

STATICKÝ VÝPOČET

NOSNÝCH KONSTRUKCÍ

Autodílna - SAKO Brno, a.s., Černovická 15

Stavba : Autodílna - SAKO Brno, a.s., Černovická 15

Část : Stavebně konstrukční část

Stupeň : DPS

Investor : SAKO Brno, a.s., Jedovnická 4147/2, 628 00 Brno-Židenice

Vypracoval: Ing. Jiří Crhán

Normy :

Eurokód 1: ČSN EN 1991 Zatížení konstrukcí-

Část 1-1: Obecné zatížení-Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pro pozemní stavby

Část 1-3 : Obecná zatížení - Zatížení sněhem

Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem

Eurokód 2: ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí

Část 1.1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Eurokód 3: ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí.

Část 1-1 : Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Eurokód 7: ČSN EN 1997-1 Navrhování geotechnických konstrukcí

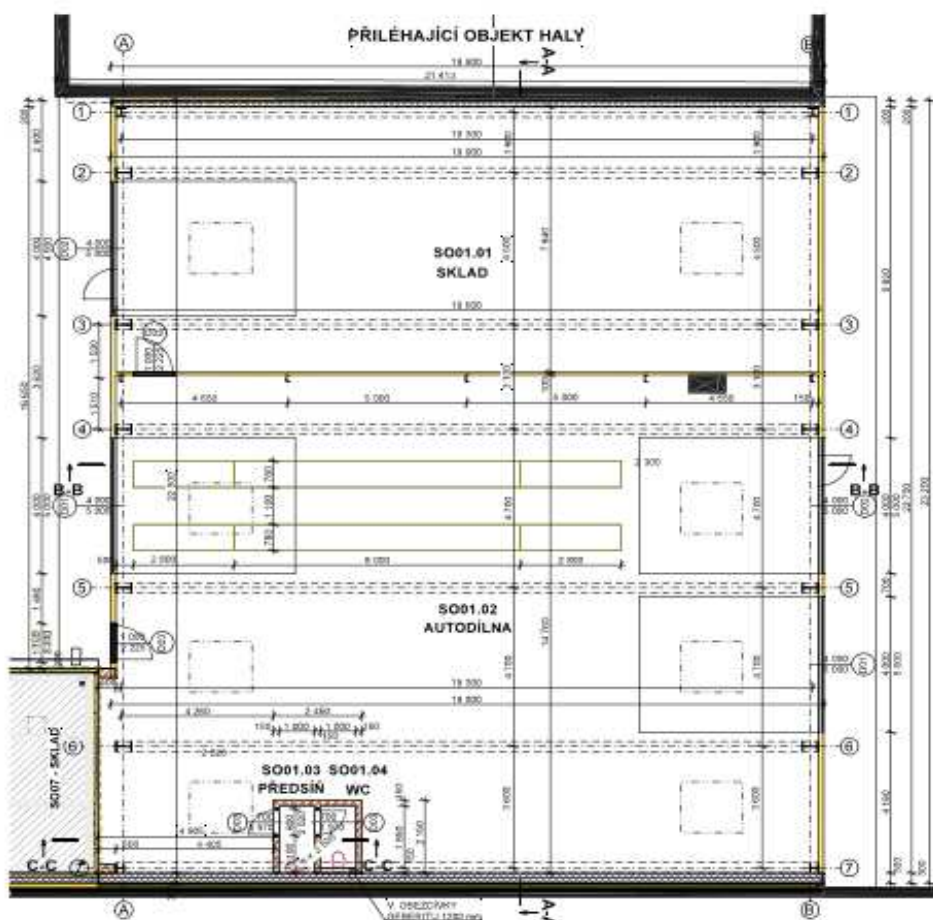
Část 1 : Obecná pravidla

ČSN 761001 Základová půda pod plošnými základy (neplatná)

Počítačový program :

IDA NEXIS 32 verze 3.100.121 - SCIA CZ. s.r.o. (www.scia.cz)

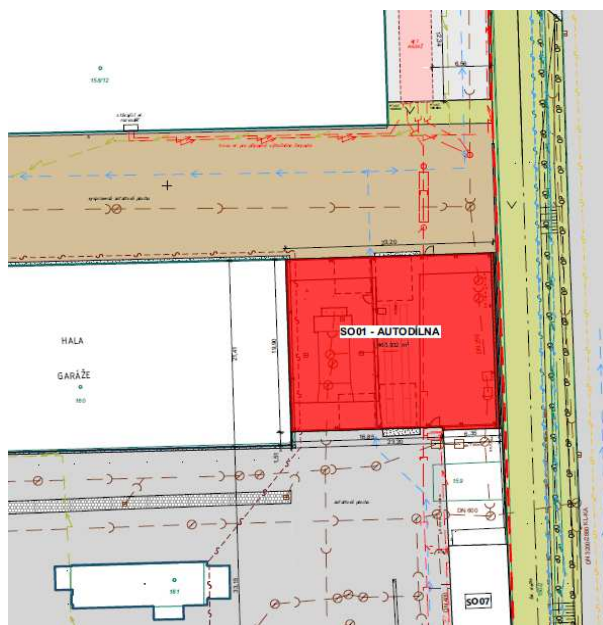
Podklady:



This architectural section drawing illustrates the structural and spatial organization of a building facade. The drawing is oriented vertically, with a grid of numbered columns (1 through 7) running horizontally across the top. The vertical axis represents the building's height, with various floor levels and structural heights indicated by numerical values (e.g., +10.000, +10.040, +10.080, +10.100, +10.120, +10.140, +10.160, +10.180, +10.200, +10.220, +10.240, +10.260, +10.280, +10.300, +10.320, +10.340, +10.360, +10.380, +10.400, +10.420, +10.440, +10.460, +10.480, +10.500, +10.520, +10.540, +10.560, +10.580, +10.600, +10.620, +10.640, +10.660, +10.680, +10.700, +10.720, +10.740, +10.760, +10.780, +10.800, +10.820, +10.840, +10.860, +10.880, +10.900, +10.920, +10.940, +10.960, +10.980, +11.000, +11.020, +11.040, +11.060, +11.080, +11.100, +11.120, +11.140, +11.160, +11.180, +11.200, +11.220, +11.240, +11.260, +11.280, +11.300, +11.320, +11.340, +11.360, +11.380, +11.400, +11.420, +11.440, +11.460, +11.480, +11.500, +11.520, +11.540, +11.560, +11.580, +11.600, +11.620, +11.640, +11.660, +11.680, +11.700, +11.720, +11.740, +11.760, +11.780, +11.800, +11.820, +11.840, +11.860, +11.880, +11.900, +11.920, +11.940, +11.960, +11.980, +12.000, +12.020, +12.040, +12.060, +12.080, +12.100, +12.120, +12.140, +12.160, +12.180, +12.200, +12.220, +12.240, +12.260, +12.280, +12.300, +12.320, +12.340, +12.360, +12.380, +12.400, +12.420, +12.440, +12.460, +12.480, +12.500, +12.520, +12.540, +12.560, +12.580, +12.600, +12.620, +12.640, +12.660, +12.680, +12.700, +12.720, +12.740, +12.760, +12.780, +12.800, +12.820, +12.840, +12.860, +12.880, +12.900, +12.920, +12.940, +12.960, +12.980, +13.000, +13.020, +13.040, +13.060, +13.080, +13.100, +13.120, +13.140, +13.160, +13.180, +13.200, +13.220, +13.240, +13.260, +13.280, +13.300, +13.320, +13.340, +13.360, +13.380, +13.400, +13.420, +13.440, +13.460, +13.480, +13.500, +13.520, +13.540, +13.560, +13.580, +13.600, +13.620, +13.640, +13.660, +13.680, +13.700, +13.720, +13.740, +13.760, +13.780, +13.800, +13.820, +13.840, +13.860, +13.880, +13.900, +13.920, +13.940, +13.960, +13.980, +14.000, +14.020, +14.040, +14.060, +14.080, +14.100, +14.120, +14.140, +14.160, +14.180, +14.200, +14.220, +14.240, +14.260, +14.280, +14.300, +14.320, +14.340, +14.360, +14.380, +14.400, +14.420, +14.440, +14.460, +14.480, +14.500, +14.520, +14.540, +14.560, +14.580, +14.600, +14.620, +14.640, +14.660, +14.680, +14.700, +14.720, +14.740, +14.760, +14.780, +14.800, +14.820, +14.840, +14.860, +14.880, +14.900, +14.920, +14.940, +14.960, +14.980, +15.000, +15.020, +15.040, +15.060, +15.080, +15.100, +15.120, +15.140, +15.160, +15.180, +15.200, +15.220, +15.240, +15.260, +15.280, +15.300, +15.320, +15.340, +15.360, +15.380, +15.400, +15.420, +15.440, +15.460, +15.480, +15.500, +15.520, +15.540, +15.560, +15.580, +15.600, +15.620, +15.640, +15.660, +15.680, +15.700, +15.720, +15.740, +15.760, +15.780, +15.800, +15.820, +15.840, +15.860, +15.880, +15.900, +15.920, +15.940, +15.960, +15.980, +16.000, +16.020, +16.040, +16.060, +16.080, +16.100, +16.120, +16.140, +16.160, +16.180, +16.200, +16.220, +16.240, +16.260, +16.280, +16.300, +16.320, +16.340, +16.360, +16.380, +16.400, +16.420, +16.440, +16.460, +16.480, +16.500, +16.520, +16.540, +16.560, +16.580, +16.600, +16.620, +16.640, +16.660, +16.680, +16.700, +16.720, +16.740, +16.760, +16.780, +16.800, +16.820, +16.840, +16.860, +16.880, +16.900, +16.920, +16.940, +16.960, +16.980, +17.000, +17.020, +17.040, +17.060, +17.080, +17.100, +17.120, +17.140, +17.160, +17.180, +17.200, +17.220, +17.240, +17.260, +17.280, +17.300, +17.320, +17.340, +17.360, +17.380, +17.400, +17.420, +17.440, +17.460, +17.480, +17.500, +17.520, +17.540, +17.560, +17.580, +17.600, +17.620, +17.640, +17.660, +17.680, +17.700, +17.720, +17.740, +17.760, +17.780, +17.800, +17.820, +17.840, +17.860, +17.880, +17.900, +17.920, +17.940, +17.960, +17.980, +18.000, +18.020, +18.040, +18.060, +18.080, +18.100, +18.120, +18.140, +18.160, +18.180, +18.200, +18.220, +18.240, +18.260, +18.280, +18.300, +18.320, +18.340, +18.360, +18.380, +18.400, +18.420, +18.440, +18.460, +18.480, +18.500, +18.520, +18.540, +18.560, +18.580, +18.600, +18.620, +18.640, +18.660, +18.680, +18.700, +18.720, +18.740, +18.760, +18.780, +18.800, +18.820, +18.840, +18.860, +18.880, +18.900, +18.920, +18.940, +18.960, +18.980, +19.000, +19.020, +19.040, +19.060, +19.080, +19.100, +19.120, +19.140, +19.160, +19.180, +19.200, +19.220, +19.240, +19.260, +19.280, +19.300, +19.320, +19.340, +19.360, +19.380, +19.400, +19.420, +19.440, +19.460, +19.480, +19.500, +19.520, +19.540, +19.560, +19.580, +19.600, +19.620, +19.640, +19.660, +19.680, +19.700, +19.720, +19.740, +19.760, +19.780, +19.800, +19.820, +19.840, +19.860, +19.880, +19.900, +19.920, +19.940, +19.960, +19.980, +20.000, +20.020, +20.040

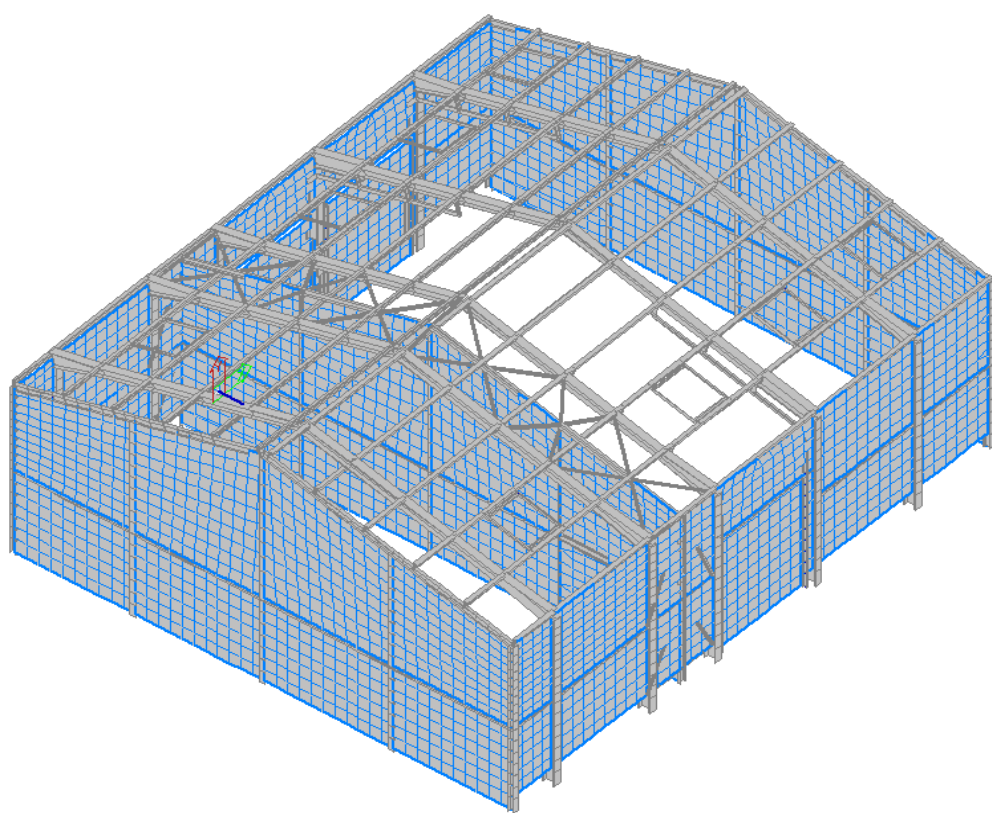
[illegible]

Technical drawing of a building section showing a gabled roof structure. The drawing includes dimensions for the roof height (18.000), eave height (17.200), and internal clear height (16.000). It also shows the width of the building (10.000) and the location of structural elements like columns and beams. The drawing is labeled with '1:100' and '1:200' scales.



Ocelová konstrukce je navržena s požární odolností 15 minut.

Výpočtový model:



Zatížení

Charakteristické zatížení

S1 stálé zatížení střecha

Sendvičový panel MV 200 mm	0,31 kN/m ²	$\gamma_F=1,35$
Panely FVE	0,45 kN/m ²	$\gamma_F=1,35$
protipožární SDK	0,25 kN/m ²	$\gamma_F=1,35$
vlastní váha konstrukce generovaná programem		
Celkem =	1,01 kN/m ²	

Zatěžovací šířka	[m]	
qs1 =	4,7	4,75 kN/m
qs2 =	5,1	5,15 kN/m
qs3 =	4,625	4,67 kN/m
qs4 =	3,75	3,79 kN/m

S1 stálé zatížení stěny

Sendvičový panel MV 150 mm	0,26 kN/m ²	$\gamma_F=1,35$
----------------------------	------------------------	-----------------

Zatěžovací šířka	[m]	
qs1 =	4,7	1,20 kN/m
qs2 =	5,1	1,31 kN/m
qs3 =	4,625	1,18 kN/m
qs4 =	3,75	0,96 kN/m

vlastní váha konstrukce generovaná programem

Celkem = 0,26 kN/m²

Vrata	0,20 kN/m ²	$\gamma_F=1,35$
-------	------------------------	-----------------



I. Sněhová oblast	$\alpha =$	15 °
	$s_k =$	0,7 kN/m ²
	$\mu_1 =$	0,8
	$s =$	0,56 kN/m ²

Zatěžovací šířka	[m]	
$q_{s1} =$	2,0	1,12 kN/m
$q_{s2} =$	1,1	0,62 kN/m

Vítr podle ČSN EN 1991-1-4

Větrová oblast II

Rychlost větru

$$v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$$

$$v_b = C_{dir} * C_{season} * v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$$

$$K = 0,2$$

$$n = 0,5$$

$$p = 0,999$$

$$C_{prob} = ((1-K*\ln(-\ln(1-p)))/(1-K*\ln(-\ln(-\ln(0,98)))) = 0,843021$$

$$C_{dir} = 1$$

$$C_{season} = 1$$

Změna rychlosti v závislosti na výšce

Kategorie terénu III

$$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$$

$$z_0 = 0,3 \text{ m}$$

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

$$k_r = 0,19 * (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215389$$

$$z = 10,2 \text{ m}$$

$$c_r(z) = k_r * \ln(z/z_0) = 0,75954$$

$$c_o(z) = 1$$

$$v_m(z) = c_r(z) * c_o(z) * v_b = 18,98851 \text{ m/s}$$

$$k_l = 1$$

$$I_v(z) = k_l / (c_o(z) * \ln(z/z_0)) = 0,283578$$

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

$$q_p(z) = (1+7*I_v(z)) * 1/2 * \rho * v_m(z)^2 = 672,7 \text{ N/m}^2$$

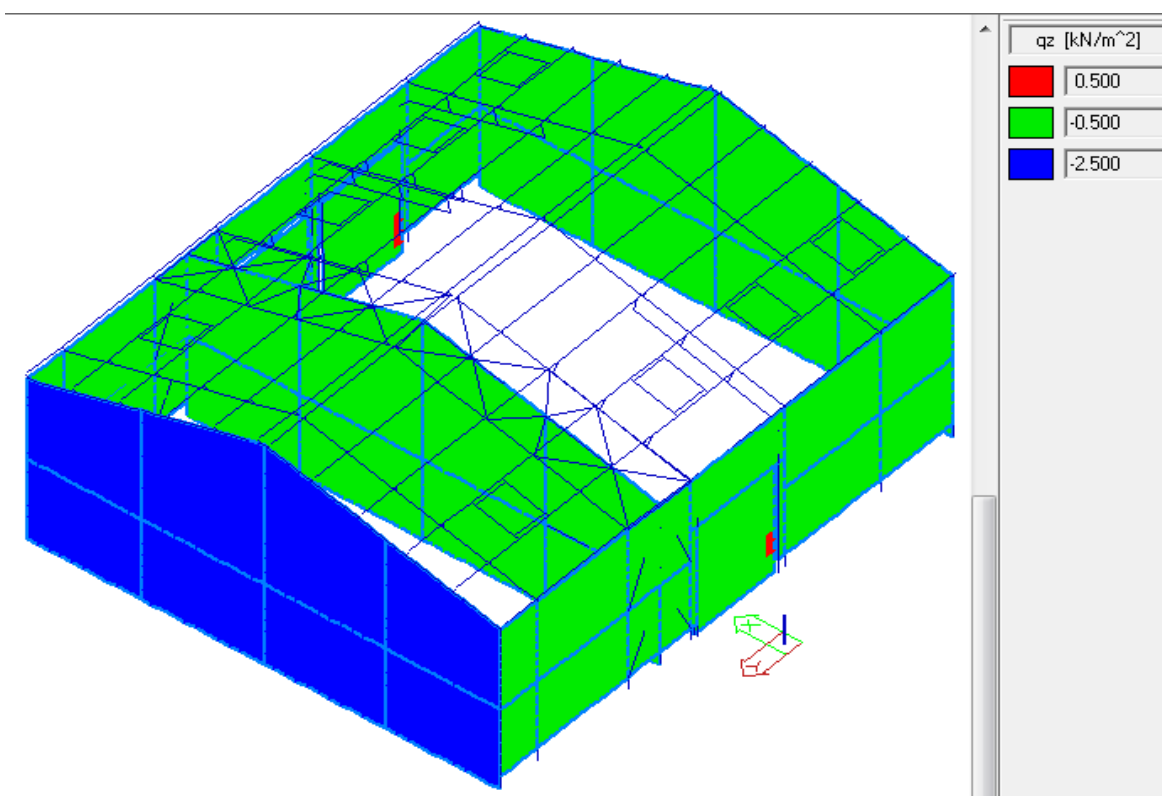
$$c_s c_d = 1,0$$

cp =	q _w [kN/m ²]	2,0	1,1
0,8	0,54	1,08	0,59
-0,5	-0,34	-0,67	-0,37
-0,6	-0,40	-0,81	-0,44

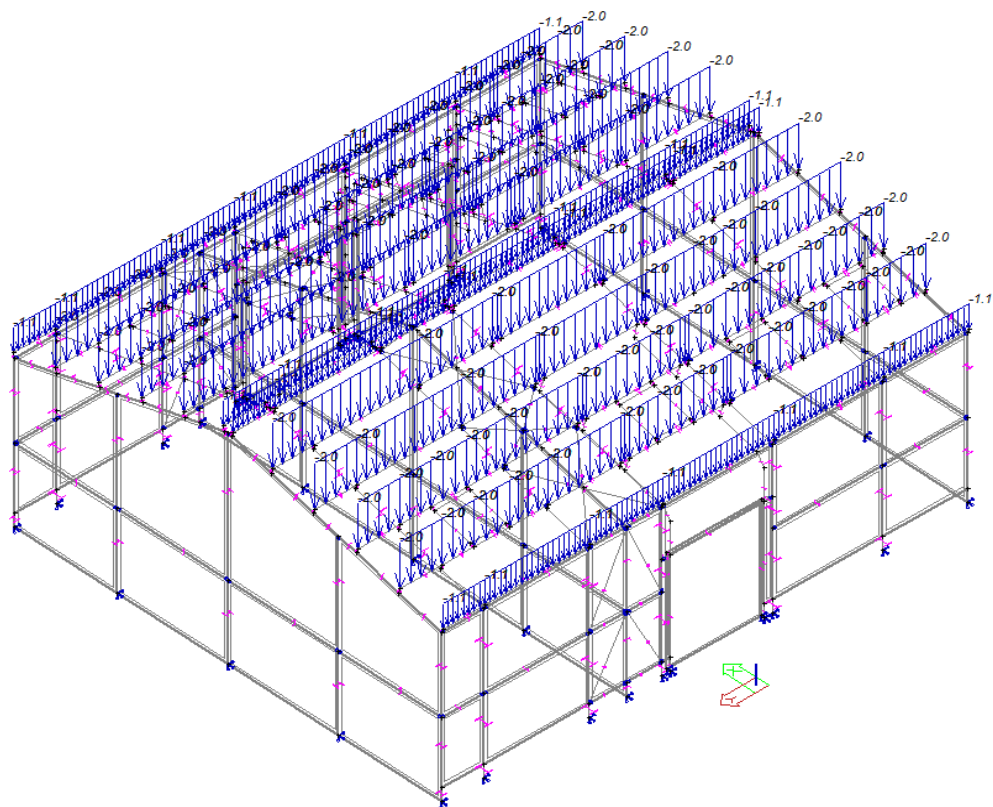
Zatěžovací stavy

Stav	Jméno	souč,	Popis
1	Vlastní tíha	1,35	Vlastní váha, Směr -Z
2	Vlastní tíha 2	1,35	Stálé - Zatížení
3	Sníh	1,5	Nahodilé - sníh Výběr,
4	Vítr - X	1,5	Nahodilé - Vítr Výběr,
5	Vítr - Y	1,5	Nahodilé - Vítr Výběr,

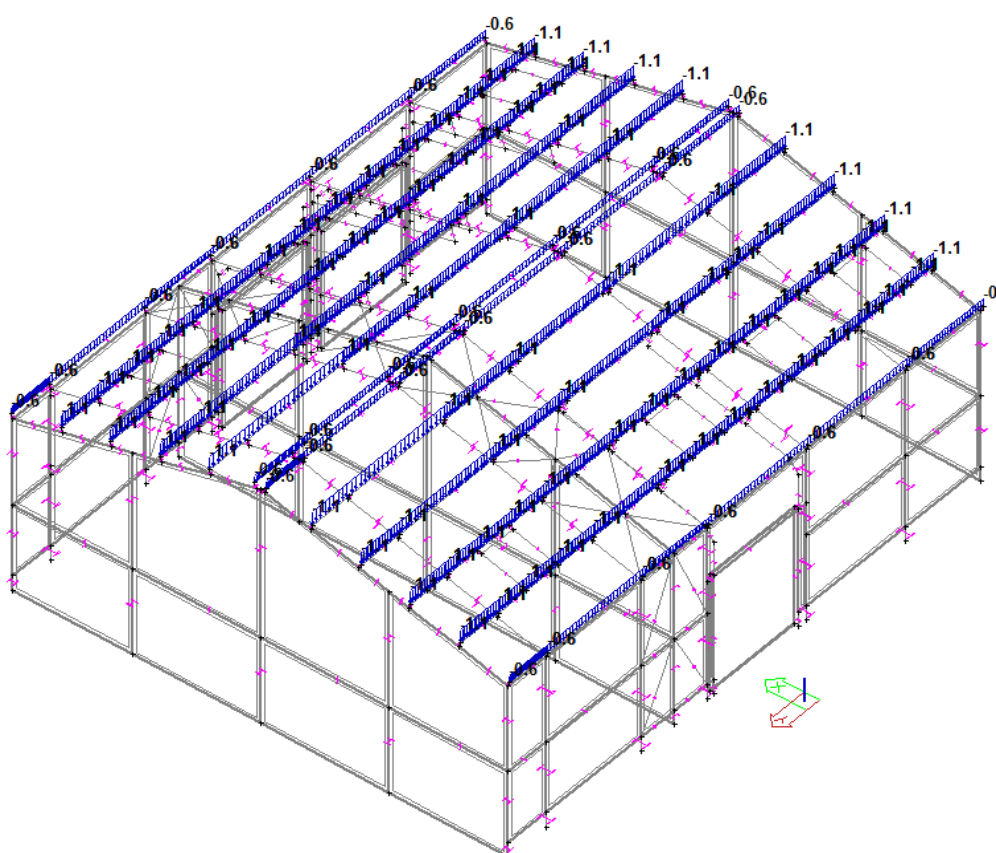
Zatěžovací stav 1 generováno programem ze zadaných profilů.



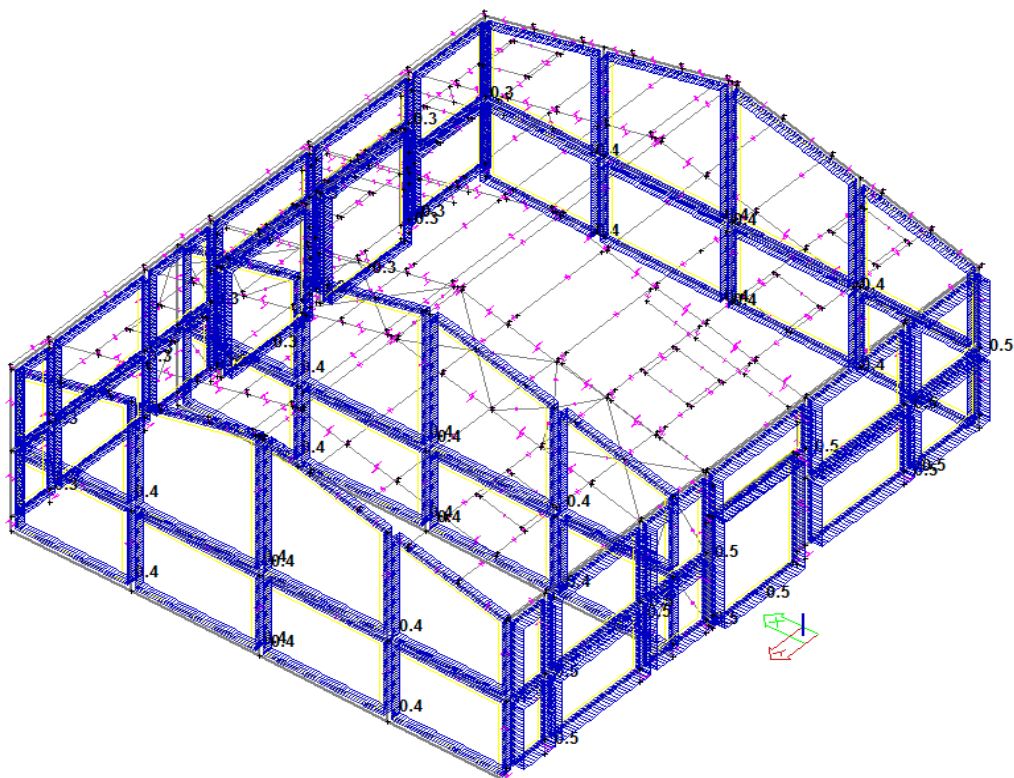
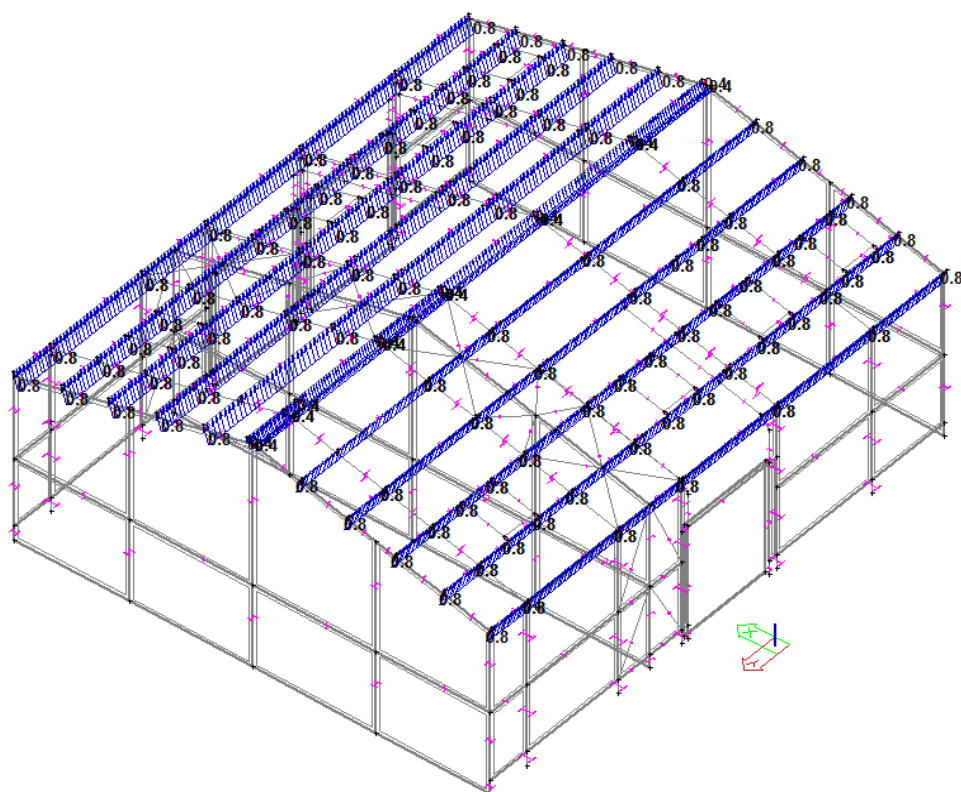
Zatěžovací stav 2 Vlastní tíha 2 včetně FVE



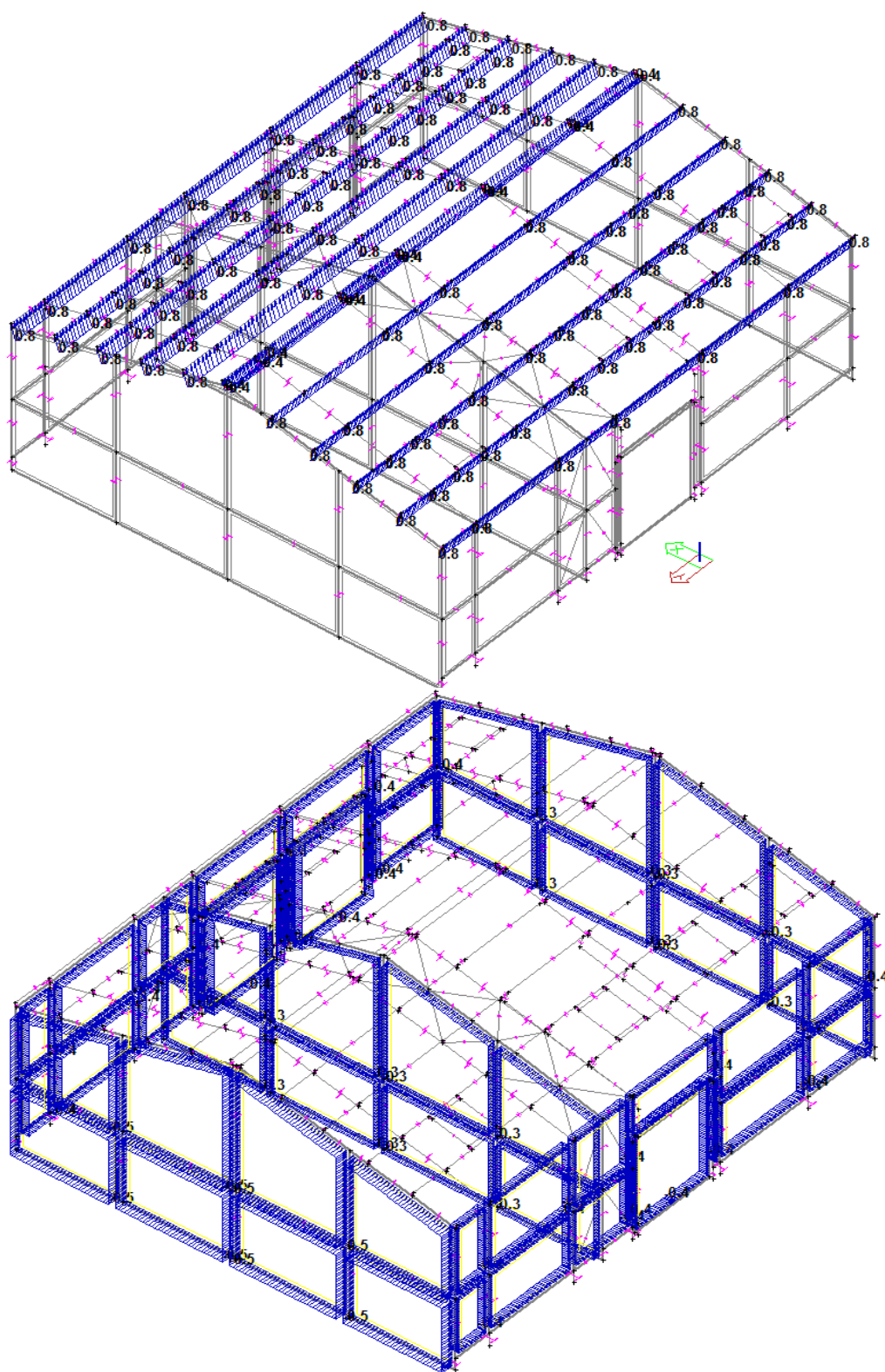
Zatěžovací stav 3 sníh



Zatěžovací stav 4 Vítr x



Zatěžovací stav 5 Vítr y



Kombinace

Základní pravidla pro generování kombinací na únosnost,

1 : $1,35 \cdot ZS1 / 1,35 \cdot ZS2 / 1,50 \cdot ZS4 / 1,50 \cdot ZS5$

2 : $1,35 \cdot ZS1 / 1,35 \cdot ZS2 / 1,50 \cdot ZS3$

3 : $1,35 \cdot ZS1 / 1,35 \cdot ZS2 / 1,05 \cdot ZS3 / 0,90 \cdot ZS4 / 0,90 \cdot ZS5$

Základní pravidla pro generování kombinací na použitelnost,

1 : $1,00 \cdot ZS3$

2 : $1,00 \cdot ZS4 / 1,00 \cdot ZS5$

Výpis nebezpečných kombinací na únosnost

1/ 1 : $+1,35 \cdot ZS1 + 1,35 \cdot ZS2$

2/ 2 : $+1,35 \cdot ZS1 + 1,35 \cdot ZS2 + 1,50 \cdot ZS3$

3/ 1 : $+1,35 \cdot ZS1 + 1,35 \cdot ZS2 + 1,50 \cdot ZS4$

4/ 1 : $+1,35 \cdot ZS1 + 1,35 \cdot ZS2 + 1,50 \cdot ZS5$

5/ 3 : $+1,35 \cdot ZS1 + 1,35 \cdot ZS2 + 1,05 \cdot ZS3 + 0,90 \cdot ZS4$

6/ 3 : $+1,35 \cdot ZS1 + 1,35 \cdot ZS2 + 1,05 \cdot ZS3 + 0,90 \cdot ZS5$

Výpis nebezpečných kombinací na použitelnost

2/ 1 : $+1,00 \cdot ZS3$

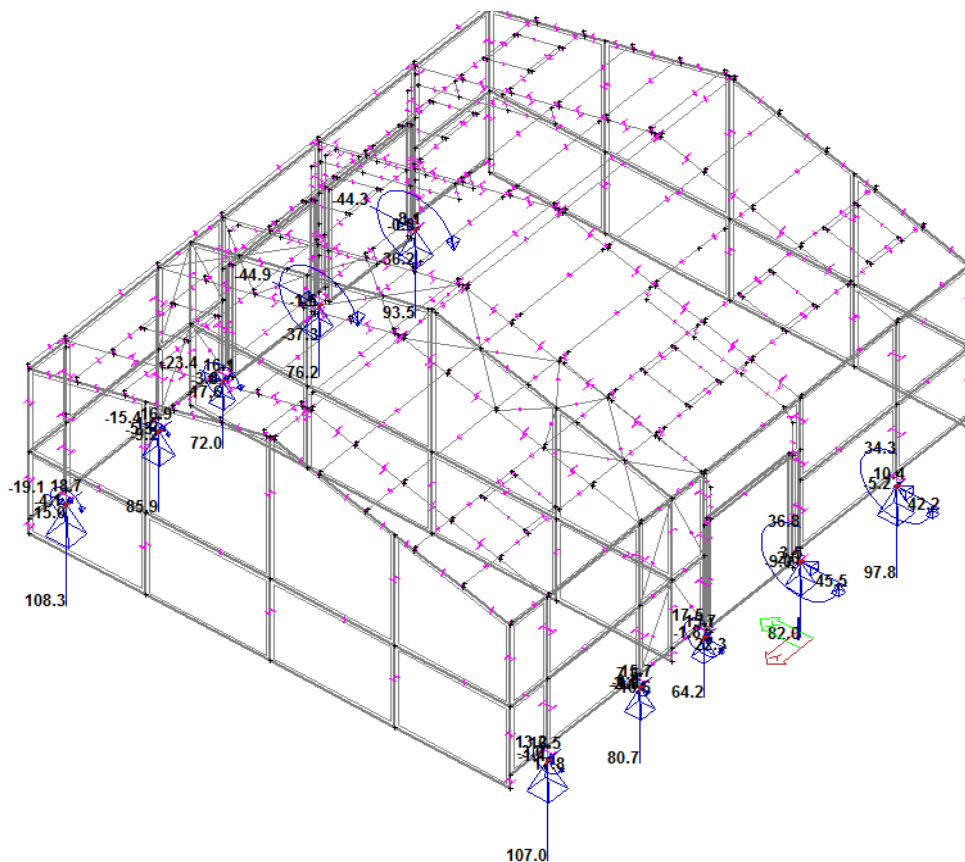
3/ 2 : $+1,00 \cdot ZS4$

4/ 2 : $+1,00 \cdot ZS5$

Suma zatížení a reakcí,

		[kN]		X	Y	Z
Zatěžovací stav	1	zatížení		0	0	-1131,7
		reakce v uzlech		0	0	1131,7
		reakce na liniích		0	0	0
		kontakt 1D		0	0	0
		kontakt 2D		0	0	0
Zatěžovací stav	2	zatížení		0	0	-421,1
		reakce v uzlech		0	0	421,1
		reakce na liniích		0	0	0
		kontakt 1D		0	0	0
		kontakt 2D		0	0	0
Zatěžovací stav	3	zatížení		0	0	-256,3
		reakce v uzlech		0	0	256,3
		reakce na liniích		0	0	0
		kontakt 1D		0	0	0
		kontakt 2D		0	0	0
Zatěžovací stav	4	zatížení		132	66,5	194,3
		reakce v uzlech		-132	-66,5	-194,3
		reakce na liniích		0	0	0
		kontakt 1D		0	0	0
		kontakt 2D		0	0	0
Zatěžovací stav	5	zatížení		1	-202,6	194,3
		reakce v uzlech		-1	202,6	-194,3
		reakce na liniích		0	0	0
		kontakt 1D		0	0	0
		kontakt 2D		0	0	0

Reakce



Reakce v podporách - hodnoty v uzlech, Globální extrém

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina uzlů :1,4,214,219,223,231,243,251

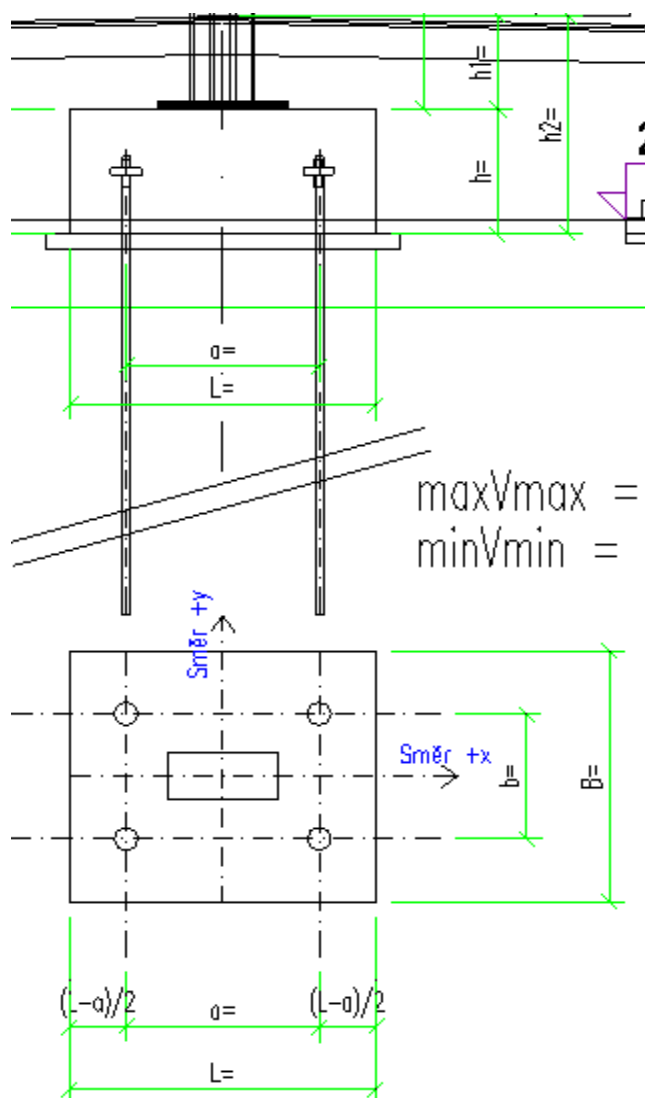
Skupina kombinací na únosnost :1/6

4 mikropiloty a = 1,0 m směr x
 b = 0,8 m směr y
 h = 0,9 m výška hlavice

uzel	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
192	45,51	-8,69	81,98	0	36,82	0
204	-44,92	-1,61	76,21	0	-35,64	0
409	-16,73	18,73	71,67	0	-9,65	0
	-18,6	0,04	108,3	0	-14,99	0
204	-39,51	-1,44	60,27	0	-37,27	0

	F1	F2	F3	F4
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
	68,22	-23,28	64,27	-13,51
	-11,11	56,18	-18,08	57,99
	18,44	40,81	-4,97	19,74
	24,32	42,96	11,19	42,92
	-13,79	50,67	-20,54	52,29
Max	68,22	56,18	64,27	57,99
Min	-13,79	-23,28	-20,54	-13,51

Patka na 4 mikropilotách



Charakteristiky zeminy:

$$\begin{aligned}\gamma_z &= 19 \text{ kN/m}^3 \\ \phi_{ef} &= 30^\circ & \gamma_M &= 1,4 & 0,523599 \\ \phi_{ef,d} &= 21,4^\circ & & & 0,373999\end{aligned}$$

uvažuje se zásyp hlavice hutněnou nesoudržnou zeminou

Pasivní tlak :

$$K_p = \tan^2(45 + \phi/2) = 2,15$$

$$\sigma_p = \gamma \cdot z \cdot K_p =$$

Rozměry hlavice (patky) podle obrázku (viz výše):

$$\begin{aligned}h_1 &= 0,300 \text{ m} \\ h_2 &= 1,200 \text{ m} \\ h &= h_2 - h_1 = 0,900 \text{ m} \\ a &= 1,000 \text{ m} \\ b &= 0,800 \text{ m} \\ c &= 0,150 \text{ m} \\ L &= a + 2 \cdot c = 1,300 \text{ m} \\ B &= b + 2 \cdot c = 1,100 \text{ m}\end{aligned}$$

Vlastní tíha hlavice :

$$\begin{aligned}\gamma_c &= 25 \text{ kN/m}^3 & \gamma_{M,sup} &= 1,35 & \gamma_{M,inf} &= 0,9 \\ Q &= L \cdot B \cdot h \cdot \gamma_c = 32,175 \text{ kN} & Q_{sup} &= 43,43625 \text{ kN} & Q_{inf} &= 28,9575 \text{ kN}\end{aligned}$$

Zatížení od konstrukce (návrhové) :

$$\begin{aligned}V_{max} &= R_z/4 + M_x/(2 \cdot b) + M_y/(2 \cdot a) = 68,22 \text{ kN} \\ V_{min} &= R_z/4 - M_x/(2 \cdot b) - M_y/(2 \cdot a) = -13,51\end{aligned}$$

Extremní zatížení na mikropilotu :

$$\begin{aligned}\max V_{max} &= V_{max} + Q_{sup}/4 = 79,08 \text{ kN} \\ \min V_{min} &= V_{min} + Q_{inf}/4 = -6,27 \text{ kN}\end{aligned}$$

Pasivní odpor :

$$\begin{aligned}\sigma_{p1} &= \gamma_z \cdot h_1 \cdot K_p = 12,26 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma_{p2} &= \gamma_z \cdot h_2 \cdot K_p = 49,05 \text{ kN/m}^2 \\ S_p &= (\sigma_{p1} + \sigma_{p2})/2 = 30,66 \text{ kN/m}^2 \\ H_x &= B \cdot h \cdot S_p = 30,35 \text{ kN} \\ H_y &= L \cdot h \cdot S_p = 35,87 \text{ kN}\end{aligned}$$

Typ zeminy F

$d_k = 0,12 \text{ m}$

$D = 0,168 \text{ m}$

$\gamma_m = 1,5$

$\gamma_p = 0,9$

Popis geologie

i =	Di	Li	q_{ski}	$Di \cdot L_i \cdot q_{ski}$	
1	0,1	1,5	80	12,0	F6
2	0,168	1,5	100	25,2	F6
3	0,168	0,5	120	10,1	F6

$L = 3,5 \text{ m}$ 47,3

$N_w = \pi \cdot \Sigma [D_i \cdot L_i \cdot q_{ski}] \cdot \gamma_p / \gamma_m = 89,1 \text{ kN}$

Průřez: Tr $\Phi 70 \times 10$

$N_{Ed} = -79081,8 \text{ N}$

$D = 70$ $t = 10$ $d = 50 \text{ mm}$

Beton : C25/30 $f_{cd} = 16,7 \text{ MPa}$

$D_c = 168 \text{ mm}$

$A_s = 1885,0 \text{ mm}^2$ $A_c = 20282,1 \text{ mm}^2$

$N_{pl} = 385,2 \text{ kN}$

$I_y = 8,72 \text{E}+05 \text{ mm}^4$

$i_y = 2,15 \text{E}+01 \text{ mm}$

$W_{y,el} = 2,49 \text{E}+04 \text{ mm}^3$

$W_{y,pl} = 3,63 \text{E}+04 \text{ mm}^3$

$M_{pl} = 7,4 \text{ kNm}$

Materiál: S 235

$f_y = 235 \text{ Mpa}$ $\gamma_M = 1,15$

Vzpěrné délky:

$c_u = 4 \text{ kPa}$

$c = 70 \cdot c_u = 280 \text{ kPa/m}$

$n = \pi^4 \cdot V(c/E \cdot I_y) = 1,3$

$L_{Hw} = L/n = 2602,7 \text{ mm}$

$w_0 = L_{Hw}/300 = 8,7 \text{ mm}$

$\kappa_{pl} = 0,035$

$\delta_{pl} = \kappa_{pl} \cdot L_{Hw}/4 = 22,8 \text{ mm}$

$\max q_f = 10 \cdot c_u \cdot D_c = 6,72 \text{ kNm}$

$\mu = w_0/0,1/D_c = 0,516$

$M_B = \mu \cdot \max q_f \cdot L_k^2/4 = 5,88 \text{ kNm}$

$\max M = N_u \cdot (w_0 + \delta_{pl}) - M_B = 6,24 \text{ kNm}$

$I_y = 2602,7 \text{ mm}$

Návrhové únosnosti průřezu:

NRd= 723222 N My,Rd= 7,42E+06 Nmm
Vpl,Rd= 185328,4 N

Posouzení:

$(N_{Ed}/N_{Rd}) + (M_{yEd}/M_{yRd}) < 1$ = 0,95

Vsd/Vpl,Rd < 1 0,00

Vzpěr:

$\lambda_{y} = 1,288833 \quad \alpha_1 = 0,21$

$\Phi = 1,444873 \quad \chi_y = 0,476646$

Posouzení:

$N_{sd}/N_{rd} + 0,9 * M_{y,sd}/M_{y,Rd} < 1$ = 0,99

Details návrhu

Kotva

Systém	fischer Systém Superbond
Injektážní malta	FIS SB 390 S
Upevňovací element	Závitová tyč FIS A M 24 x 290 R, Korozivzdorná ocel, pevnostní třída A4-70
Kotevní hloubka	135 mm

Design data

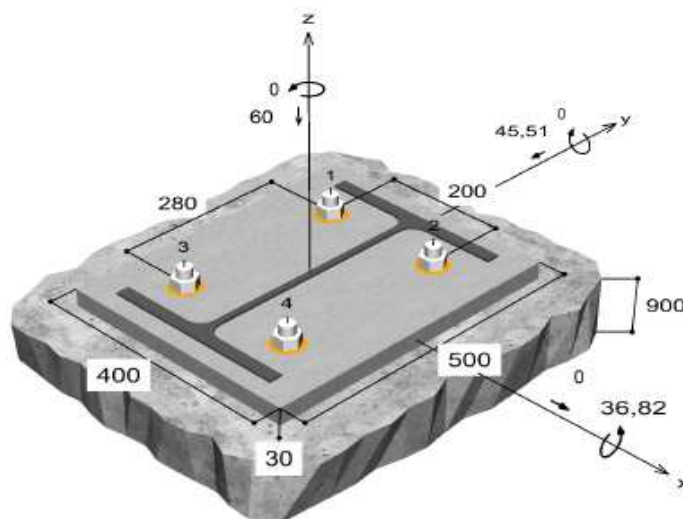
Popis dle výrobce



Geometrie / Zatížení

mm, kN, kNm

Hodnoty návrhového zatížení (včetně součinitele bezpečnosti pro zatížení)



Neodpovídá měřítku

Únosnost kombinace tahu a smyku.

Využití oceli

$$\beta_{N,s} = \beta_{N,s1} = 0,26 \leq 1$$
$$\beta_{V,s} = \beta_{V,s1} = 0,14 \leq 1$$
$$\beta_N^2 + \beta_V^2 = \beta_{N,s1}^2 + \beta_{V,s1}^2 = 0,09 \leq 1$$

Využití betonu

$$\beta_{N,c} = \beta_{N,c1} = 0,99 \leq 1$$
$$\beta_{V,cp} = \beta_{V,cp1} = 0,20 \leq 1$$
$$\frac{\beta_N + \beta_V}{1,2} = \frac{\beta_{N,c1} + \beta_{V,cp1}}{1,2} = 0,99 \leq 1$$



Zkouška úspěšná

Rovnice (5.9a)

Rovnice (5.9b)

Rovnice (5.10)

Rovnice (5.9a)

Rovnice (5.9b)

Rovnice (5.9c)

%%C70X%%

Podrobnosti kotevní desky

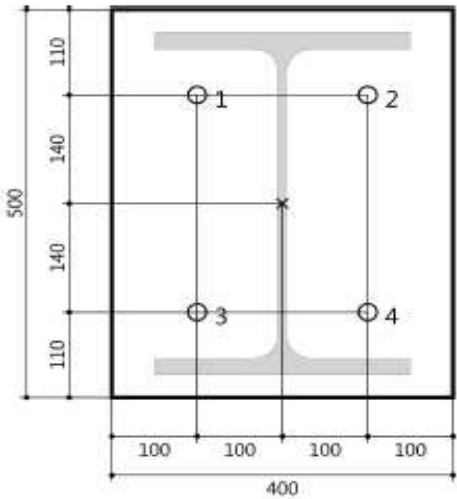
Materiál kotevní desky	Nedostupné
Tloušťka kotevní desky	t = 30 mm
Průměr otvoru v kotevní desce	d=30 mm

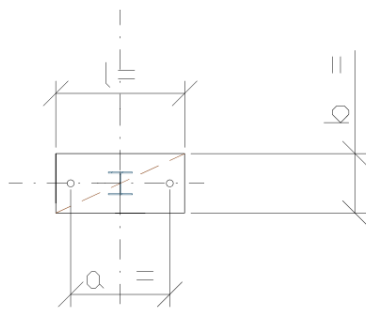
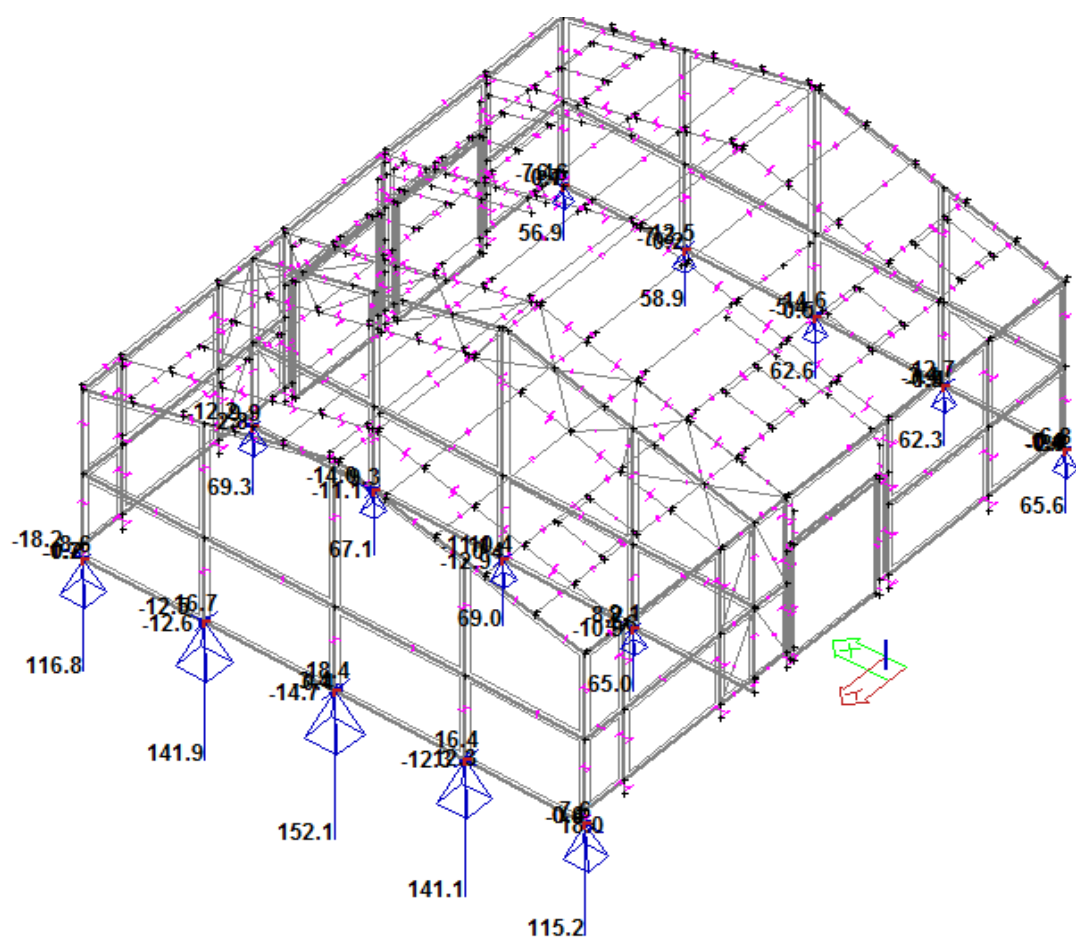
Přípevňovaná součást

Typ profilu	HEA 450
-------------	---------

Souřadnice kotvy

Kotva č.	x mm	y mm
1	-100	140
2	100	140
3	-100	-140
4	100	-140





Reakce v podporách - hodnoty v uzlech, Globální extrém

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina uzlů :1,4,214,219,223,231,243,251

Skupina kombinací na únosnost :1/6

2 mikropiloty	a =	1,0 m	směr x
	b =	0,6 m	
	h =	0,9 m	výška hlavice

uzel	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
94	18,04	7,58	85,33	0	-0,04	0
100	-18,2	8,64	80,93	0	0,08	0
409	-0,01	18,37	130,73	0	0	0
	0,36	-1,83	152,15	0	0	0
100	-15,37	-0,27	116,78	0	0,17	0

	F1	F2
	[kN]	[kN]
	58,90	26,43
	24,09	56,85
	65,36	65,37
	76,40	75,75
	44,56	72,22
Max	76,40	75,75
Min	24,09	26,43

Charakteristiky zeminy:

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

$$\phi_{ef} = 30^\circ \quad \gamma_M = 1,4 \quad 0,523599$$

$$\phi_{ef,d} = 21,4^\circ \quad 0,373999$$

uvažuje se zásyp hlavice hutněnou nesoudržnou zeminou

Pasivní tlak :

$$K_p = \tan^2(45 + \phi/2) = 2,15$$

$$\sigma_p = \gamma \cdot z \cdot K_p =$$

Rozměry hlavice (patky) podle obrázku (viz výše):

$$h_1 = 0,300 \text{ m}$$

$$h_2 = 1,200 \text{ m}$$

$$h = h_2 - h_1 = 0,900 \text{ m}$$

$$a = 1,000 \text{ m}$$

$$b = 0,800 \text{ m}$$

$$c = 0,150 \text{ m}$$

$$L = a + 2 \cdot c = 1,300 \text{ m}$$

$$B = b + 2 \cdot c = 1,100 \text{ m}$$

Vlastní tíha hlavice :

$$\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3 \quad \gamma_{M,\text{sup}} = 1,35 \quad \gamma_{M,\text{inf}} = 0,9$$

$$Q = L \cdot B \cdot h \cdot \gamma_c = 32,175 \text{ kN} \quad Q_{\text{sup}} = 43,43625 \text{ kN} \quad Q_{\text{inf}} = 28,9575 \text{ kN}$$

Zatížení od konstrukce (návrhové) :

$$V_{\text{max}} = R_z/4 + M_x/(2 \cdot b) + M_y/(2 \cdot a) = 76,40 \text{ kN}$$

$$V_{\text{min}} = R_z/4 - M_x/(2 \cdot b) - M_y/(2 \cdot a) = 24,09$$

Extremní zatížení na mikropilotu :

$$\max V_{\text{max}} = V_{\text{max}} + Q_{\text{sup}}/4 = 87,26 \text{ kN}$$

$$\min V_{\text{min}} = V_{\text{min}} + Q_{\text{inf}}/4 = 31,32 \text{ kN}$$

Pasivní odpor :

$$\sigma_{p1} = \gamma_z \cdot h_1 \cdot K_p = 12,26 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{p2} = \gamma_z \cdot h_2 \cdot K_p = 49,05 \text{ kN/m}^2$$

$$S_p = (\sigma_{p1} + \sigma_{p2})/2 = 30,66 \text{ kN/m}^2$$

$$H_x = B \cdot h \cdot S_p = 30,35 \text{ kN}$$

$$H_y = L \cdot h \cdot S_p = 35,87 \text{ kN}$$

Typ zeminy F

$$d_k = 0,12 \text{ m}$$

$$D = 0,168 \text{ m}$$

$$\gamma_m = 1,5$$

$$\gamma_p = 0,9$$

Popis geologie

i =	Di	Li	q _{ski}	Di * Li * q _{ski}	
1	0,1	1,5	80	12,0	F6
2	0,168	1	100	16,8	F6
3	0,168	1	120	20,2	F6

$$L = 3,5 \text{ m} \quad 49,0$$

$$N_w = \pi \cdot \Sigma [D_i \cdot L_i \cdot q_{ski}] \cdot \gamma_p / \gamma_m = 92,3 \text{ kN}$$

Průřez: Tr $\Phi 70 \times 10$

$$N_{Ed} = -87258,1 \text{ N}$$

D =	70	t =	10	d =	50	mm
Beton :	C25/30	f _{cd} =	16,7	MPa		
Dc =	168	mm				
As =	1885,0	mm ²	Ac =	20282,1	mm ²	
N _{pl} =	385,2	kN				
I _y =	8,72E+05	mm ⁴				
i _y =	2,15E+01	mm				
W _{y,el} =	2,49E+04	mm ³				
W _{y,pl} =	3,63E+04	mm ³				
M _{pl} =	7,4	kNm				

Materiál: S 235

$f_y = 235 \text{ Mpa}$ $\gamma_M = 1,15$

Vzpěrné délky:

$c_u = 4 \text{ kPa}$

$c = 70 * c_u = 280 \text{ kPa/m}$

$n = \pi^4 * V(c/E * I_y) = 1,3$

$L_{Hw} = L/n = 2602,7 \text{ mm}$

$w_0 = L_{Hw}/300 = 8,7 \text{ mm}$

$\kappa_{pl} = 0,035$

$\delta_{pl} = \kappa_{pl} * L_{Hw}/4 = 22,8 \text{ mm}$

$\max q_f = 10 * c_u * D_c = 6,72 \text{ kNm}$

$\mu = w_0/0,1/D_c = 0,516$

$M_B = \mu * \max q_f * L_k^2/4 = 5,88 \text{ kNm}$

$\max M = N_u * (w_0 + \delta_{pl}) - M_B = 6,24 \text{ kNm}$

$l_y = 2602,7 \text{ mm}$

Návrhové únosnosti průřezu:

$N_{Rd} = 723222 \text{ N}$ $M_{y,Rd} = 7,42E+06 \text{ Nmm}$

$V_{pl,Rd} = 185328,4 \text{ N}$

Posouzení:

$(N_{Ed}/N_{Rd}) + (M_{yEd}/M_{yRd}) < 1$ $= 0,96$

$V_{sd}/V_{pl,Rd} < 1$ $0,00$

Vzpěr:

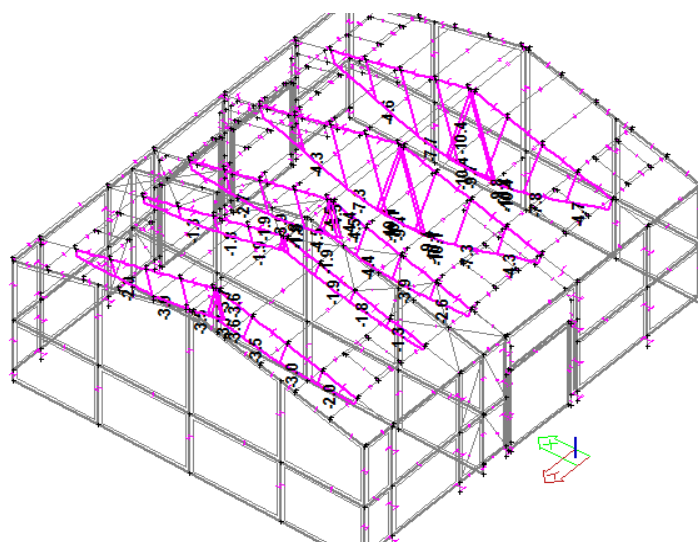
$\lambda_{y} = 1,288833$ $\alpha_1 = 0,21$

$\Phi = 1,444873$ $\chi_y = 0,476646$

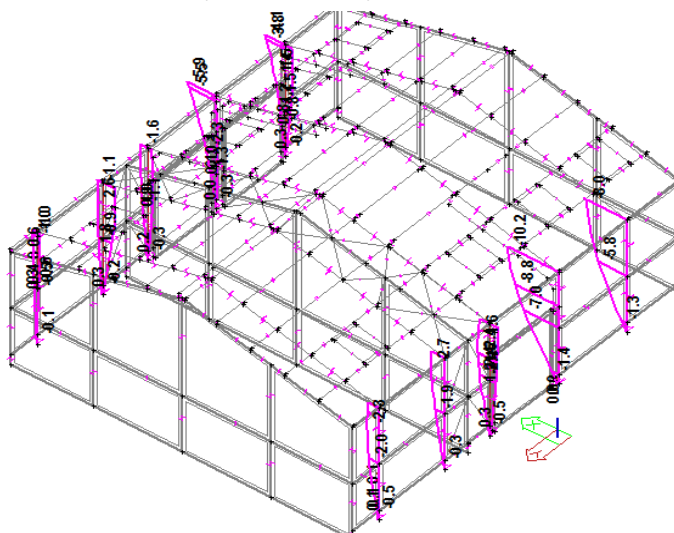
Posouzení:

$N_{sd}/N_{rd} + 0,9 * M_{ysd}/M_{y,Rd} < 1$ $= 1,01$

Deformace :



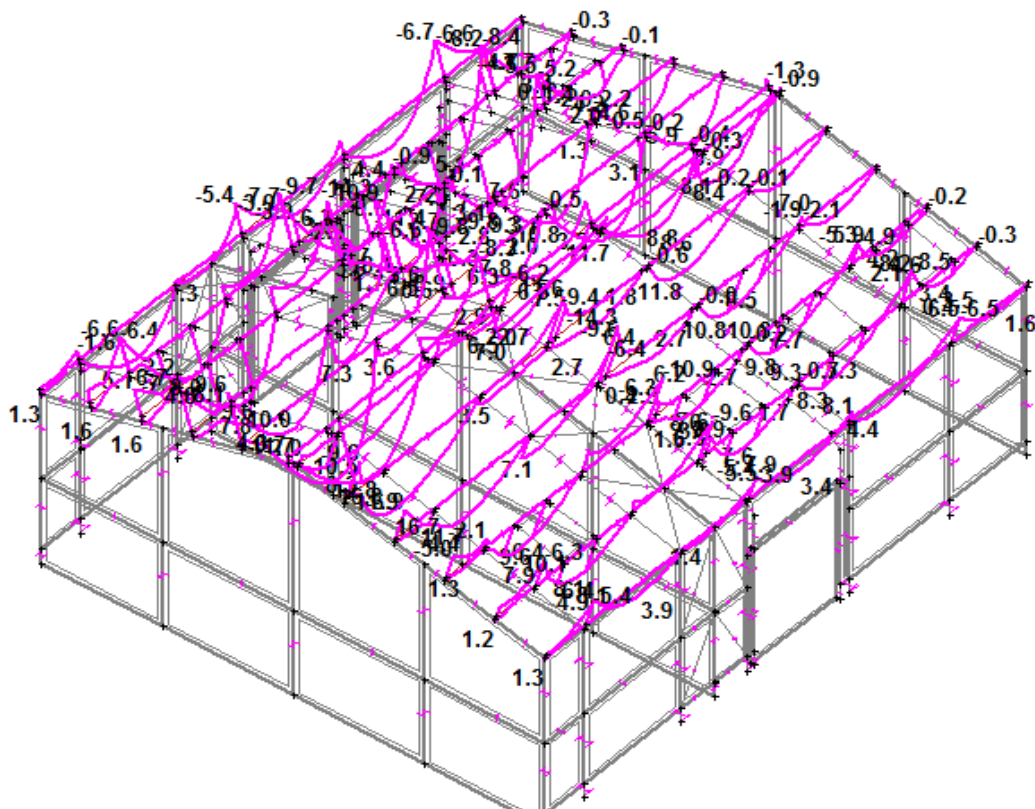
od sněhu $\delta z =$ 10,44 mm $=L/1849$



od větru $\delta H =$ 10,15 mm $=L/709$ vyhovuje

Posouzení prvků budovy :

Vaznice



Vnitřní síly na prutu(ech), Globální extrém

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina prutů :222/348

Skupina kombinací na únosnost :1/6

prut	kombi	dx [mm]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
330	2	0	57,97	2,29	11,96	0	-5,79	-1,84
317	4		-32,39	-0,5	-1,27	0	4,63	-0,27
262			7,21	5,43	5,64	0,02	-0,01	-3,33
261	3	349,7	-0,31	-5,07	-7,77	-0,03	-3,26	-4,06
290	2	0	-0,13	-3,31	12,76	-0,01	-8,73	2,18
325		6300	-5,88	4,53	-16,04	0	-10,7	4,31
271		0	-0,82	-1,75	4,87	0,07	8,72	-0,9
272			-0,82	-0,21	-0,82	-0,08	11,25	-2,13
329		2835	-4,93	-0,31	-0,25	0	17,58	4,02
241		349,7	1,13	-4,27	-15,25	-0,02	-15,77	-2,73
287	4	0	7,08	-4,5	2,24	-0,01	1,38	4,73
245	6		4,38	4,63	4,72	0,02	0,79	-4,56

Zatížení (návrhové):

N _{Ed} =	-4350 N	M _{yEd} =	1,76E+07 Nmm
		M _{zEd} =	4,73E+06 N
		V _{zEd} =	1,60E+04 N
		M _{xEd} = T _{Ed} =	8,00E+04 Nmm

Průřez: HEB 160

	160 tp =	13 mm	tw =	8 mm	
	h=H-tp	147 mm	b=B-tw =	160 mm	
A=	5430 mm2	Aw=	1938 mm2	Iw=	4,79E+10 mm6
Iy=	24900000 mm4	Iz=	8890000 mm4	Ix(It)=	314000 mm4
iy=	67,80 mm	iz=	40,5	if,z =	43,1 mm
Wy,el=	311000 mm3	Wz,el=	111000 mm3		
Wy,pl=	354000 mm3	Wz,pl=	170000 mm3		

Material: S 235

$f_y = 235 \text{ Mpa}$ $\gamma_M = 1,1$

Vzpěrné délky:

$I_x = 5000 \text{ mm}$ $I_y = 5500 \text{ mm}$ $I_z = 4000 \text{ mm}$

$$L_m = 38 \cdot i_z / \sqrt{(1/57,4 \cdot (N_{Ed}/A) + 1/(756 \cdot C_1^2) \cdot (W_{pl,y}^2/(A \cdot I_T) \cdot (f_y/235))} \quad 4615,643 \text{ mm}$$

Návrhové únosnosti průřezu:

$N_{Rk} = 1215286 \text{ N}$ $M_{y,Rk} = 7,92E+07 \text{ Nmm}$ $M_{z,Rk} = 3,80E+07 \text{ Nmm}$

$$V_{pl,Rd} = 250428,9 \text{ N}$$

$$\rho = (2 \cdot V_{ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2 = 0,000 < 1$$

$$M_{v \text{ y Rd}} = (W_{v \text{ pl}} \cdot \rho^* \cdot A_w \cdot l^2 / 4 \cdot t_w) \cdot f_v / \gamma_{M0} = 7,92 \text{E}+07 \text{ Nmm}$$

$$M_{y,N,Rd} = M_{y,pl,Rd} * (1 - (N_{Ed} / N_{pl,Rd})^2) = 7,92E+07 \text{ Nmm}$$

Posouzení:

$$(N_{Ed}/N_{Rd})+(M_{yEd}/M_{y,V,Rd})+(M_{zEd}/M_{z,Rd})<1 \quad = \quad 0,350$$

Smyk a kroucení:

$$T_{t,Ed} = M_{y,Ed} / (I_t / t_w) = 2,0 \text{ MPa} \quad \text{pro I profil}$$

$$V_{plTBd} = v(1 - T_{fEd} / (1,25 * (f_v / \sqrt{3}) / \gamma_{M0})) * V_{plTBd} = 249515 \text{ N}$$

$$\Omega = 2 \cdot (H - t_n) \cdot (B - t_w) = 47040 \text{ mm}^2 \quad \text{pro uzavřené profily}$$

$$T_{t_{Fd}} = M_{v_{Fd}} / (\Omega^* t_w) = 0,212585$$

$$V_{plTBd} = v(1 - T_{fEd} / (f_y / \sqrt{3}) / V_{M0}) * V_{plBd} = 250309.9 \text{ N}$$

$$V_{Ed}/V_{pl,Bd} < 1 \quad 0,064$$

Vzpěr:

$\lambda'y=$	0,863908	$\alpha_1=$	0,49	$\Phi=$	1,035826	$\chi_y=$	0,622
$\lambda'z=$	1,051815	$\alpha_1=$	0,49	$\Phi=$	1,261852	$\chi_z=$	0,510

$C_{mv} = 0,9$ $C_{mz} = 0,9$ $C_{mLT} = 0,9$

$$k_{vv} = C_{mv} * (1 + (\lambda'_{v-0,2}) * (N_{Ed}/N_{Rk} * \chi_v/\gamma_{M1})) \leq C_{mv} * (1 + 0,8 * (N_{Ed}/N_{Rk} * \chi_v/\gamma_{M1})) = 0,9036$$

$$k_{yz} = 0,6 * k_{zz} = 0,5432$$

$$k_{zv} = (1 - 0,1 * \lambda'_{z} / (C_{mLT} - 0,25) * N_{Ed} / (N_{Bk} * \chi_z / \gamma_{M1})) \geq (1 - 0,1 / (C_{mLT} - 0,25) * N_{Ed} / (N_{Bk} * \chi_z / \gamma_{M1})) = 0,9989$$

$$\text{pro } \lambda'_{\gamma} < 0,4; k_{\gamma\gamma} = 0,6 + \lambda'_{\gamma} \leq (1 - 0,1 * \lambda'_{\gamma} / (C_{\text{ml-T}} - 0,25) * N_{\text{Ed}} / (N_{\text{Bk}} * \chi_{\gamma} / \gamma_{\text{M1}})) = 0,9989$$

$$k_{zz} = C_{mz} * (1 + (2 * \lambda'_{z-0,6}) * N_{Ed} / (N_{Rk} * \chi_z / \gamma_{M1})) \leq C_{mz} * (1 + 0,8 * N_{Ed} / (N_{Rk} * \chi_z / \gamma_{M1})) = 0.9053$$

Klopení ČSN EN 1993-1-1 čl. 6.3.2.4:

$$L_c = 3950 \text{ mm} \quad k_c = 0,86 \quad M_{c,Rd} = W_y \cdot f_y / \gamma_{M1} = 6,96E+07 \text{ Nmm}$$

$$\lambda_1 = \pi \cdot \sqrt{E / f_y} = 93,9$$

$$\lambda'_f = k_c \cdot L_c / (i_{f,z} \cdot \lambda_1) = 0,84 \quad \alpha_1 = 0,34 \quad \Phi = 0,926693 \quad \chi_{LT} = 0,758$$

$$N_{Ed} / (N_{Rk} \cdot \chi_y / \gamma_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{yEd} / (\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk} / \gamma_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{zEd} / (M_{z,Rk} / \gamma_{M1}) < 1 = 0,35$$

$$N_{Ed} / (N_{Rk} \cdot \chi_z / \gamma_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{yEd} / (\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk} / \gamma_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{zEd} / (M_{z,Rk} / \gamma_{M1}) < 1 = 0,43$$

Obrys : 746,00 m Am/V = 137,38 1/m

$$\mu_{0,c} = N_{sd} / N_{Rd} = 0,28 \quad \Theta_{cr} = 39,19 \cdot \ln(1 / (0,9674 \cdot \mu_0^{3,833} - 1)) + 482$$

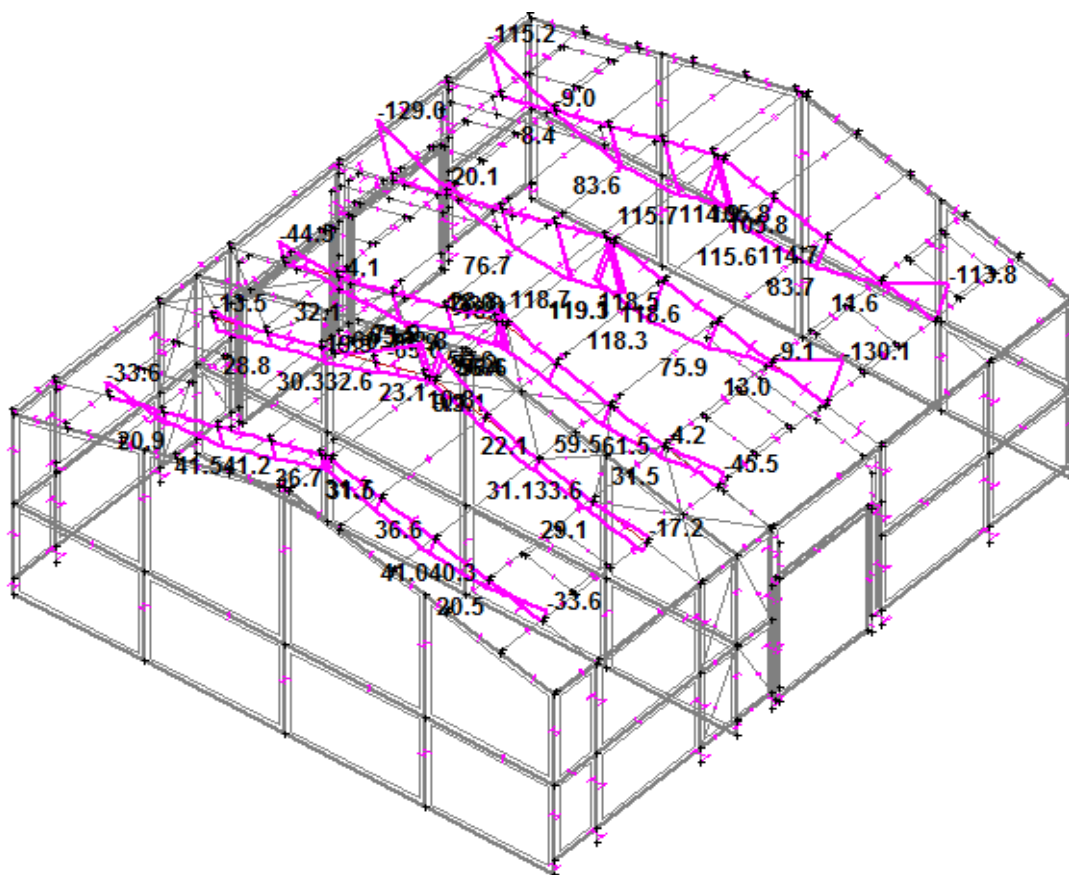
$$\Theta_{cr} = 674^\circ$$

Kritická teplota oceli θ_{ser}	Stupeň využití průřezu μ_0	Požární odolnost R [min]							
		Součinitel průřezu $A_m / V [\text{m}^3]$							
		50	75	100	125	150	200	300	450
500 °C	0,78	20	16	14	12	11	9	8	6
560 °C	0,58	24	18	15	14	12	11	9	7
620 °C	0,40	27	21	18	16	14	12	11	9
680 °C	0,27	30	24	21	18	17	15	13	12
720 °C	0,21	32	26	23	21	19	18	16	15
740 °C	0,18	34	28	24	22	21	19	18	17

interpolace v tabulce

	125	150	137
0,27	18	17	17,52
0,21	21	19	20,04
0,26			17,9 min

Příčle



Vnitřní síly na prutu(ech), Globální extrém

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina prutů :5/9,16/20,111/115,119/123,131/135,139/143,161/165,171/175,194/198,205/209

Skupina kombinací na únosnost :1/6

prut	kombi	dx [mm]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
112	4	2000	38,85	9,22	14,99	0,07	28,7	8,98
113	2	0	-164,83	-12,98	-3,9	-0,18	61,51	22,03
112			-76,85	19,75	17,4	0,35	27,6	-18,87
132			-51,31	-20,42	5,75	-0,55	22,47	18,99
194			-63,96	-0,56	63,71	-0,01	-130,05	2,78
115		170,6	-148,28	-0,77	-46,31	0,92	-17,1	-7,18
20	4	0	-12,8	0,79	-3,35	3,62	61,99	-14,39
9	6		-33,38	1,54	-9,06	-3,81	89,58	14,37
208	2	1480	-47,17	0,59	-0,09	0,13	119,32	-1,38
133		0	-130,71	14,33	-4,13	0,07	33,56	-22,3

Zatížení (návrhové):

$$N_{Ed} = -1,65E+05 \text{ N}$$

$$M_{yEd} = 1,30E+08 \text{ Nmm}$$

$$M_{zEd} = 2,78E+06 \text{ Nmm}$$

$$V_{zEd} = 6,37E+04 \text{ N}$$

Průřez: HEA360

$$M_{xEd} = T_{Ed} = 3,81E+06 \text{ Nmm}$$

$$H = 350 \text{ mm} \quad t_p =$$

$$17,5 \text{ mm}$$

$$t_w =$$

$$10 \text{ mm}$$

		$h=H-t_p$	332,5 mm	$B =$	300 mm
$A=$	14300,0 mm ²	$A_w=$	3500 mm ²	$I_w=$	2,18E+12 mm ⁶
$I_y=$	3,31E+08 mm ⁴	$I_z=$	7,89E+07 mm ⁴	$I_x(I_t)=$	1490000 mm ⁴
$i_y=$	152,1 mm	$i_z=$	74,3 mm	$i_{f,z}=$	77,5 mm
$W_{y,el}=$	1890000 mm ³	$W_{z,el}=$	526000 mm ³		
$W_{y,pl}=$	2080000 mm ³	$W_{z,pl}=$	802000 mm ³		

Materiál: S 235

$f_y=$	235 Mpa	$\gamma_M=$	1,10
--------	---------	-------------	------

Vzpěrné délky:

$l_x=$	7000 mm	$l_y=$	18000 mm	$l_z=$	7000 mm
$L_m = 38 \cdot i_z / \sqrt{(1/57,4 \cdot (N_{Ed}/A) + 1/(756 \cdot C_1 \cdot A^2) \cdot (W_{pl,y}^2/(A \cdot I_T)) \cdot (f_y/235))} = 4119,874 \text{ mm}$					

Návrhové únosnosti průřezu:

$N_{Rk}=$	3055000 N	$M_{y,Rk}=$	4,44E+08 Nmm	$M_{z,Rk}=$	1,71E+08 Nmm
-----------	-----------	-------------	--------------	-------------	--------------

$V_{pl,Rd}=$	431713,2 N
--------------	------------

$$\rho = (2 \cdot V_{ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2 = 0,000 < 1$$

$$M_{y,V,Rd} = (W_{y,pl} \cdot \rho \cdot A_w^2 / 4 / t_w) \cdot f_y / \gamma_{M0} = 4,44E+08 \text{ Nmm}$$

$$M_{y,N,Rd} = M_{y,pl,Rd} \cdot (1 - (N_{Ed} / N_{pl,Rd})^2) = 4,44E+08 \text{ Nmm}$$

Posouzení:

$$(N_{Ed} / N_{Rd}) + (M_{y,Ed} / M_{y,V,Rd}) + (M_{z,Ed} / M_{z,Rd}) < 1 = 0,363$$

Smyk a kroucení:

$$T_{t,Ed} = M_{x,Ed} / (I_t / t_w) = 25,6 \text{ MPa} \quad \text{pro I profil}$$

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{(1 - T_{t,Ed} / (1,25 \cdot (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}))} \cdot V_{pl,Rd} = 410524,2 \text{ N}$$

$$\Omega = 2 \cdot (H - t_p) \cdot (B - t_w) = 199500 \text{ mm}^2 \quad \text{pro uzavřené profily}$$

$$T_{t,Ed} = M_{x,Ed} / (\Omega \cdot t_w) = 1,909774$$

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{(1 - T_{t,Ed} / (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0})} \cdot V_{pl,Rd} = 429779,3 \text{ N}$$

$$V_{Ed} / V_{pl,Rd} < 1 \quad 0,155$$

Vzpěr:

$$\lambda'_y = 1,259972 \quad \alpha_1 = 0,49 \quad \Phi = 1,553458 \quad \chi_y = 0,406151$$

$$\lambda'_z = 1,003603 \quad \alpha_1 = 0,49 \quad \Phi = 1,200492 \quad \chi_z = 0,537851$$

$$C_{my} = 0,9 \quad C_{mz} = 0,9 \quad C_{mLT} = 0,9$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot (N_{Ed} / N_{Rk} \cdot \chi_y / \gamma_{M1})) \leq C_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot (N_{Ed} / N_{Rk} \cdot \chi_y / \gamma_{M1})) = 1,0052$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,5877$$

$$k_{zy} = (1 - 0,1 \cdot \lambda'_z / (C_{mLT} - 0,25) \cdot N_{Ed} / (N_{Rk} \cdot \chi_z / \gamma_{M1})) \geq (1 - 0,1 / (C_{mLT} - 0,25) \cdot N_{Ed} / (N_{Rk} \cdot \chi_z / \gamma_{M1})) = 0,9830$$

$$\text{pro } \lambda'_z < 0,4; k_{zy} = 0,6 + \lambda'_z \leq (1 - 0,1 \cdot \lambda'_z / (C_{mLT} - 0,25) \cdot N_{Ed} / (N_{Rk} \cdot \chi_z / \gamma_{M1})) = 0,9830$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot N_{Ed} / (N_{Rk} \cdot \chi_z / \gamma_{M1})) \leq C_{mz} \cdot (1 + 0,8 \cdot N_{Ed} / (N_{Rk} \cdot \chi_z / \gamma_{M1})) = 0,9794$$

Klopení ČSN EN 1993-1-1 čl. 6.3.2.4:

$$L_c = 9000 \text{ mm} \quad k_c = 0,86 \quad M_{c,Rd} = W_y \cdot f_y / \gamma_{M1} = 4,04E+08 \text{ Nmm}$$

$$\lambda_1 = \pi \cdot \sqrt{E / f_y} = 93,9$$

$$\lambda'_f = k_c \cdot L_c / (i_{f,z} \cdot \lambda_1) = 1,06 \quad \alpha_1 = 0,34 \quad \Phi = 1,17809 \quad \chi_{LT} = 0,593$$

$$N_{Ed} / (N_{Rk} \cdot \chi_y / \gamma_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk} / \gamma_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / (M_{z,Rk} / \gamma_{M1}) < 1 = 0,70$$

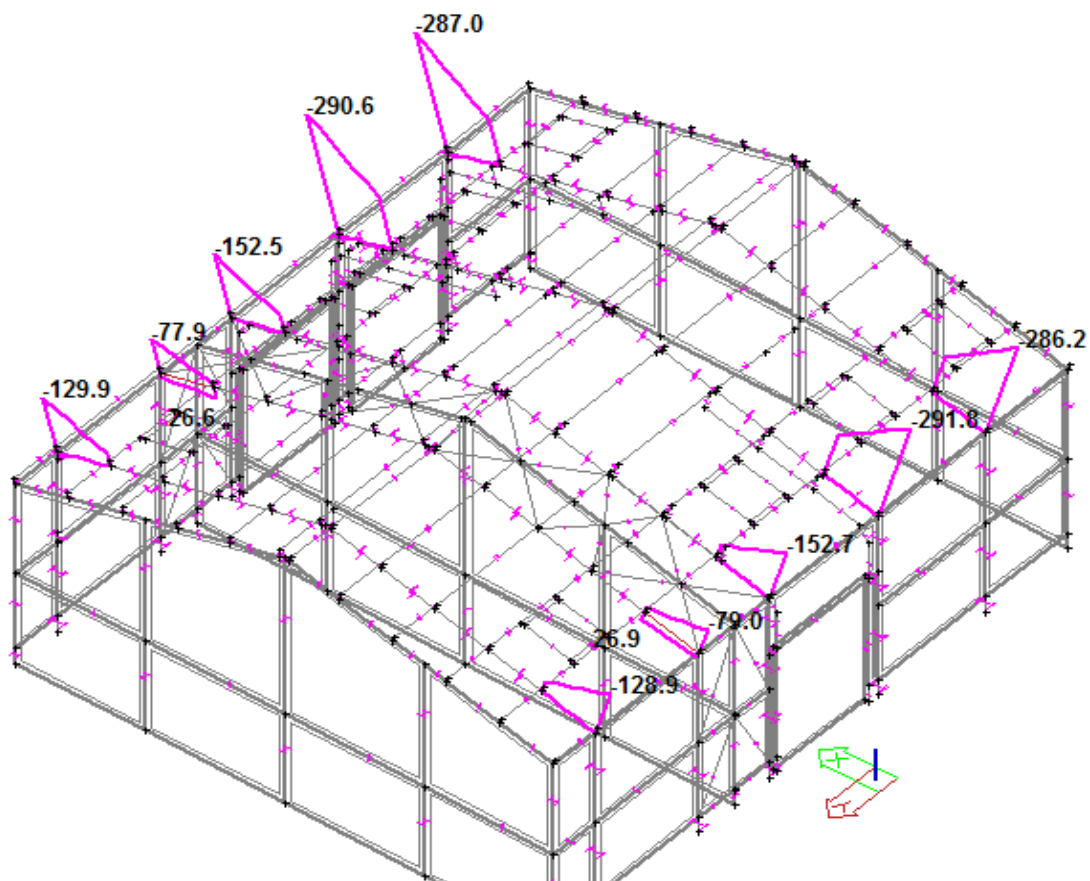
$$N_{Ed} / (N_{Rk} \cdot \chi_z / \gamma_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk} / \gamma_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / (M_{z,Rk} / \gamma_{M1}) < 1 = 0,66$$

Obrys : 1530,00 m Am/V = 106,99 1/m
 $\mu_{0,c} = N_{sd}/N_{Rd} = 0,43$ $\Theta_{cr} = 39,19 \cdot \ln(1/(0,9674 \cdot \mu_0^{3,833} - 1)) + 482$
 $\Theta_{cr} = 609^\circ$

Kritická teplota oceli $\theta_{a,cr}$	Stupeň využití průřezu μ_0	Požární odolnost R [min]							
		Součinitel průřezu A_m/V [m ³]							
		50	75	100	125	150	200	300	450
500 °C	0,78	20	16	14	12	11	9	8	6
560 °C	0,58	24	18	15	14	12	11	9	7
620 °C	0,40	27	21	18	16	14	12	11	9
680 °C	0,27	30	24	21	18	17	15	13	12
720 °C	0,21	32	26	23	21	19	18	16	15
740 °C	0,18	34	28	24	22	21	19	18	17

interpolace v tabulce

	100	125	107
0,4	18	16	17,44
0,27	21	18	20,16
0,43			16,8 min



Vnitřní síly na prutu(ech), Globální extrém

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina prutů :4,15,110,126,130,156,160,188,193,204

Skupina kombinací na únosnost :1/6

prut	kombi	dx	N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
		[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
110	4	2000	24,18	1,29	30,6	-0,11	-44,41	3,28
4	2	0	-74,74	2,82	88,03	0,08	-286,24	-4,33
	4		-26,58	4	41,97	0,01	-138,03	-6,09
15			-31,86	-4	45,42	-0,02	-146,19	5,56
193	2		-67,97	1,82	82,75	0,17	-291,83	-0,07
204			-69,04	-2,49	82,76	-0,16	-290,62	0,4
130	4	2000	-13,28	1,56	6,56	-0,02	26,85	-0,11
15	6	0	-55,37	-3,77	70,72	-0,05	-230,4	5,59

Zatížení (návrhové):

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= -7,47E+04 \text{ N} & M_{yEd} &= 2,92E+08 \text{ Nmm} \\ M_{zEd} &= 7,00E+04 \text{ N} & V_{zEd} &= 8,80E+04 \text{ N} \end{aligned}$$

Průřez: Is (600,10,300,16)

$$\begin{aligned} H &= 600 & t_p &= 16 \text{ mm} & t_w &= 10 \text{ mm} \\ h &= H - t_p & &= 584 \text{ mm} & B &= 300 \text{ mm} \\ A &= 15280,0 \text{ mm}^2 & A_w &= 6000 \text{ mm}^2 & I_w &= 6,14E+12 \text{ mm}^6 \\ I_y &= 9,71E+08 \text{ mm}^4 & I_z &= 7,20E+07 \text{ mm}^4 & I_x(I_t) &= 1008533 \text{ mm}^4 \\ i_y &= 252,1 \text{ mm} & i_z &= 68,6 \text{ mm} & i_{f,z} &= 73,6 \text{ mm} \\ W_{y,el} &= 3238160 \text{ mm}^3 & W_{z,el} &= 480000 \text{ mm}^3 \\ W_{y,pl} &= 3609760 \text{ mm}^3 & W_{z,pl} &= 734200 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Materiál: S 235

$$f_y = 235 \text{ Mpa} \quad \gamma_M = 1,10$$

Vzpěrné délky:

$$\begin{aligned} l_x &= 7000 \text{ mm} & l_y &= 12000 \text{ mm} & l_z &= 7000 \text{ mm} \\ L_m &= 38 \cdot i_z / \sqrt{1/57,4 \cdot (N_{Ed}/A) + 1/(756 \cdot C_1^2) \cdot (W_{pl,y}^2/(A \cdot I_T)) \cdot (f_y/235)} = 2377,569 \text{ mm} \end{aligned}$$

Návrhové únosnosti průřezu:

$$N_{Rk} = 3264364 \text{ N} \quad M_{y,Rk} = 7,71E+08 \text{ Nmm} \quad M_{z,Rk} = 1,57E+08 \text{ Nmm}$$

$$V_{pl,Rd} = 740079,8 \text{ N}$$

$$\rho = (2 \cdot V_{ed}/V_{pl,Rd} - 1)^2 = 0,000 < 1$$

$$M_{y,V,Rd} = (W_{y,pl} \cdot \rho \cdot A_w^2 / 4 / t_w) \cdot f_y / \gamma_{M0} = 7,71E+08 \text{ Nmm}$$

$$M_{y,N,Rd} = M_{y,pl,Rd} \cdot (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = 7,71E+08 \text{ Nmm}$$

Posouzení:

$$(N_{Ed}/N_{Rd}) + (M_{yEd}/M_{y,V,Rd}) + (M_{zEd}/M_{z,Rd}) < 1 = 0,402$$

Smyk a kroucení:

$$T_{t,Ed} = M_{x,Ed} / (I_t / t_w) = 1,5 \text{ MPa} \quad \text{pro I profil}$$

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - T_{t,Ed} / (1,25 \cdot (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0})} \cdot V_{pl,Rd} = 738016 \text{ N}$$

$$\Omega = 2 \cdot (H - t_p) \cdot (B - t_w) = 350400 \text{ mm}^2 \quad \text{pro uzavřené profily}$$

$$T_{t,Ed} = M_{x,Ed} / (\Omega \cdot t_w) = 0,042808$$

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - T_{t,Ed} / ((f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0})} \cdot V_{pl,Rd} = 740005,6 \text{ N}$$

$$V_{Ed} / V_{pl,Rd} < 1 \quad 0,119$$

Vzpěr:

$$\lambda'_y = 0,506836 \quad \alpha_1 = 0,49 \quad \Phi = 0,703616 \quad \chi_y = 0,839161$$

$$\lambda'_z = 1,085995 \quad \alpha_1 = 0,49 \quad \Phi = 1,306762 \quad \chi_z = 0,491748$$

$$C_{my} = 0,9 \quad C_{mz} = 0,9 \quad C_{mLT} = 0,9$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot (N_{Ed}/N_{Rk} \cdot \chi_y / \gamma_{M1})) \leq C_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot (N_{Ed}/N_{Rk} \cdot \chi_y / \gamma_{M1})) = 0,9083$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,5621$$

$$k_{zy} = (1 - 0,1 \cdot \lambda'_z / (C_{mLT} - 0,25) \cdot N_{Ed} / (N_{Rk} \cdot \chi_z / \gamma_{M1})) \geq (1 - 0,1 / (C_{mLT} - 0,25) \cdot N_{Ed} / (N_{Rk} \cdot \chi_z / \gamma_{M1})) = 0,9921$$

$$\text{pro } \lambda'_z < 0,4; k_{zy} = 0,6 + \lambda'_z \leq (1 - 0,1 \cdot \lambda'_z / (C_{mLT} - 0,25) \cdot N_{Ed} / (N_{Rk} \cdot \chi_z / \gamma_{M1})) = 0,9921$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot N_{Ed} / (N_{Rk} \cdot \chi_z / \gamma_{M1})) \leq C_{mz} \cdot (1 + 0,8 \cdot N_{Ed} / (N_{Rk} \cdot \chi_z / \gamma_{M1})) = 0,9369$$

Klopení ČSN EN 1993-1-1 čl. 6.3.2.4:

$$L_c = 6600 \text{ mm} \quad k_c = 0,86 \quad M_{c,Rd} = W_y \cdot f_y / \gamma_{M1} = 6,92E+08 \text{ Nmm}$$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{E/f_y} = 93,9$$

$$\lambda'_f = k_c \cdot L_c / (i_{f,z} \cdot \lambda_1) = 0,82 \quad \alpha_1 = 0,34 \quad \Phi = 0,908415 \quad \chi_{LT} = 0,771$$

$$N_{Ed} / (N_{Rk} \cdot \chi_y / \gamma_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{yEd} / (\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk} / \gamma_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{zEd} / (M_{z,Rk} / \gamma_{M1}) < 1 = 0,52$$

$$N_{Ed} / (N_{Rk} \cdot \chi_z / \gamma_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{yEd} / (\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk} / \gamma_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{zEd} / (M_{z,Rk} / \gamma_{M1}) < 1 = 0,59$$

Obrys : 2130,00 m

Am/V = 139,40 1/m

$\mu_{0,c} = N_{sd} / N_{Rd} =$

0,38

$\Theta_{cr} = 39,19 \cdot \ln(1 / (0,9674 \cdot \mu_0^3 \cdot 833) - 1) + 482$

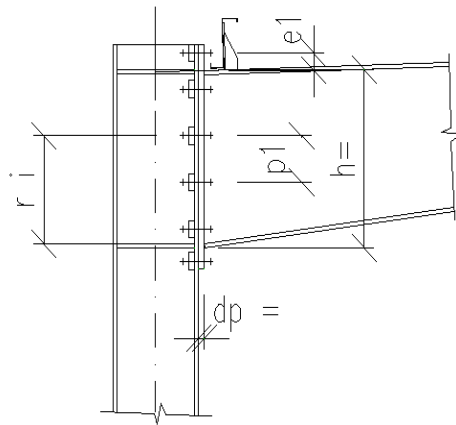
$\Theta_{cr} = 627^\circ$

Kritická teplota oceli θ_{ser}	Stupeň využití průřezu μ_0	Požární odolnost R [min]							
		Součinitel průřezu A_m/V [m ³]							
		50	75	100	125	150	200	300	450
500 °C	0,78	20	16	14	12	11	9	8	6
560 °C	0,58	24	18	15	14	12	11	9	7
620 °C	0,40	27	21	18	16	14	12	11	9
680 °C	0,27	30	24	21	18	17	15	13	12
720 °C	0,21	32	26	23	21	19	18	16	15
740 °C	0,18	34	28	24	22	21	19	18	17

interpolace v tabulce

	125	150	139
0,4	16	14	14,88
0,27	18	17	17,44
0,38			15,3 min

Přípoje příčlí



Přípoj na čelní desku

Počet řad šroubů n :

5

$e1 = 50$ mm

$e2 = 65$ mm

$p1 = 150$ mm

$p2 = 120$ mm

$dp = 25$ mm

Průměr šroubu $d = 20$ mm

Tl.stěny profilu $ts = 10$ mm

Koutový svar $a = 5$ mm

Jakost šroubu 10,9

Jakost plechu/nosníku $S = 235$ MPa

$f_{ub} = 1000,0$ MPa

$f_u = 360$ MPa

Zatížení návrhové $V_{Ed} = 125,28$ kN

$N_{Ed} = 24,18$ kN

$M_{ySd} = 291,80$ kNm

$h = \max ri = 650,0$ mm

Výpočet I_p

i	ri [mm]	I_p [mm ²]
0	180	64800
1	330	217800
2	480	460800
3	630	1587600
4	0	0
5	0	0

$I_p = 2331000$ mm²

Posouzení:

$F_{V,Ed} = 12,53$ kN

$F_{t,Ed} = 81,37$ kN

$M_{pl} = F_{t,Sd} \cdot p_2 / 4 / p_1 = 25427,66$ Nmm/mm

$d_p = \sqrt{(M_{pl} \cdot 4 \cdot \gamma_{M0} / f_y)} = 23,3$ mm

$A_{účin} = 245$ mm²

$F_{V,Rd} = 84,48$ kN $F_{V,Ed} / F_{V,Rd} = 0,53$

$d_0 = 20$

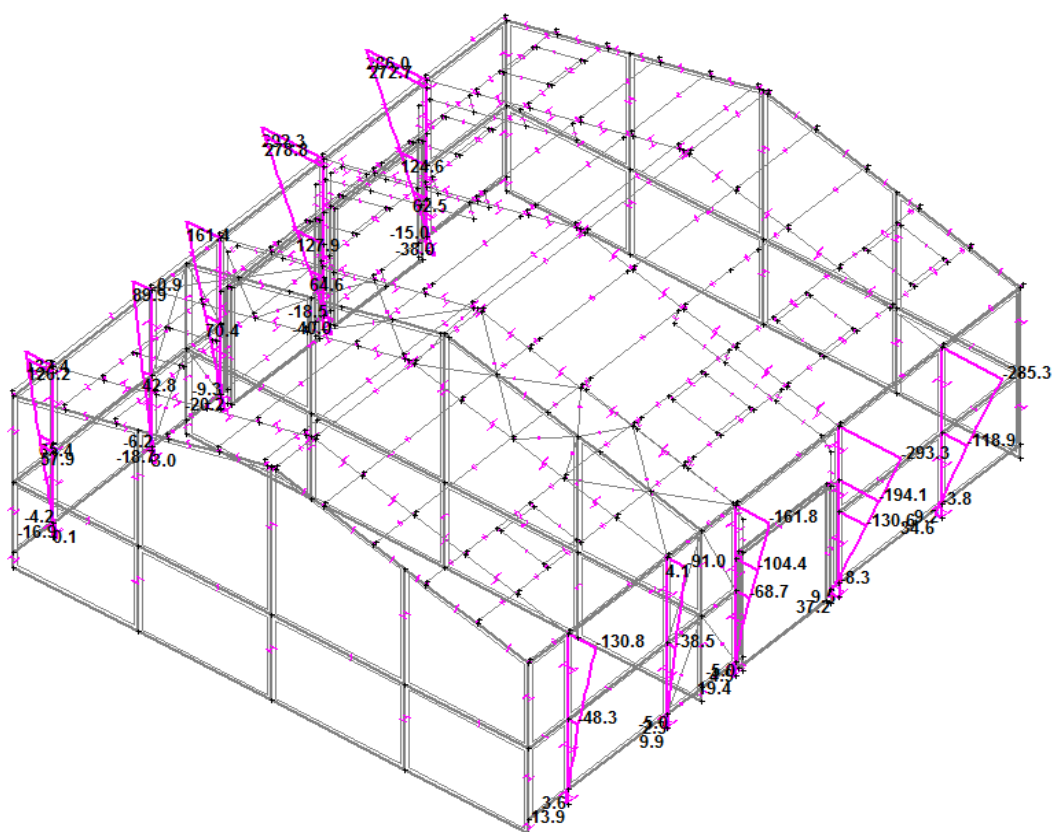
$\alpha = 0,833333$ 2,25 2,777778 1 0,833333

$F_{b,Rd} =$	258,62	kN	$F_{Ed}/F_{b,Rd} =$	0,43
$F_{v,Rd} =$	152,07	kN		

Svary stěny:

$L_w =$	614	mm		
$\beta_w =$	0,8			
$f_{vw,d} =$	173,21	MPa		
$\tau_w =$	20,40	MPa		
$\sigma_w =$	54,25	MPa	$\sqrt{(\sigma_w^2 + \tau_w^2)}/f_{vw,d} =$	0,33

Sloupy krajní řady



Vnitřní síly na prutu(ech), Globální extrém

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina prutů :1/3,10/14,106/109,116/118,127/129,136/138,157/159,166/170,189/192,199/203

Skupina kombinací na únosnost :1/6

prut	kombi	dx	N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
		[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
129	4	0	38,73	22,65	4,81	0	-4,26	-13,59
118		600	-144,44	18,51	-21,11	0	-16,03	0
109		0	-97,69	23,61	22,34	0	3,83	-14,16
136		3630	-31,34	-10,07	0,16	0,93	13,51	-10,05
191	2	0	-102,25	0,16	46,66	-0,18	-130,61	0,03
203			-118,28	-0,04	-45,26	0	-8,86	0,02
10	4		-55,8	1,87	-19,72	2,84	148,1	-1,07
136			-12,25	4,13	7,74	-1,73	-0,85	-0,02
199	2		-110,38	0,4	-45,22	-0,01	292,32	-2,69
189			-109,51	0,3	43,85	0,06	-293,26	-3,01
109	3		-17,68	-8,58	-0,49	0	-4,74	5,15

Zatížení (návrhové):

$$N_{Ed} = -144440 \text{ N} \quad M_{yEd} = 2,93E+08 \text{ Nmm} \\ M_{zEd} = 3,01E+06 \text{ N} \quad V_{zEd} = 4,73E+04 \text{ N}$$

Průřez: HEA 450

$$M_{xEd} = T_{Ed} = 3,20E+05 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned} 440 \quad t_p &= 21 \text{ mm} \quad t_w = 11,5 \text{ mm} \\ h=H-t_p &= 419 \text{ mm} \quad b = 300 \text{ mm} \\ A &= 1,78E+04 \text{ mm}^2 \quad A_w = 4818,5 \text{ mm}^2 \quad I_w = 4,17E+12 \text{ mm}^6 \\ I_y &= 6,37E+08 \text{ mm}^4 \quad I_z = 9,47E+07 \text{ mm}^4 \quad I_x(I_t) = 2440000 \text{ mm}^4 \\ i_y &= 189,2 \text{ mm} \quad i_z = 72,9 \quad i_{f,z} = 76,5 \text{ mm} \\ W_{y,el} &= 2900000 \text{ mm}^3 \quad W_{z,el} = 631000 \text{ mm}^3 \\ W_{y,pl} &= 3220000 \text{ mm}^3 \quad W_{z,pl} = 966000 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Materiál: S 235

$$f_y = 235 \text{ Mpa} \quad \gamma_M = 1,10$$

Vzpěrné délky:

$$l_x = 6800 \text{ mm} \quad l_y = 15000 \text{ mm} \quad l_z = 3500 \text{ mm} \\ L_m = 38 \cdot i_z / \sqrt{(1/57,4 \cdot (N_{Ed}/A) + 1/(756 \cdot C_1^2) \cdot (W_{pl,y}^2/(A \cdot I_T) \cdot (f_y/235))} = 4099,414 \text{ mm}$$

Návrhové únosnosti průřezu:

$$N_{Rk} = 3802727 \text{ N} \quad M_{y,Rk} = 6,88E+08 \text{ Nmm} \quad M_{z,Rk} = 2,06E+08 \text{ Nmm} \\ V_{pl,Rd} = 594345,7 \text{ N} \\ \rho = (2 \cdot V_{ed}/V_{pl,Rd} - 1)^2 = 0,000 < 1 \\ M_{y,V,Rd} = (W_{y,pl} \cdot \rho \cdot A_w^2/4/t_w) \cdot f_y/\gamma_{M0} = 6,88E+08 \text{ Nmm} \\ M_{y,N,Rd} = M_{y,pl,Rd} \cdot (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = 6,88E+08 \text{ Nmm}$$

Posouzení:

$$(N_{Ed}/N_{Rd}) + (M_{yEd}/M_{y,V,Rd}) + (M_{zEd}/M_{z,Rd}) < 1 = 0,479$$

Smyk a kroucení:

$$T_{t,Ed} = M_{x,Ed}/(I_t/t_w) = 1,5 \text{ MPa} \quad \text{pro I profil} \\ V_{pl,T,Rd} = \sqrt{(1 - T_{t,Ed}/(1,25 \cdot (f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}))} \cdot V_{pl,Rd} = 592665 \text{ N} \\ \Omega = 2 \cdot (H - t_p) \cdot (B - t_w) = 251400 \text{ mm}^2 \quad \text{pro uzavřené profily} \\ T_{t,Ed} = M_{x,Ed}/(\Omega \cdot t_w) = 0,110685 \\ V_{pl,T,Rd} = \sqrt{(1 - T_{t,Ed}/(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0})} \cdot V_{pl,Rd} = 594191,8 \text{ N}$$

$$V_{Ed}/V_{pl,Rd} < 1$$

$$0,080$$

Vzpěr:

$$\begin{aligned} \lambda'_y &= 0,844449 & \alpha_1 &= 0,49 & \Phi &= 1,014437 & \chi_y &= 0,634 \\ \lambda'_z &= 0,511019 & \alpha_1 &= 0,49 & \Phi &= 0,70677 & \chi_z &= 0,837 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{my} &= 0,9 & C_{mz} &= 0,9 & C_{mLT} &= 0,9 \\ k_{yy} &= C_{my} * (1 + (\lambda'_y - 0,2) * (N_{Ed}/N_{Rk} * \chi_y / \gamma_{M1})) \leq C_{my} * (1 + 0,8 * (N_{Ed}/N_{Rk} * \chi_y / \gamma_{M1})) = 0,9382 \\ k_{yz} &= 0,6 * k_{zz} = 0,5514 \\ k_{zy} &= (1 - 0,1 * \lambda'_z / (C_{mLT} - 0,25) * N_{Ed} / (N_{Rk} * \chi_z / \gamma_{M1})) \geq (1 - 0,1 / (C_{mLT} - 0,25) * N_{Ed} / (N_{Rk} * \chi_z / \gamma_{M1})) = 0,9961 \\ \text{pro } \lambda'_z < 0,4; k_{zy} &= 0,6 + \lambda'_z \leq (1 - 0,1 * \lambda'_z / (C_{mLT} - 0,25) * N_{Ed} / (N_{Rk} * \chi_z / \gamma_{M1})) = 0,9961 \\ k_{zz} &= C_{mz} * (1 + (2 * \lambda'_z - 0,6) * N_{Ed} / (N_{Rk} * \chi_z / \gamma_{M1})) \leq C_{mz} * (1 + 0,8 * N_{Ed} / (N_{Rk} * \chi_z / \gamma_{M1})) = 0,9190 \end{aligned}$$

Klopení ČSN EN 1993-1-1 čl. 6.3.2.4:

$$\begin{aligned} L_c &= 7500 \text{ mm} & k_c &= 0,86 & M_{c,Rd} &= W_y * f_y / \gamma_{M1} = 6,20E+08 \text{ Nmm} \\ \lambda_1 &= \pi * \sqrt{E / f_y} = 93,9 \\ \lambda_f &= k_c * L_c / (i_{f,z} * \lambda_1) = 0,90 & \alpha_1 &= 0,34 & \Phi &= 0,987989 & \chi_{LT} &= 0,714 \end{aligned}$$

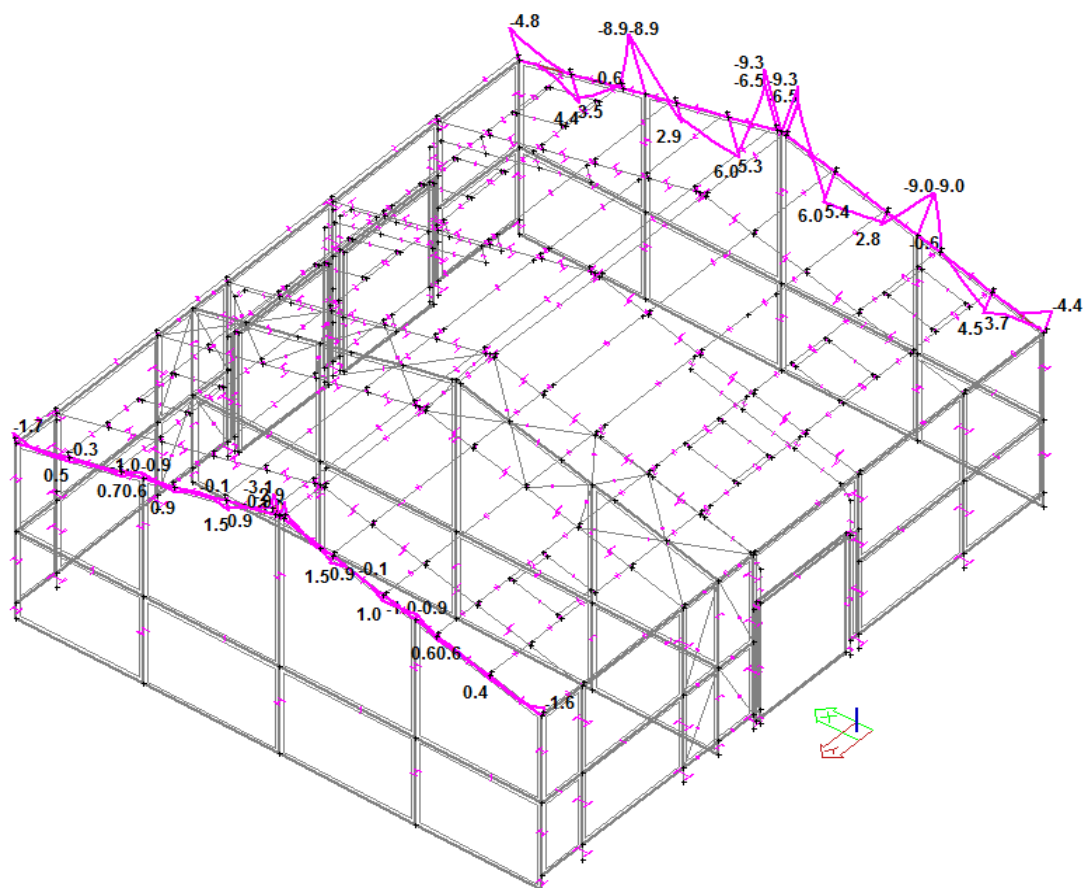
$$\begin{aligned} N_{Ed} / (N_{Rk} * \chi_y / \gamma_{M1}) + k_{yy} * M_{yEd} / (\chi_{LT} * M_{y,Rk} / \gamma_{M1}) + k_{yz} * M_{zEd} / (M_{z,Rk} / \gamma_{M1}) < 1 &= 0,69 \\ N_{Ed} / (N_{Rk} * \chi_z / \gamma_{M1}) + k_{zy} * M_{yEd} / (\chi_{LT} * M_{y,Rk} / \gamma_{M1}) + k_{zz} * M_{zEd} / (M_{z,Rk} / \gamma_{M1}) < 1 &= 0,72 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Obrys : } 1810,00 \text{ m} & \quad A_m / V = 101,69 \text{ 1/m} \\ \mu_{0,c} = N_{sd} / N_{Rd} &= 0,47 & \Theta_{cr} &= 39,19 * \ln(1 / (0,9674 * \mu_0^3 * 833)) - 1 + 482 \\ & & \Theta_{cr} &= 596^\circ \end{aligned}$$

Kritická teplota oceli $\theta_{a,er}$	Stupeň využití průřezu μ_0	Požární odolnost R [min]							
		Součinitel průřezu $A_m / V [\text{m}^3]$							
		50	75	100	125	150	200	300	450
500 °C	0,78	20	16	14	12	11	9	8	6
560 °C	0,58	24	18	15	14	12	11	9	7
620 °C	0,40	27	21	18	16	14	12	11	9
680 °C	0,27	30	24	21	18	17	15	13	12
720 °C	0,21	32	26	23	21	19	18	16	15
740 °C	0,18	34	28	24	22	21	19	18	17

interpolace v tabulce

	100	125	101
0,58	15	14	14,96
0,4	18	16	17,92
0,47	16,8 min		



Vnitřní síly na prutu(ech), Globální extrém

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina prutů :23/29,33/39,77/83,87/93

Skupina kombinací na únosnost :1/6

prut	kombi	dx [mm]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
29	4	170,6	13,55	6,3	-6,1	-0,57	-3,55	1,98
91		0	-34,83	1,99	-2,25	-0,04	0,95	0,45
83			-25,85	8,01	-6,21	0,33	-0,69	1,4
39	3		4,9	-10,82	-5,34	0,32	-3,14	0,71
26	2		-0,44	2,07	10,14	0,08	-9,01	-0,49
39		170,6	9,25	0,78	-14,04	0,49	-9,33	-1,63
	6	0	12,93	-2,88	-10,58	0,59	-4,96	-1,51
93	2		-19,34	1,87	-9,83	-0,64	-1,46	-0,95
27		1977,3	3,34	1,49	1,58	0,02	6,05	1,5
26	3	0	0,87	-5,3	4,34	-0,03	-4,11	4,32
36			-2,12	4,1	3,93	0,05	-2,95	-4,15

Zatížení (návrhové):

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= 1,35E+04 \text{ N} & M_{yEd} &= 9,33E+06 \text{ Nmm} \\ M_{zEd} &= 2,00E+06 \text{ N} \\ V_{zEd} &= 1,40E+04 \text{ N} \end{aligned}$$

Průřez: IPE240

$$\begin{aligned} H &= 240 \text{ mm} & t_p &= 9,8 \text{ mm} & t_w &= 6,2 \text{ mm} \\ h &= H - t_p = 230,2 \text{ mm} & B &= 120 \text{ mm} \\ A &= 3912,0 \text{ mm}^2 & A_w &= 1488 \text{ mm}^2 & I_w &= 3,78E+10 \text{ mm}^6 \\ I_y &= 3,89E+07 \text{ mm}^4 & I_z &= 2,84E+06 \text{ mm}^4 & I_x(I_t) &= 128800 \text{ mm}^4 \\ i_y &= 99,7 \text{ mm} & i_z &= 26,9 \text{ mm} & i_{f,z} &= 28,8 \text{ mm} \\ W_{y,el} &= 324300 \text{ mm}^3 & W_{z,el} &= 47270 \text{ mm}^3 \\ W_{y,pl} &= 366000 \text{ mm}^3 & W_{z,pl} &= 74000 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Materiál: S 235

$$f_y = 235 \text{ Mpa} \quad \gamma_M = 1,10$$

Vzpěrné délky:

$$\begin{aligned} l_x &= 6000 \text{ mm} & l_y &= 7700 \text{ mm} & l_z &= 2000 \text{ mm} \\ L_m &= 38 \cdot i_z / \sqrt{1/57,4 \cdot (N_{Ed}/A) + 1/(756 \cdot C_1^2) \cdot (W_{pl,y}^2/(A \cdot I_T)) \cdot (f_y/235)} = 1594,077 \text{ mm} \end{aligned}$$

Návrhové únosnosti průřezu:

$$\begin{aligned} N_{Rk} &= 835745,5 \text{ N} & M_{y,Rk} &= 7,82E+07 \text{ Nmm} & M_{z,Rk} &= 1,58E+07 \text{ Nmm} \\ V_{pl,Rd} &= 183539,8 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho &= (2 \cdot V_{ed}/V_{pl,Rd} - 1)^2 = 0,000 < 1 \\ M_{y,V,Rd} &= (W_{y,pl} \cdot \rho \cdot A_w^2/4/t_w) \cdot f_y/\gamma_{M0} = 7,82E+07 \text{ Nmm} \\ M_{y,N,Rd} &= M_{y,pl,Rd} \cdot (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = 7,82E+07 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Posouzení:

$$(N_{Ed}/N_{Rd}) + (M_{yEd}/M_{y,V,Rd}) + (M_{zEd}/M_{z,Rd}) < 1 \quad = 0,262$$

Smyk a kroucení:

$$\begin{aligned} T_{t,Ed} &= M_{x,Ed}/(I_t/t_w) = 30,8 \text{ MPa} & \text{pro I profil} \\ V_{pl,T,Rd} &= \sqrt{1 - T_{t,Ed}/((1,25 \cdot (f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}))} \cdot V_{pl,Rd} = 172628,5 \text{ N} \\ \Omega &= 2 \cdot (H - t_p) \cdot (B - t_w) = 55248 \text{ mm}^2 & \text{pro uzavřené profily} \\ T_{t,Ed} &= M_{x,Ed}/(\Omega \cdot t_w) = 1,868408 \\ V_{pl,T,Rd} &= \sqrt{1 - T_{t,Ed}/((f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0})} \cdot V_{pl,Rd} = 182735,4 \text{ N} \\ V_{Ed}/V_{pl,Rd} &< 1 \quad 0,081 \end{aligned}$$

Vzpěr:

$$\begin{aligned} \lambda'_y &= 0,822126 & \alpha_1 &= 0,49 & \Phi &= 0,990366 & \chi_y &= 0,648267 \\ \lambda'_z &= 0,791062 & \alpha_1 &= 0,49 & \Phi &= 0,9577 & \chi_z &= 0,667769 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{my} &= 0,9 & C_{mz} &= 0,9 & C_{mLT} &= 0,9 \\ k_{yy} &= C_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot (N_{Ed}/N_{Rk} \cdot \chi_y/\gamma_{M1})) <= C_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot (N_{Ed}/N_{Rk} \cdot \chi_y/\gamma_{M1})) = 0,9154 \\ k_{yz} &= 0,6 \cdot k_{zz} = 0,5515 \\ k_{zy} &= (1 - 0,1 \cdot \lambda'_z / (C_{mLT} - 0,25) \cdot N_{Ed}/(N_{Rk} \cdot \chi_z/\gamma_{M1})) >= (1 - 0,1 / (C_{mLT} - 0,25) \cdot N_{Ed}/(N_{Rk} \cdot \chi_z/\gamma_{M1})) = 0,9968 \\ \text{pro } \lambda'_z < 0,4; k_{zy} &= 0,6 + \lambda'_z <= (1 - 0,1 \cdot \lambda'_z / (C_{mLT} - 0,25) \cdot N_{Ed}/(N_{Rk} \cdot \chi_z/\gamma_{M1})) = 0,9968 \\ k_{zz} &= C_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot N_{Ed}/(N_{Rk} \cdot \chi_z/\gamma_{M1})) <= C_{mz} \cdot (1 + 0,8 \cdot N_{Ed}/(N_{Rk} \cdot \chi_z/\gamma_{M1})) = 0,9192 \end{aligned}$$

Klopení ČSN EN 1993-1-1 čl. 6.3.2.4:

$$L_c = 2000 \text{ mm} \quad k_c = 0,86 \quad M_{c,Rd} = W_y \cdot f_y / \gamma_{M1} = 6,93E+07 \text{ Nmm}$$

$$\lambda_1 = \pi \cdot \sqrt{E/f_y} = 93,9$$

$$\lambda'_f = k_c \cdot L_c / (i_{f,z} \cdot \lambda_1) = 0,64 \quad \alpha_1 = 0,34 \quad \Phi = 0,742075 \quad \chi_{LT} = 0,889$$

$$N_{Ed} / (N_{Rk} \cdot \chi_y / \gamma_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{yEd} / (\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk} / \gamma_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{zEd} / (M_{z,Rk} / \gamma_{M1}) < 1 = 0,24$$

$$N_{Ed} / (N_{Rk} \cdot \chi_z / \gamma_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{yEd} / (\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk} / \gamma_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{zEd} / (M_{z,Rk} / \gamma_{M1}) < 1 = 0,30$$

Obrys : 802,00 m Am/V = 205,01 1/m

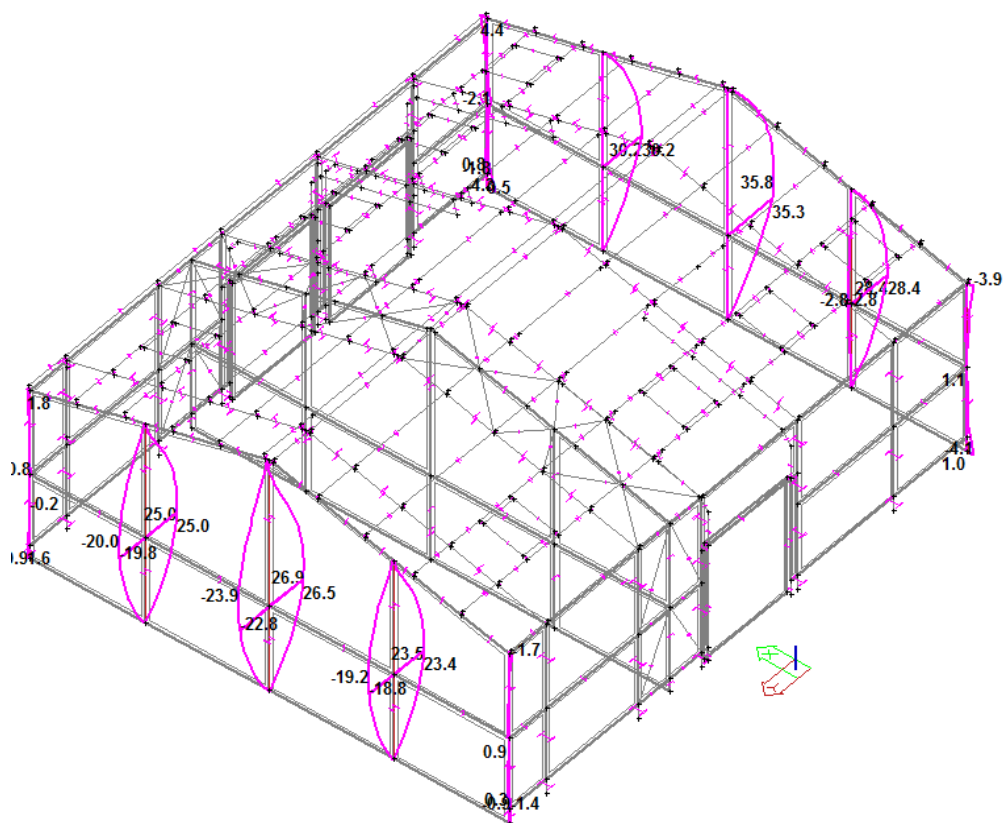
$\mu_{0,c} = N_{sd} / N_{Rd} = 0,20$ $\Theta_{cr} = 39,19 \cdot \ln(1 / (0,9674 \cdot \mu_0^3 \cdot 3,833) - 1) + 482$

$\Theta_{cr} = 728^\circ$

Kritická tepnota oceli θ_{ser}	Stupeň využití průřezu μ_0	Požární odolnost R [min]							
		Součinitel průřezu $A_m / V [\text{m}^3]$							
		50	75	100	125	150	200	300	450
500 °C	0,78	20	16	14	12	11	9	8	6
560 °C	0,58	24	18	15	14	12	11	9	7
620 °C	0,40	27	21	18	16	14	12	11	9
680 °C	0,27	30	24	21	18	17	15	13	12
720 °C	0,21	32	26	23	21	19	18	16	15
740 °C	0,18	34	28	24	22	21	19	18	17

interpolace v tabulce

	200	300	205
0,21	18	16	17,9
0,18	19	18	18,95
0,2			18,3 min



Vnitřní síly na prutu(ech), Globální extrém

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina prutů :21/22,30/32,74/76,84/86,540/545,554/559

Skupina kombinací na únosnost :1/6

prut	kombi	dx	N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
		[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
558	4	5	2,88	-0,13	3,59	0,01	-1,98	0,05
559	2	3630	-143,31	0,11	1,16	0	-0,05	-0,02
22	4	3625	-46,31	7,11	2,26	-0,15	0,97	0
75	2	0	-53,58	-4,31	1,58	0,09	-0,61	0,93
544	3		-13,5	-1,76	13,79	0	0	0
545		3630	-53,91	-3,1	-14,42	0	0,15	0,15
21		2908	-10,74	1,04	-0,44	0,82	0,59	0,3
		0	-2,96	-0,64	0,83	-2,11	-0,19	-0,39
544		5065	-32,65	0,03	0,3	0	35,82	0,13
558			-40,78	-0,02	-0,24	0	-23,9	0
85		2020	-83,8	0,27	0,25	0,01	-0,13	1,45
31	4	2520,8	-44,63	0,55	-0,28	0,39	0,82	-5,25

Zatížení (návrhové):

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= -1,43E+05 \text{ N} & M_{yEd} &= 3,58E+07 \text{ Nmm} \\ M_{zEd} &= 5,25E+06 \text{ N} \\ V_{zEd} &= 1,44E+04 \text{ N} \end{aligned}$$

Průřez: HEA240

$$\begin{aligned} H &= 230 & t_p &= 12 \text{ mm} & t_w &= 7,5 \text{ mm} \\ h &= H - t_p = 218 \text{ mm} & B &= 240 \text{ mm} \\ A &= 7680,0 \text{ mm}^2 & A_w &= 1725 \text{ mm}^2 & I_w &= 3,29E+11 \text{ mm}^6 \\ I_y &= 7,76E+07 \text{ mm}^4 & I_z &= 2,77E+07 \text{ mm}^4 & I_x(I_t) &= 416000 \text{ mm}^4 \\ i_y &= 100,5 \text{ mm} & i_z &= 60,1 \text{ mm} & i_{f,z} &= 62,4 \text{ mm} \\ W_{y,el} &= 675000 \text{ mm}^3 & W_{z,el} &= 231000 \text{ mm}^3 \\ W_{y,pl} &= 744000 \text{ mm}^3 & W_{z,pl} &= 416000 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Materiál: S 235

$$f_y = 235 \text{ Mpa} \quad \gamma_M = 1,10$$

Vzpěrné délky:

$$\begin{aligned} l_x &= 6000 \text{ mm} & l_y &= 8900 \text{ mm} & l_z &= 3000 \text{ mm} \\ L_m &= 38 \cdot i_z / \sqrt{(1/57,4 \cdot (N_{Ed}/A) + 1/(756 \cdot C_1 \cdot A^2) \cdot (W_{pl,y}^2/(A \cdot I_T) \cdot (f_y/235))} = 3065,376 \text{ mm} \end{aligned}$$

Návrhové únosnosti průřezu:

$$\begin{aligned} N_{Rk} &= 1640727 \text{ N} & M_{y,Rk} &= 1,59E+08 \text{ Nmm} & M_{z,Rk} &= 8,89E+07 \text{ Nmm} \\ V_{pl,Rd} &= 212772,9 \text{ N} \\ \rho &= (2 \cdot V_{Ed}/V_{pl,Rd} - 1)^2 = 0,000 < 1 \\ M_{y,V,Rd} &= (W_{y,pl} \cdot \rho \cdot A_w^2/4/t_w) \cdot f_y/\gamma_{M0} = 1,59E+08 \text{ Nmm} \\ M_{y,N,Rd} &= M_{y,pl,Rd} \cdot (1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2) = 1,59E+08 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Posouzení:

$$(N_{Ed}/N_{Rd}) + (M_{yEd}/M_{y,V,Rd}) + (M_{zEd}/M_{z,Rd}) < 1 = 0,372$$

Smyk a kroucení:

$$\begin{aligned} T_{t,Ed} &= M_{x,Ed}/(I_t/t_w) = 10,3 \text{ MPa} & \text{pro I profil} \\ V_{pl,T,Rd} &= \sqrt{(1 - T_{t,Ed}/(1,25 \cdot (f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}))} \cdot V_{pl,Rd} = 208638,8 \text{ N} \\ \Omega &= 2 \cdot (H - t_p) \cdot (B - t_w) = 104640 \text{ mm}^2 & \text{pro uzavřené profily} \\ T_{t,Ed} &= M_{x,Ed}/(\Omega \cdot t_w) = 0,7263 \\ V_{pl,T,Rd} &= \sqrt{(1 - T_{t,Ed}/(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0})} \cdot V_{pl,Rd} = 212410,9 \text{ N} \\ V_{Ed}/V_{pl,Rd} &< 1 & 0,069 \end{aligned}$$

Vzpěr:

$$\begin{aligned} \lambda'_y &= 0,942919 & \alpha_1 &= 0,49 & \Phi &= 1,126563 & \chi_y &= 0,573709 \\ \lambda'_z &= 0,531981 & \alpha_1 &= 0,49 & \Phi &= 0,722837 & \chi_z &= 0,824936 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{my} &= 0,9 & C_{mz} &= 0,9 & C_{mLT} &= 0,9 \\ k_{yy} &= C_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot (N_{Ed}/N_{Rk} \cdot \chi_y/\gamma_{M1})) < C_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot (N_{Ed}/N_{Rk} \cdot \chi_y/\gamma_{M1})) = 1,0120 \\ k_{yz} &= 0,6 \cdot k_{zz} = 0,5692 \\ k_{zy} &= (1 - 0,1 \cdot \lambda'_z / (C_{mLT} - 0,25) \cdot N_{Ed}/(N_{Rk} \cdot \chi_z/\gamma_{M1})) >= (1 - 0,1 / (C_{mLT} - 0,25) \cdot N_{Ed}/(N_{Rk} \cdot \chi_z/\gamma_{M1})) = 0,9905 \\ \text{pro } \lambda'_z < 0,4; k_{zy} &= 0,6 + \lambda'_z <= (1 - 0,1 \cdot \lambda'_z / (C_{mLT} - 0,25) \cdot N_{Ed}/(N_{Rk} \cdot \chi_z/\gamma_{M1})) = 0,9905 \end{aligned}$$

$$k_{zz} = C_{mz} * (1 + (2 * \lambda'_{z,0.6}) * N_{Ed} / (N_{Rk} * \chi_z / \gamma_{M1})) \leq C_{mz} * (1 + 0,8 * N_{Ed} / (N_{Rk} * \chi_z / \gamma_{M1})) = 0,9486$$

Klopení ČSN EN 1993-1-1 čl. 6.3.2.4:

$$L_c = 6000 \text{ mm} \quad k_c = 0,86 \quad M_{c,Rd} = W_y * f_y / \gamma_{M1} = 1,44E+08 \text{ Nmm}$$

$$\lambda_1 = \pi * \sqrt{E / f_y} = 93,9$$

$$\lambda'_f = k_c * L_c / (i_{f,z} * \lambda_1) = 0,88 \quad \alpha_1 = 0,34 \quad \Phi = 0,968765 \quad \chi_{LT} = 0,728$$

$$N_{Ed} / (N_{Rk} * \chi_y / \gamma_{M1}) + k_{yy} * M_{y,Ed} / (\chi_{LT} * M_{y,Rk} / \gamma_{M1}) + k_{yz} * M_{z,Ed} / (M_{z,Rk} / \gamma_{M1}) < 1 = 0,55$$

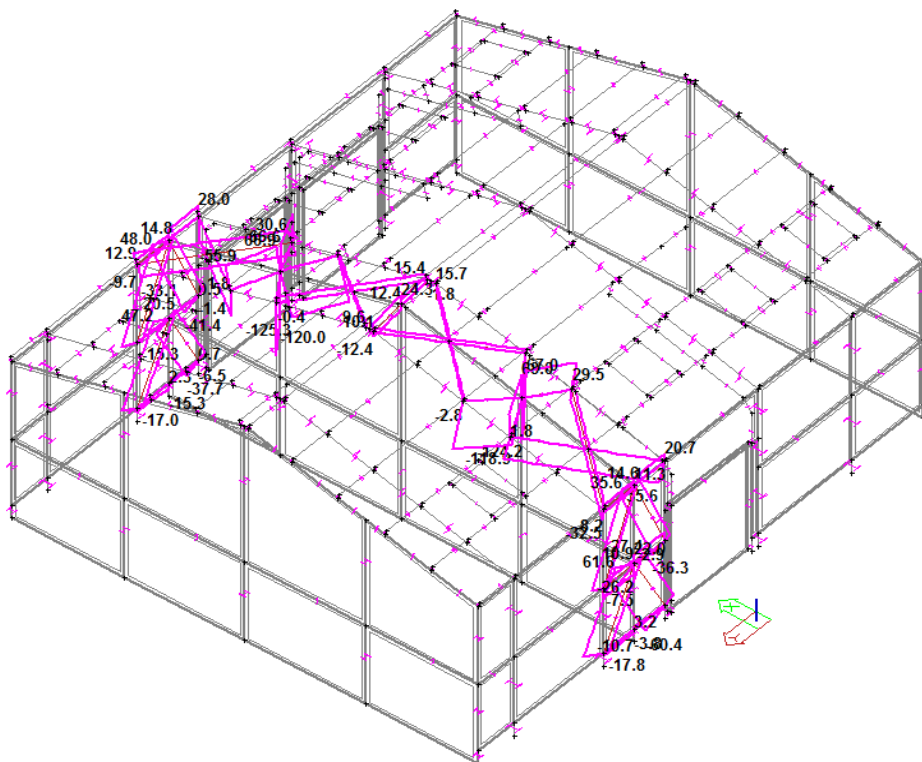
$$N_{Ed} / (N_{Rk} * \chi_z / \gamma_{M1}) + k_{zy} * M_{y,Ed} / (\chi_{LT} * M_{y,Rk} / \gamma_{M1}) + k_{zz} * M_{z,Ed} / (M_{z,Rk} / \gamma_{M1}) < 1 = 0,52$$

Obrys : 1130,00 m Am/V = 147,14 1/m
 $\mu_{0,c} = N_{sd} / N_{Rd} = 0,34$ $\Theta_{cr} = 39,19 * \ln(1 / (0,9674 * \mu_0^{3,833} - 1)) + 482$
 $\Theta_{cr} = 647^\circ$

Kritická teplota oceli θ_{ser}	Stupeň využití průřezu μ_0	Požární odolnost R [min]							
		Součinitel průřezu $A_m / V [\text{m}^3]$							
		50	75	100	125	150	200	300	450
500 °C	0,78	20	16	14	12	11	9	8	6
560 °C	0,58	24	18	15	14	12	11	9	7
620 °C	0,40	27	21	18	16	14	12	11	9
680 °C	0,27	30	24	21	18	17	15	13	12
720 °C	0,21	32	26	23	21	19	18	16	15
740 °C	0,18	34	28	24	22	21	19	18	17

interpolace v tabulce

	125	150	147
0,4	16	14	14,24
0,27	18	17	17,12
0,34			15,6 min



Vnitřní síly na prutu(ech), Globální extrém

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina prutů :503/539

Skupina kombinací na únosnost :1/6

prut	kombi	dx [mm]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
520	2	0	105,98	0	0,13	0,81	0	0
508		1911,1	-137,05	0	-0,15	-0,34	0	0
539	4	0	2,57	2,16	0,25	-0,44	-0,02	0,12
	3		-3,86	-2,7	0,31	0,06	0,02	-0,15
527	4		-15,04	-2,05	0,69	0,25	0,05	-0,13
523	5	1510	8,92	-0,54	-0,52	0,19	0,01	0,02
520	4	0	35,74	0	0,13	1,22	0	0
531			47,56	0	0,12	-1,27	0	0
522		2530,3	-56,84	0	0	0	0,49	0
527		1590	-8,07	1,69	-0,47	-0,17	-0,04	-0,1
526		1006,7	-4	-0,46	0,08	0,25	0,01	0,55
539	3	503,3	-3,14	-0,56	0,12	-0,17	0,09	-0,67

Zatížení (návrhové):

NEd= -1,37E+05 N

MyEd= 0,00E+00 Nmm

Průřez: Trubka Φ88,9x5,6

VzEd= 0,00E+00 kN

D= 88,9 t= 6,30 d= 76,3 mm

A= 1634,8 mm²
 I_y= 1,40E+06 mm⁴
 i_y= 2,93E+01
 W_{y,el}= 3,15E+04 mm³
 W_{y,pl}= 4,31E+04 mm³

Materiál: S 235

f_y= 235 Mpa γ M= 1,1

Vzpěrné délky:

l_y= 2000 mm

Návrhové únosnosti průřezu:

N_{Rd}= 349257,4 N M_{y,Rd}= 9,20E+06 Nmm

V_{pl,Rd}= 168041,5 N

Posouzení:

(N_{sd}/N_{Rd})+(M_{ysd}/M_{y,Rd})<1 = 0,39

V_{sd}/V_{pl,Rd}<1 0,00

Vzpěr:

λ_y= 0,727227 α₁= 0,21

Φ= 0,819788 χ_y= 0,834587

Posouzení:

N_{sd}/N_{Rd}/χ_{min}+0,9*M_{ysd}/M_{y,Rd}<1 = 0,47

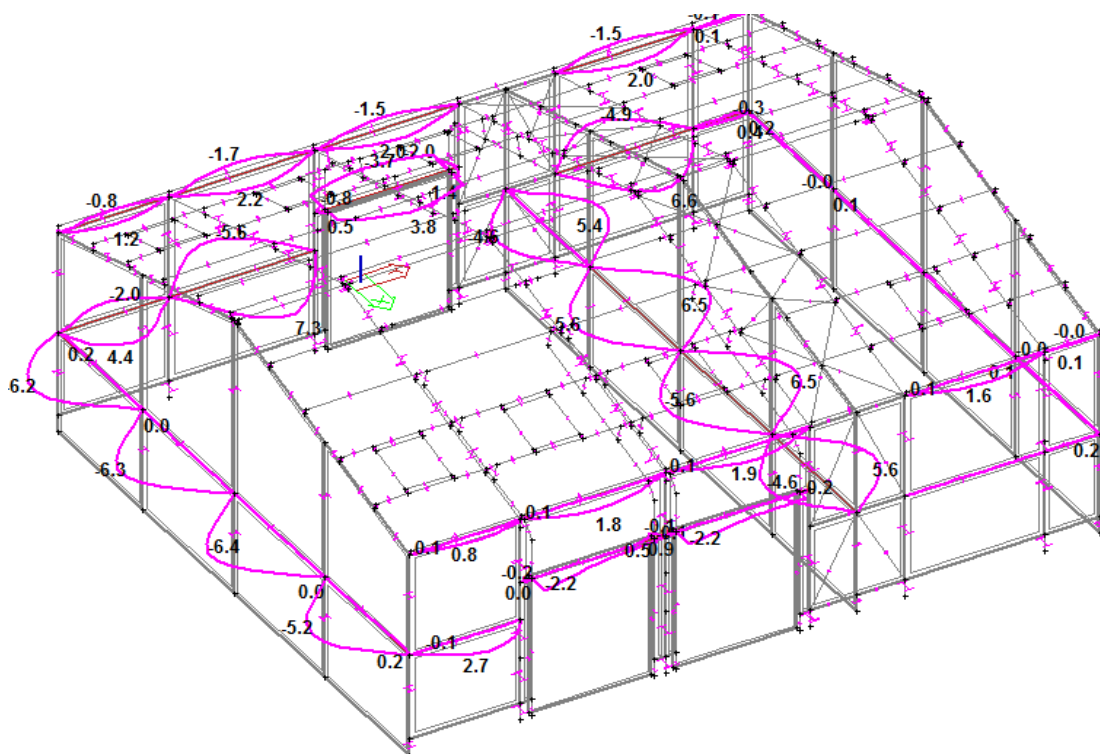
Obrys : 279,29 m Am/V = 158,73 1/m

μ_{0,c} = N_{sd}/N_{Rd} = 0,31 Θ_{cr} = 39,19*ln(1/(0,9674*μ₀^{3,833})-1)+482

Θ_{cr} = 661 °

Kritická teplota oceli θ _{cr}	Stupeň využití průřezu μ ₀	Požární odolnost R [min]							
		Součinitel průřezu A _m /V [m ³]							
		50	75	100	125	150	200	300	450
500 °C	0,78	20	16	14	12	11	9	8	6
560 °C	0,58	24	18	15	14	12	11	9	7
620 °C	0,40	27	21	18	16	14	12	11	9
680 °C	0,27	30	24	21	18	17	15	13	12
720 °C	0,21	32	26	23	21	19	18	16	15
740 °C	0,18	34	28	24	22	21	19	18	17

	150	200	159
0,4	14	12	13,64
0,27	17	15	16,64
0,31			15,7 min



Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina kombinací na únosnost :1/6

prut	kombi	dx	N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
		[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
579	3	4700	10,46	1,24	-0,69	-0,13	-0,1	-0,06
574	4		-9,74	-0,02	1,07	0,02	0,01	0,01
569	2	0	2,51	5,98	2,07	0,01	-0,73	-2,08
567	4	349,7	5,59	-6,75	-5,81	0	-2,03	-2,35
570	3	0	4,47	0,28	6,17	0	0,09	0,05
571		3600	5,11	-0,24	-8,42	0,01	0,26	0,02
570	3	2088,9	4,65	0,04	0,73	0	7,34	0,08
548		2272,7	1,48	-0,02	-0,66	0	-6,39	0,08
560		2325	-0,37	0	0	0	0	0,52

Zatížení (návrhové):

$N_{Ed} =$	-9740,0 N	$M_{yEd} =$	7,34E+06 Nmm
		$M_{zEd} =$	5,20E+05 N
		$V_{zEd} =$	8,42E+03 N
		$M_{xEd} = T_{Ed} =$	0,00E+00 Nmm

Průřez: TRH 140x80x6,3

$H =$	140	$t_p =$	6,3 mm	$t_w =$	6,3 mm
		$h = H - t_p$	133,7 mm	$B =$	80 mm
$A =$	2570,0 mm ²	$A_w =$	1764 mm ²	$I_w =$	1,26E+08 mm ⁶
$I_y =$	6,46E+06 mm ⁴	$I_z =$	2,65E+06 mm ⁴	$I_x(I_t) =$	7320000 mm ⁴
$i_y =$	50,1 mm	$i_z =$	32,1 mm	$i_{t,z} =$	36,6 mm
$W_{y,el} =$	92300 mm ³	$W_{z,el} =$	66200 mm ³		
$W_{y,pl} =$	135000 mm ³	$W_{z,pl} =$	83300 mm ³		

Materiál: S 235

$f_y =$	235 Mpa	$\gamma_M =$	1,10
---------	---------	--------------	------

Vzpěrné délky:

$l_x =$	5500 mm	$l_y =$	5500 mm	$l_z =$	5500 mm
---------	---------	---------	---------	---------	---------

$L_m = 38 \cdot i_z / \sqrt{(1/57,4 \cdot (N_{Ed}/A) + 1/(756 \cdot C_1^2) \cdot (W_{pl,y}^2/(A \cdot I_T)) \cdot (f_y/235))} = 4703,368 \text{ mm}$

Návrhové únosnosti průřezu:

$N_{Rk} =$	549045,5 N	$M_{y,Rk} =$	2,88E+07 Nmm	$M_{z,Rk} =$	1,78E+07 Nmm
$V_{pl,Rd} =$	217583,5 N				

$$\rho = (2 \cdot V_{ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2 = 0,000 < 1$$

$$M_{y,V,Rd} = (W_{y,pl} - \rho \cdot A_w^2 / 4 \cdot t_w) \cdot f_y / \gamma_{M0} = 2,88E+07 \text{ Nmm}$$

$$M_{y,N,Rd} = M_{y,pl,Rd} \cdot (1 - (N_{Ed} / N_{pl,Rd})^2) = 2,88E+07 \text{ Nmm}$$

Posouzení:

$$(N_{Ed} / N_{Rd}) + (M_{yEd} / M_{y,V,Rd}) + (M_{zEd} / M_{z,Rd}) < 1 = 0,301$$

Smyk a kroucení:

$$T_{t,Ed} = M_{x,Ed} / (I_t / t_w) = 0,0 \text{ MPa} \quad \text{pro I profil}$$

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - T_{t,Ed} / (1,25 \cdot (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0})} \cdot V_{pl,Rd} = 217583,5 \text{ N}$$

$$\Omega = 2 \cdot (H - t_p) \cdot (B - t_w) = 21392 \text{ mm}^2 \quad \text{pro uzavřené profily}$$

$$T_{t,Ed} = M_{x,Ed} / (\Omega \cdot t_w) = 0$$

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - T_{t,Ed} / (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}} \cdot V_{pl,Rd} = 217583,5 \text{ N}$$

$$V_{Ed} / V_{pl,Rd} < 1 \quad 0,039$$

Vzpěr:

$\lambda'_y =$	1,168281	$\alpha_1 =$	0,49	$\Phi =$	1,419669	$\chi_y =$	0,449185
$\lambda'_z =$	1,824067	$\alpha_1 =$	0,49	$\Phi =$	2,561506	$\chi_z =$	0,229365

$$C_{my} = 0,9 \quad C_{mz} = 0,9 \quad C_{mLT} = 0,9$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot (N_{Ed} / N_{Rk} \cdot \chi_y / \gamma_{M1})) < C_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot (N_{Ed} / N_{Rk} \cdot \chi_y / \gamma_{M1})) = 0,9313$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,5768$$

$$k_{zy} = (1 - 0,1 * \lambda'_z / (C_{mLT} - 0,25) * N_{Ed} / (N_{Rk} * \chi_z / \gamma_{M1})) \geq (1 - 0,1 / (C_{mLT} - 0,25) * N_{Ed} / (N_{Rk} *)) \quad 0,9869$$

$$\text{pro } \lambda'_z < 0,4; k_{zy} = 0,6 + \lambda'_z \leq (1 - 0,1 * \lambda'_z / (C_{mLT} - 0,25) * N_{Ed} / (N_{Rk} * \chi_z / \gamma_{M1})) = \quad 0,9869$$

$$k_{zz} = C_{mz} * (1 + (2 * \lambda'_z - 0,6) * N_{Ed} / (N_{Rk} * \chi_z / \gamma_{M1})) \leq C_{mz} * (1 + 0,8 * N_{Ed} / (N_{Rk} * \chi_z / \gamma_{M1})) = \quad 0,9613$$

Klopení ČSN EN 1993-1-1 čl. 6.3.2.4:

$$L_c = \quad 0 \text{ mm} \quad k_c = \quad 0,86 \quad M_{c,Rd} = W_y * f_y / \gamma_{M1} = \quad 1,97E+07 \text{ Nmm}$$

$$\lambda_1 = \pi * \sqrt{E / f_y} = \quad 93,9$$

$$\lambda'_f = k_c * L_c / (i_{f,z} * \lambda_1) = \quad 0,00 \quad \alpha_1 = \quad 0,34 \quad \Phi = \quad 0,432 \quad \chi_{LT} = \quad 1,000$$

$$N_{Ed} / (N_{Rk} * \chi_y / \gamma_{M1}) + k_{yy} * M_{y,Ed} / (\chi_{LT} * M_{y,Rk} / \gamma_{M1}) + k_{yz} * M_{z,Ed} / (M_{z,Rk} / \gamma_{M1}) < 1 \quad = \quad 0,32$$

$$N_{Ed} / (N_{Rk} * \chi_z / \gamma_{M1}) + k_{zy} * M_{y,Ed} / (\chi_{LT} * M_{y,Rk} / \gamma_{M1}) + k_{zz} * M_{z,Ed} / (M_{z,Rk} / \gamma_{M1}) < 1 \quad = \quad 0,39$$

Obrys : $440,00 \text{ m}$ $A_m/V = \quad 171,21 \text{ 1/m}$

$\mu_{0,c} = N_{sd}/N_{Rd} = \quad 0,25$ $\Theta_{cr} = 39,19 * \ln(1 / (0,9674 * \mu_0^{3,833} - 1)) + 482$

$\Theta_{cr} = \quad 688^\circ$

Kritická teplota oceli $\theta_{a,er}$	Stupeň využití průřezu μ_0	Požární odolnost R [min]							
		Součinitel průřezu $A_m/V [\text{m}^3]$							
		50	75	100	125	150	200	300	450
500 °C	0,78	20	16	14	12	11	9	8	6
560 °C	0,58	24	18	15	14	12	11	9	7
620 °C	0,40	27	21	18	16	14	12	11	9
680 °C	0,27	30	24	21	18	17	15	13	12
720 °C	0,21	32	26	23	21	19	18	16	15
740 °C	0,18	34	28	24	22	21	19	18	17

interpolace v tabulce

	200	300	171
0,27	15	13	15,58
0,21	18	16	18,58
0,25			16,6 min

Závěr

Ocelová konstrukce je navržena s požární odolností 15 minut.

Konec výpočtu, únor 2024