

UNIVERZITA PARDUBICE  
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2019

Bc. Petr Nevšimal

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

Statický přepočet mobilní příhradové haly

Bc. Petr Nevšimal

Diplomová práce

2019

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2018/2019

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr Nevšímal**  
Osobní číslo: **D17327**  
Studijní program: **N3607 Stavební inženýrství**  
Studijní obor: **Dopravní stavitelství**  
Název tématu: **Statický přepoččet ocelové příhradové mobilní haly**  
Zadávající katedra: **Katedra dopravního stavitelství**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Provedte statický přepoččet ocelové příhradové mobilní haly s využitím programu SCIA Engineer. Optimalizujte navržené ocelové profily. Součástí statického výpočtu bude posouzení spojů.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

**ČSN EN 1990 ČSN EN 1991-1-1 ČSN EN 1991-1-3 ČSN EN 1991-1-4 ČSN EN 1993 Výrobní dokumentace haly**

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Ladislav Řoutil, Ph.D.**

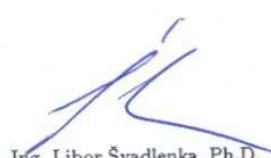
Katedra dopravního stavitelství

Datum zadání diplomové práce:

**26. října 2018**

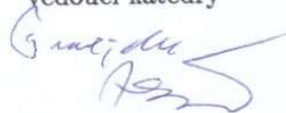
Termín odevzdání diplomové práce:

**25. ledna 2019**

  
doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.  
děkan

L.S.

Ing. Aleš Šmejda, Ph.D.  
vedoucí katedry



V Pardubicích dne 29. října 2018

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012 Pravidla pro zveřejňování závěrečných prací a jejich základní jednotnou formální úpravu, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 28. 4. 2019

Bc. Petr Nevšímal

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat doc. Ing. Ladislavovi Řoutilovi, Ph.D. za odborné vedení a čas věnovaný vedení mé diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat rodičům za podporu a umožnění studia na vysoké škole.

## **ANOTACE**

Diplomová práce se zaměřuje na posouzení a dimenzování prutových prvků jednolodní příhradové ocelové mobilní haly o rozpětí 20 m, délce 36 m a výšce 7,83 m. Hlavním konstrukčním materiálem je ocel S355 a S235. Předmětem diplomové práce je přepočítání pomocí SCIA Engineer 18.1 a návrh úprav haly realizované v I. sněhové a větrné oblasti pro použití ve III. sněhové a větrné oblasti. Přílohy obsahují původní a upravený model ve SCIA Engineer včetně Engineer reportů, přílohy pro stanovení zatížení větrem a přílohy pro posouzení spojů.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

statický výpočet, příhradová ocelová mobilní hala, rám, ocel, zatížení sněhem, zatížení větrem, zatížení teplotou, kombinace, posouzení prvků, dimenzování prvků, šroubový spoj, posouzení šroubového spoje

## **TITLE**

Static recalculation of mobile truss hall

## **ANNOTATION**

The diploma thesis is focused on the assessment and dimensioning of the elements of a single-  
nave steel mobile hall with a span of 20 m, length 36 m and height of 7,83 m. The main  
structural material is steel S355 and S235. The subject of this diploma thesis is recalculation  
with SCIA Engineer 18.1 and design of hall modification which is realized in 1st snow and  
wind area for use in 3rd snow and wind area. Attachments include the original and modified  
SCIA Engineer model including Engineer reports, attachments for wind load determination and  
joint assessment.

## **KEYWORDS**

static calculation, truss steel mobile hall, frame, steel, snow load, wind load, temperature load,  
combinations, assessment of elements, dimensioning of elements, bolt joint, assessment of bolt  
joint

## OBSAH

Úvod.....	12
1. Základní údaje .....	13
2. Statický výpočet .....	19
2.1. Stručný popis modelu.....	19
2.2. Geometrické schéma .....	19
2.3. Zatížení.....	20
2.3.1. Popis zatěžovacích stavů .....	20
2.3.1.1. Stálé zatížení.....	20
2.3.1.2. Zatížení nahodilá, krátkodobá .....	21
Zatížení sněhem dle ČSN EN 1991-1-3 .....	21
Zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4.....	24
Zatížení teplotou dle ČSN EN 1991-1-5.....	31
2.4. Kombinace zatížení dle ČSN EN 1990 .....	33
2.5. Posouzení ocelových prvků dle ČSN EN 1993-1-1 .....	38
2.6. Posouzení a dimenzování jednotlivých prutů příhradové konstrukce.....	41
2.6.1. Posudek horní pásnice příčle .....	41
2.6.1.1. Popis průřezu .....	41
2.6.1.2. Dimenzování průřezu .....	43
2.6.2. Posudek dolní pásnice příčle.....	44
2.6.2.1. Popis průřezu .....	44
2.6.2.2. Dimenzování průřezu .....	46
2.6.3. Posudek horní pásnice nohy .....	47
2.6.3.1. Popis průřezu .....	47
2.6.3.2. Dimenzování průřezu .....	49
2.6.4. Posudek dolní pásnice nohy.....	50
2.6.4.1. Popis průřezu .....	50
2.6.4.2. Dimenzování průřezu .....	52
2.6.5. Posudek svislic.....	53
2.6.5.1. Popis průřezu .....	53
2.6.5.2. Dimenzování průřezu .....	55
2.6.6. Posudek diagonál v rámovém rohu.....	56
2.6.6.1. Popis průřezu .....	56

2.6.6.2.	Dimenzování průřezu .....	58
2.6.7.	Posudek diagonál .....	59
2.6.7.1.	Popis průřezu .....	59
2.6.7.2.	Dimenzování průřezu .....	61
2.6.8.	Posudek podélného vodorovného ztužení.....	62
2.6.8.1.	Popis průřezu .....	62
2.6.8.2.	Dimenzování průřezu .....	64
2.6.9.	Posudek podélného diagonálního ztužení.....	65
2.6.9.1.	Popis průřezu .....	65
2.6.9.2.	Dimenzování průřezu .....	67
2.6.10.	Posudek podélného diagonálního krajního ztužení .....	68
2.6.10.1.	Popis průřezu .....	68
2.6.10.2.	Dimenzování průřezu .....	70
2.6.11.	Posudek štítových sloupků.....	71
2.6.11.1.	Popis průřezu .....	71
2.6.11.2.	Dimenzování průřezu .....	73
2.6.12.	Posudek štítových IPE sloupků.....	74
2.6.12.1.	Popis průřezu .....	74
2.6.12.2.	Dimenzování průřezu .....	76
2.6.13.	Posudek štítových paždíků.....	77
2.6.13.1.	Popis průřezu .....	77
2.6.13.2.	Dimenzování průřezu .....	79
2.6.14.	Posudek podélných vodorovných vzpěr tvaru K .....	80
2.6.14.1.	Popis průřezu .....	80
2.6.14.2.	Dimenzování průřezu .....	82
2.6.15.	Posudek podélných diagonálních vzpěr tvaru K.....	83
2.6.15.1.	Popis průřezu .....	83
2.6.15.2.	Dimenzování průřezu .....	85
3.	Reakce v podporách .....	86
3.1.	Reakce na původní konstrukci .....	86
3.2.	Reakce na upravené konstrukci.....	86
4.	Posouzení spojů dle ČSN EN 1993-1-8 .....	87
4.1.	Spoj sloup - příčle .....	87
4.2.	Spoj příčle – příčle .....	91
5.	Hodnocení a závěr .....	94

Literatura/Zdroje .....	95
Seznam příloh .....	96
Příloha 1 – Zatížení větrem ČSN EN 1991-1-4 – náhled .....	97
Příloha 2 – Rozklad sil do posouzení spojů – náhled .....	98

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

$z_e$	referenční výška
$c_{dir}$	součinitel směru
$c_{season}$	součinitel ročního období
$c_o$	součinitel orografie
$v_{b,0}$	základní rychlost větru
$\rho_0$	hustota vzduchu
$c_{prob}$	součinitele pravděpodobnosti
$k$	součinitel tvaru
$n$	exponent
$c_r$	součinitel drsnosti
$k_p$	součinitel terénu
$z_0$	parametr terénu
$z_{min}$	parametr terénu
$k_l$	součinitel turbulence
$c_e$	součinitel prostředí
$c_t$	tepelný součinitel
$s_k$	charakteristická hodnota zatížení sněhem
$\psi_0, \psi_1, \psi_2$	součinitel pro kombinační hodnotu zatížení
$f_y$	mez kluzu
$f_u$	mez pevnosti v tahu
$f_{ub}$	mez pevnosti pro šrouby
$\varepsilon$	poměr
$\gamma_{M0(M1,M2)}$	dílčí součinitel spolehlivosti
$h$	výška průřezu profilu
$t$	tloušťka pásnice
$b$	šířka pásnice
$s$	tloušťka stojiny
$d$	kruhový průměr
$w$	tloušťka stěny

$A$	plocha průřezu
$A_V$	smyková plocha
$A_S$	rovina stříhu
$I_{y,z}$	moment setrvačnosti k dané ose
$i_{y,z}$	poloměr setrvačnosti k dané ose
$W_{el,y(ell,z)}$	modul pružnosti průřezu k dané ose
$W_{pl,y(pl,z)}$	plastický modul průřezu k dané ose
$N_{Ed}$	návrhová hodnota normálové síly
$N_{c,Rd}$	návrhová únosnost v tahu, tlaku
$M_{Ed}$	návrhová hodnota ohybového momentu
$M_{c,Rd}$	návrhová únosnost v ohybu
$V_{Ed}$	návrhová hodnota smykové síly
$V_{c,Rd}$	návrhová únosnost ve smyku
$T_{Ed}$	návrhová hodnota krouticího momentu
$T_{Rd}$	návrhová únosnost průřezu v kroucení
$T_{t,Ed}$	moment prostého kroucení
$T_{t,Rd}$	moment vázaného kroucení
$M_{N,y,Rd(N,z,Rd)}$	návrhový plastický moment únosnosti k dané ose
$N_{b,Rd}$	návrhová vzpěrná únosnost tlačенého prutu
$\chi$	součinitel vzpěrnosti
$\phi$	hodnota pro výpočet součinitele vzpěrnosti
$\alpha_l$	součinitel imperfekce
$\bar{\lambda}$	poměrná štíhlost
$L_{cr}$	kritická vzpěrná délka
$F_{v,Ed}$	návrhová hodnota pro posouzení spoje ve stříhu a otláčení
$F_{v,Rd}$	návrhová únosnost pro posouzení spoje ve stříhu
$F_{b,Rd}$	návrhová únosnost pro posouzení spoje v otláčení
$F_{t,Ed}$	návrhová hodnota pro posouzení spoje v tahu
$F_{t,Rd}$	návrhová únosnost pro posouzení spoje v tahu

## Úvod

Diplomová práce volně navazuje na mou bakalářskou práci, která se zabývala posouzením ocelové mobilní haly, kde hlavní nosná konstrukce byla tvořena plnostěnnými válcovanými profily.

Tato práce se zaměřuje na statické posouzení příhradové ocelové mobilní haly z portfolia firmy Haly.biz. S touto firmou jsem během studia spolupracoval na přípravě výrobních dokumentací ocelových halových konstrukcí. Předmětem diplomové práce je přepočítání a návrh úprav ocelové mobilní haly realizované v I. sněhové a větrné oblasti pro použití ve III. sněhové a větrné oblasti.

V této práci je sledována konstrukce ze skupiny relativně lehkých ocelových příhradových montovaných hal se sedlovým tvarem střechy. Celá konstrukce je opláštěná polyesterovou hi-tech membránou, která je lehkým a efektivním systémem zastřešení pro rozmanité klimatické podmínky. Hlavní nosný systém tvoří příhradový rám z dutých čtvercových ocelových profilů. Rám je tvořen ze čtyř dílů, které jsou k sobě zajištěny šroubovým spojením. Součástí této práce je posouzení těchto spojů.

# 1. Základní údaje

Předmětem přepočtu pro vyšší sněhovou a větrnou oblast je halová příhradová konstrukce, RUB-01, která vychází z podkladů [12, 13]. Hala má vnější šířku 20 m a osovou délku 36 m. Výška konstrukce je 7,83 m. Hlavní nosný rámový systém je příhrada z válcovaných čtvercových profilů z oceli S 355 a S235. Rám je tvořen dvěma nohama a dvěma příčlemi, vzájemně sešroubovanými šrouby kategorie A (dle EC3).

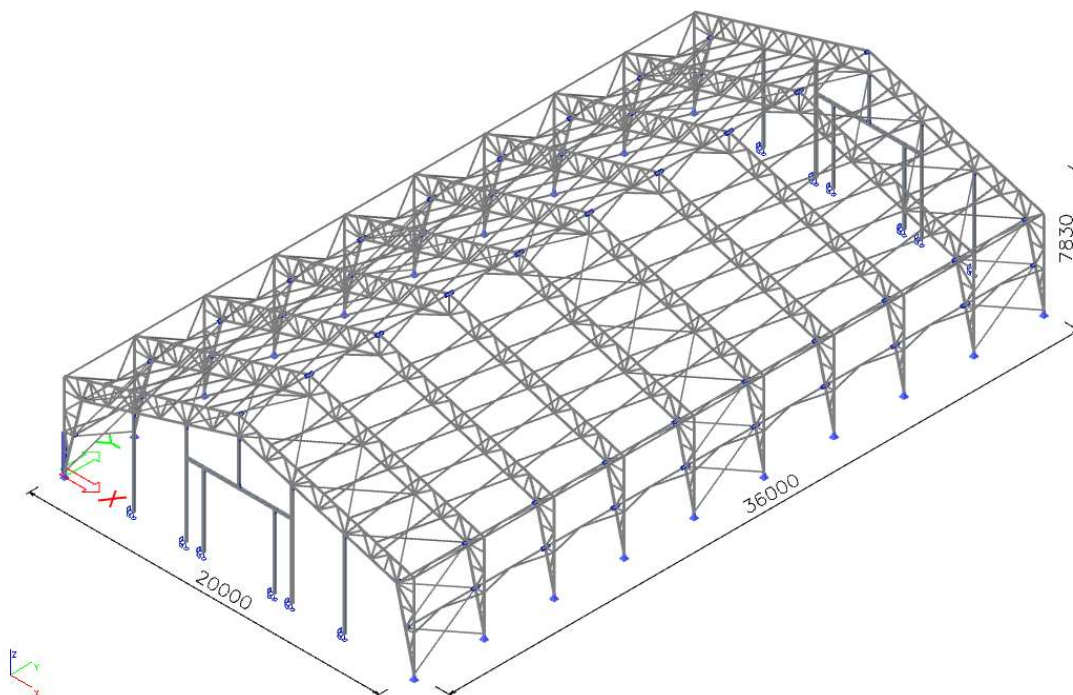
Noha rámu je tvořena horní a dolní pásnicí z oceli S355 ze čtvercového profilu MSH60×60×4.0, diagonál z oceli S235 ze čtvercového profilu SHS40/40/3.2, SHS50/50/4.0 a svislic z oceli S235 ze čtvercových profilů SHSCF30/30/2.0.

Příčle rámu je tvořena horní a dolní pásnicí ze čtvercových profilů MSH50×50×4.0, pro diagonály a svislice jsou použity stejné profily jako u nohou.

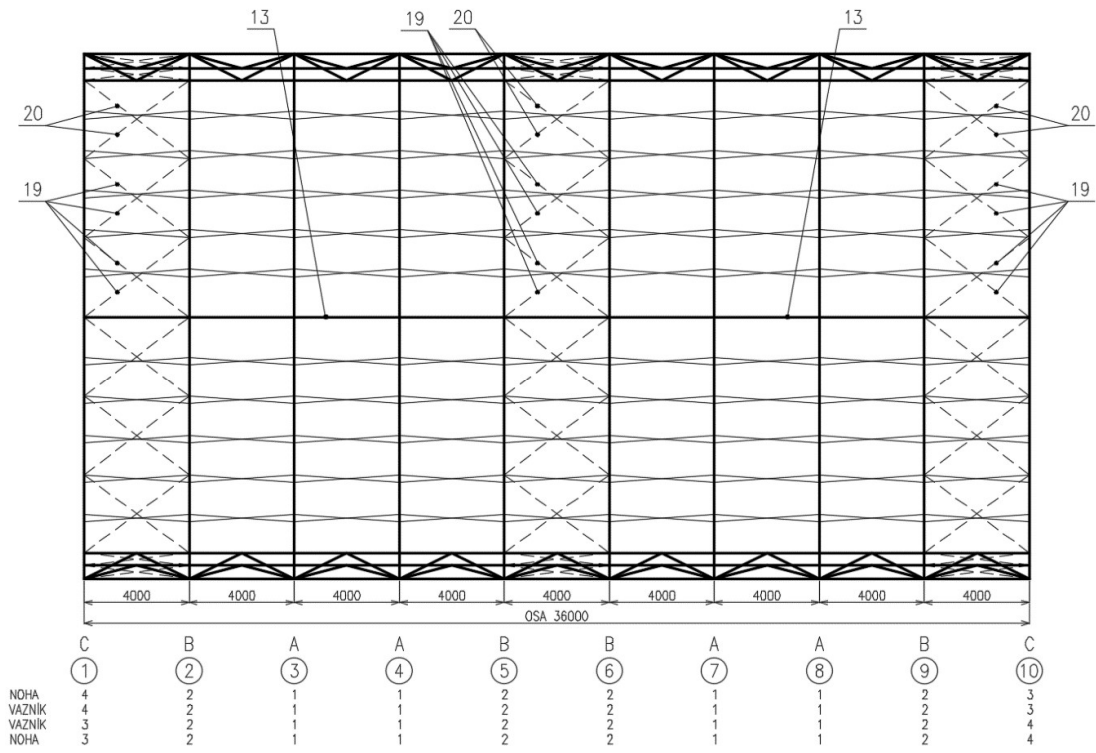
Štítové sloupky a paždíky jsou ze za studena válcovaných obdélníkových profilů VPH 120/80×3 a profilů IPE 140 z oceli S 235.

Podélné ztužení zajišťují diagonální vzpěry a vzpěry tvaru K ze za studena tvarované kruhové trubky RO38×2, RO38×3.2 a RO48.3×3.6 z oceli S 235.

Příčné ztužení, zavětrování, je zhotoveno z kruhových tyčí RD20 z oceli S 235.

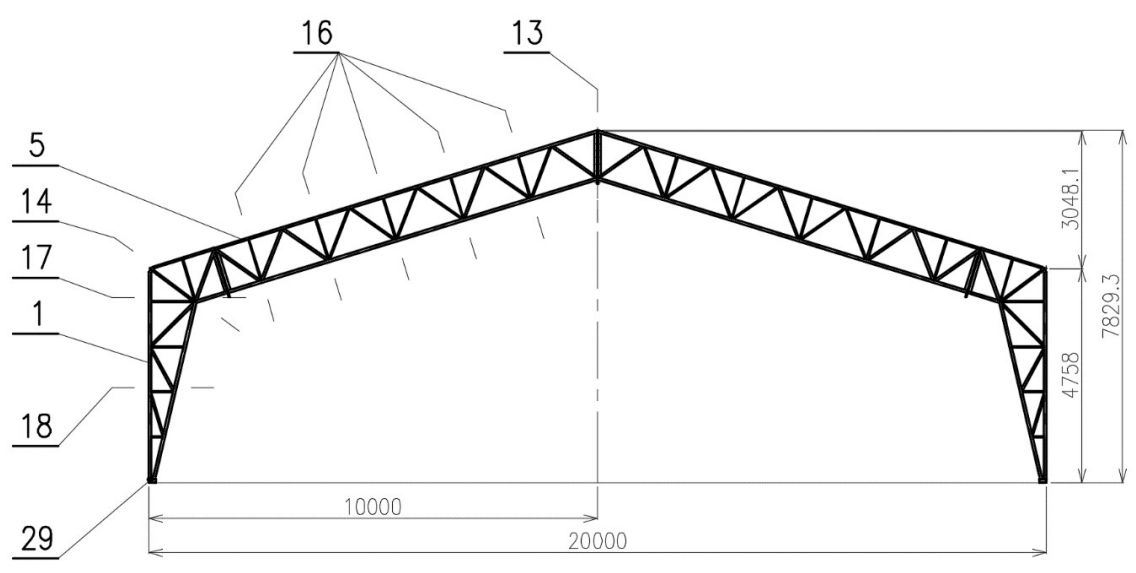


Obrázek 1 – 3D model konstrukce



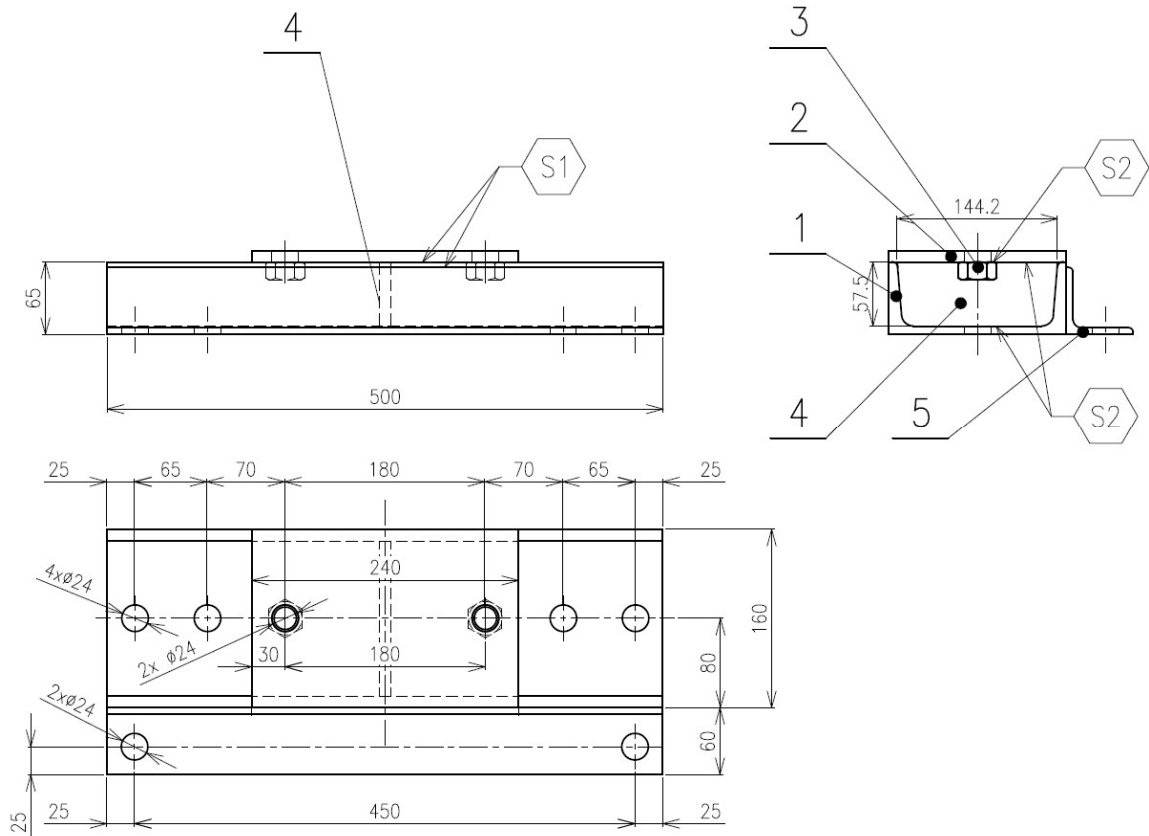
Obrázek 2 - Půdorysné schéma konstrukce (zdroj: Výrobní dokumentace)

A – TYPICKÉ POLE



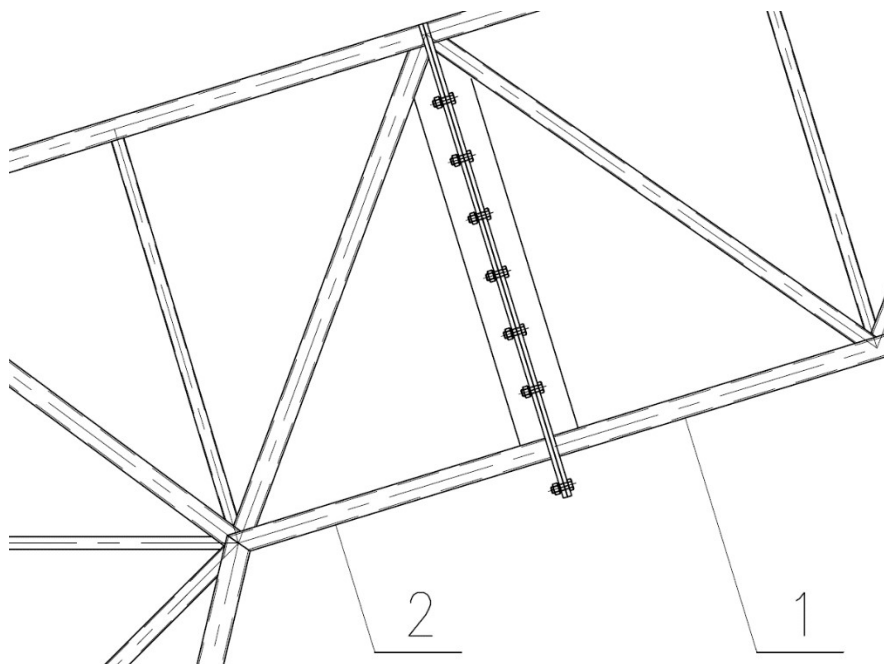
Obrázek 3 – Schéma typického rámu (zdroj: Výrobní dokumentace)

Kotvení nohou do základu je provedeno pomocí základových patek, pomocí šroubů M20, přes Roxorové tyče o průměru 20 mm s vytvořeným hrotem pro jednodušší zavedení do základu. Uložení rámu je uvažováno kloubové.

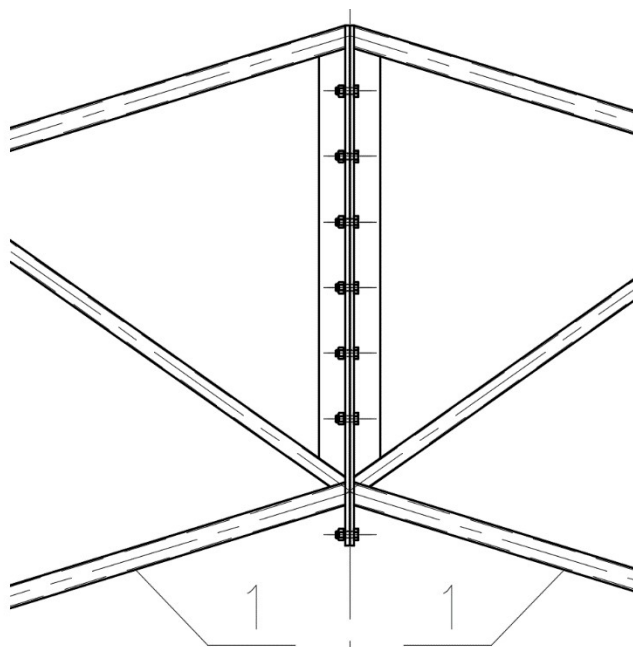


Obrázek 4 – Schématický výkres kotevní patky (zdroj: Výrobní dokumentace)

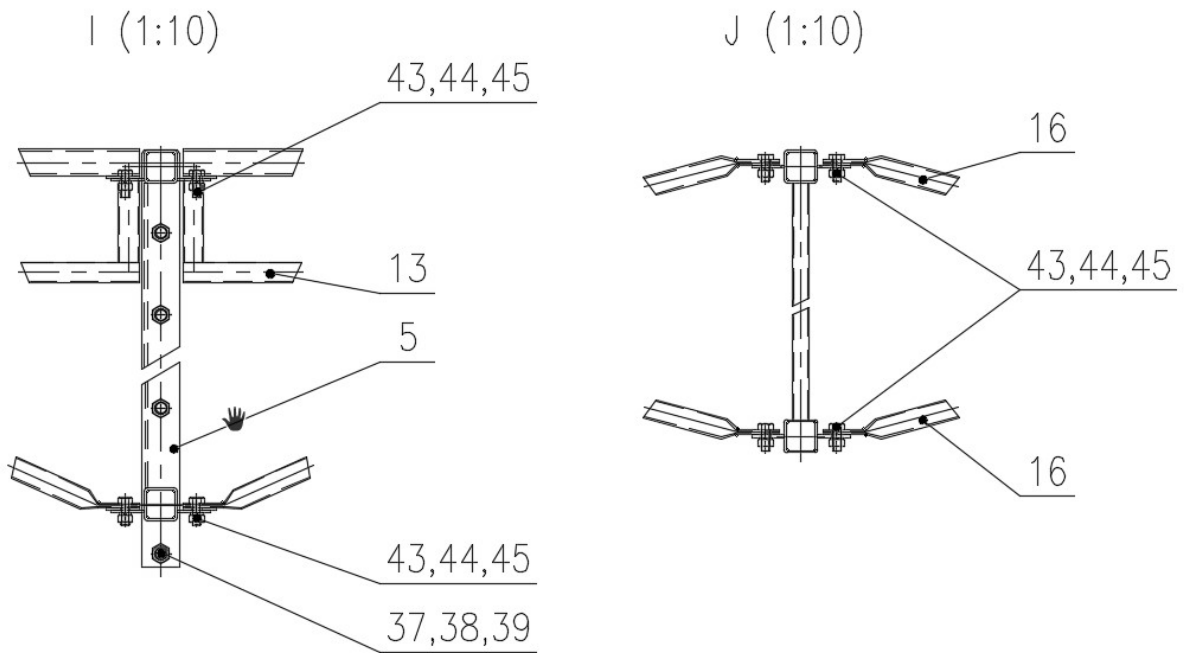
Spoje hlavních nosných částí, tedy nohou a příčlí, a spoje podélných i příčných ztužujících prvků jsou provedeny pomocí spojovacího materiálu M16.



Obrázek 5 – Schéma spoje hlavních nosných částí, Noha/Příčle (zdroj: Výrobní dokumentace)



Obrázek 6 – Schéma spoje hlavních nosných částí, příčle - příčle (zdroj: Výrobní dokumentace)



Obrázek 7 – Schéma spoje podélného ztužení (zdroj: Výrobní dokumentace)

Jako opláštění se používají dva typy plachtoviny od firmy Mehler: POLYMAR® 8509 (680g/m<sup>2</sup>) a POLYMAR® 8540 (900g/m<sup>2</sup>).

Jedná se o hi-tech membránu ošetřenou PVC nánosem a upravenou oboustranným akrylátovým lakem, antibakteriální úpravou a UV ochranou.

Plachtovina se dodává s technickým listem a protokolem s klasifikací reakce na oheň.



Obrázek 8 – Opláštění pomocí hi-tech membrány, vnější pohled

Tabulka 1 – Kusovník - upraveno (zdroj: Výrobní dokumentace)

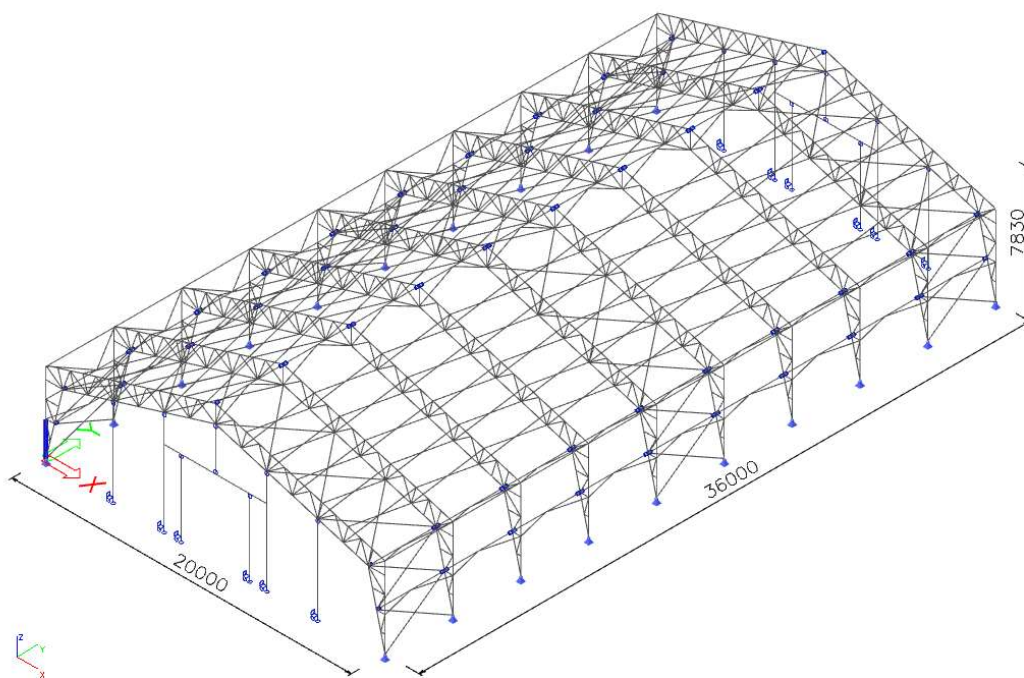
Kusy	Název - rozměr	Materiál	Čistá hmotnost	Celková hmotnost
2	PŘEKLAD 2	S 235	34,1	68,1
1	NAPÍNACÍ JAKL 4	S 235	20,8	20,8
4	NAPÍNACÍ JAKL 3	S 235	18,7	74,8
4	NAPÍNACÍ JAKL 2	S 235	18,5	74
18	NAPÍNACÍ JAKL 1	S 235	19,5	351
54	NAPÍNÁK 1	S 235	0,6	34,02
12	PATKA 2	S 235	15,8	189
8	PATKA 1	S 235	15,8	126,24
1	PŘEKLAD 1	S 235	40,5	40,46
1	SLOUPEK 6	S 235	58,4	58,39
1	SLOUPEK 5	S 235	58,4	58,39
1	SLOUPEK 4	S 235	58,9	58,85
1	SLOUPEK 3	S 235	58,9	58,85
2	SLOUPEK 2	S 235	47,8	95,62
2	SLOUPEK 1	S 235	47,8	95,62
24	TÁHLO 3	S 235	12,0	287,04
12	TÁHLO 2	S 235	13,4	160,32
24	TÁHLO 1	S 235	14,3	342,96
18	VZPĚRA 4	S 235	26,6	479,16
18	VZPĚRA 3	S 235	28,1	505,08
140	VZPĚRA 2	S 235	7,2	1010,8
40	VZPĚRA 1	S 235	16,1	644,4
18	BOK 1	S 235	22,7	409,32
9	HŘEBEN 1	S 235	37,6	338,22
1	PODSTAVA	S 235	315,2	315,24
8	VAZNÍK-HRAZDIČKY	S 235	10,2	81,68
2	VAZNÍK 4	S 355	174,0	348,08
2	VAZNÍK 3	S 355	174,0	348,08
8	VAZNÍK 2	S 355	174,3	1394,24
8	VAZNÍK 1	S 355	173,8	1390,24
2	NOHA 4	S 355	119,5	239
2	NOHA 3	S 355	119,5	239
8	NOHA 2	S 355	119,9	959,2
8	NOHA 1	S 355	119,5	956
				<b>12 701</b>

## 2. Statický výpočet

### 2.1. *Stručný popis modelu*

Model pro statický výpočet byl vytvořen v obecném prostoru XYZ pomocí programu SCIA Engineer 18.1. Výpočet je řízen národní normou EC – EN s národním dodatkem ČSN-EN NA. Konstrukce je uvažována jako příhradová soustava prutových prvků. Podpory rámu jsou uvažovány jako kloubové.

### 2.2. *Geometrické schéma*



Obrázek 9 – Prutový 3D model haly RUB-01

## 2.3. Zatížení

### 2.3.1. Popis zatěžovacích stavů

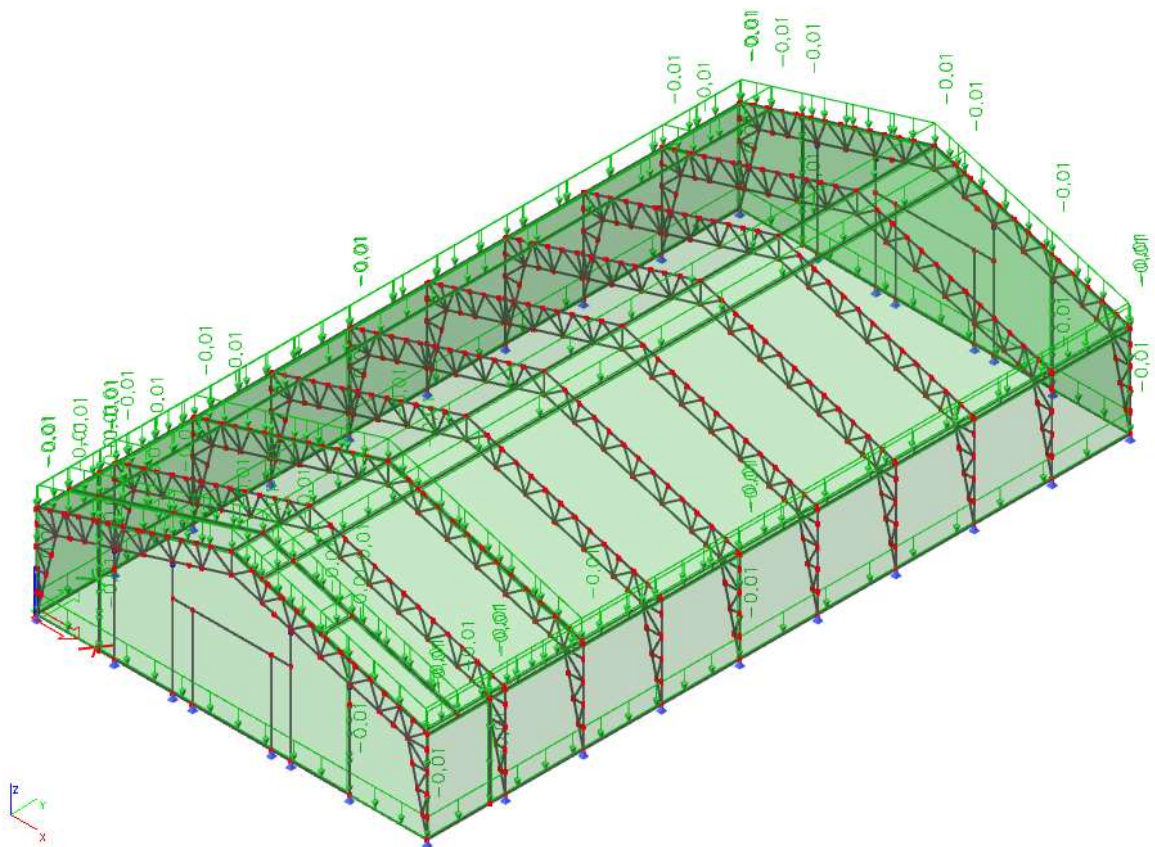
#### 2.3.1.1. Stálé zatížení

##### VT01 - Vlastní tíha konstrukce

Vlastní tíha konstrukce byla stanovena programem SCIA Engineer 18.1, jež obsahuje rozsáhlou databázi profilů s jejich průřezovými a dalšími charakteristikami pro výpočet.

##### VT02 - Ostatní stálé zatížení

Jako ostatní stálé zatížení je uvažováno opláštění konstrukce. Je použita plachtovina POLYMAR® 8540 (výrobce uvádí  $900 \text{ g/m}^2 = 0,009 \text{ kN/m}^2$ ). Zatížení pláštěm je modelováno jako volné plošné zatížení působící ve svislém směru -Z v GSS, které je následně přepočítáno programem na spojitě zatížení působící na horní pásnice příhradového rámu a na štítové sloupky.



Obrázek 10 - Zatížení pláštěm

### 2.3.1.2. Zatížení nahodilá, krátkodobá

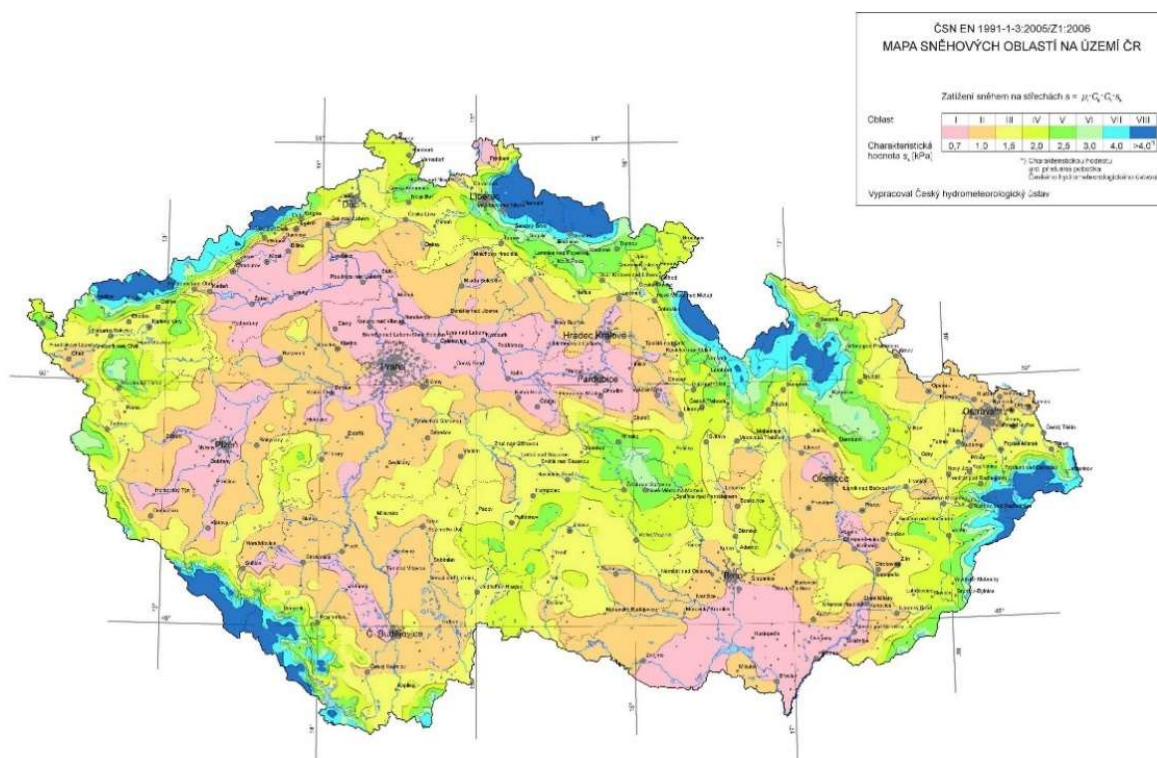
#### Zatížení sněhem dle ČSN EN 1991-1-3

Zatížení sněhem je modelováno jako plošné zatížení působící ve svislém směru  $-Z$  v GSS na půdorysný průmět střechy. Konstrukce je posuzována pro **III.** sněhovou oblast. Zatížení je modelováno pro tři případy:

**S01 - Příklad I** – Sníh za bezvětří. Zatížení působí v plném rozsahu na celé ploše střechy (Obrázek 12)

**S02 - Příklad II** – Sníh navátý zleva. Zatížení působí v plném rozsahu na návětrné straně střechy, na pravé polovině střechy působí zatížení násobené hodnotou 0,5 (Obrázek 13)

**S03 - Příklad III** – Sníh navátý zprava. Zatížení působí v plném rozsahu na návětrné straně střechy, na levé polovině střechy působí zatížení násobené hodnotou 0,5 (Obrázek 14)



Obrázek 11 - Mapa sněhových oblastí na území ČR (zdroj: <http://www.sticka.cz/mapy>)

### Parametry a součinitelé pro výpočet:

Tvarový součinitel zatížení sněhem

$$\mu_1 = 0,8$$

dle ČSN EN 1991-1-3, 5.3 Tab. 5.2

(Sklon střechy  $0^\circ < \alpha < 30^\circ$ )

Součinitel prostředí

$$c_e = 1,0$$

dle ČSN EN 1991-1-3, 5.2 Tab. 5.1

Tepelný součinitel

$$c_t = 1,0$$

dle ČSN EN 1991-1-4, 5.2

Charakteristická hodnota zatížení sněhem

$$s_k = 1,50 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

dle ČSN EN 1991-1-4,

(Mapa sněhových oblastí)

Součinitelé  $\psi_0, \psi_1, \psi_2$

dle ČSN EN 1991-1-4, 4.2 Tab. 4.1

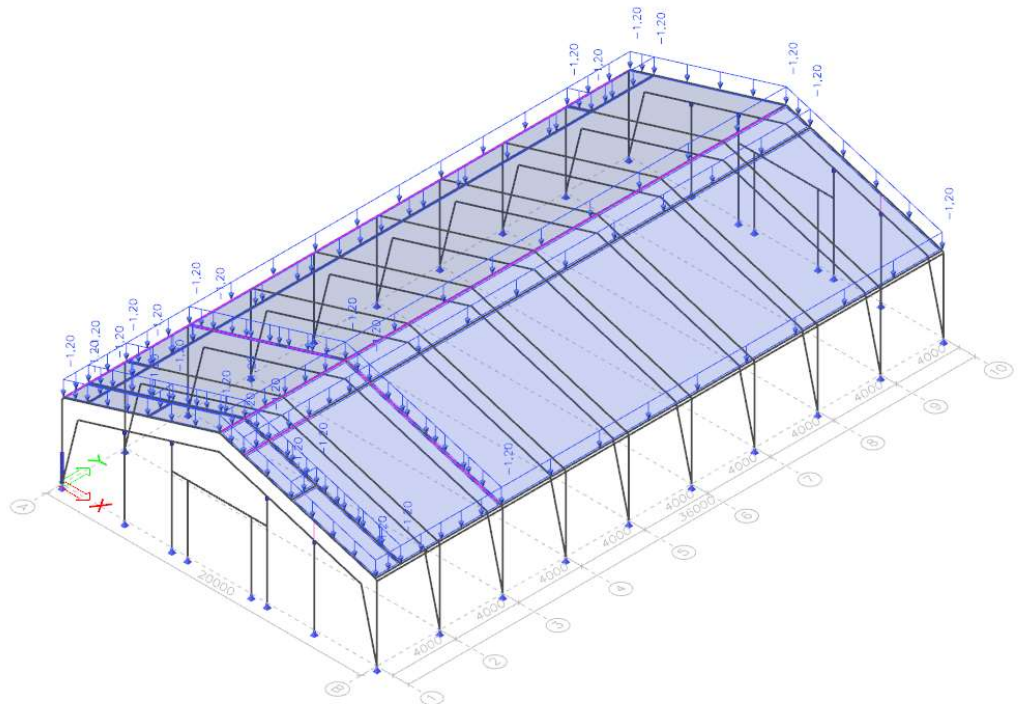
$$\psi_0 = 0,50$$

$$\psi_1 = 0,20$$

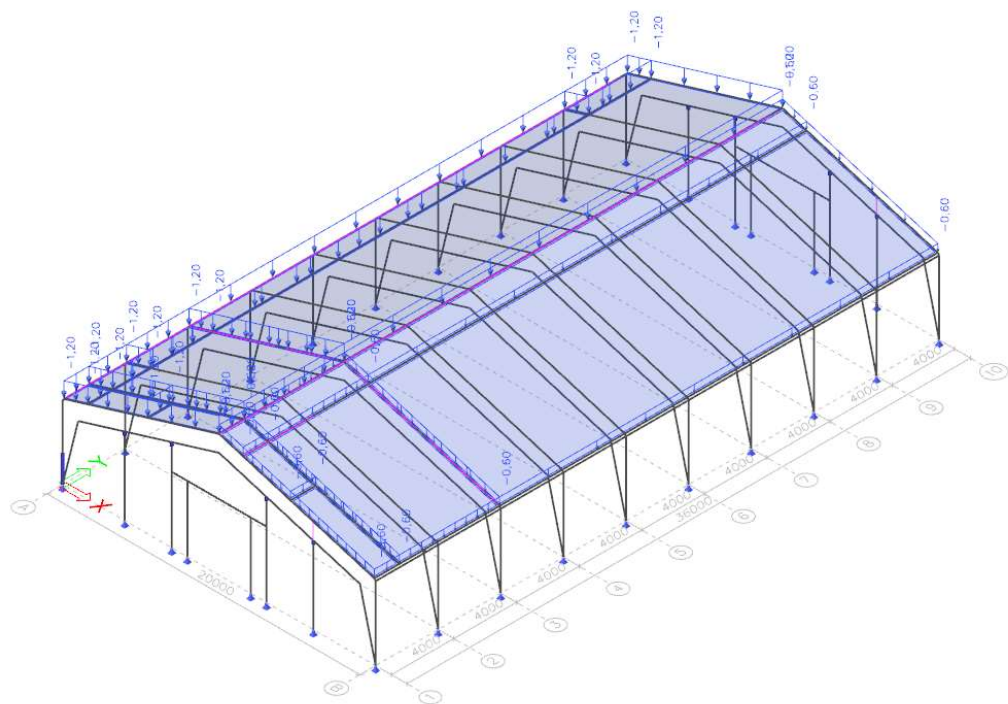
$$\psi_2 = 0,00$$

### Stanovení zatížení sněhem

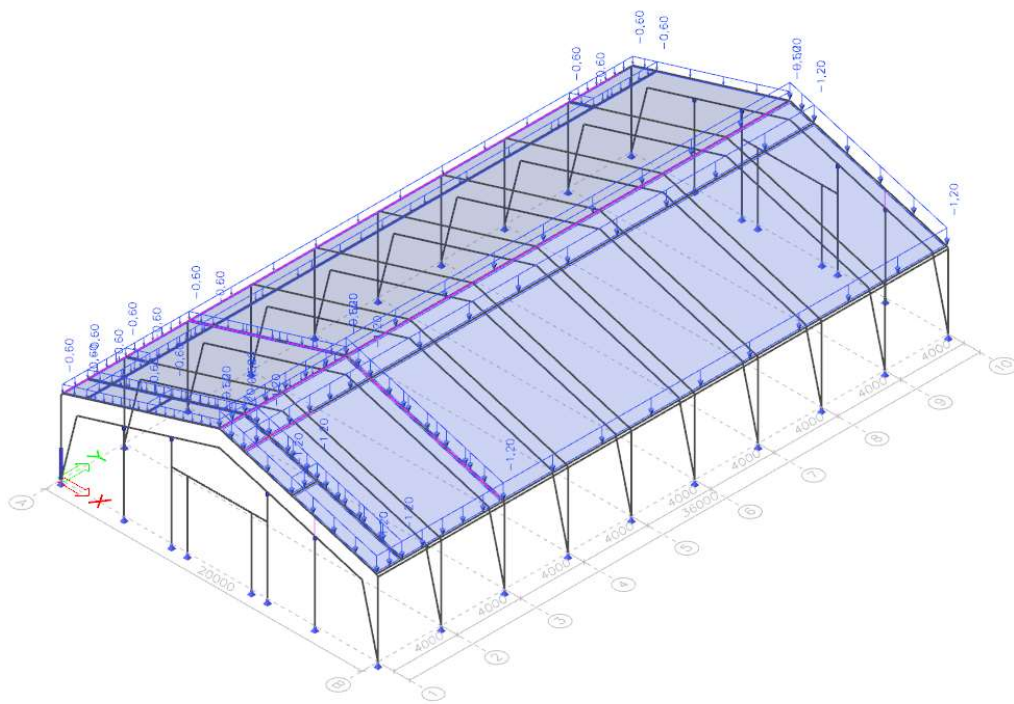
$$s = \mu_1 c_e c_t s_k = 0,8 * 1,0 * 1,0 * 1,5 = 1,2 \text{ kN/m}^2$$



Obrázek 12 - Zatížení sněhem za bezvětrí – S01



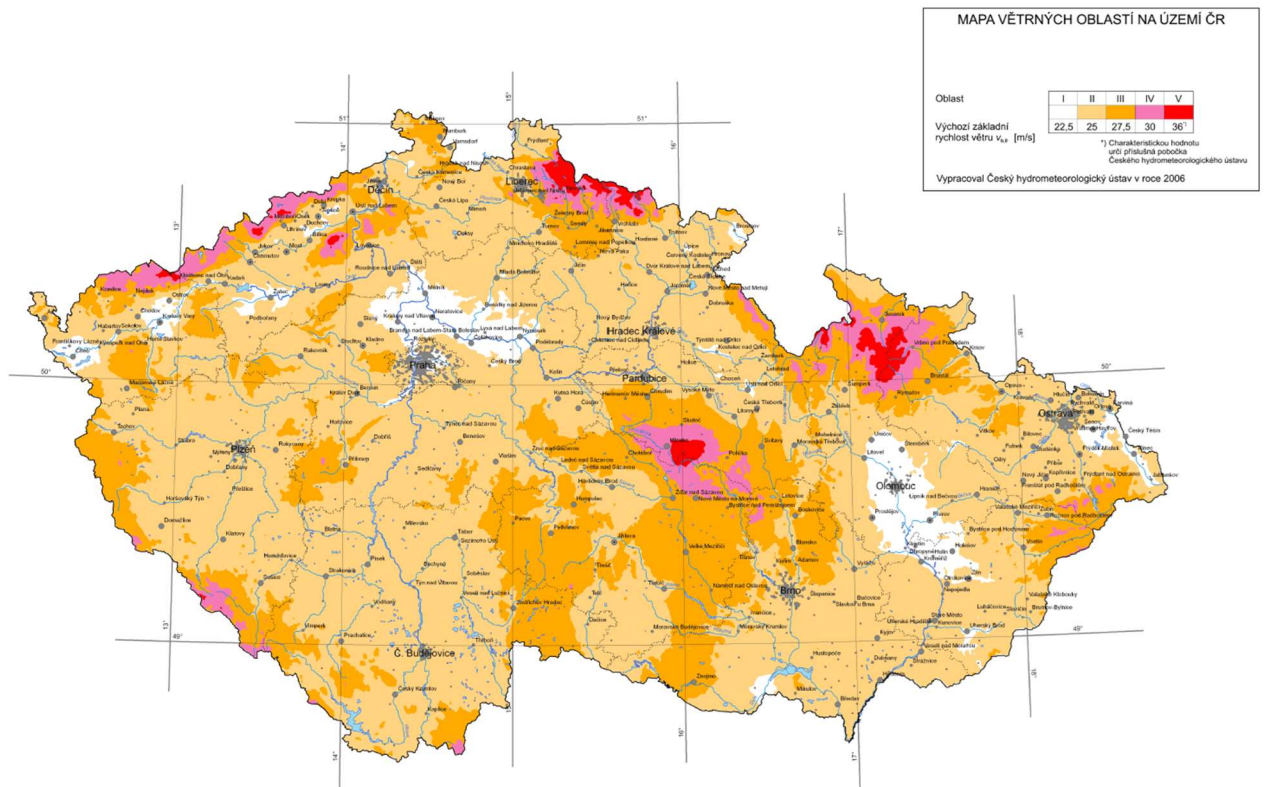
Obrázek 13 - Zatížení sněhem navátým zleva – S02



Obrázek 14 - Zatížení sněhem navátým zprava – S03

## Zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4

Zatížení větrem je stanoveno dle normy a v programu SCIA Engineer je modelováno jako volné plošné zatížení na zatěžovacích panelech. Konstrukce je posuzována pro **III.** větrnou oblast.



Obrázek 15 - Mapa větrných oblastí na území ČR (zdroj: <http://www.sticka.cz/mapy>)

Zatížení je uvažováno pro tři zatěžovací stavy:

**W01 - Případ I** – Směr  $\theta = 0^\circ$  - Vítr působí zleva a způsobuje na konstrukci sání

**W02 - Případ II** – Směr  $\theta = 0^\circ$  - Vítr působí zleva a způsobuje na konstrukci tlak

**W03 - Případ III** – Směr  $\theta = 90^\circ$  - Vítr působí podél konstrukce a způsobuje sání

Vzhledem k symetrickému tvaru haly jsou voleny pouze dva směry působení větru na konstrukci.

### Parametry a součinitelé pro výpočet:

Referenční výška	dle ČSN EN 1991-1-4, Obr. 7.4
$h \leq b \rightarrow z_e = h$	
Součinitel směru	dle ČSN EN 1991-1-4, 4.2
$c_{dir} = 1,0$	
Součinitel ročního období	dle ČSN EN 1991-1-4, 4.2
$c_{season} = 1,0$	
Součinitel orografie	dle ČSN EN 1991-1-4, 4.3
$c_o(z) = 1,0$	
Základní rychlost větru	dle ČSN EN 1991-1-4 (Mapa větrných oblastí)
$v_{b,0} = 27,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	
Hustota vzduchu	dle ČSN EN 1991-1-4, 4.5
$\rho_0 = 1,25 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$	
Součinitel pravděpodobnosti	dle ČSN EN 1991-1-4, 4.2
$c_{prob} = 1,0$	
Součinitel tvaru	dle ČSN EN 1991-1-4, 4.2
$K = 0,2$	
Exponent	dle ČSN EN 1991-1-4, 4.2
$n = 0,5$	
Součinitel drsnosti	dle ČSN EN 1991-1-4, 4.3.2
$c_r = 1,0$	
Součinitel terénu	dle ČSN EN 1991-1-4, 4.3.2
$k_p = 0,16$	
Parametry terénu	dle ČSN EN 1991-1-4, 4.3.2 Tab. 4.1
$z_0 = 0,05 \text{ m}$	
$z_{min} = 1,0 \text{ m}$	
$z_{max} = 200,0 \text{ m}$	
Součinitel turbulence	dle ČSN EN 1991-1-4, 4.4
$k_l = 1,0$	

## Stanovení zatížení větrem

Základní rychlost větru dle ČSN EN 1991-1-4, (4.1)

$$v_b = c_{dir} c_{season} v_{b,0} = 1,0 * 1,0 * 27,5 = \mathbf{27,5 \text{ m/s}}$$

Střední rychlost větru dle ČSN EN 1991-1-4, (4.3)

$$v_m(z) = c_r(z) c_o(z) v_b = 0,9602 * 1,0 * 27,5 = \mathbf{26,41 \text{ m/s}}$$

Součinitel drsnosti dle ČSN EN 1991-1-4, (4.4)

$$c_r(z) = k_r \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,19 * \ln\left(\frac{7,83}{0,05}\right) = \mathbf{0,9602}$$

Součinitel terénu dle ČSN EN 1991-1-4, (4.5)

$$k_r = 0,19 \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} = 0,19 * \left(\frac{0,05}{0,05}\right)^{0,07} = \mathbf{0,19}$$

Intenzita turbulence dle ČSN EN 1991-1-4, (4.7)

$$I_v(z) = \frac{k_t}{c_o(z) \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1,0}{1,0 * \ln\left(\frac{7,83}{0,05}\right)} = \mathbf{0,1979}$$

Maximální dynamický tlak dle ČSN EN 1991-1-4, (4.8)

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \frac{1}{2} \rho v_m(z)^2 = [1 + 7 * 0,1979] \frac{1}{2} 1,25 * 26,41^2 = \mathbf{1039,4 \text{ N/m}^2}$$

Základní dynamický tlak větru dle ČSN EN 1991-1-4, (4.10)

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2(z) = 0,5 * 1,25 * 27,5^2 = \mathbf{472,66 \text{ N/m}^2}$$

Součinitel expozice dle ČSN EN 1991-1-4, (4.9)

$$c_e(z) = \frac{q_p(z)}{q_b} = \frac{1039,4}{472,66} = \mathbf{2,20}$$

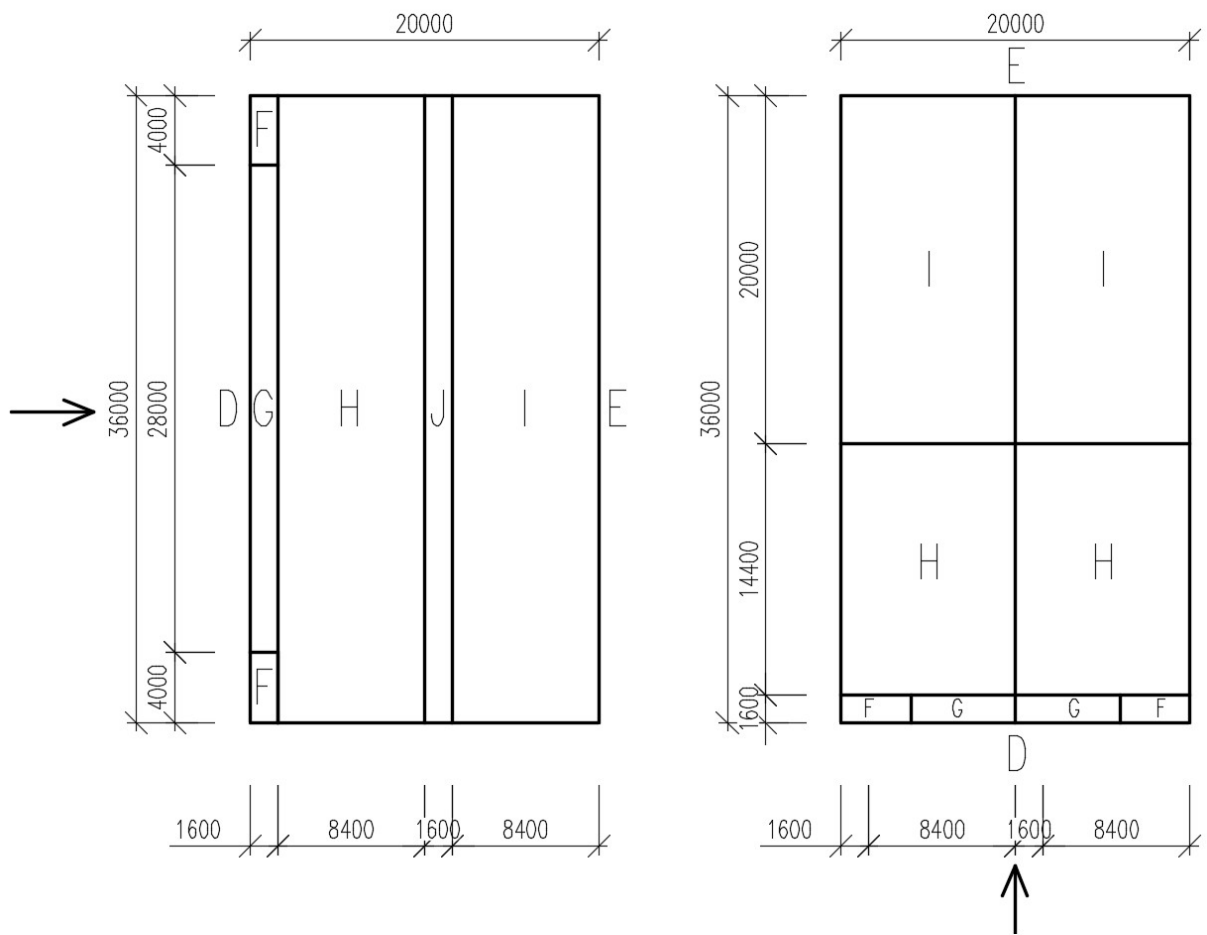
Tlak větru na vnější povrchy dle ČSN EN 1991-1-4, (5.1)

$$w_e = q_p(z) c_{pe}$$

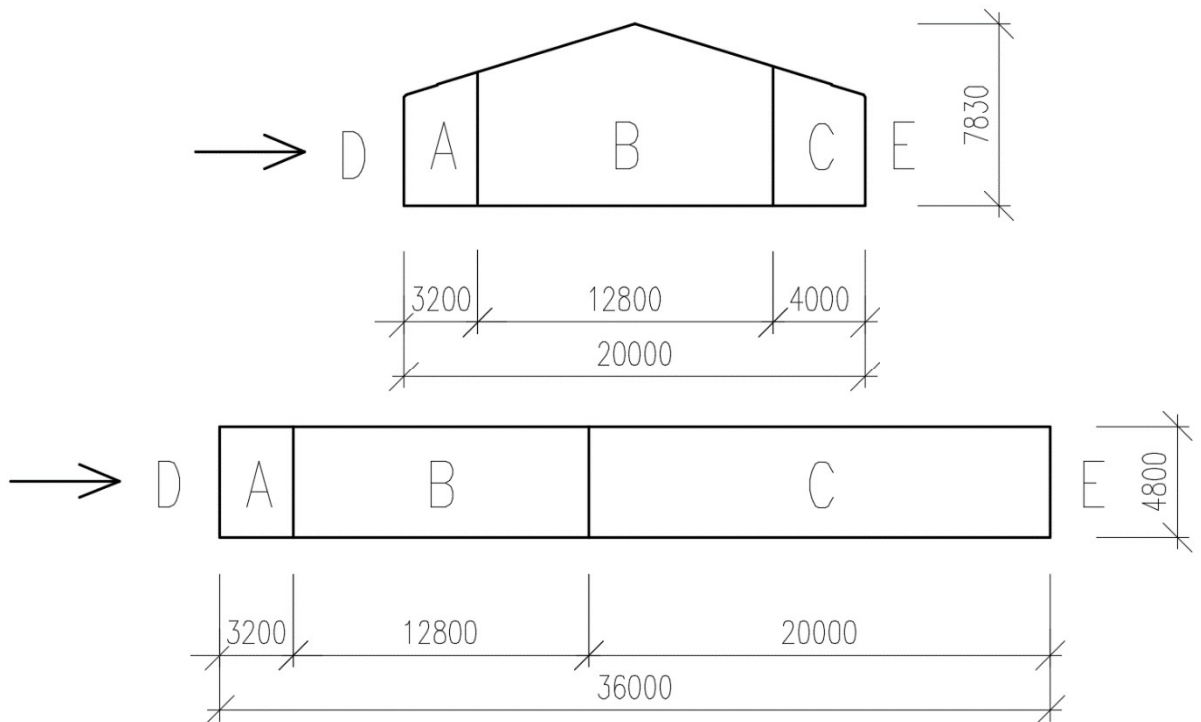
Tlak větru na vnitřní povrchy dle ČSN EN 1991-1-4, (5.2)

$$w_i = q_p(z) c_{pi}$$

Hodnoty součinitelů pro vnější ( $c_{pe}$ ) a vnitřní ( $c_{pi}$ ) tlak jsou stanoveny pomocí interpolace hodnot z tabulek 7.1 a 7.4a dle ČSN EN 1991-1-4, viz Příloha 1. Výsledné hodnoty zatížení uvedeny v Tabulce 2.



Obrázek 16 – Referenční plochy působení větru na střešní konstrukci (zdroj: Příloha 1)

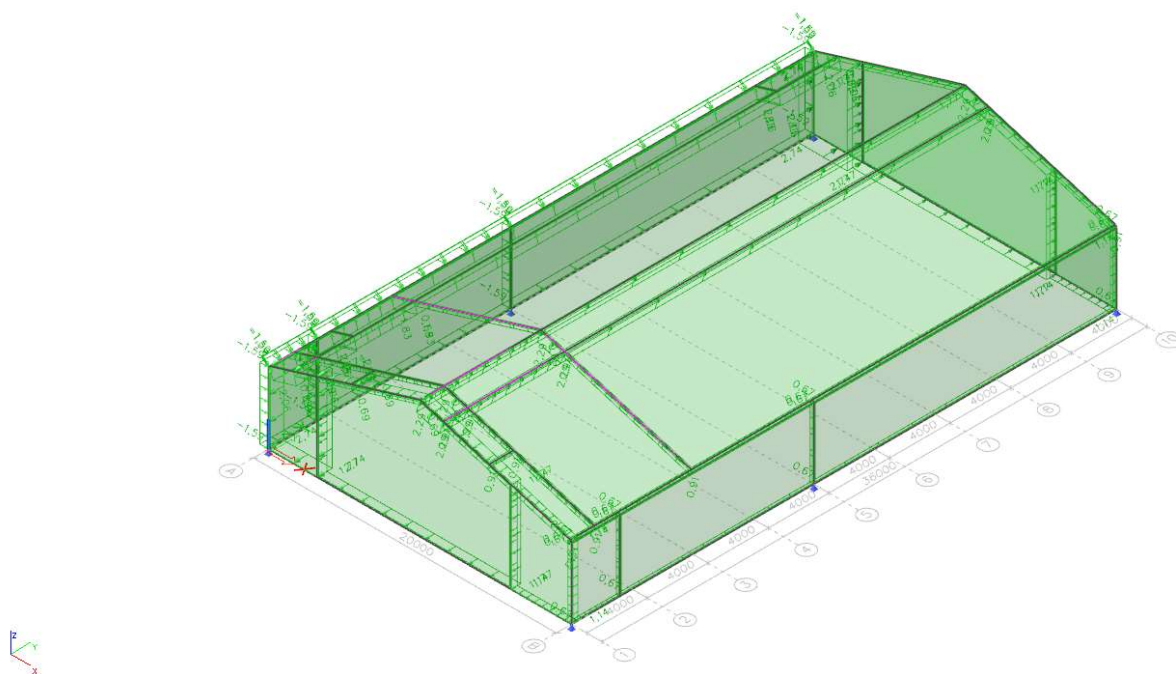


Obrázek 17 – Referenční plochy působení větru na svislé plochy (zdroj: Příloha 1)

Tabulka 2 – Výsledná plošná zatížení větrem na referenční plochy konstrukce  $w_{e/i}(z_e)[kN/m^2]$  (zdroj: Příloha 1)

Směr/Oblast	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
0°	-2,74	-1,77	-1,14	-	-0,67	-2,06	-1,83	-0,69	-0,91	-2,29
	-	-	-	1,59	-	0,46	0,46	0,46	0	0
90°	-2,74	-2,09	-1,14	-	-0,77	-2,97	-2,97	-1,37	-1,14	-
	-	-	-	1,64	-	-	-	-	-	-

Poznámka: Hodnoty se záporným znaménkem značí sání, s kladným znaménkem tlak.



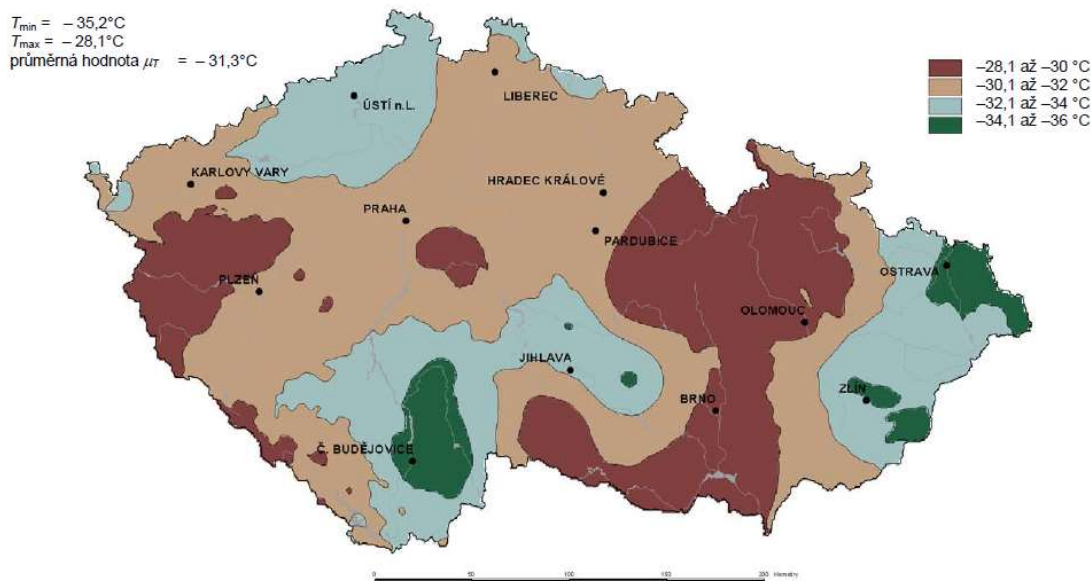
Obrázek 18 – Zatížení větrem ve směru X+ - W01



## Zatížení teplotou dle ČSN EN 1991-1-5

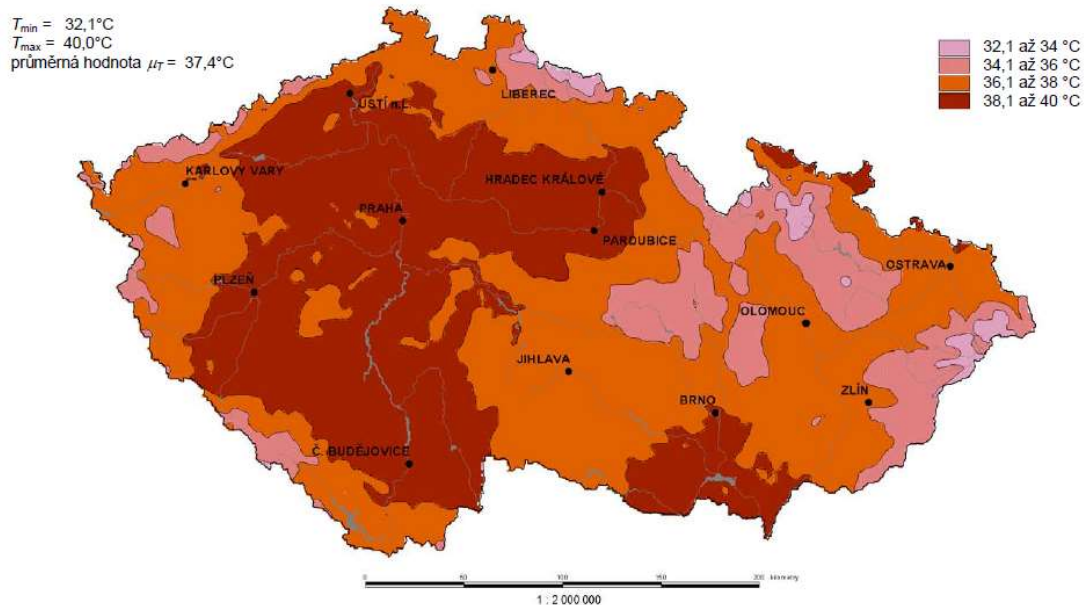
Umístění haly se uvažuje v oblasti, kde maximální teplota vzduchu ve stínu je v rozmezí od 38,1°C do 40°C a minimální teplota vzduchu ve stínu je v rozmezí od -30,1°C do -32°C. Všechny prvky konstrukce jsou zatíženy v zatěžovacím stavu **T01** pouze rovnoměrnou teplotní složkou.

Hodnoty minimální teploty vzduchu ve stínu, která je překročena ročními minimy s pravděpodobností 0,02



Obrázek 21 – Mapa minimálních teplot vzduchu (zdroj: ČSN EN 1991-1-5)

Hodnoty maximální teploty vzduchu ve stínu, která je překročena ročními maximy s pravděpodobností 0,02



Obrázek 22 – Mapa maximálních teplot vzduchu (zdroj: ČSN EN 1991-1-5)

### **Hodnoty teplot pro výpočet:**

Minimální teplota vzduchu ve stínu

$$T_{min} = -32^{\circ}\text{C}$$

Maximální teplota vzduchu ve stínu

$$T_{max} = +40,0^{\circ}\text{C}$$

### **Stanovení rovnoměrné teplotní složky zatížení**

$$\Delta T_u = T_{max} - T_{min} = 40 - (-32) = 72^{\circ}\text{C}$$

## 2.4. Kombinace zatížení dle ČSN EN 1990

Kombinace zatížení pro stálé a nahodilé návrhové situace (základní kombinace).

$$\sum \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad \text{dle ČSN EN 1990, (6.10)}$$

Stálá zatížení -  $G_{k,j}$

Hlavní proměnné zatížení -  $Q_{k,1}$

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

Hodnoty součinitelů zatížení dle ČSN EN 1990, tab. A1.2(A)

$$\gamma_{G,j} = 1,35$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,50$$

$$\gamma_{Q,i} = 1,50$$

Hodnoty součinitelů kombinace dle ČSN EN 1990, tab. A1.1

$$\psi_{0,i} = 0,5$$

Zatížení sněhem

$$\psi_{0,i} = 0,6$$

Zatížení větrem

$$\psi_{0,i} = 0,6$$

Zatížení teplotou

Použité zatěžovací stavy v kombinacích:

VT01 – Vlastní tíha

W01 – Vítr X+ sání

VT02 – Ostatní stálé

W02 – Vítr X+ tlak

S01 – Sníh\_01

W03 – Vítr Y+

S02 – Sníh\_02

T01 – Teplota\_01

S03 – Sníh\_03

Kombinace pro mezní stavy jsou tvořeny s předpokladem, že předem není známo hlavní proměnné zatížení  $Q_{k,1}$ , které vyvolá největší vnitřní síly na konstrukci. Z tohoto důvodu jsou uvažovány různé variace kombinací. Ty mají za následek změny kombinačních součinitelů a mají přímý vliv na velikost vnitřních sil. Maximální hodnoty jsou následně stanoveny jako obálka vnitřních sil.

Tabulka 3 – Kombinace zatížení pro MSP

<b>CO1.a – MSP</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO1.b – MSP</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO1.c – MSP</b>	<b>Souč.</b>
VT01 – Vlastní tíha	1,00	VT01 – Vlastní tíha	1,00	VT01 – Vlastní tíha	1,00
VT02 – Ostatní stálé	1,00	VT02 – Ostatní stálé	1,00	VT02 – Ostatní stálé	1,00
S01 – Sníh_01	1,00	S01 – Sníh_01	0,50	S01 – Sníh_01	0,50
W01 – Vítr X+ sání	0,60	W01 – Vítr X+ sání	1,00	W01 – Vítr X+ sání	0,60
T01 – Teplota_01	0,60	T01 – Teplota_01	0,60	T01 – Teplota_01	1,00
<b>CO2.a – MSP</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO2.b – MSP</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO2.c – MSP</b>	<b>Souč.</b>
VT01 – Vlastní tíha	1,00	VT01 – Vlastní tíha	1,00	VT01 – Vlastní tíha	1,00
VT02 – Ostatní stálé	1,00	VT02 – Ostatní stálé	1,00	VT02 – Ostatní stálé	1,00
S01 – Sníh_01	1,00	S01 – Sníh_01	0,50	S01 – Sníh_01	0,50
W02 – Vítr X+ tlak	0,60	W02 – Vítr X+ tlak	1,00	W02 – Vítr X+ tlak	0,60
T01 – Teplota_01	0,60	T01 – Teplota_01	0,60	T01 – Teplota_01	1,00
<b>CO3.a – MSP</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO3.b – MSP</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO3.c – MSP</b>	<b>Souč.</b>
VT01 – Vlastní tíha	1,00	VT01 – Vlastní tíha	1,00	VT01 – Vlastní tíha	1,00
VT02 – Ostatní stálé	1,00	VT02 – Ostatní stálé	1,00	VT02 – Ostatní stálé	1,00
S01 – Sníh_01	1,00	S01 – Sníh_01	0,50	S01 – Sníh_01	0,50
W03 – Vítr Y+	0,60	W03 – Vítr Y+	1,00	W03 – Vítr Y+	0,60
T01 – Teplota_01	0,60	T01 – Teplota_01	0,60	T01 – Teplota_01	1,00
<b>CO4.a – MSP</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO4.b – MSP</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO4.c – MSP</b>	<b>Souč.</b>
VT01 – Vlastní tíha	1,00	VT01 – Vlastní tíha	1,00	VT01 – Vlastní tíha	1,00
VT02 – Ostatní stálé	1,00	VT02 – Ostatní stálé	1,00	VT02 – Ostatní stálé	1,00
S02 – Sníh_02	1,00	S02 – Sníh_02	0,50	S02 – Sníh_02	0,50
W01 – Vítr X+ sání	0,60	W01 – Vítr X+ sání	1,00	W01 – Vítr X+ sání	0,60
T01 – Teplota_01	0,60	T01 – Teplota_01	0,60	T01 – Teplota_01	1,00
<b>CO5.a – MSP</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO5.b – MSP</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO5.c – MSP</b>	<b>Souč.</b>
VT01 – Vlastní tíha	1,00	VT01 – Vlastní tíha	1,00	VT01 – Vlastní tíha	1,00
VT02 – Ostatní stálé	1,00	VT02 – Ostatní stálé	1,00	VT02 – Ostatní stálé	1,00
S02 – Sníh_02	1,00	S02 – Sníh_02	0,50	S02 – Sníh_02	0,50
W02 – Vítr X+ tlak	0,60	W02 – Vítr X+ tlak	1,00	W02 – Vítr X+ tlak	0,60
T01 – Teplota_01	0,60	T01 – Teplota_01	0,60	T01 – Teplota_01	1,00

<b>CO6.a – MSP</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO6.b – MSP</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO6.c – MSP</b>	<b>Souč.</b>
VT01 – Vlastní tíha	1,00	VT01 – Vlastní tíha	1,00	VT01 – Vlastní tíha	1,00
VT02 – Ostatní stálé	1,00	VT02 – Ostatní stálé	1,00	VT02 – Ostatní stálé	1,00
S02 – Sníh_02	1,00	S02 – Sníh_02	0,50	S02 – Sníh_02	0,50
W03 – Vítr Y+	0,60	W03 – Vítr Y+	1,00	W03 – Vítr Y+	0,60
T01 – Teplota_01	0,60	T01 – Teplota_01	0,60	T01 – Teplota_01	1,00
<b>CO7.a – MSP</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO7.b – MSP</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO7.c – MSP</b>	<b>Souč.</b>
VT01 – Vlastní tíha	1,00	VT01 – Vlastní tíha	1,00	VT01 – Vlastní tíha	1,00
VT02 – Ostatní stálé	1,00	VT02 – Ostatní stálé	1,00	VT02 – Ostatní stálé	1,00
S03 – Sníh_03	1,00	S03 – Sníh_03	0,50	S03 – Sníh_03	0,50
W01 – Vítr X+ sání	0,60	W01 – Vítr X+ sání	1,00	W01 – Vítr X+ sání	0,60
T01 – Teplota_01	0,60	T01 – Teplota_01	0,60	T01 – Teplota_01	1,00
<b>CO8.a – MSP</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO8.b – MSP</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO8.c – MSP</b>	<b>Souč.</b>
VT01 – Vlastní tíha	1,00	VT01 – Vlastní tíha	1,00	VT01 – Vlastní tíha	1,00
VT02 – Ostatní stálé	1,00	VT02 – Ostatní stálé	1,00	VT02 – Ostatní stálé	1,00
S03 – Sníh_03	1,00	S03 – Sníh_03	0,50	S03 – Sníh_03	0,50
W02 – Vítr X+ tlak	0,60	W02 – Vítr X+ tlak	1,00	W02 – Vítr X+ tlak	0,60
T01 – Teplota_01	0,60	T01 – Teplota_01	0,60	T01 – Teplota_01	1,00
<b>CO9.a – MSP</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO9.b – MSP</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO9.c – MSP</b>	<b>Souč.</b>
VT01 – Vlastní tíha	1,00	VT01 – Vlastní tíha	1,00	VT01 – Vlastní tíha	1,00
VT02 – Ostatní stálé	1,00	VT02 – Ostatní stálé	1,00	VT02 – Ostatní stálé	1,00
S03 – Sníh_03	1,00	S03 – Sníh_03	0,50	S03 – Sníh_03	0,50
W03 – Vítr Y+	0,60	W03 – Vítr Y+	1,00	W03 – Vítr Y+	0,60
T01 – Teplota_01	0,60	T01 – Teplota_01	0,60	T01 – Teplota_01	1,00

Tabulka 4 – Kombinace zatížení pro MSÚ

<b>CO_1.a – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO_1.b – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO_1.c – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>
VT01 – Vlastní tíha	1,35	VT01 – Vlastní tíha	1,35	VT01 – Vlastní tíha	1,35
VT02 – Ostatní stálé	1,35	VT02 – Ostatní stálé	1,35	VT02 – Ostatní stálé	1,35
S01 – Sníh_01	1,50	S01 – Sníh_01	0,75	S01 – Sníh_01	0,75
W01 – Vítr X+ sání	0,90	W01 – Vítr X+ sání	1,50	W01 – Vítr X+ sání	0,90
T01 – Teplota_01	0,90	T01 – Teplota_01	0,90	T01 – Teplota_01	1,50
<b>CO_2.a – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO_2.b – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO_2.c – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>
VT01 – Vlastní tíha	1,35	VT01 – Vlastní tíha	1,35	VT01 – Vlastní tíha	1,35
VT02 – Ostatní stálé	1,35	VT02 – Ostatní stálé	1,35	VT02 – Ostatní stálé	1,35
S01 – Sníh_01	1,50	S01 – Sníh_01	0,75	S01 – Sníh_01	0,75
W02 – Vítr X+ tlak	0,90	W02 – Vítr X+ tlak	1,50	W02 – Vítr X+ tlak	0,90
T01 – Teplota_01	0,90	T01 – Teplota_01	0,90	T01 – Teplota_01	1,50
<b>CO_3.a – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO_3.b – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO_3.c – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>
VT01 – Vlastní tíha	1,35	VT01 – Vlastní tíha	1,35	VT01 – Vlastní tíha	1,35
VT02 – Ostatní stálé	1,35	VT02 – Ostatní stálé	1,35	VT02 – Ostatní stálé	1,35
S01 – Sníh_01	1,50	S01 – Sníh_01	0,75	S01 – Sníh_01	0,75
W03 – Vítr Y+	0,90	W03 – Vítr Y+	1,50	W03 – Vítr Y+	0,90
T01 – Teplota_01	0,90	T01 – Teplota_01	0,90	T01 – Teplota_01	1,50
<b>CO_4.a – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO_4.b – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO_4.c – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>
VT01 – Vlastní tíha	1,35	VT01 – Vlastní tíha	1,35	VT01 – Vlastní tíha	1,35
VT02 – Ostatní stálé	1,35	VT02 – Ostatní stálé	1,35	VT02 – Ostatní stálé	1,35
S02 – Sníh_02	1,50	S02 – Sníh_02	0,75	S02 – Sníh_02	0,75
W01 – Vítr X+ sání	0,90	W01 – Vítr X+ sání	1,50	W01 – Vítr X+ sání	0,90
T01 – Teplota_01	0,90	T01 – Teplota_01	0,90	T01 – Teplota_01	1,50
<b>CO_5.a – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO_5.b – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO_5.c – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>
VT01 – Vlastní tíha	1,35	VT01 – Vlastní tíha	1,35	VT01 – Vlastní tíha	1,35
VT02 – Ostatní stálé	1,35	VT02 – Ostatní stálé	1,35	VT02 – Ostatní stálé	1,35
S02 – Sníh_02	1,50	S02 – Sníh_02	0,75	S02 – Sníh_02	0,75
W02 – Vítr X+ tlak	0,90	W02 – Vítr X+ tlak	1,50	W02 – Vítr X+ tlak	0,90
T01 – Teplota_01	0,90	T01 – Teplota_01	0,90	T01 – Teplota_01	1,50

<b>CO_6.a – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO_6.b – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO_6.c – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>
VT01 – Vlastní tíha	1,35	VT01 – Vlastní tíha	1,35	VT01 – Vlastní tíha	1,35
VT02 – Ostatní stálé	1,35	VT02 – Ostatní stálé	1,35	VT02 – Ostatní stálé	1,35
S02 – Sníh_02	1,50	S02 – Sníh_02	0,75	S02 – Sníh_02	0,75
W03 – Vítr Y+	0,90	W03 – Vítr Y+	1,50	W03 – Vítr Y+	0,90
T01 – Teplota_01	0,90	T01 – Teplota_01	0,90	T01 – Teplota_01	1,50
<b>CO_7.a – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO_7.b – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO_7.c – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>
VT01 – Vlastní tíha	1,35	VT01 – Vlastní tíha	1,35	VT01 – Vlastní tíha	1,35
VT02 – Ostatní stálé	1,35	VT02 – Ostatní stálé	1,35	VT02 – Ostatní stálé	1,35
S03 – Sníh_03	1,50	S03 – Sníh_03	0,75	S03 – Sníh_03	0,75
W01 – Vítr X+ sání	0,90	W01 – Vítr X+ sání	1,50	W01 – Vítr X+ sání	0,90
T01 – Teplota_01	0,90	T01 – Teplota_01	0,90	T01 – Teplota_01	1,50
<b>CO_8.a – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO_8.b – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO_8.c – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>
VT01 – Vlastní tíha	1,35	VT01 – Vlastní tíha	1,35	VT01 – Vlastní tíha	1,35
VT02 – Ostatní stálé	1,35	VT02 – Ostatní stálé	1,35	VT02 – Ostatní stálé	1,35
S03 – Sníh_03	1,50	S03 – Sníh_03	0,75	S03 – Sníh_03	0,75
W02 – Vítr X+ tlak	0,90	W02 – Vítr X+ tlak	1,50	W02 – Vítr X+ tlak	0,90
T01 – Teplota_01	0,90	T01 – Teplota_01	0,90	T01 – Teplota_01	1,50
<b>CO_9.a – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO_9.b – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>	<b>CO_9.c – MSÚ</b>	<b>Souč.</b>
VT01 – Vlastní tíha	1,35	VT01 – Vlastní tíha	1,35	VT01 – Vlastní tíha	1,35
VT02 – Ostatní stálé	1,35	VT02 – Ostatní stálé	1,35	VT02 – Ostatní stálé	1,35
S03 – Sníh_03	1,50	S03 – Sníh_03	0,75	S03 – Sníh_03	0,75
W03 – Vítr Y+	0,90	W03 – Vítr Y+	1,50	W03 – Vítr Y+	0,90
T01 – Teplota_01	0,90	T01 – Teplota_01	0,90	T01 – Teplota_01	1,50

Celkem bylo sestaveno 54 kombinací z toho 27 kombinací pro mezní stav použitelnosti a 27 kombinací pro mezní stav únosnosti.

## 2.5. Posouzení ocelových prvků dle ČSN EN 1993-1-1

<b>Posouzení únosnosti na tah dle ČSN EN 1993-1-1, 6.2.3</b>	
$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$	dle ČSN EN 1993-1-1, 6.2.3 (6.5)
$N_{t,Rd} = \min\{N_{pl,Rd}; N_{u,Rd}\}$	dle ČSN EN 1993-1-1, 6.2.3 (6.5)
$N_{pl,Rd} = \frac{A * f_y}{\gamma_{M0}}$	dle ČSN EN 1993-1-1, 6.2.3 (6.6)
$N_{u,Rd} = \frac{0,9A_{net} * f_y}{\gamma_{M0}}$	dle ČSN EN 1993-1-1, 6.2.3 (6.7)

<b>Posouzení únosnosti na tlak dle ČSN EN 1993-1-1, 6.2.4</b>	
$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$	dle ČSN EN 1993-1-1, 6.2.4 (6.9)
$N_{c,Rd} = \frac{A * f_y}{\gamma_{M0}}$	dle ČSN EN 1993-1-1, 6.2.4 (6.10), pro průřezy třídy 1, 2, 3
$N_{c,Rd} = \frac{A_{eff} * f_y}{\gamma_{M0}}$	dle ČSN EN 1993-1-1, 6.2.4 (6.11), pro průřezy třídy 4

<b>Posouzení momentové únosnosti dle ČSN EN 1993-1-1, 6.2.5</b>	
$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$	dle ČSN EN 1993-1-1, 6.2.5 (6.12)
$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{w_{pl} * f_y}{\gamma_{M0}}$	dle ČSN EN 1993-1-1, 6.2.5 (6.13), pro průřezy třídy 1, 2
$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{w_{el,min} * f_y}{\gamma_{M0}}$	dle ČSN EN 1993-1-1, 6.2.5 (6.14), pro průřezy třídy 3
$M_{c,Rd} = \frac{w_{eff,min} * f_y}{\gamma_{M0}}$	dle ČSN EN 1993-1-1, 6.2.5 (6.14), pro průřezy třídy 4

<b>Posouzení únosnosti na smyk dle ČSN EN 1993-1-1, 6.2.6</b>	
$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$	dle ČSN EN 1993-1-1, 6.2.6 (6.17)
$V_{c,Rd} = \frac{A_v(f_y/\sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$	dle ČSN EN 1993-1-1, 6.2.6 (6.18)

<b>Posouzení únosnosti na kroucení dle ČSN EN 1993-1-1, 6.2.7</b>	
$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd}} \leq 1$	dle ČSN EN 1993-1-1, 6.2.7 (6.23)
$T_{Ed} = T_{t,Ed} + T_{w,Ed}$	dle ČSN EN 1993-1-1, 6.2.7 (6.24)

<b>Posouzení únosnosti na kombinaci ohybu, osové síly a smykové síly dle ČSN EN 1993-1-1, 6.2.9</b>	
$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} \leq 1$	dle ČSN EN 1993-1-1, 6.2.9.1 (6.31)
$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[ 1 - \left( \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^2 \right]$	dle ČSN EN 1993-1-1, 6.2.9.1 (6.32) pro pravoúhlé plné tyče
$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd}(1 - n)/(1 - 0,5a)$	dle ČSN EN 1993-1-1, 6.2.9.1 (6.36) pro I, H profily a pravoúhlé duté tyče

Pozn.: V případě, že hodnota smykové síly není větší než 50% návrhové plastické smykové únosnosti, je možno její účinek zanedbat.

<b>Posouzení vzpěrné únosnosti dle ČSN EN 1993-1-1, 6.3</b>	
$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$	dle ČSN EN 1993-1-1, 6.3.1.1 (6.46)
$N_{b,Rd} = \frac{\chi * A * f_y}{\gamma_{M1}}$	dle ČSN EN 1993-1-1, 6.3.1.1 (6.47)
$N_{b,Rd} = \frac{\chi * A_{eff} * f_y}{\gamma_{M1}}$	dle ČSN EN 1993-1-1, 6.3.1.1 (6.48)
$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 + \bar{\lambda}^2}}$	dle ČSN EN 1993-1-1, 6.3.1.2 (6.49)
$\phi = 0,5[1 + \alpha_l(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$	dle ČSN EN 1993-1-1, 6.3.1.2
$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}}$	dle ČSN EN 1993-1-1, 6.3.1.2 pro průřezy třídy 1, 2, 3
$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} * f_y}{N_{cr}}}$	dle ČSN EN 1993-1-1, 6.3.1.2 pro průřezy třídy 4

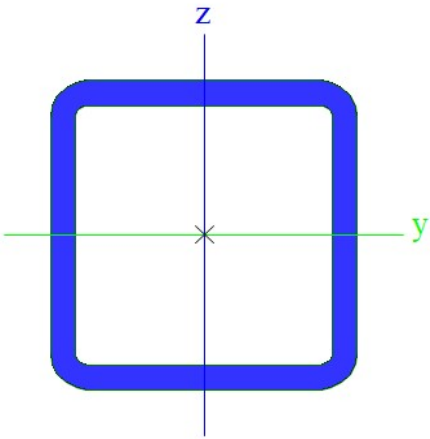
Software SCIA Engineer zavádí do výpočtu relativně nový pojem „Jednotkový posudek“. Jedná se o poměr výpočtové únosnosti k návrhové únosnosti, kdy je nutné pro vyhovující posudek dodržet podmínku, že daný poměr musí být menší než 1,0.

Ve své podstatě Jednotkový posudek stanovuje procentuální využití průřezu a jeho rezervu.

## 2.6. Posouzení a dimenzování jednotlivých prutů příhradové konstrukce

### 2.6.1. Posudek horní pásnice příčle

#### 2.6.1.1. Popis průřezu

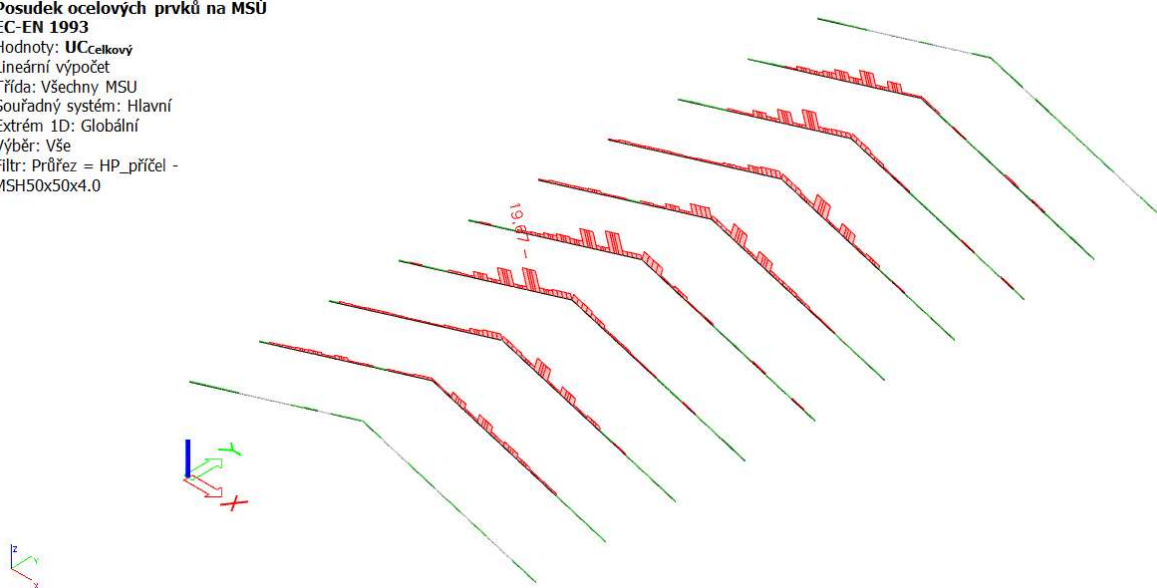
Jméno prvku	<b>HP_příčel</b>	
Typ profilu	<b>MSM50×50×4.0</b>	
Materiál	<b>S355</b>	
		
Geometrie profilu		
$h$ [mm]	<b>50</b>	Výška
$b$ [mm]	<b>50</b>	Šířka
$s$ [mm]	<b>4</b>	Tloušťka
$r$ [mm]	<b>6</b>	Vnější poloměr
$r1$ [mm]	<b>2</b>	Vnitřní poloměr
Průřezové charakteristiky		
$A$ [m <sup>2</sup> ]	<b><math>7,1900e^{-4}</math></b>	Plocha
$I_y$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>2,5000e^{-7}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose y
$I_z$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>2,5000e^{-7}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose z
$i_y$ [mm]	<b>19</b>	Poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z$ [mm]	<b>19</b>	Poloměr setrvačnosti k ose z
$w_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>9,9900e^{-6}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose y
$w_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>9,9900e^{-6}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose z
$w_{pl,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>1,2300e^{-5}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose y
$w_{pl,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>1,2300e^{-5}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose z

Tabulka 5 – Hodnoty maximálních vnitřních sil

Hodnoty maximálních vnitřních sil z programu SCIA Engineer 18.1							
Dílec	Stav	$N$ [kN]	$V_y$ [kN]	$V_z$ [kN]	$M_x$ [MPa]	$M_y$ [kN.m]	$M_z$ [kN.m]
B395	CO_2.a/1	<b>-153,75</b>	0,11	3,74	0,02	-0,49	0,03
B363	CO_2.a/1	<b>159,20</b>	0,01	-1,49	0,00	-0,30	-0,01
B590	CO_1.b/2	-11,93	<b>-2,28</b>	-1,70	0,20	0,24	0,83
B4	CO_1.b/2	-13,71	<b>2,29</b>	-1,35	-0,20	0,19	-0,84
B103	CO_1.b/4	26,24	-0,03	<b>-8,53</b>	-0,08	<b>1,42</b>	-0,04
B103	CO_1.b/2	28,87	-0,04	<b>8,09</b>	-0,08	1,18	-0,08
B4	CO_1.b/2	-29,45	1,96	-0,60	<b>-0,73</b>	-0,24	<b>-2,64</b>
B590	CO_1.b/2	-28,65	-1,95	-0,99	<b>0,73</b>	-0,20	<b>2,63</b>
B363	CO_2.a/1	157,47	0,01	-6,11	0,00	<b>-1,24</b>	-0,02

Posouzení oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B200	CO_2.a/1	0,70	19,67	<b>19,67</b>

Posudek ocelových prvků na MSÚ  
 EC-EN 1993  
 Hodnoty: UCcelkový  
 Lineární výpočet  
 Třída: Všechny MSU  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Globální  
 Výběr: Vše  
 Filtr: Průřez = HP\_příčel -  
 MSH50x50x4.0



Obrázek 23 – Posouzení původního průřezu

### 2.6.1.2. Dimenzování průřezu

Je navržena úprava profilu, po které dané dílce vyhoví jednotkovému posouzení. Stávající profil je nahrazen profilem MSH120x120x11.0.

Posouzení navržené oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B395	CO_2.a/1	0,10	0,97	<b>0,97</b>

#### Posudek ocelových prvků na MSÚ

EC-EN 1993

Hodnoty: **UC<sub>celkový</sub>**

Lineární výpočet

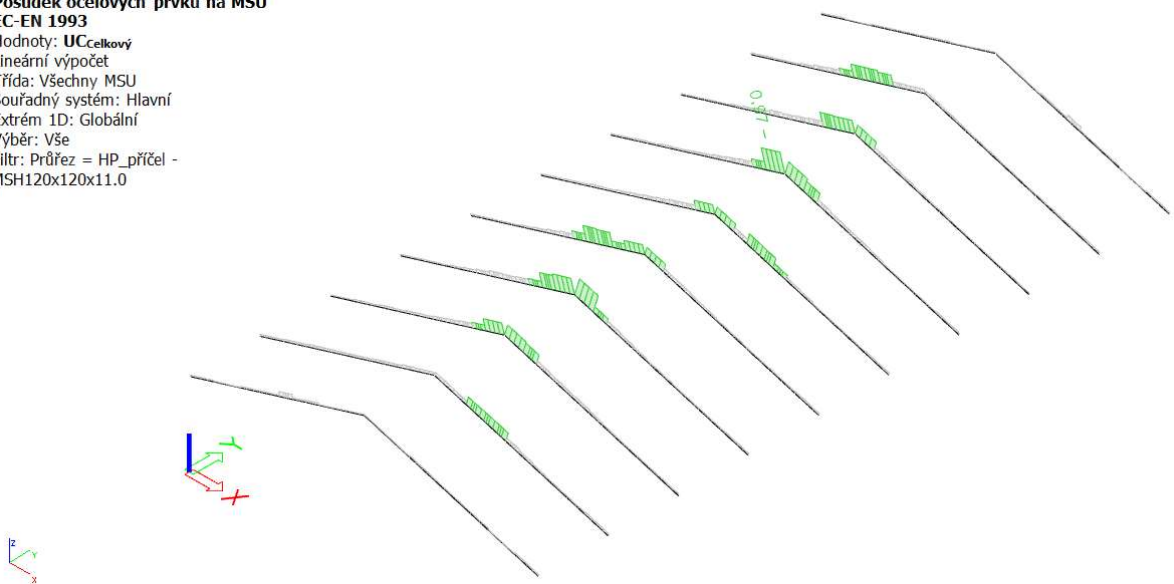
Třída: Všechny MSU

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

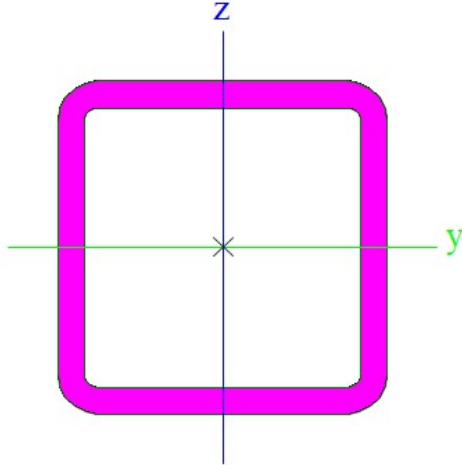
Filtr: Průřez = HP\_příčel -  
MSH120x120x11.0



Obrázek 24 – Posouzení upraveného průřezu

## 2.6.2. Posudek dolní pásnice příčle

### 2.6.2.1. Popis průřezu

Jméno prvku	<b>DP_příčel</b>	
Typ profilu	<b>MSM50×50×4.0</b>	
Materiál	<b>S355</b>	
		
Geometrie profilu		
$h$ [mm]	<b>50</b>	Výška
$b$ [mm]	<b>50</b>	Šířka
$s$ [mm]	<b>4</b>	Tloušťka
$r$ [mm]	<b>6</b>	Vnější poloměr
$r1$ [mm]	<b>2</b>	Vnitřní poloměr
Průřezové charakteristiky		
$A$ [m <sup>2</sup> ]	<b><math>7,1900e^{-4}</math></b>	Plocha
$I_y$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>2,5000e^{-7}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose y
$I_z$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>2,5000e^{-7}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose z
$i_y$ [mm]	<b>19</b>	Poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z$ [mm]	<b>19</b>	Poloměr setrvačnosti k ose z
$w_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>9,9900e^{-6}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose y
$w_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>9,9900e^{-6}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose z
$w_{pl,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>1,2300e^{-5}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose y
$w_{pl,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>1,2300e^{-5}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose z

Tabulka 6 – Hodnoty maximálních vnitřních sil

Hodnoty maximálních vnitřních sil z programu SCIA Engineer 18.1							
Dílec	Stav	$N$ [kN]	$V_y$ [kN]	$V_z$ [kN]	$M_x$ [MPa]	$M_y$ [kN.m]	$M_z$ [kN.m]
B455	CO_2.a/1	<b>-188,06</b>	-0,08	0,70	-0,01	-0,59	0,05
B422	CO_1.b/4	<b>134,61</b>	0,35	-0,51	0,03	0,04	-0,06
B65	CO_1.b/2	-40,60	<b>-2,02</b>	-0,02	-0,76	0,01	0,97
B650	CO_1.b/2	-39,99	<b>2,01</b>	-0,02	0,76	0,01	-0,97
B357	CO_1.b/4	124,30	-0,20	<b>-0,52</b>	-0,02	0,03	0,06
B390	CO_2.a/1	-180,39	-0,01	<b>0,71</b>	0,00	<b>-0,59</b>	-0,01
B617	CO_1.b/4	-23,93	-1,89	0,02	<b>-0,79</b>	-0,01	0,90
B32	CO_1.b/4	-26,21	1,89	0,02	<b>0,79</b>	-0,01	-0,90
B422	CO_1.b/4	134,60	0,35	-0,45	0,03	<b>0,41</b>	-0,32
B65	CO_1.b/2	-40,57	-2,02	-0,13	-0,76	-0,11	<b>-2,24</b>
B650	CO_1.b/2	-39,96	2,01	-0,13	0,76	-0,11	<b>2,23</b>

Posouzení oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B325	CO_2.a/1	0,70	4,89	<b>4,89</b>

Posudek ocelových prvků na MSÚ

EC-EN 1993

Hodnoty: **UC<sub>celkový</sub>**

Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = DP\_příčel -

MSH50x50x4.0



Obrázek 25 - Posouzení původního průřezu

### 2.6.2.2. Dimenzování průřezu

Je navržena úprava profilu, po které dané dílce vyhoví jednotkovému posouzení. Stávající profil je nahrazen profilem MSH110x110x8.8.

Posouzení navržené oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B585	CO_2.c/1	0,13	0,56	<b>0,56</b>

#### Posudek ocelových prvků na MSÚ

EC-EN 1993

Hodnoty: **UC**celkový

Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

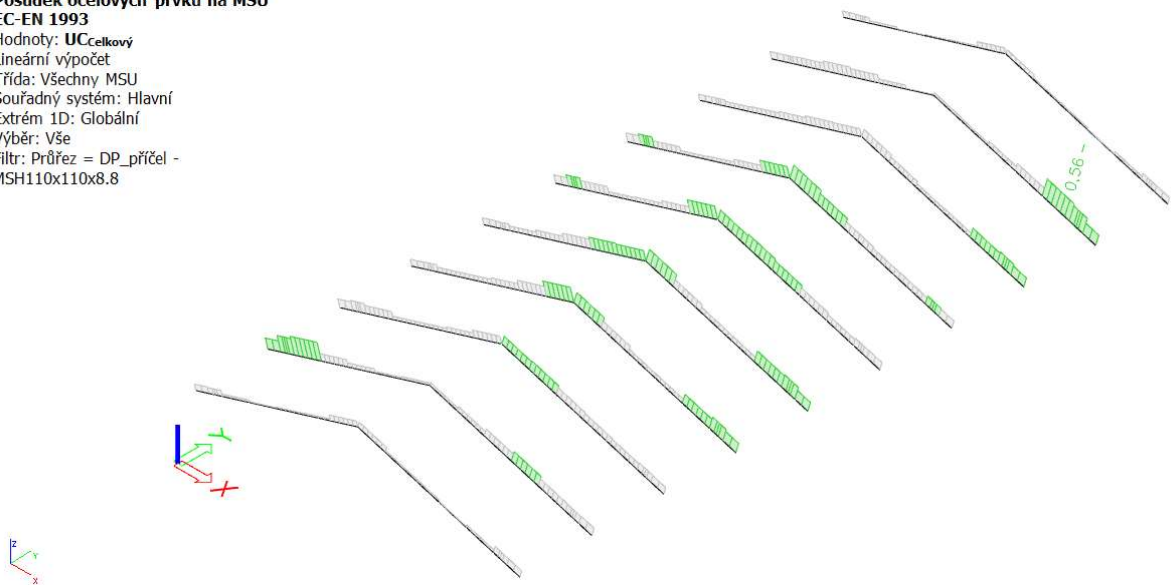
Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = DP\_příčel -

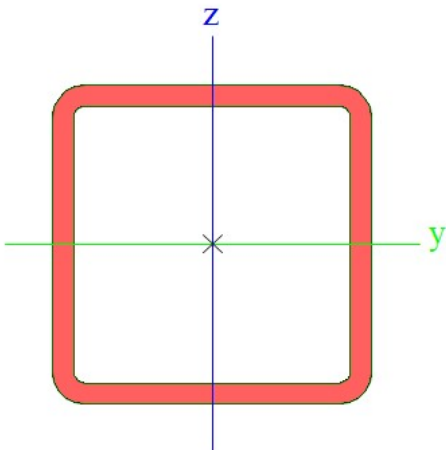
MSH110x110x8.8



Obrázek 26 - Posouzení upraveného průřezu

### 2.6.3. Posudek horní pásnice nohy

#### 2.6.3.1. Popis průřezu

Jméno prvku	<b>HP_noha</b>	
Typ profilu	<b>MSH60×60×4.0</b>	
Materiál	<b>S355</b>	
		
Geometrie profilu		
$h$ [mm]	<b>60</b>	Výška
$b$ [mm]	<b>60</b>	Šířka
$s$ [mm]	<b>4</b>	Tloušťka
$r$ [mm]	<b>6</b>	Vnější poloměr
$r1$ [mm]	<b>2</b>	Vnitřní poloměr
Průřezové charakteristiky		
$A$ [m <sup>2</sup> ]	<b><math>8,7900e^{-4}</math></b>	Plocha
$I_y$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>4,5400e^{-7}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose y
$I_z$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>4,5400e^{-7}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose z
$i_y$ [mm]	<b>23</b>	Poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z$ [mm]	<b>23</b>	Poloměr setrvačnosti k ose z
$w_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>1,5100e^{-5}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose y
$w_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>1,5100e^{-5}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose z
$w_{pl,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>1,8300e^{-5}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose y
$w_{pl,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>1,8300e^{-5}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose z

Tabulka 7 – Hodnoty maximálních vnitřních sil

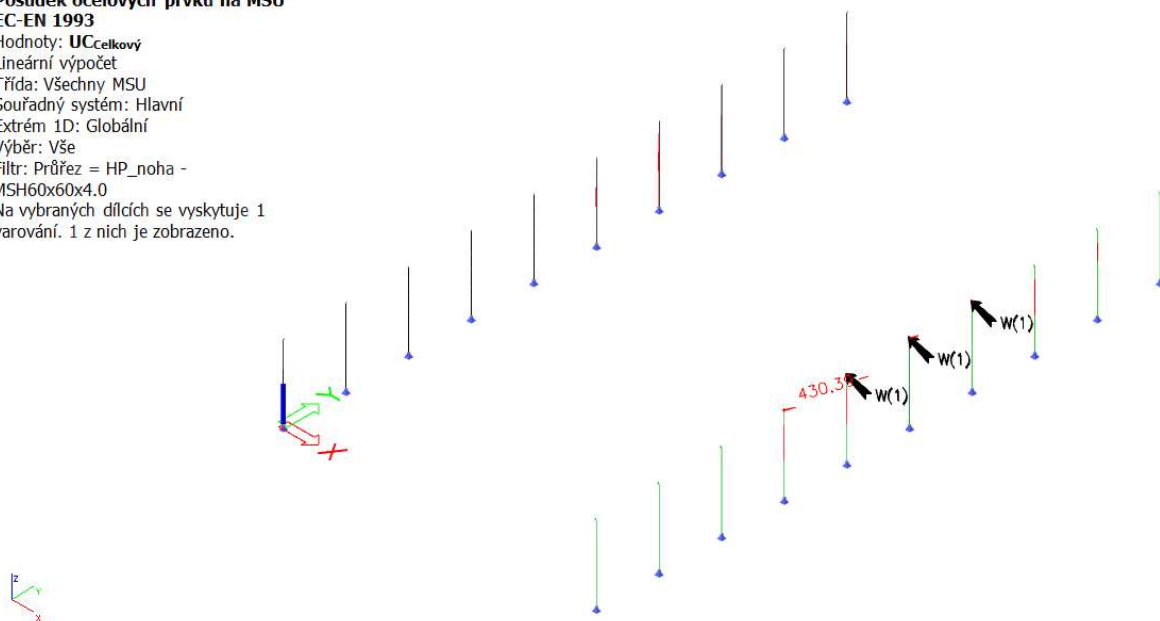
Hodnoty maximálních vnitřních sil z programu SCIA Engineer 18.1							
Dílec	Stav	$N$ [kN]	$V_y$ [kN]	$V_z$ [kN]	$M_x$ [kN.m]	$M_y$ [kN.m]	$M_z$ [kN.m]
B262	CO_2.b/15	<b>-131,55</b>	0,45	3,75	-0,02	0,30	0,05
B360	CO_2.b/5	<b>164,95</b>	-0,16	2,06	0,10	0,11	0,02
B1	CO_5.b/3	-69,19	<b>-20,95</b>	-3,31	1,09	-0,68	-2,70
B587	CO_1.b4	-39,21	<b>20,94</b>	-0,98	-1,08	-0,17	2,72
B361	CO_2.a/1	126,37	-0,07	<b>-88,92</b>	0,01	1,27	-0,05
B361	CO_2.a/1	126,36	0,01	<b>91,61</b>	0,01	1,26	-0,02
B587	CO_1.b/4	-39,33	4,79	0,43	<b>-1,08</b>	0,01	-4,40
B1	CO_2.b/15	-67,31	-4,81	1,80	<b>1,10</b>	-0,17	-4,43
B361	CO_2.a/1	126,35	0,01	91,45	0,01	<b>-5,03</b>	-0,03
B393	CO_1.b/4	-90,07	0,21	-67,08	0,12	<b>3,82</b>	-0,26
B1	CO_7.b/10	-63,81	16,88	1,52	-0,19	-0,07	<b>-6,57</b>
B587	CO_7.b/10	-58,12	-16,89	0,89	0,20	0,03	<b>6,59</b>

Posouzení oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B231	CO_2.a/1	430,39	0,00	<b>430,39</b>

Pozn.:  $w(1)$  Kvůli extrémnímu smyku nelze stanovit plastickou ohybovou únosnost redukovanou pro smyk dle EN 1993-1-1 článku 6.2.10. Proto se posuzuje podmínka pružné meze kluzu podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(5)

**Posudek ocelových prvků na MSÚ  
EC-EN 1993**

Hodnoty: UCcelkový  
Lineární výpočet  
Třída: Všechny MSU  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Globální  
Výběr: Vše  
Filtr: Průřez = HP\_noha -  
MSH60x60x4.0  
Na vybraných dílcích se vyskytuje 1  
varování. 1 z nich je zobrazeno.



Obrázek 27 - Posouzení původního průřezu

### 2.6.3.2. Dimenzování průřezu

Je navržena úprava profilu, po které dané dílce vyhoví jednotkovému posouzení. Stávající profil je nahrazen profilem MSH120x120x8.8.

Posouzení navržené oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B395	CO_2.a/1	0,27	0,00	<b>0,27</b>

#### Posudek ocelových prvků na MSÚ

EC-EN 1993

Hodnoty: UCcelkový

Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

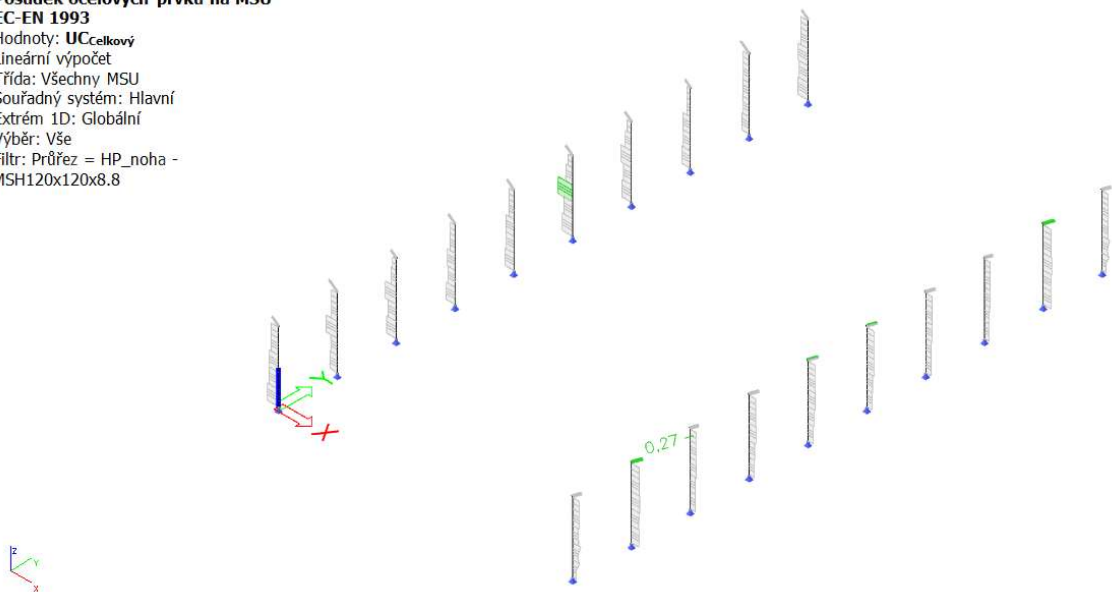
Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = HP\_noha -

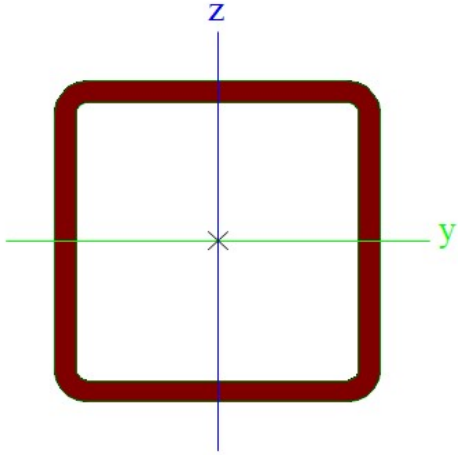
MSH120x120x8.8



Obrázek 28 - Posouzení upraveného průřezu

## 2.6.4. Posudek dolní pásnice nohy

### 2.6.4.1. Popis průřezu

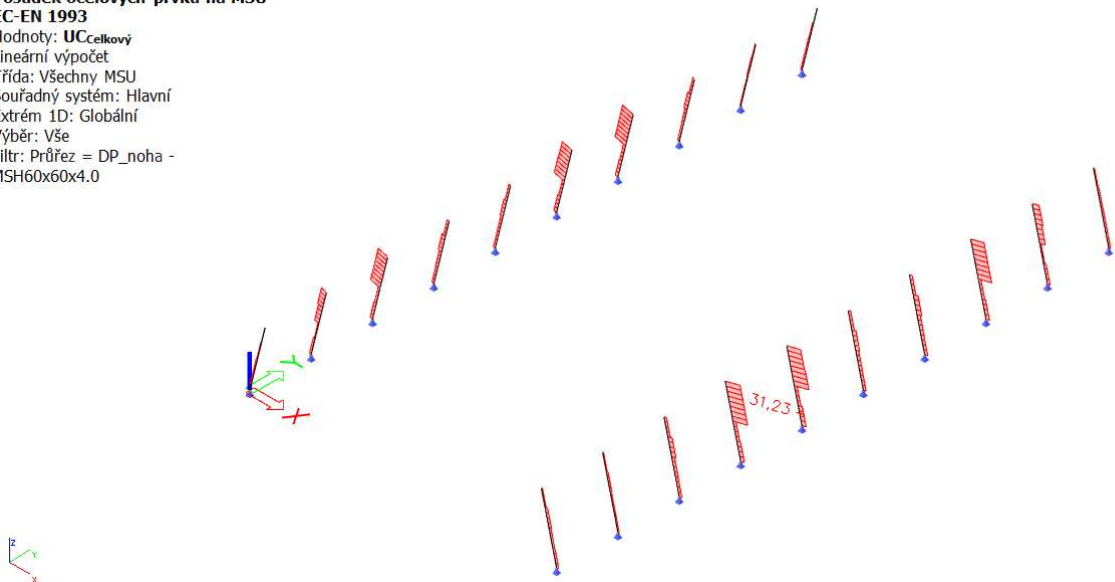
Jméno prvku	<b>DP_noha</b>	
Typ profilu	<b>MSH60×60×4.0</b>	
Materiál	<b>S355</b>	
		
Geometrie profilu		
$h$ [mm]	<b>60</b>	Výška
$b$ [mm]	<b>60</b>	Šířka
$s$ [mm]	<b>4</b>	Tloušťka
$r$ [mm]	<b>6</b>	Vnější poloměr
$r1$ [mm]	<b>2</b>	Vnitřní poloměr
Průřezové charakteristiky		
$A$ [m <sup>2</sup> ]	<b><math>8,7900e^{-4}</math></b>	Plocha
$I_y$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>4,5400e^{-7}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose y
$I_z$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>4,5400e^{-7}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose z
$i_y$ [mm]	<b>23</b>	Poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z$ [mm]	<b>23</b>	Poloměr setrvačnosti k ose z
$w_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>1,5100e^{-5}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose y
$w_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>1,5100e^{-5}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose z
$w_{pl,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>1,8300e^{-5}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose y
$w_{pl,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>1,8300e^{-5}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose z

Tabulka 8 – Hodnoty maximálních vnitřních sil

Hodnoty maximálních vnitřních sil z programu SCIA Engineer 18.1							
Dílec	Stav	$N$ [kN]	$V_y$ [kN]	$V_z$ [kN]	$M_x$ [kN.m]	$M_y$ [kN.m]	$M_z$ [kN.m]
B427	CO_2.a/1	<b>-263,52</b>	0,08	1,03	-0,03	-1,34	-0,04
B329	CO_1.b/2	<b>197,24</b>	0,31	-0,89	-0,16	0,18	0,08
B589	CO_2.b/5	100,23	<b>-1,76</b>	0,01	-0,43	0,16	0,82
B3	CO_2.b/5	102,26	<b>1,78</b>	0,04	0,46	0,16	-0,83
B427	CO_2.a/1	-255,93	-0,04	<b>-1,67</b>	-0,01	<b>-1,86</b>	-0,04
B329	CO_1.b/4	189,45	-0,22	<b>1,22</b>	-0,03	0,20	0,04
B589	CO_5.b/3	107,70	-0,34	-0,05	<b>-1,07</b>	0,19	-0,87
B3	CO_5.b/3	109,89	0,35	-0,13	<b>1,10</b>	0,23	0,88
B329	CO_1.b/4	189,54	-0,22	1,20	-0,03	<b>1,47</b>	-0,19
B3	CO_2.b/5	104,22	-1,70	-0,86	0,35	0,07	<b>-1,35</b>
B589	CO_2.b/5	97,64	1,67	-0,71	-0,34	0,09	<b>1,34</b>

Posouzení oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B232	CO_2.a/1	0,81	31,23	<b>31,23</b>

Posudek ocelových prvků na MSU  
 EC-EN 1993  
 Hodnoty: UC<sub>celkový</sub>  
 Lineární výpočet  
 Třída: Všechny MSU  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Globální  
 Výběr: Vše  
 Filtr: Průřez = DP\_noha -  
 MSH60x60x4.0



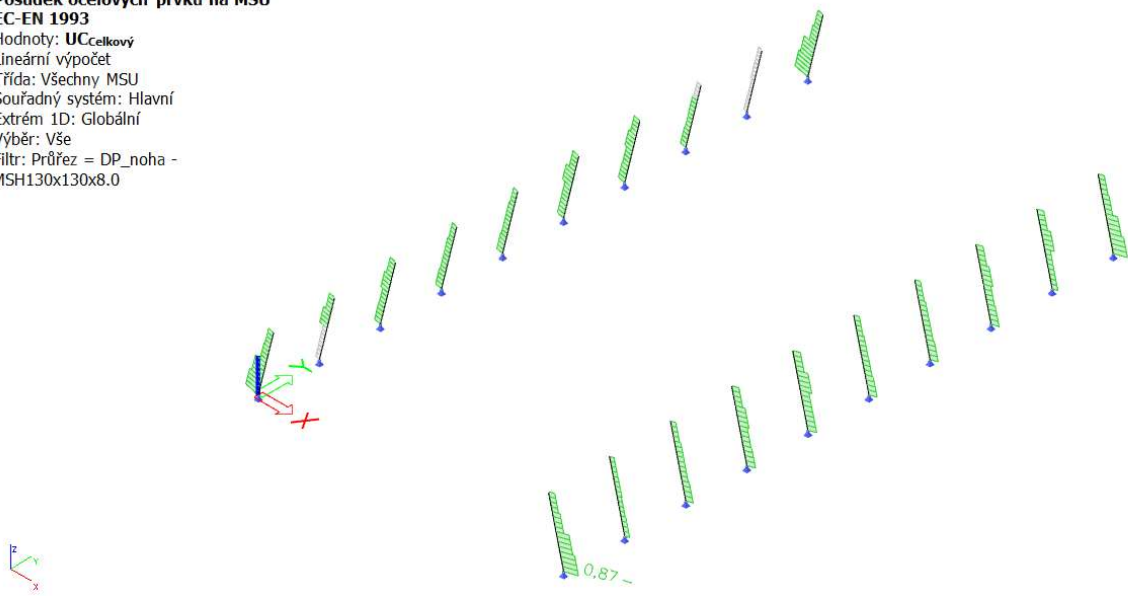
Obrázek 29 - Posouzení původního průřezu

### 2.6.4.2. Dimenzování průřezu

Je navržena úprava profilu, po které dané dílce vyhoví jednotkovému posouzení. Stávající profil je nahrazen profilem MSH130x130x8.0.

Posouzení navržené oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B37	CO_2.c/1	0,36	0,87	<b>0,87</b>

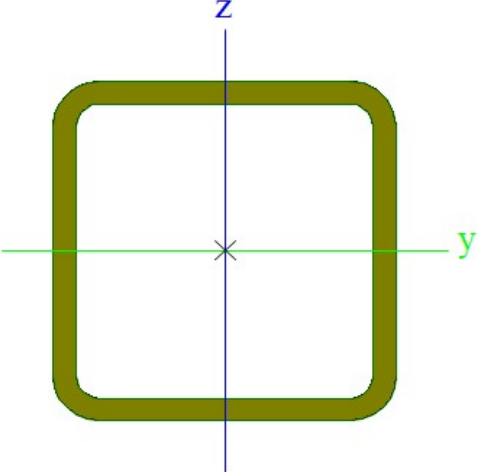
Posudek ocelových prvků na MSÚ  
EC-EN 1993  
Hodnoty: **UC<sub>celkový</sub>**  
Lineární výpočet  
Třída: Všechny MSU  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Globální  
Výběr: Vše  
Filtr: Průřez = DP\_noha -  
MSH130x130x8.0



Obrázek 30 - Posouzení upraveného průřezu

## 2.6.5. Posudek svislic

### 2.6.5.1. Popis průřezu

Jméno prvku	SVISLICE	
Typ profilu	SHSCF30/30/2.0	
Materiál	S235	
		
Geometrie profilu		
$h$ [mm]	<b>30</b>	Výška
$b$ [mm]	<b>30</b>	Šířka
$s$ [mm]	<b>2</b>	Tloušťka
$r$ [mm]	<b>4</b>	Vnější poloměr
$r1$ [mm]	<b>2</b>	Vnitřní poloměr
Průřezové charakteristiky		
$A$ [m <sup>2</sup> ]	<b><math>2,1400e^{-4}</math></b>	Plocha
$I_y$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>2,7200e^{-8}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose y
$I_z$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>2,7200e^{-8}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose z
$i_y$ [mm]	<b>11</b>	Poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z$ [mm]	<b>11</b>	Poloměr setrvačnosti k ose z
$w_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>1,8100e^{-6}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose y
$w_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>1,8100e^{-6}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose z
$w_{pl,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>2,2100e^{-6}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose y
$w_{pl,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>2,2100e^{-6}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose z

Tabulka 9 – Hodnoty maximálních vnitřních sil

Hodnoty maximálních vnitřních sil z programu SCIA Engineer 18.1							
Dílec	Stav	$N$ [kN]	$V_y$ [kN]	$V_z$ [kN]	$M_x$ [MPa]	$M_y$ [kN.m]	$M_z$ [kN.m]
B462	CO_2.b/5	<b>-21,85</b>	0,48	0,35	0,01	0,09	0,18
B137	CO_3.b/8	<b>25,07</b>	0,21	-0,38	0,01	0,10	-0,03
B6	CO_5.b/3	-5,98	<b>-3,33</b>	-0,51	-0,04	0,08	0,36
B591	CO_5.b/3	-3,24	<b>3,29</b>	-0,62	0,04	0,09	-0,36
B299	CO_3.b/7	10,43	-0,09	<b>-1,57</b>	0,00	-0,20	-0,01
B429	CO_2.a/1	-0,53	0,08	<b>2,15</b>	0,00	<b>-0,29</b>	-0,01
B9	CO_1.b/2	-2,85	-0,72	0,05	<b>-0,11</b>	-0,02	-0,27
B594	CO_1.b/2	-1,76	0,72	0,04	<b>0,11</b>	-0,02	-0,27
B429	CO_2.a/1	-0,53	0,08	2,15	0,00	<b>0,25</b>	0,02
B632	CO_1.b/4	3,42	-0,99	0,01	0,02	0,00	<b>-0,75</b>
B47	CO_1.b/4	2,99	1,00	0,01	-0,02	0,00	<b>0,76</b>

Posouzení oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B7	CO_2.b/1	1,16	5,19	<b>5,19</b>

Posudek ocelových prvků na MSÚ  
 EC-EN 1993  
 Hodnoty: UCcelkový  
 Lineární výpočet  
 Třída: Všechny MSU  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Globální  
 Výběr: Vše  
 Filtr: Průřez = SVISLICE -  
 SHSCF30/30/2.0



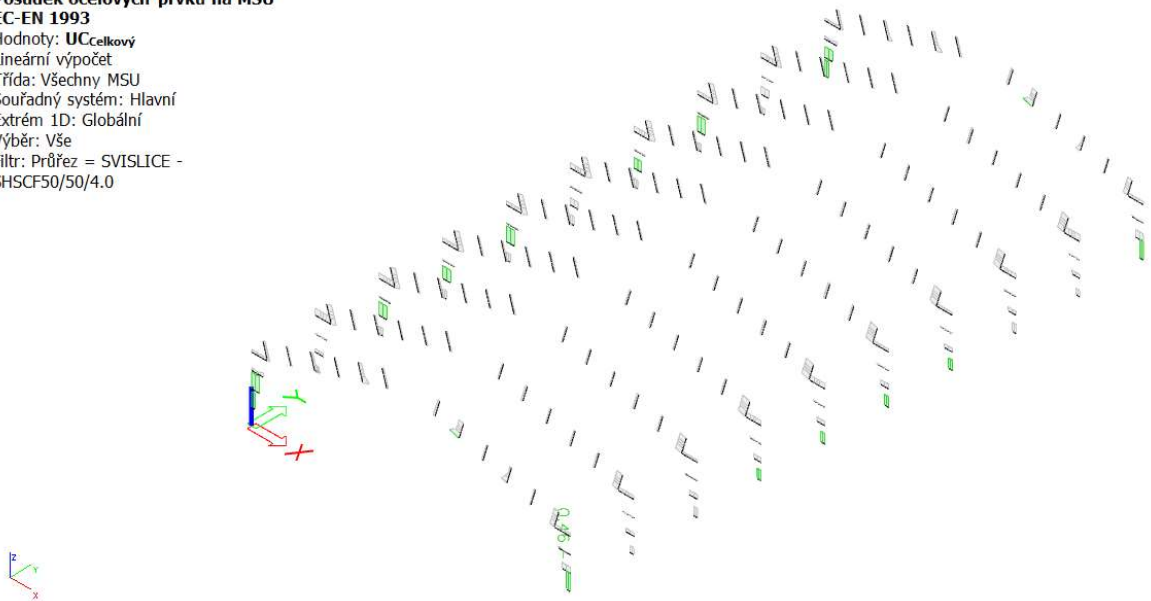
Obrázek 31 - Posouzení původního průřezu

### 2.6.5.2. Dimenzování průřezu

Je navržena úprava profilu, po které dané dílce vyhoví jednotkovému posouzení. Stávající profil je nahrazen profilem SHSCF50/50/4.0.

Posouzení navržené oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B39	CO_2.c/1	0,43	0,46	<b>0,46</b>

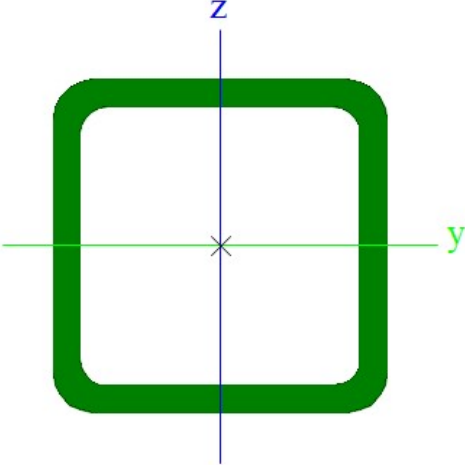
Posudek ocelových prvků na MSÚ  
EC-EN 1993  
Hodnoty: UC<sub>celkový</sub>  
Lineární výpočet  
Třída: Všechny MSU  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Globální  
Výběr: Vše  
Filtr: Průřez = SVISLICE -  
SHSCF50/50/4.0



Obrázek 32 - Posouzení upraveného průřezu

## 2.6.6. Posudek diagonál v rámovém rohu

### 2.6.6.1. Popis průřezu

Jméno prvku	<b>DIAGONÁLA_roh</b>	
Typ profilu	<b>SHS50/50/4.0</b>	
Materiál	<b>S235</b>	
		
Geometrie profilu		
$h$ [mm]	<b>50</b>	Výška
$b$ [mm]	<b>50</b>	Šířka
$s$ [mm]	<b>4</b>	Tloušťka
$r$ [mm]	<b>6</b>	Vnější poloměr
$r1$ [mm]	<b>4</b>	Vnitřní poloměr
Průřezové charakteristiky		
$A$ [m <sup>2</sup> ]	<b><math>7,1900e^{-4}</math></b>	Plocha
$I_y$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>2,5000e^{-7}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose y
$I_z$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>2,5000e^{-7}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose z
$i_y$ [mm]	<b>19</b>	Poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z$ [mm]	<b>19</b>	Poloměr setrvačnosti k ose z
$w_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>9,9900e^{-6}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose y
$w_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>9,9900e^{-6}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose z
$w_{pl,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>1,2300e^{-5}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose y
$w_{pl,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>1,2300e^{-5}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose z

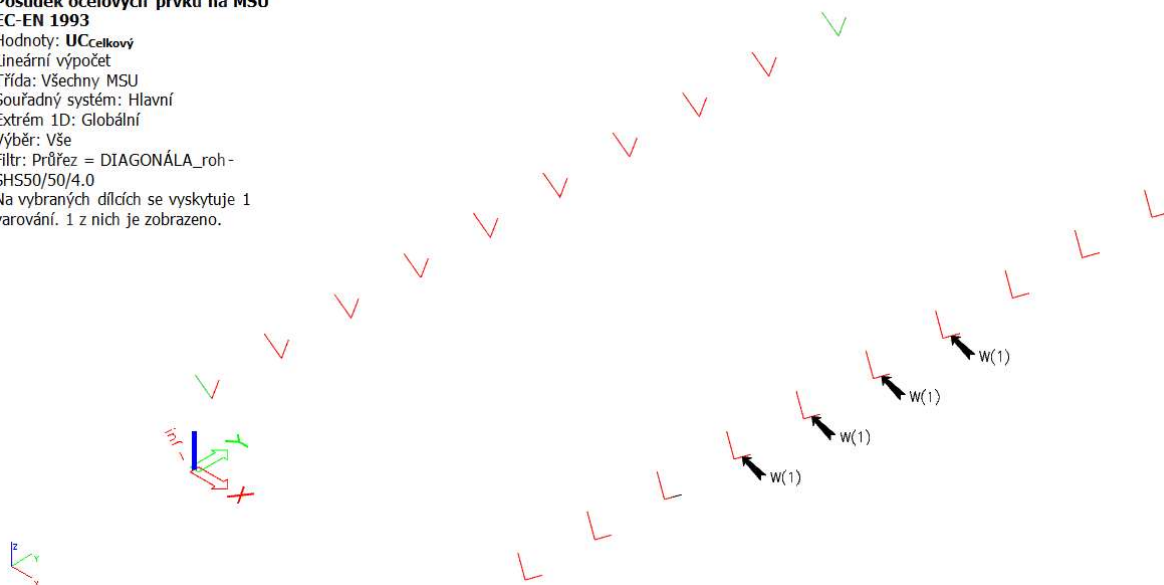
Tabulka 10 – Hodnoty maximálních vnitřních sil

Hodnoty maximálních vnitřních sil z programu SCIA Engineer 18.1							
Dílec	Stav	$N$ [kN]	$V_y$ [kN]	$V_z$ [kN]	$M_x$ [MPa]	$M_y$ [kN.m]	$M_z$ [kN.m]
B439	CO_2.a/1	<b>-180,18</b>	-0,03	-0,43	0,01	-0,21	-0,04
B406	CO_1.b/4	<b>130,10</b>	0,08	<b>0,40</b>	-0,08	<b>-0,26</b>	0,03
B16	CO_2.b/6	58,91	<b>-1,01</b>	0,26	<b>-0,89</b>	-0,15	1,45
B601	CO_2.b/6	60,20	<b>1,01</b>	0,21	<b>0,88</b>	-0,12	-1,45
B374	CO_2.a/1	-178,46	0,01	<b>-0,44</b>	-0,01	-0,22	0,01
B374	CO_2.a/1	-178,41	0,01	-0,36	-0,01	<b>0,26</b>	0,00
B601	CO_1.b/2	30,56	1,00	0,25	0,88	-0,16	<b>-1,46</b>
B16	CO_1.b/2	30,66	-1,00	0,25	-0,88	-0,16	<b>1,46</b>

Posouzení oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B179	CO_2.a/1	-	6,17	<b>6,17</b>

Pozn.:  $w(1)$  Kvůli extrémní osově síle nelze stanovit plastickou ohybovou únosnost redukovanou pro osovou sílu podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1. Proto se posuzuje lineární plastický součet podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(7)

**Posudek ocelových prvků na MSÚ**  
 EC-EN 1993  
 Hodnoty:  $UC_{celkový}$   
 Lineární výpočet  
 Třída: Všechny MSU  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Globální  
 Výběr: Vše  
 Filtr: Průřez = DIAGONÁLA\_roh-SHS50/50/4.0  
 Na vybraných dílcích se vyskytuje 1 varování. 1 z nich je zobrazeno.



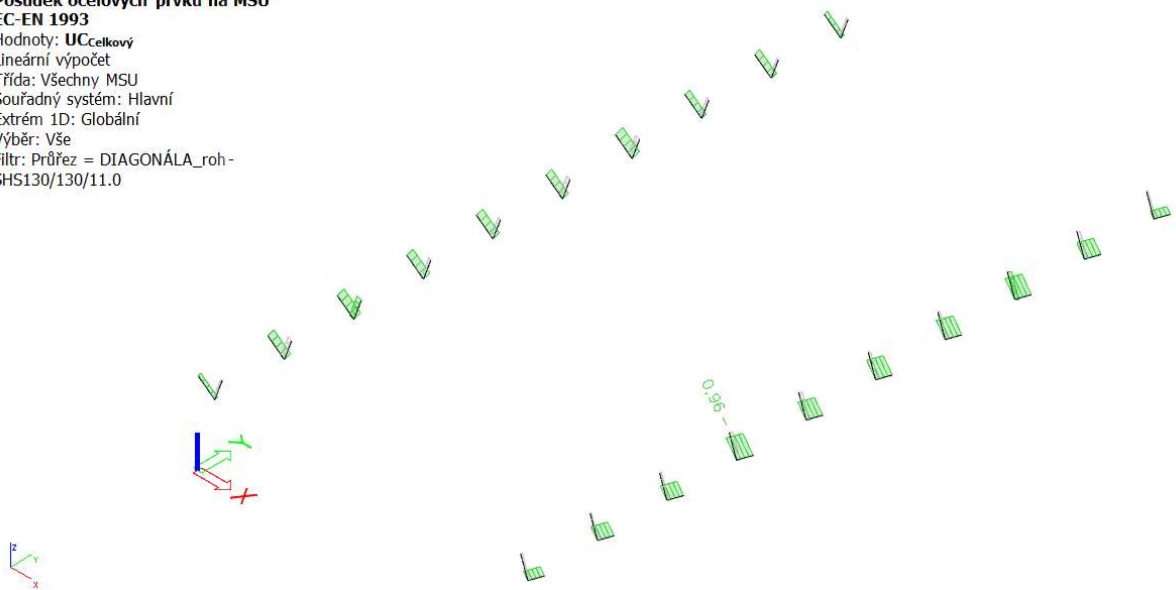
Obrázek 33 - Posouzení původního průřezu

### 2.6.6.2. Dimenzování průřezu

Je navržena úprava profilu, po které dané dílce vyhoví jednotkovému posouzení. Stávající profil je nahrazen profilem SHS130/130/11.0.

Posouzení navržené oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B395	CO_2.a/1	0,16	0,96	<b>0,96</b>

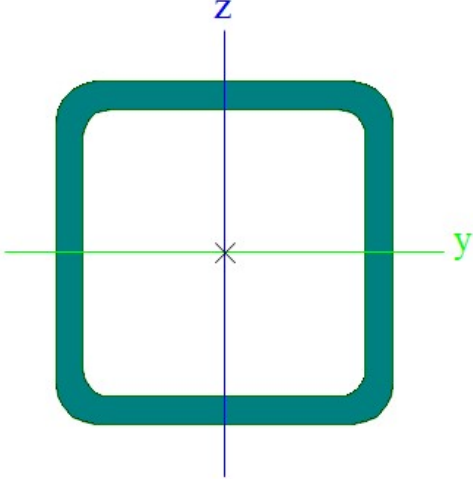
Posudek ocelových prvků na MSÚ  
EC-EN 1993  
Hodnoty: UC<sub>celkový</sub>  
Lineární výpočet  
Třída: Všechny MSU  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Globální  
Výběr: Vše  
Filtr: Průřez = DIAGONÁLA\_roh-  
SHS130/130/11.0



Obrázek 34 - Posouzení upraveného průřezu (zdroj: Příloha 6)

## 2.6.7. Posudek diagonál

### 2.6.7.1. Popis průřezu

Jméno prvku	<b>DIAGONÁLA_normal</b>	
Typ profilu	<b>SHS40/40/3.2</b>	
Materiál	<b>S235</b>	
		
Geometrie profilu		
$h$ [mm]	<b>40</b>	Výška
$b$ [mm]	<b>40</b>	Šířka
$s$ [mm]	<b>3</b>	Tloušťka
$r$ [mm]	<b>5</b>	Vnější poloměr
$r1$ [mm]	<b>3</b>	Vnitřní poloměr
Průřezové charakteristiky		
$A$ [m <sup>2</sup> ]	<b><math>4,6000e^{-4}</math></b>	Plocha
$I_y$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>1,0200e^{-7}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose y
$I_z$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>1,0200e^{-7}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose z
$i_y$ [mm]	<b>15</b>	Poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z$ [mm]	<b>15</b>	Poloměr setrvačnosti k ose z
$w_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>5,1100e^{-6}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose y
$w_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>5,1100e^{-6}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose z
$w_{pl,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>6,2800e^{-6}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose y
$w_{pl,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>6,2800e^{-6}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose z

Tabulka 11 – Hodnoty maximálních vnitřních sil

Hodnoty maximálních vnitřních sil z programu SCIA Engineer 18.1							
Dílec	Stav	$N$ [kN]	$V_y$ [kN]	$V_z$ [kN]	$M_x$ [MPa]	$M_y$ [kN.m]	$M_z$ [kN.m]
B380	CO_2.a/1	<b>-66,06</b>	0,00	-0,11	0,00	0,06	0,00
B379	CO_2.a/1	<b>72,60</b>	-0,01	-0,07	0,00	0,04	0,00
B61	CO_1.b/4	24,10	<b>-1,83</b>	0,01	0,27	0,01	<b>1,80</b>
B646	CO_1.b/4	25,57	<b>1,83</b>	0,01	-0,27	0,01	<b>-1,79</b>
B376	CO_2.b/5	2,48	-0,05	<b>-0,19</b>	-0,01	0,07	-0,04
B408	CO_1.b/4	0,52	-0,19	<b>0,16</b>	-0,03	-0,21	0,05
B64	CO_1.b/4	-12,71	1,35	0,08	<b>-0,50</b>	-0,07	-0,30
B649	CO_1.b/4	-11,35	-1,34	0,10	<b>0,50</b>	-0,08	0,30
B343	CO_1.b/4	0,21	0,19	0,16	0,03	<b>-0,22</b>	-0,06
B441	CO_2.a/1	6,01	0,04	-0,17	0,00	<b>0,27</b>	-0,01

Posouzení oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B509	CO_3.b/1	0,44	37,93	<b>37,93</b>

**Posudek ocelových prvků na MSÚ**

EC-EN 1993

Hodnoty: **UCcelkový**

Lineární výpočet

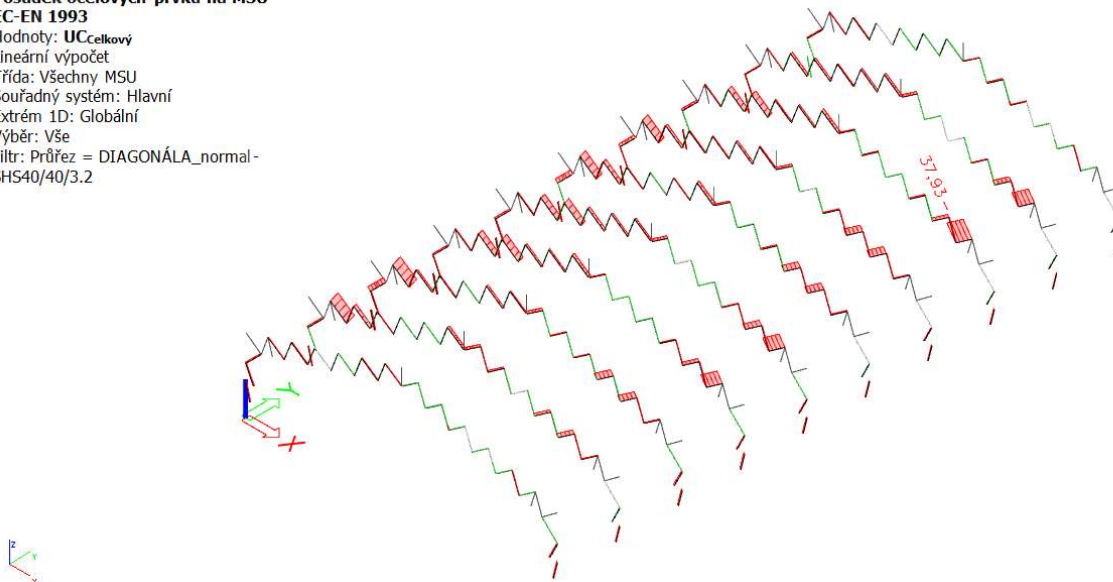
Třída: Všechny MSU

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = DIAGONÁLA\_normal-SHS40/40/3.2



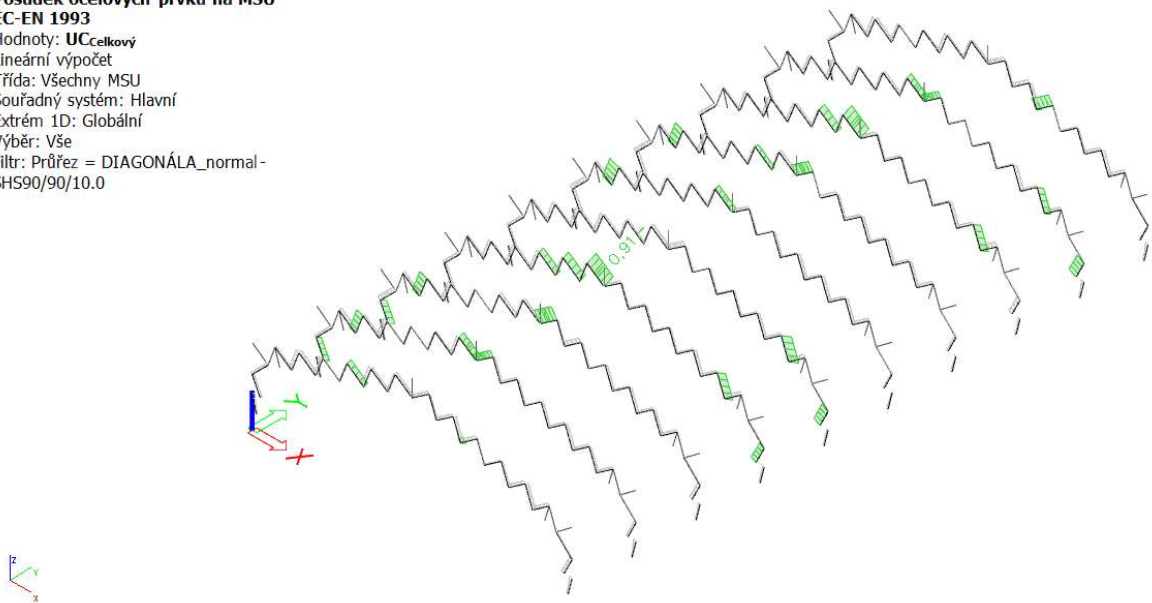
Obrázek 35 - Posouzení původního průřezu

### 2.6.7.2. Dimenzování průřezu

Je navržena úprava profilu, po které dané dílce vyhoví jednotkovému posouzení. Stávající profil je nahrazen profilem SHS90/90/10.0.

Posouzení navržené oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B395	CO_2.a/1	0,05	0,91	<b>0,91</b>

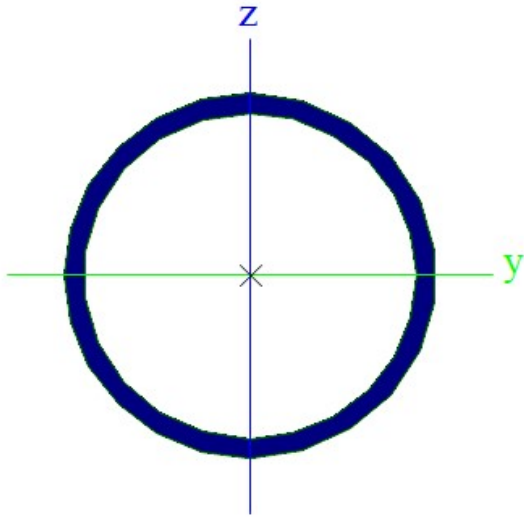
**Posudek ocelových prvků na MSÚ**  
EC-EN 1993  
Hodnoty: UCcelkový  
Lineární výpočet  
Třída: Všechny MSU  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Globální  
Výběr: Vše  
Filtr: Průřez = DIAGONÁLA\_normal-  
SHS90/90/10.0



Obrázek 36 - Posouzení upraveného průřezu

## 2.6.8. Posudek podélného vodorovného ztužení

### 2.6.8.1. Popis průřezu

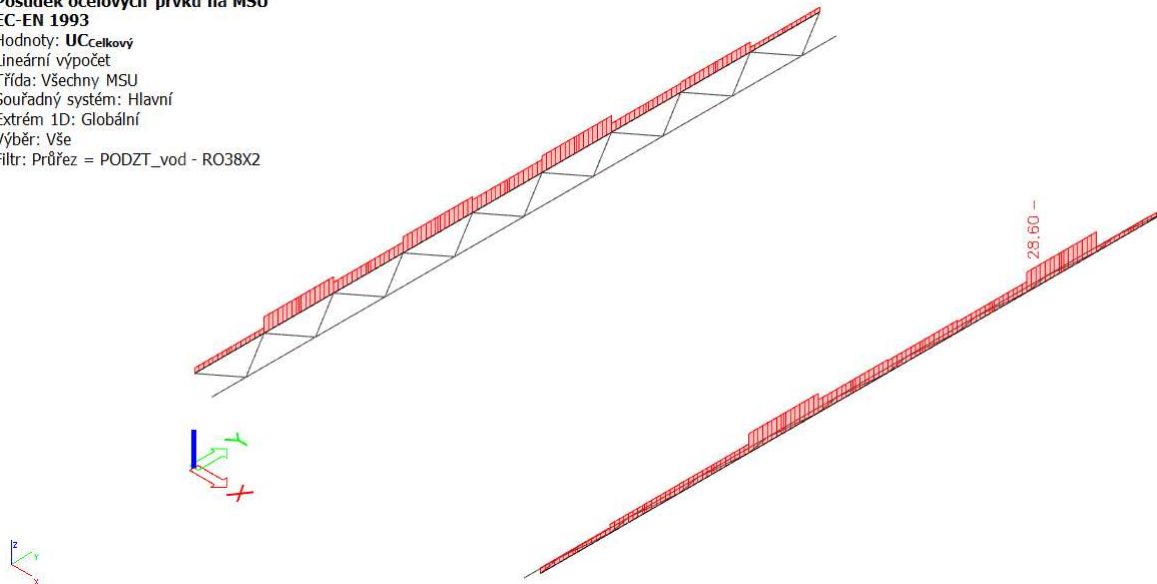
Jméno prvku	PODZT_vod	
Typ profilu	RO38×2	
Materiál	S235	
		
Geometrie profilu		
$d$ [mm]	<b>38</b>	Průměr
$w$ [mm]	<b>2</b>	Tloušťka
Průřezové charakteristiky		
$A$ [m <sup>2</sup> ]	<b><math>2,2600e^{-4}</math></b>	Plocha
$I_y$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>3,6800e^{-8}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose y
$I_z$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>3,6800e^{-8}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose z
$i_y$ [mm]	<b>13</b>	Poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z$ [mm]	<b>13</b>	Poloměr setrvačnosti k ose z
$w_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>1,9300e^{-6}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose y
$w_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>1,9300e^{-6}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose z
$w_{pl,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>2,5920e^{-6}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose y
$w_{pl,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>2,5920e^{-6}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose z

Tabulka 12 – Hodnoty maximálních vnitřních sil

Hodnoty maximálních vnitřních sil z programu SCIA Engineer 18.1							
Dílec	Stav	$N$ [kN]	$V_y$ [kN]	$V_z$ [kN]	$M_x$ [MPa]	$M_y$ [kN.m]	$M_z$ [kN.m]
B1204	CO_3.c/13	<b>-28,16</b>	0,00	0,05	0,00	-0,03	0,00
B1093	CO_2.b/15	<b>22,54</b>	0,04	-0,07	0,00	0,29	-0,13
B1389	CO_2.b/5	19,56	<b>-0,04</b>	0,16	0,00	-0,16	0,05
B1093	CO_2.b/5	21,06	<b>0,05</b>	-0,07	-0,01	0,29	<b>-0,13</b>
B1093	CO_5.b/3	21,98	0,05	<b>-0,16</b>	-0,01	-0,16	0,05
B1389	CO_5.b/3	20,61	-0,04	<b>0,16</b>	0,00	-0,16	0,05
B1093	CO_5.b/3	21,98	0,05	-0,07	<b>-0,01</b>	<b>0,29</b>	-0,13
B1389	CO_5.a/11	11,12	-0,03	0,12	<b>0,01</b>	-0,11	0,03
B1093	CO_3.b/7	-9,50	-0,03	0,12	0,00	<b>-0,23</b>	<b>0,09</b>

Posouzení oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B1369	CO_3.c/1	0,48	28,60	<b>28,60</b>

Posudek ocelových prvků na MSÚ  
 EC-EN 1993  
 Hodnoty: **UC<sub>celkový</sub>**  
 Lineární výpočet  
 Třída: Všechny MSU  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Globální  
 Výběr: Vše  
 Filtr: Průřez = PODZT\_vod - RO38X2



Obrázek 37 - Posouzení původního průřezu

### 2.6.8.2. Dimenzování průřezu

Je navržena úprava profilu, po které dané dílce vyhoví jednotkovému posouzení. Stávající profil je nahrazen profilem RO127X12.5.

Posouzení navržené oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B1332	CO_3.c/1	0,09	0,28	<b>0,28</b>

#### Posudek ocelových prvků na MSÚ

EC-EN 1993

Hodnoty: UC<sub>celkový</sub>

Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

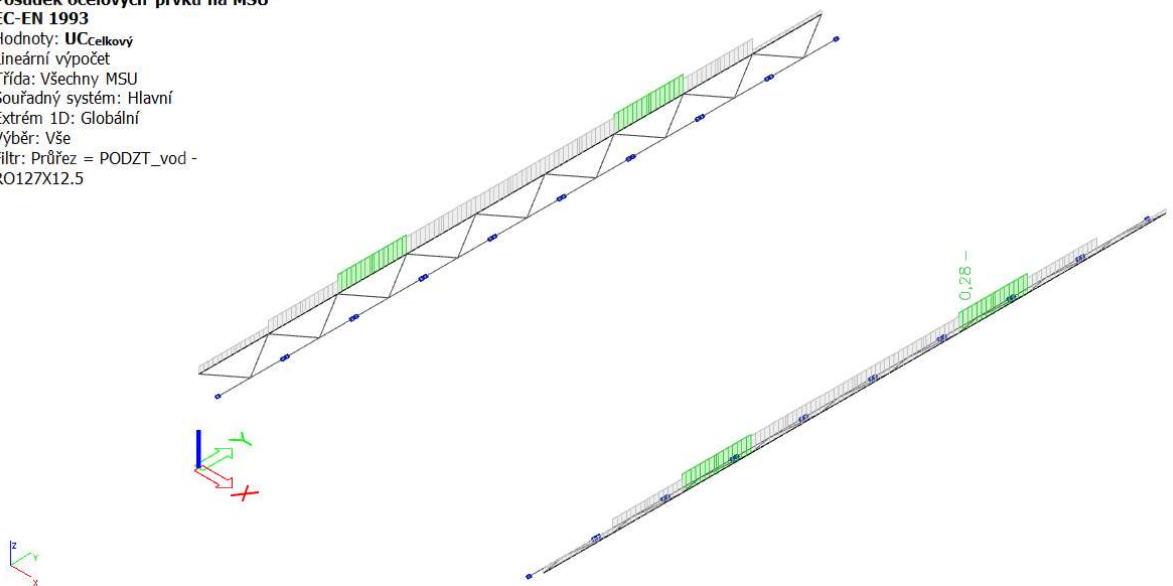
Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = PODZT\_vod -

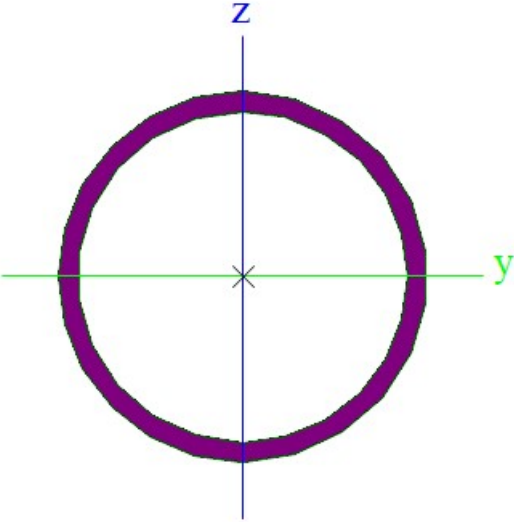
RO127X12.5



Obrázek 38 - Posouzení upraveného průřezu

## 2.6.9. Posudek podélného diagonálního ztužení

### 2.6.9.1. Popis průřezu

Jméno prvku	PODZT_diagonal	
Typ profilu	RO38×2	
Materiál	S235	
		
Geometrie profilu		
$d$ [mm]	<b>38</b>	Průměr
$w$ [mm]	<b>2</b>	Tloušťka
Průřezové charakteristiky		
$A$ [m <sup>2</sup> ]	<b><math>2,2600e^{-4}</math></b>	Plocha
$I_y$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>3,6800e^{-8}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose y
$I_z$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>3,6800e^{-8}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose z
$i_y$ [mm]	<b>13</b>	Poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z$ [mm]	<b>13</b>	Poloměr setrvačnosti k ose z
$w_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>1,9300e^{-6}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose y
$w_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>1,9300e^{-6}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose z
$w_{pl,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>2,5920e^{-6}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose y
$w_{pl,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>2,5920e^{-6}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose z

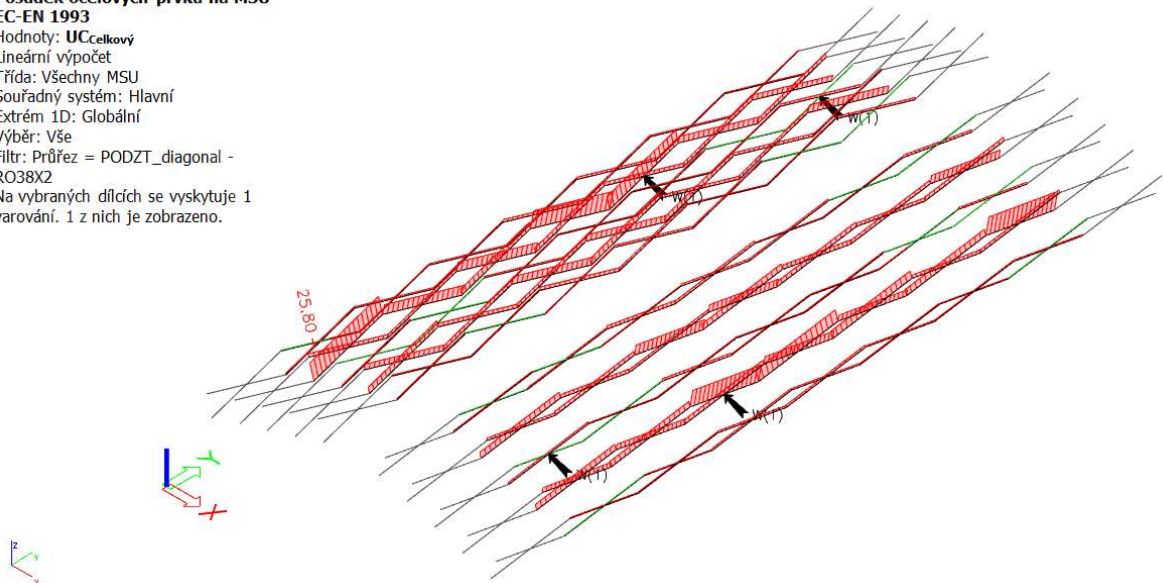
Tabulka 13 – Hodnoty maximálních vnitřních sil

Hodnoty maximálních vnitřních sil z programu SCIA Engineer 18.1							
Dílec	Stav	$N$ [kN]	$V_y$ [kN]	$V_z$ [kN]	$M_x$ [MPa]	$M_y$ [kN.m]	$M_z$ [kN.m]
B1150	CO_3.c/13	<b>-11,85</b>	-0,01	0,05	0,00	-0,05	0,03
B1155	CO_1.b/4	<b>15,91</b>	0,00	0,06	0,00	-0,08	0,01
B1361	CO_1.b/4	3,38	<b>-0,02</b>	0,05	0,00	-0,05	<b>0,04</b>
B1140	CO_1.b/4	3,42	<b>0,02</b>	0,04	0,00	-0,03	-0,04
B1376	CO_2.b/5	9,69	-0,01	<b>-0,06</b>	0,00	-0,08	-0,03
B1155	CO_5.b/3	10,81	0,01	<b>0,06</b>	0,00	-0,08	-0,02
B1373	CO_1.a/12	-0,08	-0,01	0,04	<b>-0,01</b>	-0,02	0,02
B1356	CO_2.a/1	2,97	0,01	0,05	<b>0,01</b>	-0,02	-0,01
B1376	CO_2.b/6	12,18	-0,01	-0,06	0,00	<b>-0,08</b>	-0,01
B1155	CO_9.b/17	-6,90	-0,01	0,00	0,00	<b>0,03</b>	0,00
B1361	CO_1.b/4	3,40	-0,02	-0,04	0,00	-0,03	<b>-0,04</b>

Posouzení oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B1133	CO_3.c/1	0,22	25,80	<b>25,80</b>

Pozn.:  $w(1)$  Štíhlost je větší než mezní hodnota

**Posudek ocelových prvků na MSÚ**  
 EC-EN 1993  
 Hodnoty: **UC<sub>celkový</sub>**  
 Lineární výpočet  
 Třída: Všechny MSÚ  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Globální  
 Výběr: Vše  
 Filtr: Průřez = PODZT\_diagonal - RO38X2  
 Na vybraných dílcích se vyskytuje 1 varování. 1 z nich je zobrazeno.



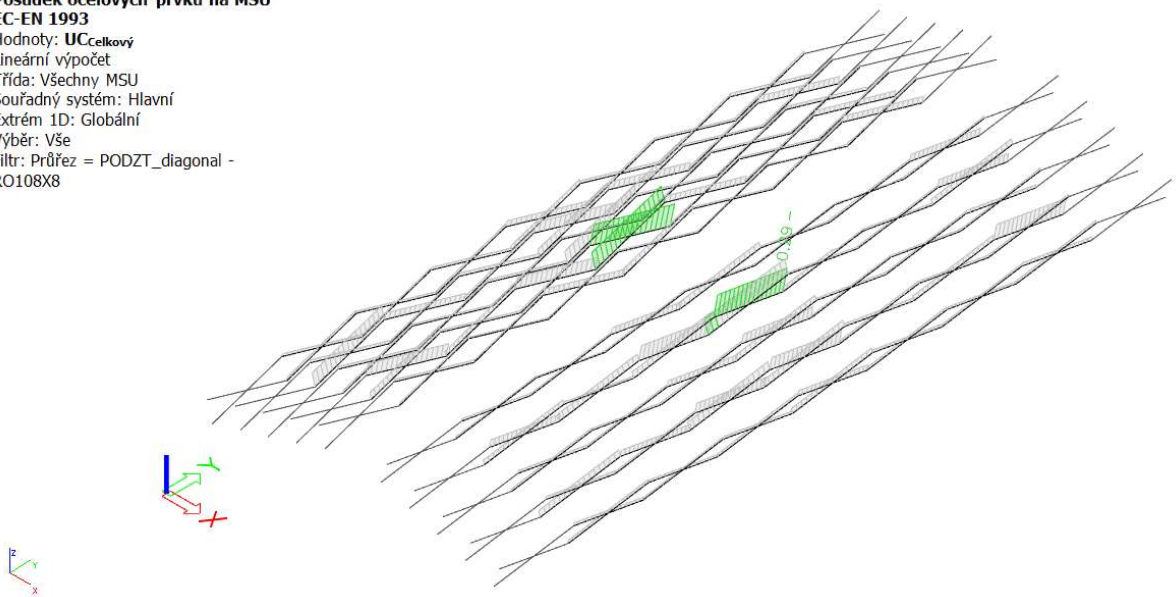
Obrázek 39 - Posouzení původního průřezu

### 2.6.9.2. Dimenzování průřezu

Je navržena úprava profilu, po které dané dílce vyhoví jednotkovému posouzení. Stávající profil je nahrazen profilem RO108×8.

Posouzení navržené oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B1266	CO_9.a/1	0,02	0,29	<b>0,29</b>

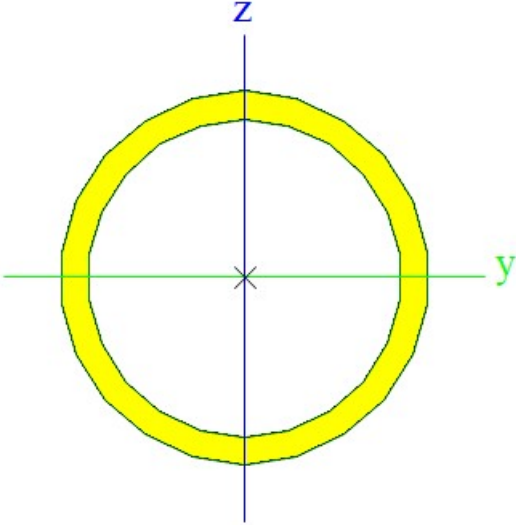
Posudek ocelových prvků na MSÚ  
EC-EN 1993  
Hodnoty:  $U_{C_{celkový}}$   
Lineární výpočet  
Třída: Všechny MSU  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Globální  
Výběr: Vše  
Filtr: Průřez = PODZT\_diagonal -  
RO108X8



Obrázek 40 - Posouzení upraveného průřezu

## 2.6.10. Posudek podélného diagonálního krajního ztužení

### 2.6.10.1. Popis průřezu

Jméno prvku	PODZT_diagonal_kraj	
Typ profilu	RO48×3.6	
Materiál	S235	
		
Geometrie profilu		
$d$ [mm]	<b>48</b>	Průměr
$w$ [mm]	<b>4</b>	Tloušťka
Průřezové charakteristiky		
$A$ [m <sup>2</sup> ]	<b><math>5,0600e^{-4}</math></b>	Plocha
$I_y$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>1,2700e^{-7}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose y
$I_z$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>1,2700e^{-7}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose z
$i_y$ [mm]	<b>16</b>	Poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z$ [mm]	<b>16</b>	Poloměr setrvačnosti k ose z
$w_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>5,2600e^{-6}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose y
$w_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>5,2600e^{-6}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose z
$w_{pl,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>7,1931e^{-6}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose y
$w_{pl,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>7,1931e^{-6}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose z

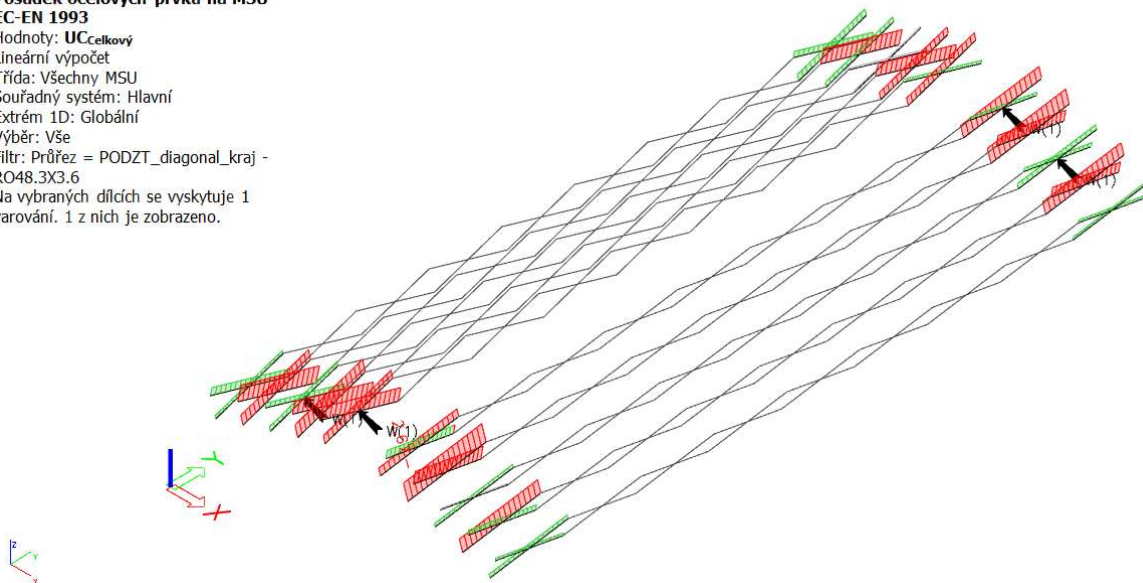
Tabulka 14 – Hodnoty maximálních vnitřních sil

Hodnoty maximálních vnitřních sil z programu SCIA Engineer 18.1							
Dílec	Stav	$N$ [kN]	$V_y$ [kN]	$V_z$ [kN]	$M_x$ [MPa]	$M_y$ [kN.m]	$M_z$ [kN.m]
B1117	CO_3.a/14	<b>-9,00</b>	-0,02	0,28	0,01	-0,60	0,08
B1117	CO_1.b/4	<b>16,89</b>	0,04	<b>-0,42</b>	-0,01	-0,42	0,03
B1117	CO_3.b/7	-4,24	<b>-0,06</b>	0,35	0,01	-0,82	<b>0,17</b>
B1102	CO_3.b/7	-1,40	<b>0,06</b>	0,17	-0,01	-0,27	-0,16
B1414	CO_1.b/4	16,19	-0,04	<b>0,42</b>	0,01	-0,41	0,03
B1094	CO_2.a/1	-0,61	-0,02	0,10	<b>-0,04</b>	-0,03	0,06
B1391	CO_2.b/5	-0,70	0,03	0,12	<b>0,03</b>	-0,08	-0,02
B1117	CO_3.b/9	-7,22	-0,05	0,36	0,01	<b>-0,84</b>	0,15
B1117	CO_1.b/4	16,84	0,04	-0,21	-0,01	<b>0,89</b>	-0,14
B1416	CO_8.b/18	2,13	-0,05	-0,02	-0,01	0,22	<b>-0,17</b>

Posouzení oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B1117	CO_3.a/1	0,37	2,67	<b>2,67</b>

Pozn.:  $w(1)$  Štíhlost je větší než mezní hodnota

Posudek ocelových prvků na MSÚ  
 EC-EN 1993  
 Hodnoty:  $UC_{celkový}$   
 Lineární výpočet  
 Třída: Všechny MSU  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Globální  
 Výběr: Vše  
 Filtr: Průřez = PODZT\_diagonal\_kraj -  
 RO48.3X3.6  
 Na vybraných dílcích se vyskytuje 1  
 varování. 1 z nich je zobrazeno.



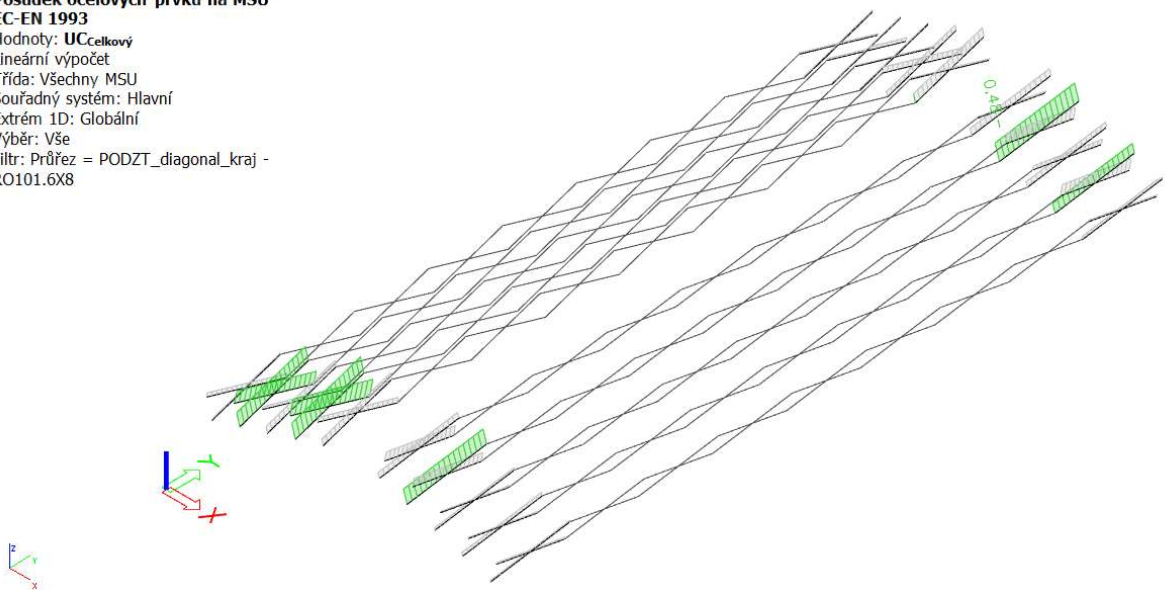
Obrázek 41 - Posouzení původního průřezu

### 2.6.10.2. Dimenzování průřezu

Je navržena úprava profilu, po které dané dílce vyhoví jednotkovému posouzení. Stávající profil je nahrazen profilem RO101.6×8.

Posouzení navržené oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B1413	CO_1.b/1	0,02	0,48	<b>0,48</b>

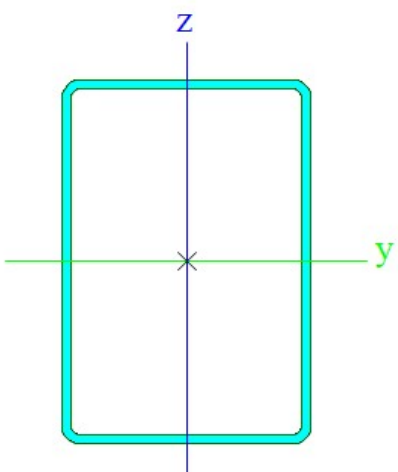
**Posudek ocelových prvků na MSÚ**  
EC-EN 1993  
Hodnoty: **UC<sub>celkový</sub>**  
Lineární výpočet  
Třída: Všechny MSU  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Globální  
Výběr: Vše  
Filtr: Průřez = PODZT\_diagonal\_kraj -  
RO101.6X8



Obrázek 42 - Posouzení upraveného průřezu

## 2.6.11. Posudek štítových sloupků

### 2.6.11.1. Popis průřezu

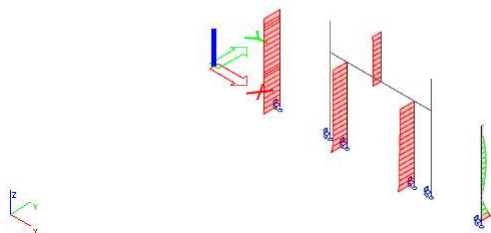
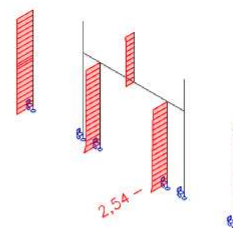
Jméno prvku	<b>ŠTÍTOVÉ SLOUPKY</b>	
Typ profilu	<b>VHP120/80×3.0</b>	
Materiál	<b>S235</b>	
		
Geometrie profilu		
$h$ [mm]	<b>120</b>	Výška
$b$ [mm]	<b>80</b>	Šířka
$s$ [mm]	<b>3</b>	Tloušťka
$r$ [mm]	<b>6</b>	Vnější poloměr
$r1$ [mm]	<b>3</b>	Vnitřní poloměr
Průřezové charakteristiky		
$A$ [m <sup>2</sup> ]	<b><math>1,1400e^{-3}</math></b>	Plocha
$I_y$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>2,3000e^{-6}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose y
$I_z$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>1,2300e^{-6}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose z
$i_y$ [mm]	<b>45</b>	Poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z$ [mm]	<b>33</b>	Poloměr setrvačnosti k ose z
$w_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>3,8400e^{-5}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose y
$w_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>3,0900e^{-5}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose z
$w_{pl,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>4,6250e^{-5}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose y
$w_{pl,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>3,4958e^{-5}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose z

Tabulka 15 – Hodnoty maximálních vnitřních sil

Hodnoty maximálních vnitřních sil z programu SCIA Engineer 18.1							
Dílec	Stav	$N$ [kN]	$V_y$ [kN]	$V_z$ [kN]	$M_x$ [kN.m]	$M_y$ [kN.m]	$M_z$ [kN.m]
B1501	CO_5.b/3	<b>-45,56</b>	0,00	-17,98	0,00	-17,44	0,00
B1495	CO_2.b/6	<b>44,25</b>	0,00	-9,15	0,00	1,61	0,00
B1480	CO_1.b/19	-17,23	<b>0,00</b>	-18,37	0,00	3,54	0,00
B1497	CO_2.b/6	-0,33	0,00	<b>-22,21</b>	0,00	<b>-27,61</b>	0,00
B1494	CO_2.b/6	-0,29	0,00	<b>22,21</b>	0,00	<b>27,59</b>	0,00
B1502	CO_5.b/3	-0,81	0,00	-19,38	<b>-0,16</b>	13,83	0,00
B1503	CO_5.b/3	-0,87	0,00	19,38	<b>0,16</b>	-13,85	0,00
B1480	CO_1.c/20	6,43	0,00	0,47	0,00	-0,74	<b>0,00</b>

Posouzení oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B1497	CO_2.b/1	2,54	2,29	<b>2,54</b>

Posudek ocelových prvků na MSÚ  
 EC-EN 1993  
 Hodnoty: UC<sub>celkový</sub>  
 Lineární výpočet  
 Třída: Všechny MSU  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Globální  
 Výběr: Vše  
 Filtr: Průřez = ŠTÍTOVÉ SLOUPKY -  
 VHP120/80x3.0



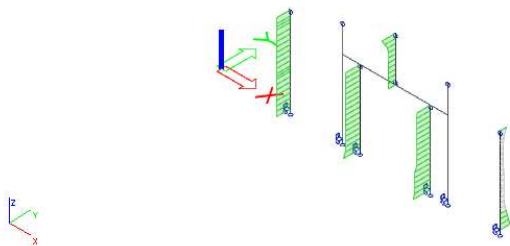
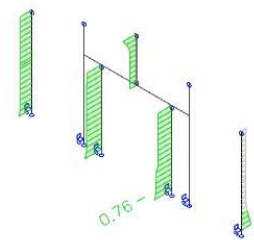
Obrázek 43 - Posouzení původního průřezu

### 2.6.11.2. Dimenzování průřezu

Je navržena úprava profilu, po které dané dílce vyhoví jednotkovému posouzení. Stávající profil je nahrazen profilem VHP200/100×5.0.

Posouzení navržené oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B1497	CO_2.b/1	0,76	0,68	<b>0,76</b>

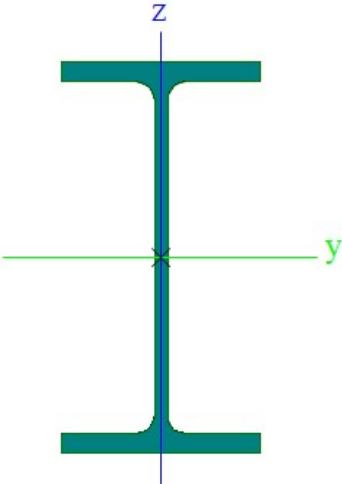
Posudek ocelových prvků na MSÚ  
EC-EN 1993  
Hodnoty: UC<sub>celkový</sub>  
Lineární výpočet  
Třída: Všechny MSU  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Globální  
Výběr: Vše  
Filtr: Průřez = ŠTÍTOVÉ SLOUPKY -  
VHP200/100x5.0



Obrázek 44 - Posouzení upraveného průřezu

## 2.6.12. Posudek štítových IPE sloupků

### 2.6.12.1. Popis průřezu

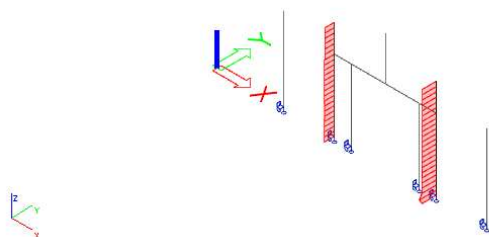
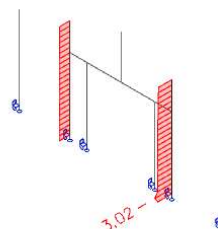
Jméno prvku	ŠTÍTOVÝ IPE	
Typ profilu	IPE140	
Materiál	S235	
		
Geometrie profilu		
$h$ [mm]	<b>140</b>	Výška
$b$ [mm]	<b>73</b>	Šířka pásnice
$s$ [mm]	<b>5</b>	Tloušťka stojiny
$r$ [mm]	<b>7</b>	Poloměr mezi pásnicí a stojinou
$t$ [mm]	<b>7</b>	Tloušťka pásnice
Průřezové charakteristiky		
$A$ [m <sup>2</sup> ]	<b><math>1,6400e^{-3}</math></b>	Plocha
$I_y$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>5,4100e^{-6}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose y
$I_z$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>4,4900e^{-7}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose z
$i_y$ [mm]	<b>57</b>	Poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z$ [mm]	<b>17</b>	Poloměr setrvačnosti k ose z
$w_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>7,7300e^{-5}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose y
$w_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>1,2300e^{-5}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose z
$w_{pl,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>8,8300e^{-5}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose y
$w_{pl,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>1,9300e^{-5}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose z

Tabulka 16 – Hodnoty maximálních vnitřních sil

Hodnoty maximálních vnitřních sil z programu SCIA Engineer 18.1							
Dílec	Stav	$N$ [kN]	$V_y$ [kN]	$V_z$ [kN]	$M_x$ [kN.m]	$M_y$ [kN.m]	$M_z$ [kN.m]
B1498	CO_2.a/1	<b>-55,05</b>	0,04	5,21	0,04	13,20	0,06
B1484	CO_3.b/7	<b>48,60</b>	-0,01	26,60	0,06	-3,46	0,00
B1498	CO_9.b/17	-2,26	<b>-0,04</b>	12,24	0,03	-1,59	0,00
B1491	CO_5.b/3	-19,56	<b>0,10</b>	-38,47	0,06	5,41	0,00
B1491	CO_1.b/4	32,05	0,05	<b>-38,59</b>	0,06	5,95	0,00
B1496	CO_1.b/4	34,08	0,06	<b>38,59</b>	-0,06	-5,91	0,00
B1484	CO_1.b/2	33,12	0,05	-28,27	<b>-0,07</b>	3,68	0,00
B1498	CO_1.b/2	34,27	0,05	28,28	<b>0,07</b>	-3,65	0,00
B1496	CO_2.b/6	-1,78	0,09	-36,15	0,00	<b>-45,22</b>	0,00
B1491	CO_2.b/6	-1,44	0,09	36,14	0,00	<b>45,16</b>	0,00
B1484	CO_5.b/3	-25,80	0,10	0,38	0,00	-19,37	<b>-0,43</b>
B1491	CO_5.b/3	-19,96	0,10	-11,59	0,06	-29,18	<b>0,17</b>

Posouzení oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B1496	CO_2.b/1	3,02	2,00	<b>3,02</b>

Posudek ocelových prvků na MSÚ  
 EC-EN 1993  
 Hodnoty: UC<sub>celkový</sub>  
 Lineární výpočet  
 Třída: Všechny MSU  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Globální  
 Výběr: Vše  
 Filtr: Průřez = ŠTÍTOVÝ IPE - IPE140



Obrázek 45 - Posouzení původního průřezu

### 2.6.12.2. Dimenzování průřezu

Je navržena úprava profilu, po které dané dílce vyhoví jednotkovému posouzení. Stávající profil je nahrazen profilem IPE200.

Posouzení navržené oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B395	CO_2.a/1	0,71	0,84	<b>0,84</b>

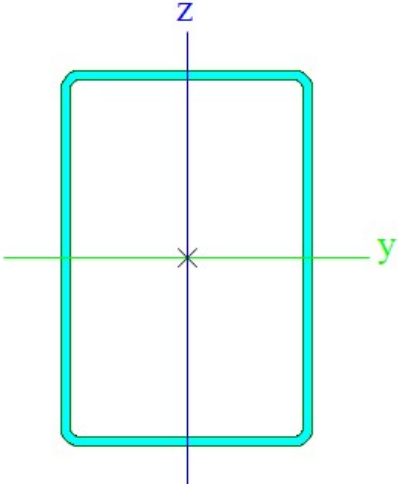
Posudek ocelových prvků na MSÚ  
EC-EN 1993  
Hodnoty: UC<sub>celkový</sub>  
Lineární výpočet  
Třída: Všechny MSU  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Globální  
Výběr: Vše  
Filtr: Průřez = ŠTÍTOVÝ IPE - IPE200



Obrázek 46 - Posouzení upraveného průřezu

## 2.6.13. Posudek štítových paždíků

### 2.6.13.1. Popis průřezu

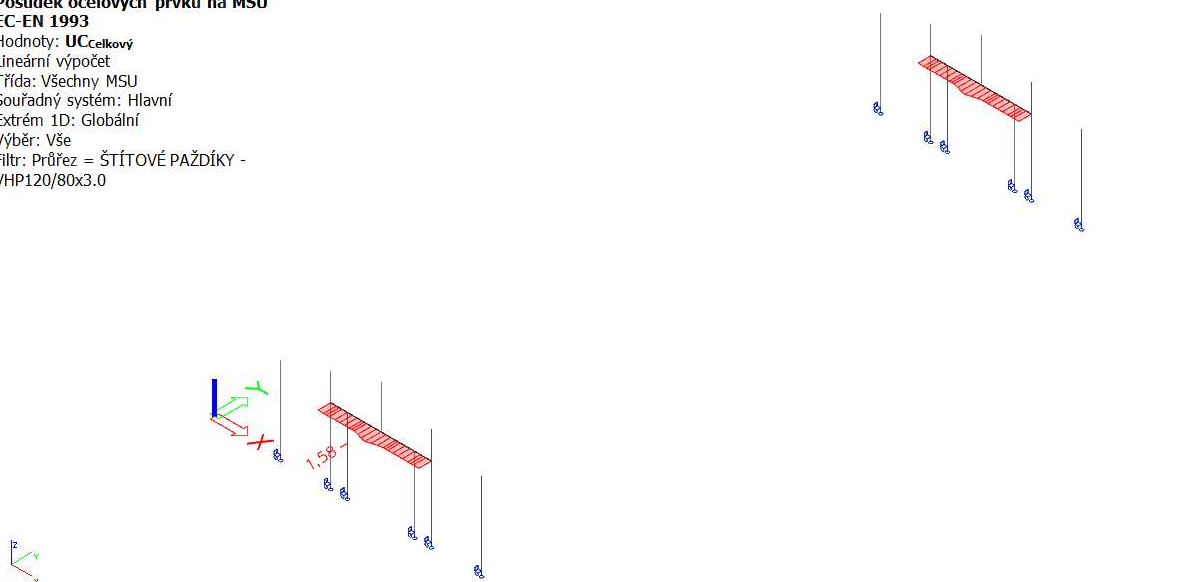
Jméno prvku	<b>ŠTÍTOVÉ PAŽDÍKY</b>	
Typ profilu	<b>VHP120/80×3.0</b>	
Materiál	<b>S235</b>	
		
Geometrie profilu		
$h$ [mm]	<b>120</b>	Výška
$b$ [mm]	<b>80</b>	Šířka
$s$ [mm]	<b>3</b>	Tloušťka
$r$ [mm]	<b>6</b>	Vnější poloměr
$r1$ [mm]	<b>3</b>	Vnitřní poloměr
Průřezové charakteristiky		
$A$ [m <sup>2</sup> ]	<b><math>1,1400e^{-3}</math></b>	Plocha
$I_y$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>2,3000e^{-6}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose y
$I_z$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>1,2300e^{-6}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose z
$i_y$ [mm]	<b>45</b>	Poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z$ [mm]	<b>33</b>	Poloměr setrvačnosti k ose z
$w_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>3,8400e^{-5}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose y
$w_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>3,0900e^{-5}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose z
$w_{pl,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>4,6250e^{-5}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose y
$w_{pl,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>3,4958e^{-5}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose z

Tabulka 17 – Hodnoty maximálních vnitřních sil

Hodnoty maximálních vnitřních sil z programu SCIA Engineer 18.1							
Dílec	Stav	$N$ [kN]	$V_y$ [kN]	$V_z$ [kN]	$M_x$ [kN.m]	$M_y$ [kN.m]	$M_z$ [kN.m]
B1492	CO_1.c/21	<b>-0,04</b>	0,58	-5,43	-1,28	0,04	0,09
B1499	CO_3.a/14	<b>0,04</b>	-1,14	2,39	0,59	-0,02	0,03
B1499	CO_2.a/1	0,03	<b>-1,90</b>	5,55	1,39	5,51	<b>-1,47</b>
B1499	CO_2.a/1	0,03	<b>1,67</b>	1,50	-2,77	5,51	-1,47
B1492	CO_2.b/15	0,01	-0,79	<b>-9,27</b>	-2,27	0,07	0,51
B1499	CO_1.b/4	0,00	0,49	<b>9,27</b>	2,24	-0,07	0,22
B1492	CO_2.b/5	0,03	-0,74	2,61	<b>-4,62</b>	-13,99	0,96
B1499	CO_2.b/5	0,02	-0,77	-2,61	<b>4,61</b>	13,98	1,00
B1492	CO_2.b/5	0,03	0,82	-2,44	4,55	<b>-14,14</b>	0,96
B1499	CO_2.b/5	0,02	0,85	2,44	-4,54	<b>14,13</b>	1,00
B1499	CO_2.a/1	0,03	1,43	1,50	-2,77	8,55	<b>1,66</b>

Posouzení oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B1492	CO_2.b/1	1,58	0,00	<b>1,58</b>

Posudek ocelových prvků na MSÚ  
 EC-EN 1993  
 Hodnoty: UC<sub>celkový</sub>  
 Lineární výpočet  
 Třída: Všechny MSU  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Globální  
 Výběr: Vše  
 Filtr: Průřez = ŠTÍTOVÉ PAŽDÍKY -  
 VHP120/80x3.0



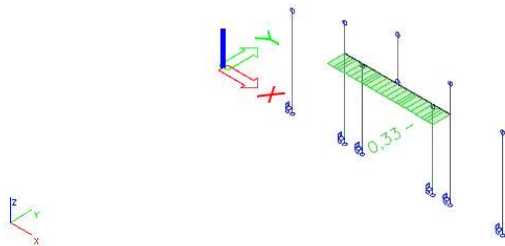
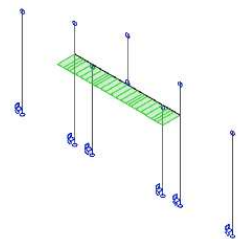
Obrázek 47 - Posouzení původního průřezu

### 2.6.13.2. Dimenzování průřezu

Je navržena úprava profilu, po které dané dílce vyhoví jednotkovému posouzení. Stávající profil je nahrazen profilem VHP200/100×4.0.

Posouzení navržené oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B1492	CO_2.b/1	0,20	0,33	<b>0,33</b>

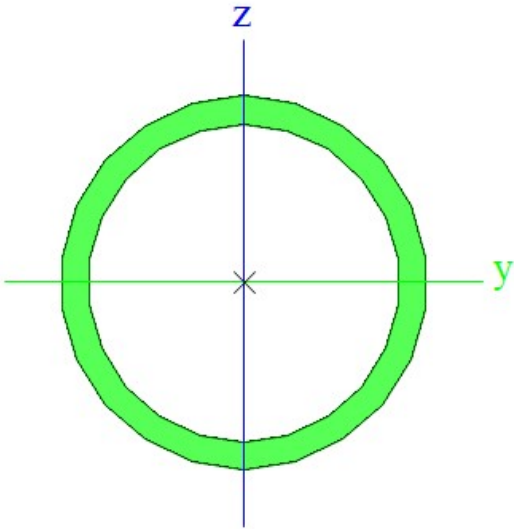
Posudek ocelových prvků na MSÚ  
EC-EN 1993  
Hodnoty: UC<sub>celkový</sub>  
Lineární výpočet  
Třída: Všechny MSU  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Globální  
Výběr: Vše  
Filtr: Průřez = ŠTÍTOVÉ PAŽDÍKY -  
VHP200/100x4.0



Obrázek 48 - Posouzení upraveného průřezu

## 2.6.14. Posudek podélných vodorovných vzpěr tvaru K

### 2.6.14.1. Popis průřezu

Jméno prvku	VZPERA_K	
Typ profilu	RO48×3.6	
Materiál	S235	
		
Geometrie profilu		
$d$ [mm]	<b>48</b>	Průměr
$w$ [mm]	<b>4</b>	Tloušťka
Průřezové charakteristiky		
$A$ [m <sup>2</sup> ]	<b><math>5,0600e^{-4}</math></b>	Plocha
$I_y$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>1,2700e^{-7}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose y
$I_z$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>1,2700e^{-7}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose z
$i_y$ [mm]	<b>16</b>	Poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z$ [mm]	<b>16</b>	Poloměr setrvačnosti k ose z
$w_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>5,2600e^{-6}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose y
$w_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>5,2600e^{-6}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose z
$w_{pl,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>7,1931e^{-6}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose y
$w_{pl,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>7,1931e^{-6}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose z

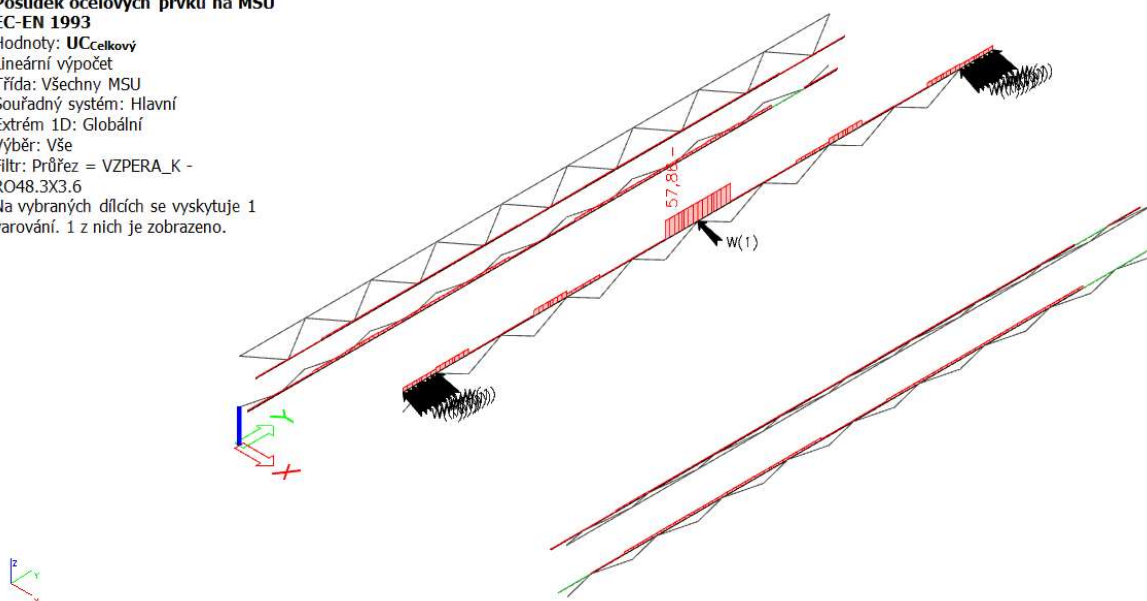
Tabulka 18 – Hodnoty maximálních vnitřních sil

Hodnoty maximálních vnitřních sil z programu SCIA Engineer 18.1							
Dílec	Stav	$N$ [kN]	$V_y$ [kN]	$V_z$ [kN]	$M_x$ [kN.m]	$M_y$ [kN.m]	$M_z$ [kN.m]
B1124	CO_3.c/13	<b>-111,69</b>	-0,05	0,08	-0,02	0,00	0,09
B1158	CO_1.b/2	<b>58,41</b>	0,00	0,02	0,01	0,06	-0,01
B1087	CO_2.b/15	-21,43	<b>-0,64</b>	0,02	-0,02	0,00	0,00
B1383	CO_1.b/4	-22,70	<b>0,63</b>	0,09	0,02	-0,07	-1,27
B1386	CO_2.b/5	-3,49	0,13	<b>-0,21</b>	-0,01	0,00	0,00
B1090	CO_2.b/5	-2,63	-0,13	<b>0,21</b>	0,01	0,00	0,00
B1090	CO_5.b/3	-4,30	0,10	-0,01	<b>-0,05</b>	-0,13	-0,20
B1090	CO_3.b/7	-23,29	-0,01	0,05	<b>0,05</b>	0,01	0,02
B1121	CO_3.b/9	6,01	0,00	-0,16	0,00	<b>-0,21</b>	0,00
B1090	CO_2.b/5	-2,63	-0,13	0,11	0,01	<b>0,32</b>	-0,26
B1087	CO_2.b/15	-21,43	-0,64	-0,09	-0,02	-0,07	<b>-1,28</b>
B1124	CO_1.b/2	-25,33	0,50	-0,02	-0,01	0,07	<b>0,99</b>

Posouzení oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B7	CO_2.b/1	0,31	57,86	<b>57,86</b>

Pozn.:  $w(1)$  Štíhlost je větší než mezní hodnota

**Posudek ocelových prvků na MSÚ**  
**EC-EN 1993**  
 Hodnoty: **UC<sub>celkový</sub>**  
 Lineární výpočet  
 Třída: Všechny MSU  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Globální  
 Výběr: Vše  
 Filtr: Průřez = VZPERA\_K -  
 RO48.3X3.6  
 Na vybraných dílcích se vyskytuje 1  
 varování. 1 z nich je zobrazeno.



Obrázek 49 - Posouzení původního průřezu

### 2.6.14.2. Dimenzování průřezu

Je navržena úprava profilu, po které dané dílce vyhoví jednotkovému posouzení. Stávající profil je nahrazen profilem RO139.7×16.

Posouzení navržené oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B1269	CO_1.a/1	0,03	0,95	<b>0,95</b>

#### Posudek ocelových prvků na MSÚ

EC-EN 1993

Hodnoty: UC<sub>celkový</sub>

Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

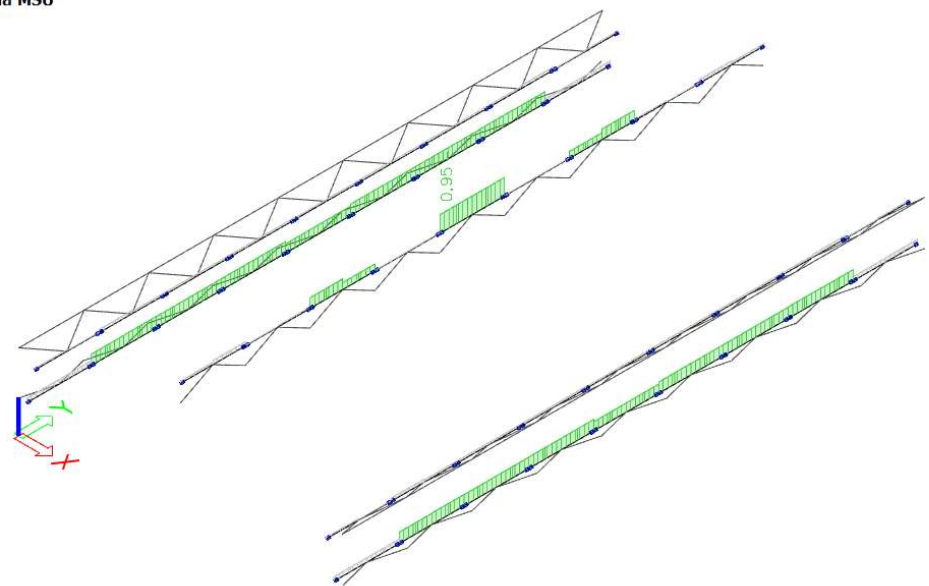
Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = VZPERA\_K -

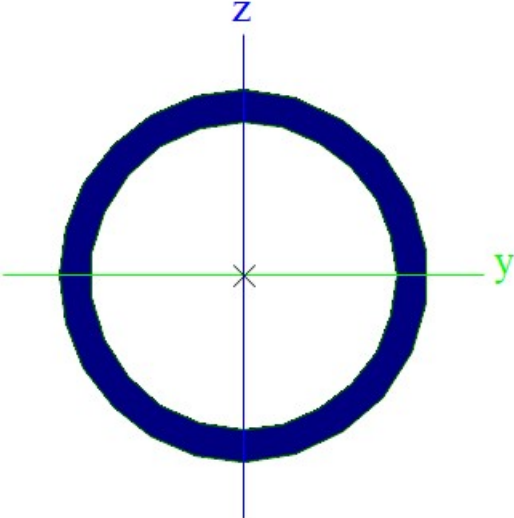
RO139.7X16



Obrázek 50 - Posouzení upraveného průřezu (zdroj: Příloha 6)

## 2.6.15. Posudek podélných diagonálních vzpěr tvaru K

### 2.6.15.1. Popis průřezu

Jméno prvku	<b>DIAGONÁLA_K</b>	
Typ profilu	<b>RO38×3.2</b>	
Materiál	<b>S235</b>	
		
Geometrie profilu		
$d$ [mm]	<b>48</b>	Průměr
$w$ [mm]	<b>4</b>	Tloušťka
Průřezové charakteristiky		
$A$ [m <sup>2</sup> ]	<b><math>3,5000e^{-4}</math></b>	Plocha
$I_y$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>5,3400e^{-8}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose y
$I_z$ [m <sup>4</sup> ]	<b><math>5,3400e^{-8}</math></b>	Moment setrvačnosti k ose z
$i_y$ [mm]	<b>12</b>	Poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z$ [mm]	<b>12</b>	Poloměr setrvačnosti k ose z
$w_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>2,8100e^{-6}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose y
$w_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>2,8100e^{-6}</math></b>	Pružný modul průřezu k ose z
$w_{pl,y}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>3,8753e^{-6}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose y
$w_{pl,z}$ [m <sup>3</sup> ]	<b><math>3,8753e^{-6}</math></b>	Plastický modul průřezu k ose z

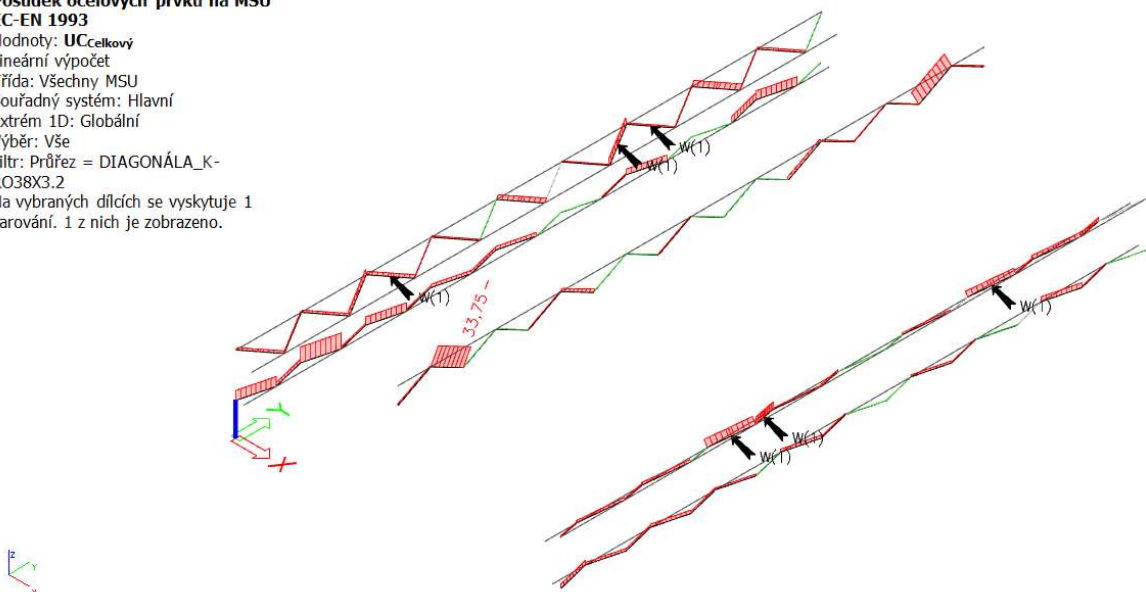
Tabulka 19 – Hodnoty maximálních vnitřních sil

Hodnoty maximálních vnitřních sil z programu SCIA Engineer 18.1							
Dílec	Stav	$N$ [kN]	$V_y$ [kN]	$V_z$ [kN]	$M_x$ [kN.m]	$M_y$ [kN.m]	$M_z$ [kN.m]
B1123	CO_1.b/2	<b>-29,82</b>	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00
B1385	CO_7.b/10	<b>34,79</b>	0,33	-0,21	-0,01	-0,22	0,02
B1384	CO_1.b/4	-26,40	<b>-0,49</b>	0,07	0,00	-0,06	0,36
B1089	CO_2.b/15	-26,14	<b>0,50</b>	0,00	0,00	0,02	<b>-0,67</b>
B1122	CO_1.b/4	22,39	0,00	<b>-0,69</b>	0,01	-0,46	0,01
B1419	CO_1.b/4	21,37	0,00	<b>0,69</b>	-0,01	-0,46	0,01
B1091	CO_5.b/3	-0,12	0,02	-0,27	<b>-0,09</b>	0,54	-0,09
B1388	CO_5.b/3	1,41	-0,02	0,34	<b>0,09</b>	-0,17	-0,03
B1122	CO_3.b/7	5,96	0,00	0,62	0,00	<b>-0,93</b>	-0,01
B1122	CO_1.b/4	22,35	0,00	-0,62	0,01	<b>1,02</b>	0,00
B1126	CO_1.b/2	16,76	-0,42	0,00	0,00	0,04	<b>0,55</b>

Posouzení oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B1123	CO_1.b/1	0,36	33,75	<b>33,75</b>

Pozn.:  $w(1)$  Štíhlost je větší než mezní hodnota

**Posudek ocelových prvků na MSÚ**  
 EC-EN 1993  
 Hodnoty: **UC<sub>celkový</sub>**  
 Lineární výpočet  
 Třída: Všechny MSU  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Globální  
 Výběr: Vše  
 Filtr: Průřez = DIAGONÁLA\_K-RO38X3.2  
 Na vybraných dílcích se vyskytuje 1 varování. 1 z nich je zobrazeno.



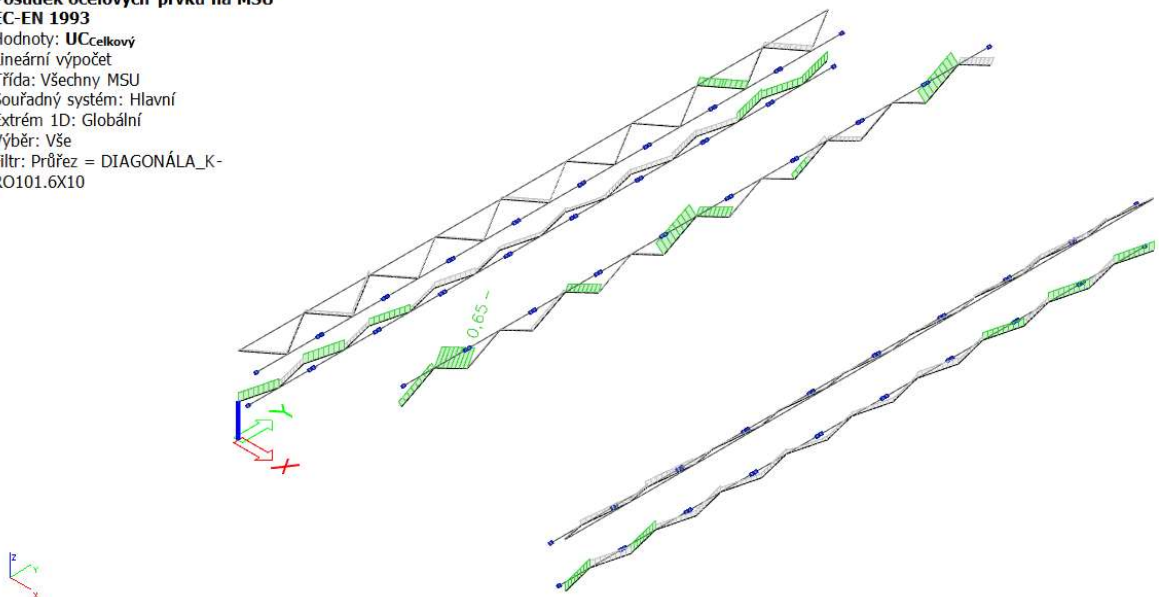
Obrázek 51 - Posouzení původního průřezu

### 2.6.15.2. Dimenzování průřezu

Je navržena úprava profilu, po které dané dílce vyhoví jednotkovému posouzení. Stávající profil je nahrazen profilem RO101.6×10.

Posouzení navržené oceli				
Dílec	Stav	Pevnostní posudek [-]	Posudek stability [-]	Jednotkový posudek [-]
B395	CO_2.a/1	0,06	0,65	<b>0,65</b>

Posudek ocelových prvků na MSÚ  
EC-EN 1993  
Hodnoty: UCcelkový  
Lineární výpočet  
Třída: Všechny MSU  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Globální  
Výběr: Vše  
Filtr: Průřez = DIAGONÁLA\_K-  
RO101.6X10



Obrázek 52 - Posouzení upraveného průřezu

### 3. Reakce v podporách

#### 3.1. Reakce na původní konstrukci

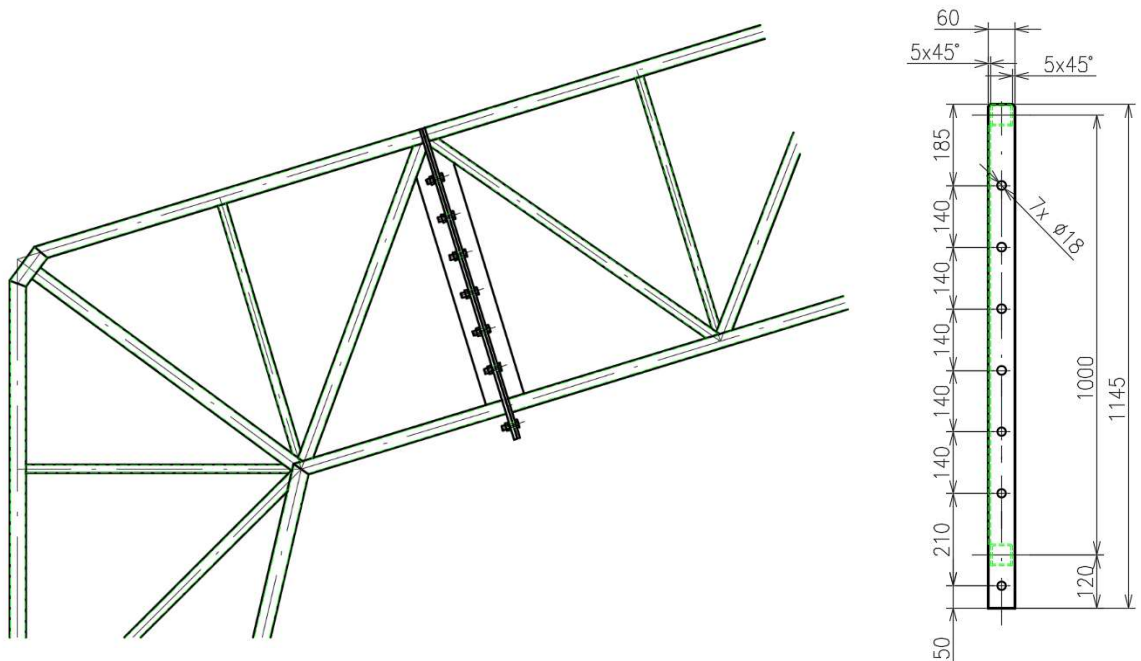
Globální maximální hodnoty reakcí v podporách příhradových rámu				
Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
Sn14	CO_2.a/1	<b>-66,35</b>	0,04	93,11
Sn19	CO_3.c/13	<b>48,94</b>	-135,98	166,25
Sn19	CO_2.c/22	26,08	<b>-140,54</b>	159,52
Sn1	CO_2.c/22	23,63	<b>141,29</b>	162,71
Sn17	CO_3.c/13	-35,88	-70,73	<b>-182,53</b>
Sn20	CO_2.c/22	-64,91	-135,41	<b>192,15</b>

#### 3.2. Reakce na upravené konstrukci

Globální maximální hodnoty reakcí v podporách příhradových rámu				
Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
Sn2	CO_2.c/1	<b>-192,74</b>	465,46	610,10
Sn19	CO_3.c/2	<b>177,90</b>	<b>-474,78</b>	598,43
Sn1	CO_2.c/1	148,36	<b>470,36</b>	573,22
Sn17	CO_3.c/2	-73,12	-312,31	<b>-459,52</b>
Sn20	CO_2.c/1	-191,55	-465,86	<b>611,28</b>

## 4. Posouzení spojů dle ČSN EN 1993-1-8

### 4.1. Spoj sloup - příčle



Obrázek 53 – Schéma spoje a spojovacího plechu, noha - příčle (Zdroj: Výrobní dokumentace)

Spoje jsou posuzovány jako kategorie A – spoje namáhané ve stříhu, v otlacení a tahem. Výpočtová únosnost šroubu ve stříhu se uvažuje pro jednu stříhovou rovinu, kdy rovina stříhu prochází závitem šroubu pevnostní třídy 5.6. Spoje jsou realizovány pomocí šroubů M16.

#### Hodnoty parametrů pro výpočet

Dílčí součinitel spolehlivosti šroubového spoje

dle ČSN EN 1993-1-8, Tab. 2.1

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Plocha průřezu šroubu

$$A_s = 157 \text{ mm}^2$$

Mez pevnosti šroubu

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

Mez pevnosti materiálu spojovacího plechu

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

Průměr otvoru pro šroub

$$d = 18 \text{ mm}$$

Tloušťka spojovacího plechu

$$t = 10 \text{ mm}$$

**Posouzení únosnosti ve stříhu**

dle ČSN EN 1993-1-8, Tab 3.4

$$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$$

Výpočtová smyková síla

$$F_{v,Ed} = \mathbf{118,66 \text{ kN}} \quad (\text{viz Příloha 2})$$

Návrhová únosnost šroubového spoje ve stříhu

$$F_{v,Rd} = 7 \frac{0,6 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 7 \frac{0,6 * 500 * 157}{1,25} = 263\,760 \text{ N} = \mathbf{263,760 \text{ kN}}$$

$$118,66 \leq 263,760$$

Stávající spoj vyhoví posouzení únosnosti ve stříhu.

**Posouzení únosnosti v otláčení**

dle ČSN EN 1993-1-8, Tab 3.4

$$F_{b,Sd} \leq F_{b,Rd}$$

Výpočtová smyková síla pro jeden šroub

$$F_{b,Sd} = \frac{F_{v,Ed}}{7} = \frac{118,66}{7} = \mathbf{16,95 \text{ kN}}$$

Návrhová únosnost v otláčení

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 * 0,93 * 360 * 18 * 10}{1,25} = 120\,528\,N = \mathbf{120,528\,kN}$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{e_1}{3d_0} \\ \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} \\ \frac{f_{ub}}{f_u} \\ 1 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{50}{54} \\ \frac{140}{54} - \frac{1}{4} \\ \frac{500}{360} \\ 1 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,93 \\ 2,34 \\ 1,39 \\ 1 \end{array} \right\} = \min = \mathbf{0,93}$$

$$k_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 2,8 * \frac{e_2}{d_0} - 1,7 \\ 1,4 * \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \\ 2,5 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2,8 * \frac{30}{18} - 1,7 \\ / \\ 2,5 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2,97 \\ / \\ 2,5 \end{array} \right\} = \min = \mathbf{2,5}$$

$$16,95 \leq 120,528$$

Stávající spoj vyhoví posouzení únosnosti v otláčení.

**Únosnost v tahu**

dle ČSN EN 1993-1-8, Tab 3.4

$$F_{t,Ed} < F_{t,Rd}$$

Výpočtová tahová síla

$$F_{t,Ed} = \mathbf{104,47\,kN}$$

(viz Příloha 2)

Návrhová únosnost šroubového spoje v tahu

$$F_{t,Rd} = 7 * \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 7 * \frac{0,9 * 500 * 157}{1,25} = 395\,640\,N = \mathbf{395,64\,kN}$$

$$104,47 < 395,64 \text{ vyhoví}$$

Stávající spoj vyhoví posudku únosnosti v tahu.

## Kombinace střihu a tahu

dle ČSN EN 1993-1-8, Tab 3.4

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{118,66}{263,760} + \frac{104,47}{1,4 * 395,64} \leq 1$$

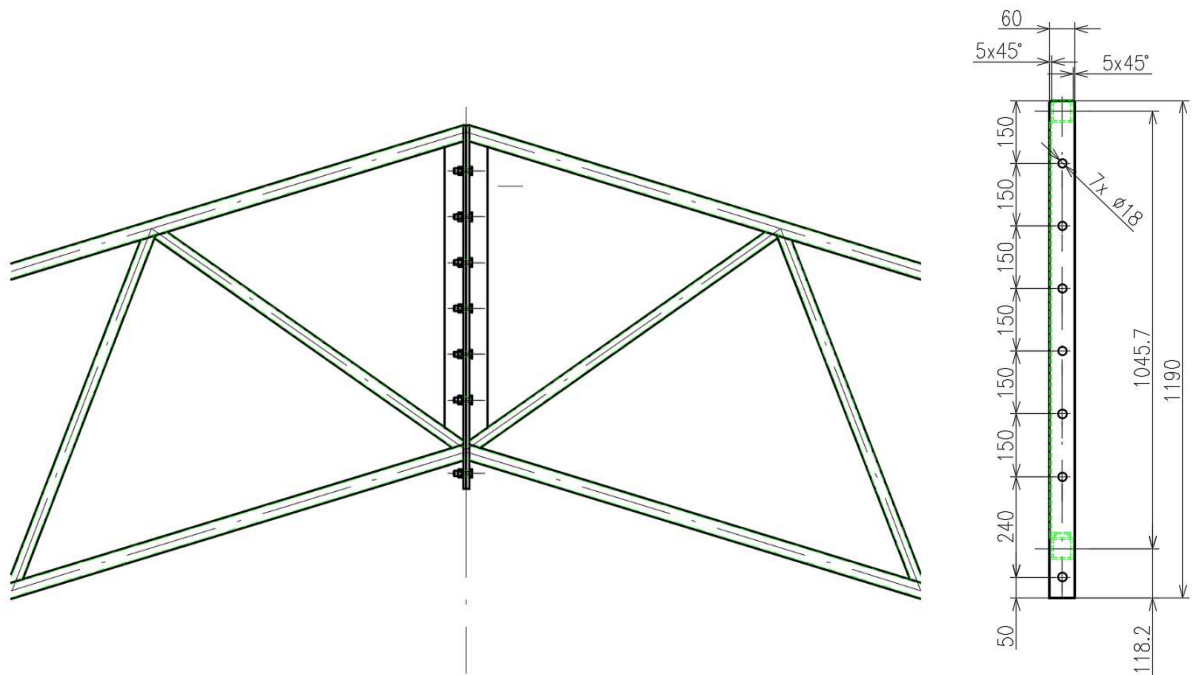
$$0,45 + 0,189 \leq 1$$

$$0,639 \leq 1$$

Stávající spoj vyhoví posudku kombinace střihu a tahu.

Posuzovaný šroubový spoj vyhoví všem normovým posudkům pro kategorii A. Vzhledem k nově navrženým dimenzím horní a dolní pásnice by bylo nezbytné pro výrobu upravit rozměry spojovacích plechů tak, aby ladily s rozměry pásnic. V tomto případě by došlo k rozšíření spojovacích plechů. Takovéto úpravy by měly za následek změnu velikostí roztečí pro šrouby a ovlivnění únosnosti spoje na stranu bezpečnou.

## 4.2. Spoj příčle – příčle



Obrázek 54 – Schéma spoje a spojovacího plechu, příčle - příčle (Zdroj: Výrobní dokumentace)

Spoj příčlí je posuzován stejně jako spoj sloup-příčle a je také realizován šrouby M16. Na základě silového rozkladu (viz Příloha 2) nevzniká ve spoji tah, tudíž je z posudku vynechán.

### Hodnoty parametrů pro výpočet

Dílčí součinitel spolehlivosti šroubového spoje

dle ČSN EN 1993-1-8, Tab. 2.1

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Plocha šroubu

$$A_s = 157 \text{ mm}^2$$

Mez pevnosti šroubu

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

Mez pevnosti materiálu spojovacího plechu

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

Průměr otvoru pro šroub

$$d = 18 \text{ mm}$$

Tloušťka spojovacího plechu

$$t = 10 \text{ mm}$$

**Únosnost ve střihu**

dle ČSN EN 1993-1-8, Tab 3.4

$$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$$

Výpočtová smyková síla ve spoji

$$F_{v,Ed} = \mathbf{86,978 \text{ kN}} \quad (\text{viz Příloha 2})$$

Návrhová únosnost šroubového spoje ve střihu

$$F_{v,Rd} = 7 \frac{0,6 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 7 \frac{0,6 * 500 * 157}{1,25} = 263760 \text{ N} = \mathbf{263,760 \text{ kN}}$$

$$86,978 \leq 263,760$$

Stávající spoj vyhoví posouzení únosnosti ve střihu.

**Únosnost v otláčení**

dle ČSN EN 1993-1-8, Tab 3.4

$$F_{b,Sd} \leq F_{b,Rd}$$

Výpočtová smyková síla pro jeden šroub

$$F_{b,Sd} = \frac{F_{v,Ed}}{7} = \frac{86,978}{7} = \mathbf{12,425 \text{ kN}}$$

Návrhová únosnost v otláčení

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,18 * 0,93 * 360 * 18 * 10}{1,25} = 105100 \text{ N} = \mathbf{105,1 \text{ kN}}$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{e_1}{3d_0} \\ \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} \\ \frac{f_{ub}}{f_u} \\ 1 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{50}{54} \\ \frac{150}{54} - \frac{1}{4} \\ \frac{500}{360} \\ 1 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,93 \\ 2,53 \\ 1,39 \\ 1 \end{array} \right\} = \min = \mathbf{0,93}$$

$$k_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 2,8 * \frac{e_2}{d_0} - 1,7 \\ 1,4 * \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \\ 2,5 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2,8 * \frac{25}{18} - 1,7 \\ / \\ 2,5 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2,18 \\ / \\ 2,5 \end{array} \right\} = \min = \mathbf{2,18}$$

$$12,425 \leq 105,1$$

Stávající spoj vyhoví posouzení únosnosti v otláčení.

Posuzovaný spoj vyhoví všem normovým posudkům. Vzhledem k nově navrženým dimenzím horní a dolní pásnice by bylo nezbytné upravit rozměry spojovacích plechů tak, aby ladily s rozměry pásnic. Tyto úpravy by měly za následek změnu rozměrů roztečí pro šrouby a ovlivnění únosnosti spoje na stranu bezpečnou.

## 5. Hodnocení a závěr

Cílem této práce bylo seznámení s příhradovou ocelovou mobilní halovou konstrukcí. Vytvoření výpočtového modelu haly realizované haly RUB-01 v I. sněhové a větrné oblasti, přepočítání pro III. sněhovou a větrnou oblast, posouzení prvky a upravit je tak, aby vyhověly normovým posudkům. Dalším cílem bylo posouzení vybraných spojů.

Výpočtový model byl vytvořen na základě výkresové části výrobní dokumentace [13] a stručného Engineer reportu od statika [12] z programu SCIA Engineer. Díky rozsáhlým možnostem a knihovnám tohoto softwaru lze poměrně snadno a rychle vymodelovat požadovanou konstrukci, dále umožňuje sestavit zatěžovací stavy, definovat zatížení a nastavit kombinace zatížení. Po výpočtu lze různými způsoby zobrazit veškeré výsledky vnitřních sil, napětí, deformací anebo normových posudků oceli.

Dle předpokladu byly na původní konstrukci vyvolány vlivem vyšších klimatických zatížení vnitřní síly, kterým původní konstrukce nevyhověla. Byly navrženy úpravy jednotlivých ocelových průřezů tak, aby s rezervou vyhověly celkovému posudku, tedy pevnostním a stabilním kritériím dle ČSN EN 1993-1-1.

Elektronické přílohy obsahují výpočetní modely původní a upravené konstrukce a souhrnný Engineer report obou konstrukcí v programu SCIA Engineer 18.1, dále obsahují výpočet normového zatížení větrem a uvažovaný rozklad sil vstupujících do posouzení šroubových spojů v programu Microsoft Excel.

Upravená konstrukce splňuje kritéria normových posudků pro mezní stavy únosnosti i mezní stavy použitelnosti a měla by obstát vůči všem možným nejnepříznivějším kombinacím klimatických podmínek, způsobené vlivem III. sněžné oblasti a III. větrné oblasti.

Vzhledem k relativně velkému nárůstu hmotnosti, kdy se hmotnost konstrukce zvýšila z necelých 12 tun na přibližných 63 tun, by stálo za úvahu upravení počtu rámu v kombinaci s menší úpravou ocelových profilů, než je provedeno v návrhu, což by mohlo mít za následek zmenšení celkové hmotnosti oproti té navržené. Další možnou alternativní úvahou by byla volba jiného typu konstrukce.

## Literatura/Zdroje

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ), 2015
- [2] ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, ÚNMZ, 2011
- [3] ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem, ÚNMZ, 2013
- [4] ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem, ÚNMZ, 2013
- [5] ČSN EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, ÚNMZ, 2016
- [6] ČSN EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků, ÚNMZ, 2013
- [7] ČSN 73 1401 Navrhování ocelových konstrukcí, ÚNMZ
- [8] SCIA Engineer – Nápověda, SCIA a Nemetschek company, 2016, [online]. Dostupné z WWW: <<http://help.scia.net/15.2/cs/>>
- [9] NEVŠÍMAL, P. Statický přepočet mobilní ocelové haly. Univerzita Pardubice, 2017. Bakalářská práce, Dopravní fakulta Jana Pernera, Univerzita Pardubice. Vedoucí bakalářské práce Bohumil Culek.
- [10] Mapa sněhových oblastí na území ČR. ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. Větrná a sněhová mapa [online] 2006, [cit. 2017-2-1]. Dostupné z WWW: <<http://www.sticka.cz/mapy/>>
- [11] Mapa větrných oblastí na území ČR. ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. Větrná a sněhová mapa [online] 2006, [cit. 2017-2-1]. Dostupné z WWW: <<http://www.sticka.cz/mapy/>>
- [12] Fiala, J.: Projekt RUB-01, Haly.biz s.r.o., Hradec Králové, 2017
- [13] Nevšimal, P.: Výrobní dokumentace projektu RUB-01, Haly.biz s.r.o., Hradec Králové, 2017

## **Seznam příloh**

### **Tištěné přílohy**

Příloha 1 – Zatížení větrem ČSN EN 1991-1-4 - náhled

Příloha 2 – Rozklad sil do posouzení spojů – náhled

### **Elektronické přílohy**

Příloha 1 – Zatížení větrem ČSN EN 1991-1-4.xlsx

Příloha 2 – Rozklad sil do posouzení spojů.xlsx

Příloha 3 – Engineer report pro původní konstrukci.pdf

Příloha 4 – Engineer report pro upravenou konstrukci.pdf

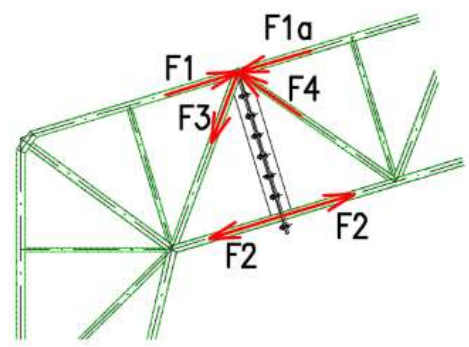
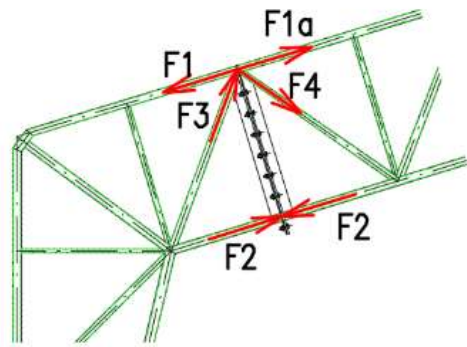
Příloha 5 – RUB-01\_puvodni konstrukce.esad

Příloha 6 – RUB-01\_upravena konstrukce.esad



## Příloha 2 – Rozklad sil do posouzení spojů – náhled

1. případ CO_2.a			2. případ CO_3.b		
F1(x)	159,2 kN	tah	F1(x)	-112,51 kN	tlak
F1a(x)	99,06 kN	tah	F1a(x)	-85,08 kN	tlak
F2(x)	-188,06 kN	tlak	F2(x)	134,61 kN	tah
F3	-77 kN	tlak	F3	51,91 kN	tah
F3,x	-46,36859 kN	0,60219 cos53	F3,x	31,2597 kN	0,60219 cos53
F3,y	-61,473197 kN	0,79835 sin53	F3,y	41,4425 kN	0,79835 sin53
F4	72,6 kN	tah	F4	-46,35 kN	tlak
F4,x	44,7233405 kN	0,61602 cos52	F4,x	-28,5527 kN	0,61602 cos52
F4,y	57,1890096 kN	0,78773 sin52	F4,y	-36,5112 kN	0,78773 sin52
Fx	-249,84525 kN	>> tlaceny spoj	Fx	104,473 kN	>> tazeny spoj
Fy	-118,66221 kN	>> smyk	Fy	-77,9537 kN	>> smyk
síly do posouzení			doplneno ze scia		



1.pripad				2.pripad			
F1	-121,24 kN	tlak	0,95635 cos17	F1	98,14 kN	tah	0,95635 cos17
F1,x	-115,94772 kN		0,29223 sin17	F1,x	93,8561 kN		0,29223 sin17
F1,y	-35,429705 kN			F1,y	28,6792 kN		
F2	-121,44 kN	tlak		F2	96,94 kN	tah	
F2,x	-116,13899 kN			F2,x	92,7084 kN		
F2,y	-35,488151 kN			F2,y	28,3286 kN		
F3	85,59 kN	tah		F3	-43,18 kN	tlak	
F3,x	81,8538872 kN			F3,x	-41,2951 kN		
F3,y	25,0117823 kN			F3,y	-12,6184 kN		
F4	77,9 kN	tah		F4	-70,5 kN	tlak	
F4,x	74,4995655 kN			F4,x	-67,4226 kN		
F4,y	22,76455 kN			F4,y	-20,6021 kN		
F5	-34,88 kN	tlak	0,81933 cos35	F5	22,64 kN	tah	0,81933 cos35
F5,x	-28,578218 kN		0,57332 sin35	F5,x	18,5496 kN		0,57332 sin35
F5,y	-19,997497 kN			F5,y	12,98 kN		
F6	26,42 kN	tah		F6	16,97 kN	tlak	
F6,x	21,6466889 kN			F6,x	13,904 kN		
F6,y	15,1471866 kN			F6,y	9,72929 kN		
Fx	-14,094581 kN	>>tlaceny spoj		Fx	-7,47382 kN	>>tlaceny spoj	
Fy	-83,549505 kN	>>smyk		Fy	-86,9775 kN	>>smyk	

