [%]	Stav
Porušení oceli (bez distanční montáže)*	Není k dispozici	Není k dispozici	Není k dispozici	Není k dispozici
Porušení oceli (s distanční montáží)*	11.500	15.440	75	OK
Porušení vylomením betonu**	23.000	78.872	30	OK
Porušení okraje betonu ve směru x+**	23.000	25.106	92	OK

\* nejnepriznivější kotva \*\* skupina kotev (rovnocenné kotvy)

##### 4.1 Porušení oceli (s distanční montáží)

$l$ [mm]	$\alpha_M$			
40	2.00			
$N_{Sd} / N_{Rd,s}$	$1 - N_{Sd} / N_{Rd,s}$	$M_{Rk,s}^0$ [kNm]	$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 (1 - N_{Sd} / N_{Rd,s})$ [kNm]	
0.000	1.000	0.386	0.386	
$V_{Rk,s}^M = \alpha_M \cdot M_{Rk,s} / l$ [kN]	$\gamma_{Ms,b,v}$	$V_{Rd,s}^M$ [kN]	$V_{Sd}$ [kN]	
19.300	1.250	15.440	11.500	

##### 4.2 Porušení vylomením betonu

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor	
135 000	90 000	150	300	2.000	
$e_{c1,v}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,v}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,op}$ [kN]	$V_{Sd}$ [kN]		
39.436	1.500	78.872	23.000		

##### 4.3 Porušení okraje betonu ve směru x+

$l_f$ [mm]	$d_{nom}$ [mm]	$k_1$	$\alpha$	$\beta$	
100	20.0	1.700	0.060	0.059	
$c_1$ [mm]	$A_{c,v}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,v}^0$ [mm <sup>2</sup> ]			
275	226 875	340 313			
$\psi_{s,v}$	$\psi_{h,v}$	$\psi_{a,v}$	$e_{c,v}$ [mm]	$\psi_{ec,v}$	$\psi_{re,v}$
0.845	1.000	1.000	0	1.000	1.000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Sd}$ [kN]		
66.814	1.500	25.106	23.000		

#### 5 Posuny (nejvíce zatížená kotva)

Krátkodobé teplotní zatížení:

$N_{Sk}$	= 0.000 [kN]	$\delta_N$	= 0.000 [mm]
$V_{Sk}$	= 8.519 [kN]	$\delta_V$	= 0.341 [mm]
		$\delta_{NV}$	= 0.341 [mm]

Dlouhodobé teplotní zatížení:

$N_{Sk}$	= 0.000 [kN]	$\delta_N$	= 0.000 [mm]
$V_{Sk}$	= 8.519 [kN]	$\delta_V$	= 0.511 [mm]
		$\delta_{NV}$	= 0.511 [mm]

Poznámka: Posuny vlivem tahové síly jsou platné při poloviční hodnotě předepsaného utahovacího momentu pro bez trhlín betonu! Smykové posuny jsou platné za předpokladu žádného tření mezi betonem a kotevní deskou! Mezery mezi kotevní deskou a vrtaným kotevním otvorem a mezery mezi kotevní deskou a otvorem v kotevní desce nejsou v tomto výpočtu zahrnuty!

Přípustné posuny kotev závisí na připevňované konstrukci a musejí být definovány projektantem!



[www.hilti.com](http://www.hilti.com)

Společnost:

Projektant:

Adresa:

Telefon I fax:

E-mail:

Strana:

5

Projekt:

Dílčí projekt / pozice č.:

Datum:

Tělocvična Koblov

29.11.2019

## 7 Montážní pokyny

Kotevní deska, ocel: -

Profil: IPBi/HEA profil, IPBI 220 / HE 220 A; (V x Š x T x T) = 210 mm x 220 mm x 7 mm x 11 mm

Průměr otvoru v kotevní desce (osazení předem) :  $d_s = 22 \text{ mm}$

Průměr otvoru v kotevní desce (průvleková montáž) :  $d_s = 24 \text{ mm}$

Tloušťka kotevní desky (vstup): 20 mm

Doporučená tloušťka kotevní desky: nepočítána

Metoda vrtání: Vyvrtáno přiklepem

Čištění: čištění vyvrtaného kotevního otvoru není požadováno.

Typ a velikost kotvy: HIT-HY 200-A + HIT-Z M20

Utahovací moment: 0.150 kNm

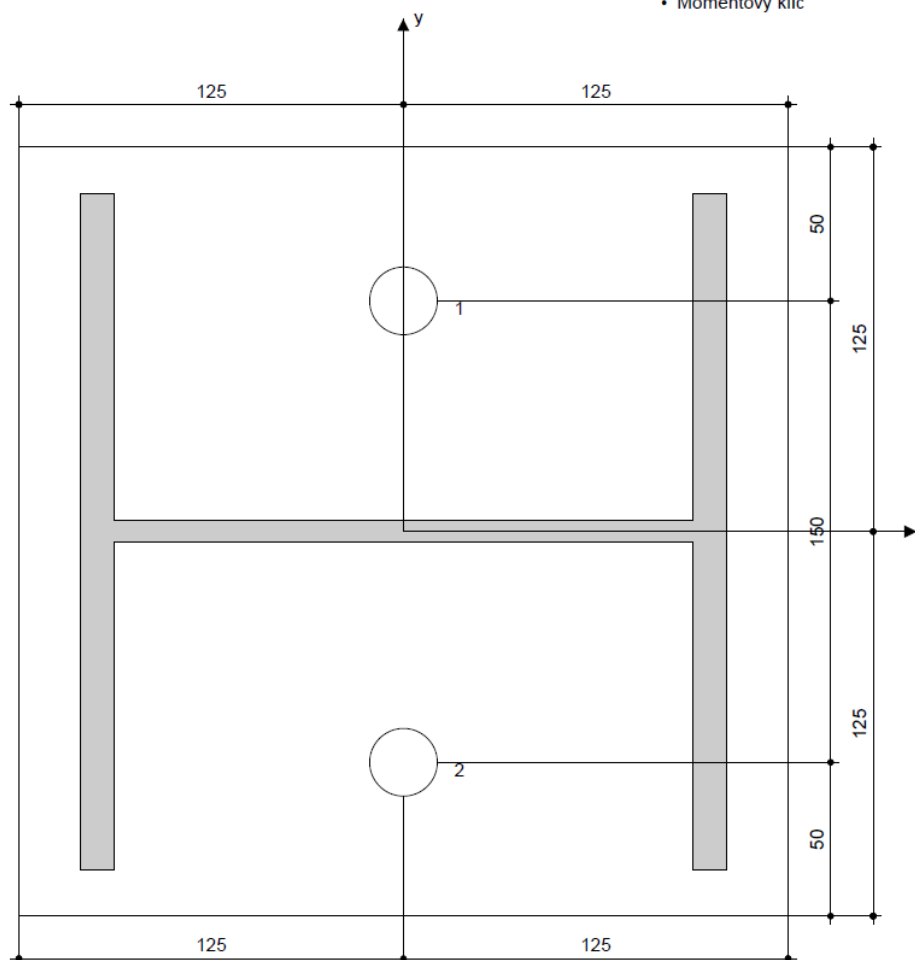
Průměr otvoru v základním materiálu: 22 mm

Hĺbka kotevního otvoru v základním materiálu: 156 mm

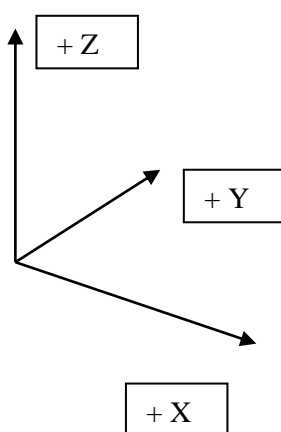
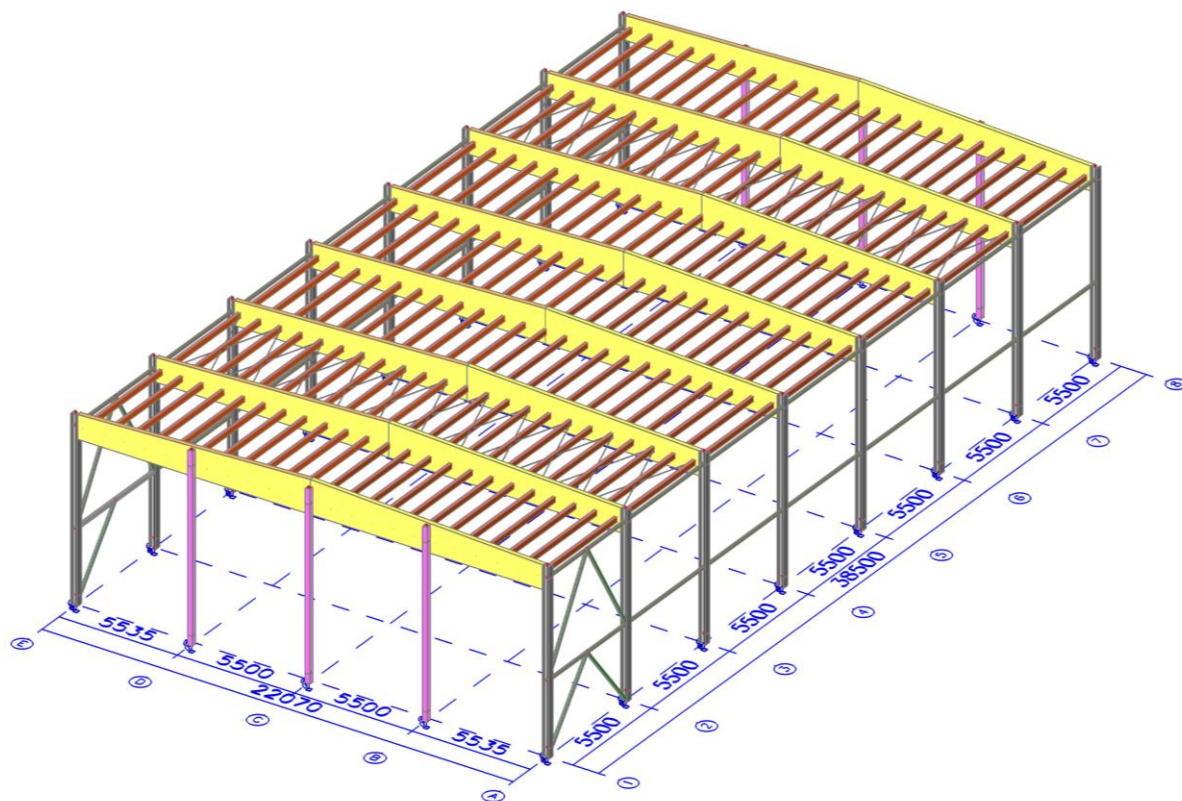
Minimální tloušťka základního materiálu: 200 mm

## 7.1 Doporučené příslušenství

Vrtání	Čištění	Osazení
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vhodná pro vrtací kladivo</li> <li>• Vrták správného průměru</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Příslušenství není požadováno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Výtlačovací přístroj včetně vodící kazety a směšovače</li> <li>• Momentový klíč</li> </ul>



## 12. Zatížení spodní stavby :



### Zatěžovací stavy – přehled :

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Spec	Směr
ZS1	Vlastní tíha	Stálé	SZ1	Vlastní tíha		-Z
ZS2	Stálé zatížení - střecha	Stálé	SZ1	Standard		
ZS3	Sníh - plný	Proměnné	SZ2 - sníh	Statické	Standard	
ZS4	Vítr + X	Proměnné	SZ3 - vítr	Statické	Standard	
ZS5	Vítr - X	Proměnné	SZ3 - vítr	Statické	Standard	
ZS6	Vítr + Y	Proměnné	SZ3 - vítr	Statické	Standard	
ZS7	Vítr - Y	Proměnné	SZ3 - vítr	Statické	Standard	

### Poznámka :

Při návrhu spodní stavby je nutné u všech hodnot ( v níže uvedených tabulkách ) změnit znaménka.

### Návrhové reakce pro sloupky „A1, A2,E1 a E2“ :

Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : Sn1...Sn4

Kombinace : MSÚ-Sada B (auto)

Podpora	Stav	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Sn4/N15	MSÚ-Sada B (auto)/2	<b>-33.20</b>	-45.40	177.72	0.00	-38.84	0.20
Sn3/N13	MSÚ-Sada B (auto)/2	<b>35.44</b>	-13.50	174.87	0.00	46.94	-0.03
Sn2/N3	MSÚ-Sada B (auto)/10	-21.36	<b>-47.18</b>	-58.35	0.00	-26.21	0.30
Sn2/N3	MSÚ-Sada B (auto)/11	-9.97	<b>46.04</b>	133.57	0.00	-12.84	-0.21
Sn2/N3	MSÚ-Sada B (auto)/12	-18.87	-47.16	<b>-79.34</b>	0.00	-21.42	0.29
Sn4/N15	MSÚ-Sada B (auto)/4	-31.21	-27.59	<b>202.68</b>	0.00	-44.90	0.11
Sn1/N1	MSÚ-Sada B (auto)/5	8.88	0.89	80.01	<b>0.00</b>	16.98	-0.02
Sn4/N15	MSÚ-Sada B (auto)/6	-31.78	-0.27	83.70	0.00	<b>-84.66</b>	0.13
Sn3/N13	MSÚ-Sada B (auto)/7	31.74	-0.04	83.04	0.00	<b>84.53</b>	-0.02
Sn4/N15	MSÚ-Sada B (auto)/1	-29.97	43.15	-25.62	0.00	-41.23	<b>-0.26</b>
Sn2/N3	MSÚ-Sada B (auto)/2	-22.34	-47.08	-49.57	0.00	-28.07	<b>0.31</b>

### Návrhové reakce pro sloupky „A3 až A8 a E3 až E8“ :

Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : Sn5..Sn16

Kombinace : MSÚ-Sada B (auto)

Podpora	Stav	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Sn14/N70	MSÚ-Sada B (auto)/1	<b>-33.17</b>	0.37	73.31	0.00	-38.99	-0.62
Sn13/N68	MSÚ-Sada B (auto)/1	<b>35.19</b>	6.37	74.08	0.00	46.54	0.53
Sn15/N79	MSÚ-Sada B (auto)/2	12.37	<b>-7.62</b>	50.21	0.00	17.50	-0.51
Sn15/N79	MSÚ-Sada B (auto)/3	18.95	<b>9.55</b>	20.74	0.00	21.53	0.51
Sn16/N81	MSÚ-Sada B (auto)/13	15.87	-3.85	<b>19.39</b>	0.00	40.10	-0.03
Sn11/N57	MSÚ-Sada B (auto)/14	21.42	-0.09	<b>179.85</b>	0.00	41.06	0.00
Sn5/N24	MSÚ-Sada B (auto)/5	14.36	-0.12	120.65	<b>0.00</b>	27.47	0.00
Sn12/N59	MSÚ-Sada B (auto)/6	-31.76	-0.19	81.40	0.00	<b>-84.61</b>	0.00
Sn13/N68	MSÚ-Sada B (auto)/7	31.77	-0.25	81.40	0.00	<b>84.56</b>	0.01
Sn6/N26	MSÚ-Sada B (auto)/8	-26.30	0.08	60.09	0.00	-30.36	<b>-0.67</b>
Sn6/N26	MSÚ-Sada B (auto)/9	-25.53	0.00	35.48	0.00	-32.74	<b>0.66</b>

### Návrhové reakce pro sloupky „B1, C1, D1, B8, C8 a D8“ :

Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : Sn17..Sn22

Kombinace : MSÚ-Sada B (auto)

Podpora	Stav	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]
Sn17/N101	MSÚ-Sada B (auto)/7	<b>0.00</b>	16.73	4.55
Sn17/N101	MSÚ-Sada B (auto)/15	<b>0.00</b>	22.87	3.96
Sn22/N98	MSÚ-Sada B (auto)/6	0.00	<b>-22.87</b>	4.55
Sn17/N101	MSÚ-Sada B (auto)/6	0.00	<b>22.87</b>	4.55
Sn17/N101	MSÚ-Sada B (auto)/16	0.00	0.00	<b>3.96</b>
Sn20/N96	MSÚ-Sada B (auto)/5	0.00	0.01	<b>5.35</b>