

D 1.2 - Stavebně-konstrukční část

STATICKÝ VÝPOČET

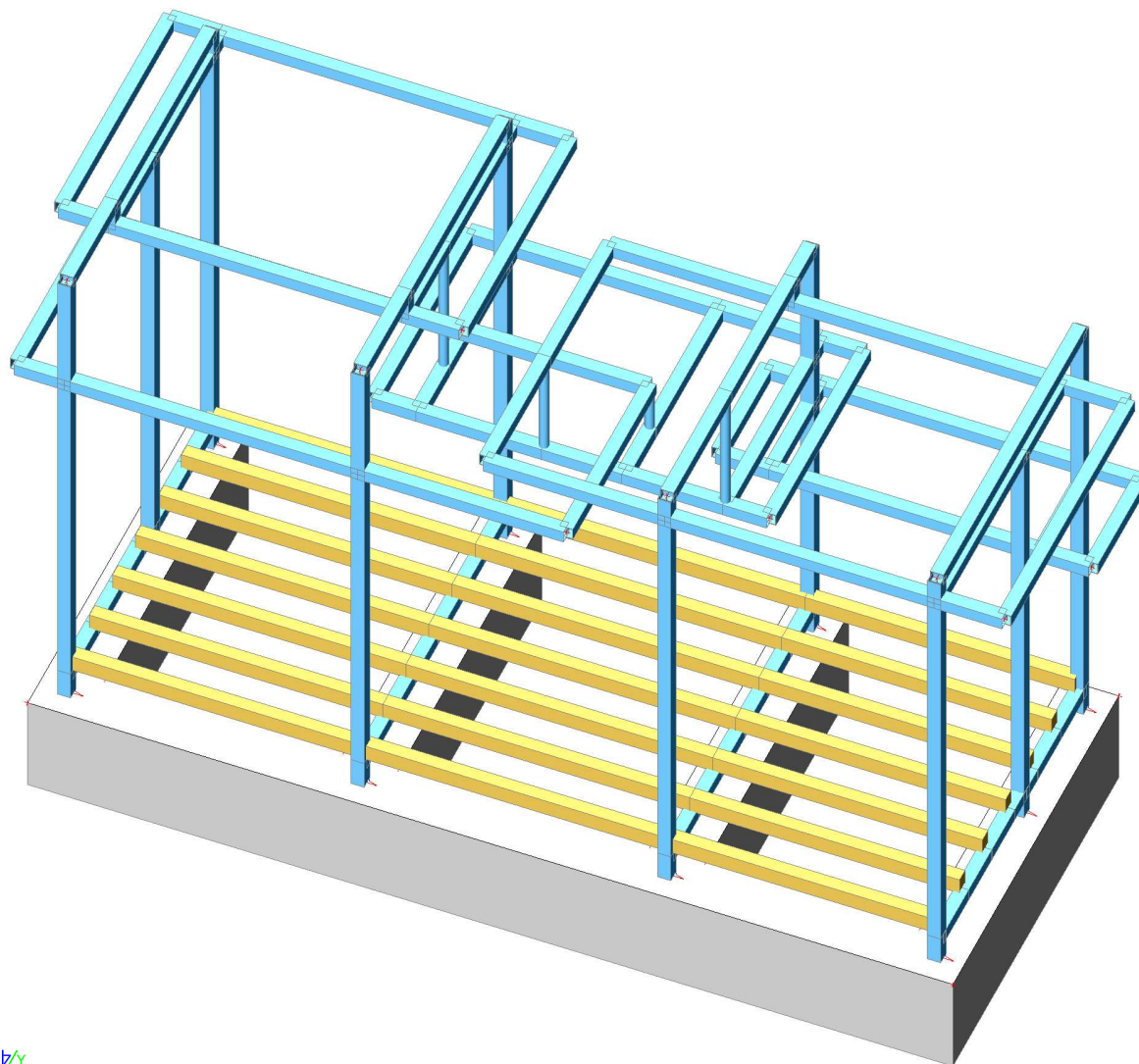
Ocelová konstrukce zastřešení, založení stavby



Projekt : ZUŠ Fryderyka Chopina, venkovní učebna a galerie**1. Obsah**

1. Obsah	2
2. Výpočtový model	3
3. Průvodní zpráva ke statickému výpočtu	4
3.1. Úvod	4
3.2. Zatřídění stavby podle tříd následků (ČSN EN 1990)	4
3.3. Zatřídění stavby podle návrhové životnosti (ČSN EN 1990)	4
3.4. Klimatické a seismické podmínky	4
3.5. Zatížení navrhovaných konstrukcí	5
3.6. Základní koncept řešení	5
3.7. Statické schema konstrukce	5
3.8. Údaje o materiálech a použitých technologiích	5
3.9. Komentář k postupu statického výpočtu	5
4. Geologické a hydrogeologické podmínky	5
5. Použité normy a jiné předpisy	5
6. Použitá literatura	5
7. Popis modelu	6
7.1. Materiály	6
7.2. Průřezy	6
8. Zatížení	9
8.1. Zatěžovací stavy	9
8.1.1. Zatěžovací stavy - ZS1	9
8.1.2. Zatěžovací stavy - ZS2	9
8.1.3. Zatěžovací stavy - ZS3	10
8.1.4. Zatěžovací stavy - ZS4	10
8.1.5. Zatěžovací stavy - ZS5	11
8.1.6. Zatěžovací stavy - ZS6	11
8.1.7. Zatěžovací stavy - ZS7	12
8.2. Skupiny výsledků	12
9. Odezva konstrukce	13
9.1. Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993	13
9.2. Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993; Souhrnný posudek	17
9.3. 3D přemístění; U_{total}	18
9.4. Posudek dřeva podle MSÚ	19
9.5. Posudek dřeva podle MSÚ; Jedn. posudek	20
9.6. 3D přemístění; U_{total}	21
10. Přípoje hlavních prvků	22
10.1. Síly v přípoji	22
10.2. 1D vnitřní síly	23
10.3. Síly v přípoji; R_x ; R_y ; R_z ; M_y ; M_z	23
10.4. Přípoj stojka x základový pas	24
11. Napětí na základové spáře - 2D kontaktní napětí; σ_z	25
12. Závěr	26

2. Výpočtový model



3. Průvodní zpráva ke statickému výpočtu

3.1. Úvod

Předmětem statického výpočtu je návrh a posouzení nosné ocelové zastřešení venkovní učebny na st.p.č.401 v k.ú. Mariánské Lázně v ulici Lužická. Jedná se o neoplaštěný výškově poměrně členitý jednopodlažní nepodsklepený objekt uložený na základové pasy. Maximální půdorysné rozměry budou cca 8,50 x 3,70 m, výška po horní okraj konstrukce max. cca 4,3 m na Ú.T.. Konstrukce, která bude sloužit jako zastřešení venkovní učebny a galerie, bude umístěna v těsném sousedství stávajícího objektu Základní umělecké školy v Mariánských Lázních na části pozemku, která nemá v současné době využití.

3.2. Zatřídění stavby podle tříd následků (ČSN EN 1990)

Tabulka B. 1. – Definice tříd následků

Třídy následků	Popis	Příklady pozemních nebo inženýrských staveb
CC3	velké následky s ohledem na ztráty lidských životů nebo velmi významné následky ekonomické, sociální nebo pro prostředí	stadiony, budovy určené pro veřejnost, kde jsou následky poruchy vysoké (např. koncertní sály)
CC2	střední následky s ohledem na ztráty lidských životů nebo značné následky ekonomické, sociální nebo pro prostředí	obytné a administrativní budovy a budovy určené pro veřejnost, kde jsou následky poruchy středně závažné (např. kancelářské budovy)
CC1	malé následky s ohledem na ztráty lidských životů nebo malé/ zanedbatelné následky ekonomické, sociální nebo pro prostředí	Zemědělské budovy, kam lidé běžně nevstupují (např. budovy pro skladovací účely, skleníky)

3.3. Zatřídění stavby podle návrhové životnosti (ČSN EN 1990)

Tab. 2. 1. – Informativní návrhové životnosti

Kategorie návrhové životnosti	Informativní návrhová životnost (v letech)	Příklady
1	10	dočasné konstrukce ⁽¹⁾
2	10 až 25	vyměnitelné konstrukční části, např. jeřábové nosníky, ložiska
3	15 až 30	zemědělské a obdobné stavby
4	50	budovy a další běžné stavby
5	100	monumentální stavby, mosty a jiné inženýrské konstrukce
⁽¹⁾ Konstrukce nebo jejich části, které mohou být demontovány s předpokladem dalšího použití, se nemají považovat za dočasné.		

3.4. Klimatické a seismické podmínky

Nahodilá krátkodobá zatížení klimatická jsou ve statickém výpočtu zavedena v souladu s **ČSN EN 1991-1-3 – Zatížení konstrukcí : Část 1 – 3 : Obecná zatížení – Zatížení sněhem** a **ČSN EN 1991-1-4 – Zatížení konstrukcí : Část 1 – 4 : Obecná zatížení – Zatížení větrem** a jejich mapových příloh následně :

- nahodilé klimatické - sníh, III.sněhová oblast (sk) - 1,50 kN/m² (ČSN EN 1991-1-3)
(typ krajiny – normální, ce = 1,0)
- nahodilé klimatické - vítr, II.větrová oblast (vb,0) - 25,0 m/s (ČSN EN 1991-1-4)
(typ krajiny II – terén s nízkou vegetací a izolovanými překážkami).

Konstrukce, která je předmětem statického výpočtu, se nenachází v sesuvném území, ale nachází se podle mapy seismických oblastí ČR ČSN EN 1998-1 v oblasti s referenčním zrychlením maximálně 0,06 g (malá seismická). S ohledem na charakter stavby (pomocná konstrukce k hlavnímu objektu bez trvalého zatížení, třída následků dle ČSN EN 1990 mezi CC1 a CC2), konstrukční spořádání (staticky neurčitá ocelová konstrukce s tuhými rámovými styky) a její maximální celkové rozměry nebyla řešena analýza odezvy nosných konstrukcí na seismické zatížení.

3.5. Zatížení navrhovaných konstrukcí

Kromě zatížení klimatických (viz. odstavec 3.3. Klimatické a seismické podmínky) jsou ve statickém výpočtu uvažována v souladu s **ČSN EN 1991-1-1 – Zatížení konstrukcí : Část 1 – 1 : Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb** zatížení stálá (vlastní tíhy nosných i nenosných stavebních konstrukcí objektu) a zatížení užité nahodilé kategorie C1 podle tab.6.2 výše uvedené normy (osobami a zařízeními - $q_{fk} = 3,0 \text{ kN/mq}$).

3.6. Základní koncept řešení

Předmětem statického výpočtu je návrh a posouzení nosné ocelové konstrukce zastřešení venkovní učebny a galerie ZUŠ v Mariánských Lázních. Konstrukce je navržena jako čtveřice příčných nosných rámu z uzavřených průřezů (hranatých "trubek"- SHS profilů). Na tyto svisle orientované rámy jsou zavešeny v různých výškách rámy vodorovné, které budou tvořit nosné prvky vlastního zastřešení, ale současně také ztužení celé konstrukce ve vodorovném směru. V úrovni založení objektu budou stojky svázané příčnými převážkami a budou buď v jednom, nebo v obou směrech vetknuty do základových pasů (viz. výkresová část). Předpokládá se kotvení přes patní plechy pomocí dodatečně osazených chemických kotev M 20.

3.7. Statické schema konstrukce

Statické schema výpočtového 3D modelu odpovídá prostorové prutové soustavě, která je za výpočtem definovaných okrajových podmínek a zatížení podrobena analýze v SW **SCIA ENGINEER**. Výsledky analýzy jsou dále předmětem tohoto protokolu.

3.8. Údaje o materiálech a použitých technologiích

Ocelová konstrukce zastřešení venkovní učebny a galerie je navržena z konstrukční oceli třídy S235 dle **ČSN EN 10027-1 - Systémy označování oceli-Část 1: Stavba značek oceli**. Všechny montážní styky se předpokládají svařované na plný profil. Monolitické slábě armované základové pasy jsou navrženy z betonu pevnostní třídy C 25/30, a vyztuženy betonářskou ocelí v pevnostní třídě B 500A.

3.9. Komentář k postupu statického výpočtu

Rozměry hlavních nosných prvků byly navrženy za pomoci SW **SCIA ENGINEER** a statickým výpočtem byla ověřena jejich mechanická únosnost a stabilita (viz. kapitola "Odezva konstrukce" a "Závěr"), a to včetně posouzení plošného založení na základových pasech.

4. Geologické a hydrogeologické podmínky

Protože se jedná o jednoduchou stavbu a extrémně lehkou konstrukci, je návrh založení proveden bez závěrů IG průzkumu na základě následujících předpokladů:

- 1) Základové poměry je možné na základě poznatků z již realizovaných staveb v okolí staveniště klasifikovat jako jednoduché.
- 2) Základová půda bude tvořena zahliněnými písky S4 nebo písčitými jíly F4 s únosností základové spáry $R_{d \text{ min.}} = 100 \text{ kPa}$.
- 3) Podzemní voda neovlivní plošné založení objektu.
- 4) Základová spára se doporučuje umístit min. do hloubky cca 1,00 až 1,20 m od Ú.T..

Po otevření stavební jámy je v každém případě nezbytné provést posouzení základové spáry osobou odborně způsobilou v oboru *Inženýrská geologie*. V případě, že nalezené skutečnosti nebudou výše uvedeným předpokladům odpovídat, bude návrh založení upraven podle skutečného stavu podloží.

5. Použité normy a jiné předpisy

- ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991 – Zatížení konstrukcí : Část 1 – 1 : Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlt.tíha a užitná zatížení pozem.staveb
- ČSN EN 1991 – Zatížení konstrukcí : Část 1 – 3 : Obecná zatížení - Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991 – Zatížení konstrukcí : Část 1 – 4 : Obecná zatížení - Zatížení větrem
- ČSN EN 1992 – Navrhování betonových konstrukcí – Část 1 – 1 : Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1993 – Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1 – 1 : Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN ISO 12944 – Nátěrové hmoty - Protikoroziní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy

6. Použitá literatura

- Navrhování betonových konstrukcí, příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2, kolektiv autorů, IČ ČKAIT 2010
- Navrhování ocelových konstrukcí, příručka k ČSN EN 1993-1-1 a ČSN EN 1993-1-8, kolektiv autorů, IČ ČKAIT 2009

Projekt : ZUŠ Fryderyka Chopina, venkovní učebna a galerie

7. Popis modelu

7.1. Materiály

Ocel EC3

Jméno	Jednotková hmotnost [kg/m ³]	E [MPa] G [MPa]	Poisson - nu Tep.roztaž. [m/mK]	Dolní mez [mm]	Horní mez [mm]	Fy (rozsah) [MPa]	Fu (rozsah) [MPa]
S 235	7850,00	2,1000e+05 8,0769e+04	0.3 0,01e-003	0 40	40 80	235,0 215,0	360,0 360,0

Výztuž EC2

Jméno	Typ	Jednotková hmotnost [kg/m ³]	E [MPa]	G [MPa]	Tep.roztaž. [m/mK]	Charakteristická mez kluzu fyk [MPa]
B 400A	Výztužná ocel	7850,00	2,0000e+05	8,3333e+04	0,01e-003	400,0

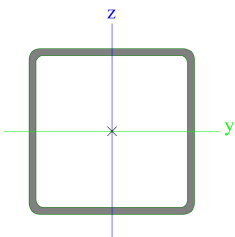
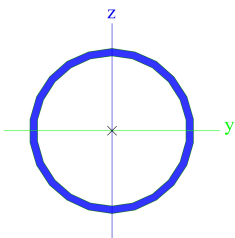
Timber EC5

Jméno	Typ Typ dřeva	Jednotková hmotnost [kg/m ³]	E [MPa] Poisson - nu G [MPa]	Tep.roztaž. [m/mK]	Ohyb (fm,k) [MPa] Tah (ft,0,k) [MPa] Tah (ft,90,k) [MPa]	Tlak (fc,0,k) [MPa] Tlak (fc,90,k) [MPa] Smyk (fv,k) [MPa]
C14 (EN 338)	Dřevo Rostlé dřevo	350,00	7,0000e+03 0 4,4000e+02	5,00e-06	14,0 7,2 0,4	16,0 2,0 3,0

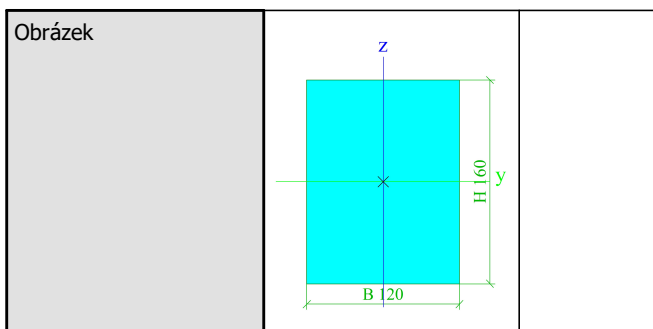
7.2. Průřezy

CS1		
Typ	SHS120/120/5.0	
Kód tvaru	2 - Obdélníkové uzavřené průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	a
A [m ²]	2,2700e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,1363e-03	1,1363e-03
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	4,9800e-06	4,9800e-06
W _{elz} [m ³], W _{ely} [m ³]	8,3000e-05	8,3000e-05
W _{plz} [m ³], W _{ply} [m ³]	9,7600e-05	9,7600e-05
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	1,0368e-08	7,7700e-06
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
c _{yucs} [mm], c _{zucs} [mm]	60	60
α [deg]	0,00	
M _{ply+} [Nm], M _{ply-} [Nm]	22926,59	22926,59
M _{plz+} [Nm], M _{plz-} [Nm]	22926,59	22926,59
AL [m ² /m], AD [m ² /m]	4,6700e-01	8,9844e-01
β _y [mm], β _z [mm]	0	0

Projekt : ZUŠ Fryderyka Chopina, venkovní učebna a galerie

Obrázek		
CS2		
Typ	CHS88.9/4.0	
Kód tvaru	3 - Kruhové uzavřené průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	a
A [m ²]	1,0700e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	6,7920e-04	6,7920e-04
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	9,6300e-07	9,6300e-07
W _{elz} [m ³], W _{ely} [m ³]	2,1700e-05	2,1700e-05
W _{plz} [m ³], W _{ply} [m ³]	2,8398e-05	2,8398e-05
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	2,6551e-42	1,9300e-06
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
c _{yucs} [mm], c _{zucs} [mm]	44	44
α [deg]	0,00	
M _{ply+} [Nm], M _{ply-} [Nm]	6778,48	6778,48
M _{plz+} [Nm], M _{plz-} [Nm]	6778,48	6778,48
AL [m ² /m], AD [m ² /m]	2,7900e-01	5,3342e-01
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázek		
CS3		
Typ	OBDEL	
Detailní	120; 160	
Typ tvaru	Tlustostěnný	
Materiál	C14 (EN 338)	
Výroba	dřevo	
A [m ²]	1,9200e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,6008e-02	1,6005e-02
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	4,0960e-05	2,3040e-05
W _{elz} [m ³], W _{ely} [m ³]	3,8400e-04	5,1200e-04
W _{plz} [m ³], W _{ply} [m ³]	3,5752e-04	4,7669e-04
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	4,6642e-09	4,9913e-05
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
c _{yucs} [mm], c _{zucs} [mm]	60	80
α [deg]	0,00	
M _{ply+} [Nm], M _{ply-} [Nm]	7627,03	7627,03
M _{plz+} [Nm], M _{plz-} [Nm]	5720,28	5720,28
AL [m ² /m], AD [m ² /m]	5,6000e-01	5,6000e-01
β _y [mm], β _z [mm]	0	0

Projekt : ZUŠ Fryderyka Chopina, venkovní učebna a galerie



Vysvětlivky symbolů	
Kód tvaru	h - Výška b - Šířka s - Tloušťka r - Vnější poloměr r1 - Vnitřní poloměr
A	Plocha
A_y	Smyková plocha ve směru hlavní osy y
A_z	Smyková plocha ve směru hlavní osy z
I_y	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy y
I_z	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy z
W_{elz}	Pružný modul průřezu k hlavní ose z
W_{ely}	Pružný modul průřezu k hlavní ose y
W_{plz}	Plastický modul průřezu k hlavní ose z
W_{ply}	Plastický modul průřezu k hlavní ose y
I_w	Výsečový moment setrvačnosti
I_t	Moment setrvačnosti v prostém kroucení
d_y	Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy y měřená od těžiště

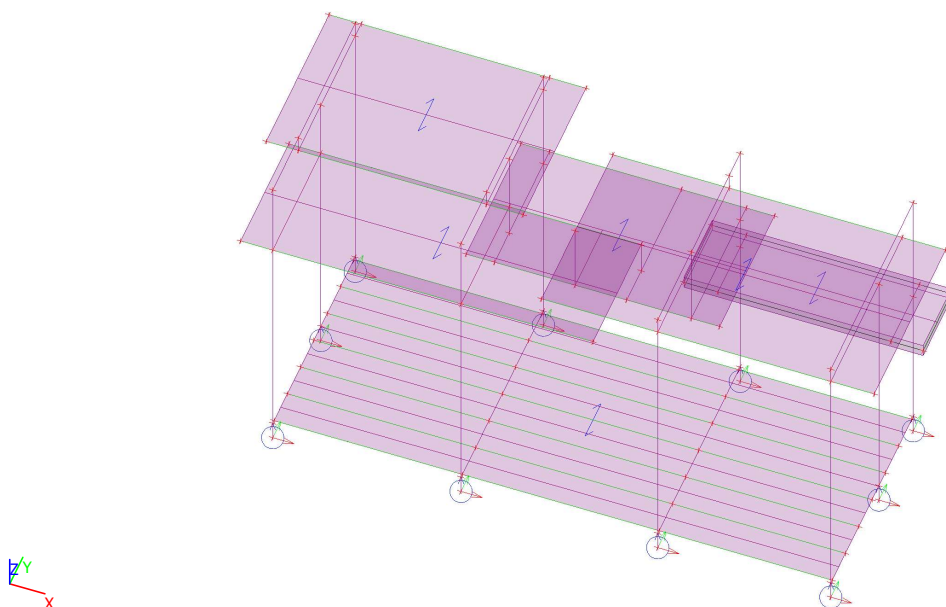
Vysvětlivky symbolů	
d_z	Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy z měřená od těžiště
C_{yucs}	Souřadnice těžiště ve směru osy Y zadávacího systému
C_{zucs}	Souřadnice těžiště ve směru osy Z zadávacího systému
α	Úhel pootočení hlavní osy
I_{yZLCS}	Moment setrvačnosti I_{yz} v LSS
M_{ply+}	Plastický moment kolem hlavní osy y pro kladný moment M_y
M_{ply-}	Plastický moment kolem hlavní osy y pro záporný moment M_y
M_{plz+}	Plastický moment kolem hlavní osy z pro kladný moment M_z
M_{plz-}	Plastický moment kolem hlavní osy z pro záporný moment M_z
AL	Obvodový povrch na jednotku délky
AD	Vysýchající povrch na jednotku délky
β_y	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy y
β_z	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy z

8. Zatížení

8.1. Zatěžovací stavy

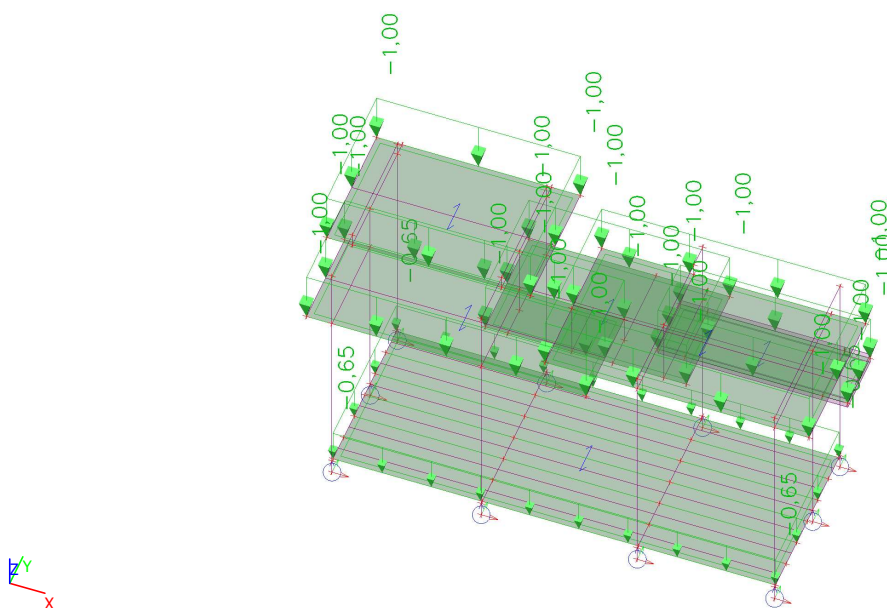
8.1.1. Zatěžovací stavy - ZS1

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Směr
ZS1	VI.tíha nosných k-cí	Stálé	SZ1	Vlastní tíha	-Z



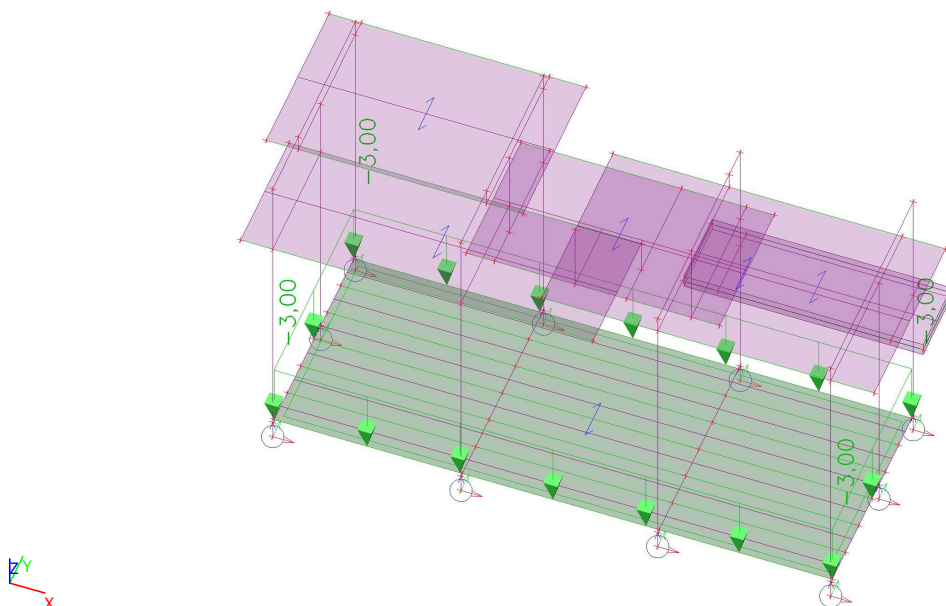
8.1.2. Zatěžovací stavy - ZS2

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení
ZS2	VI.tíha nenosných k-cí	Stálé	SZ1	Standard



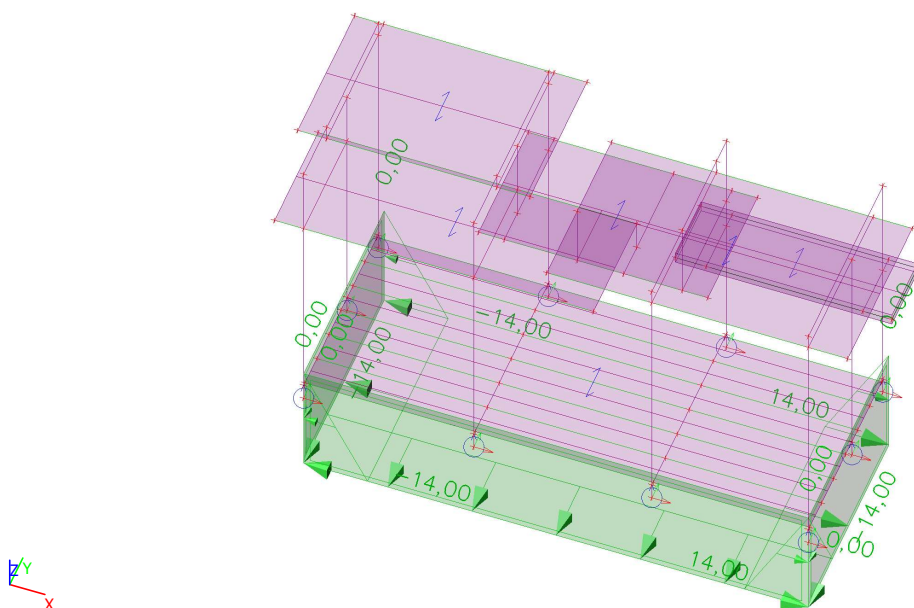
8.1.3. Zatěžovací stavy - ZS3

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Spec	Působení
ZS3	nahodilé užité	Proměnné	SZ3	Statické	Standard	Krátkodobé



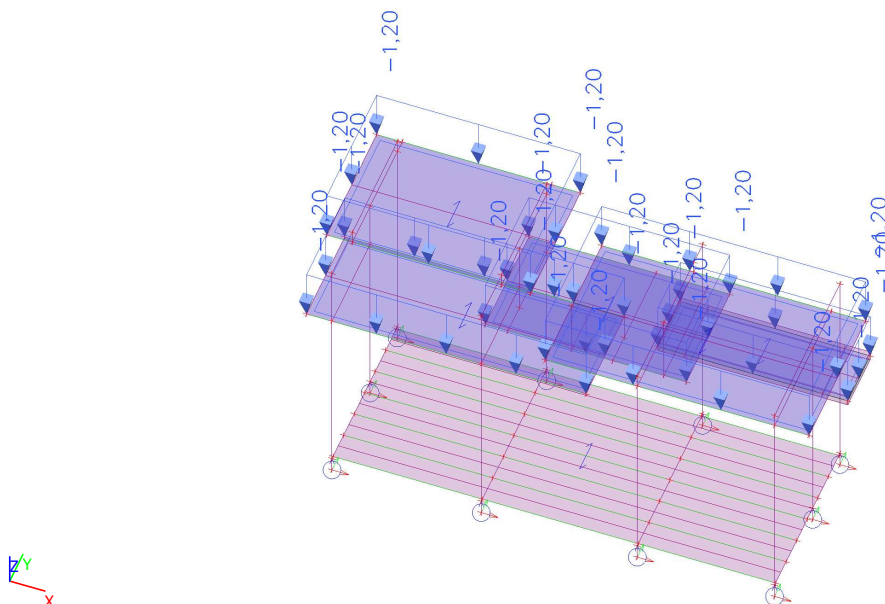
8.1.4. Zatěžovací stavy - ZS4

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení
ZS4	zemní tlak	Stálé	SZ1	Standard



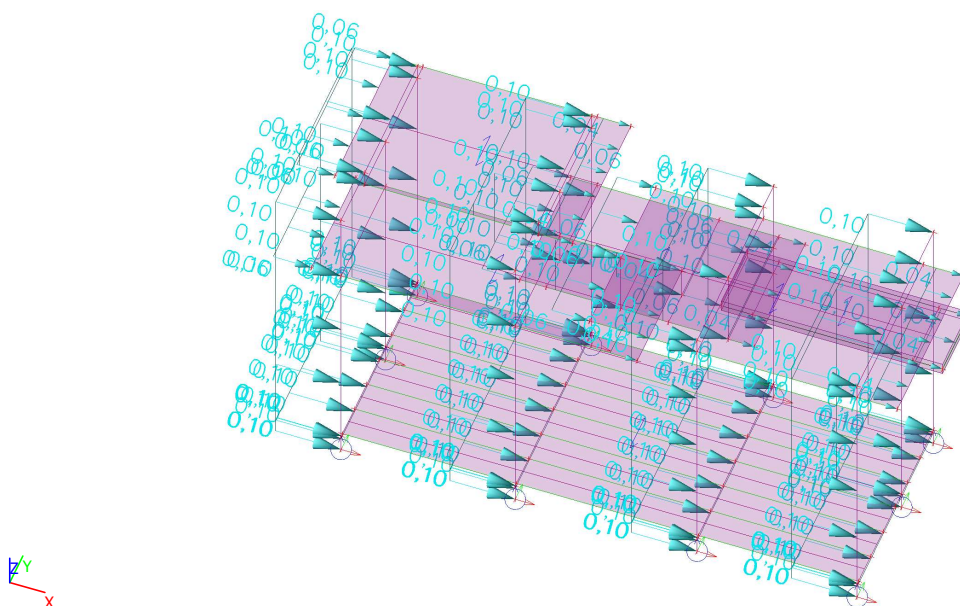
8.1.5. Zatěžovací stavy - ZS5

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Spec
ZS5	klimatické - sníh	Proměnné	SZ2	Statické	Sníh



8.1.6. Zatěžovací stavy - ZS6

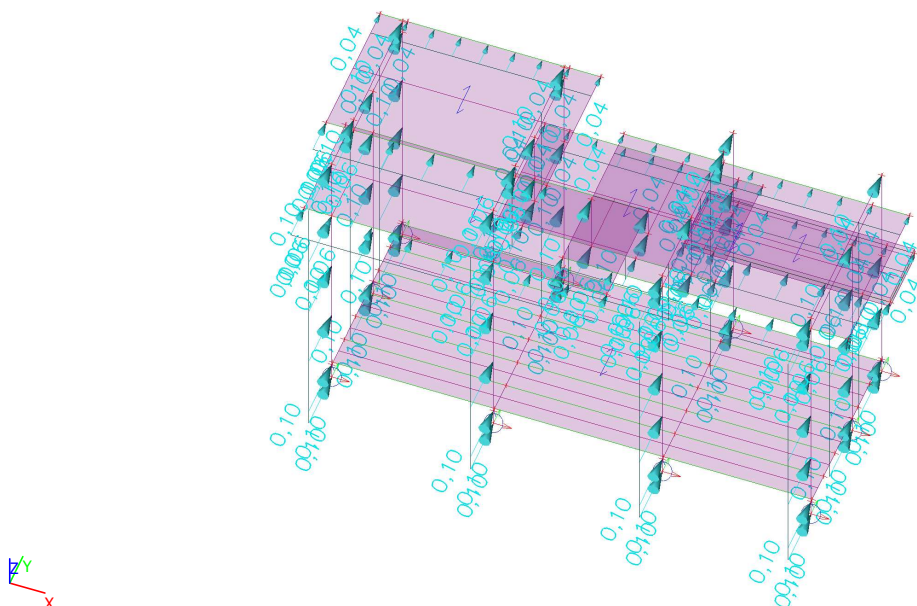
Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Spec
ZS6	klimatické - vítr X	Proměnné	SZ3	Statické	Statický vítr



Projekt : ZUŠ Fryderyka Chopina, venkovní učebna a galerie

8.1.7. Zatěžovací stavy - ZS7

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Spec
ZS7	klimatické - vítr Y	Proměnné	SZ3	Statické	Statický vítr



8.2. Skupiny výsledků

Jméno	Výpis
Všechny MSU	MSÚ-Sada B (auto) - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B MSÚ-(STR/GEO) Soubor B (auto) - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B MSÚ-(STR/GEO) Soubor C (auto) - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor C MSÚ-kombinace stálých - Obálka - únosnost
Všechny MSP	MSP-Char (auto) - EN-MSP charakteristická MSP-Kvazi (auto) - EN-MSP kvazistálá
Vše MSÚ+MSP	MSÚ-Sada B (auto) - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B MSÚ-(STR/GEO) Soubor B (auto) - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B MSÚ-(STR/GEO) Soubor C (auto) - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor C MSÚ-kombinace stálých - Obálka - únosnost MSP-Char (auto) - EN-MSP charakteristická MSP-Kvazi (auto) - EN-MSP kvazistálá
GEO	MSÚ-Sada B (auto) - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B MSÚ-(STR/GEO) Soubor B (auto) - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B MSÚ-(STR/GEO) Soubor C (auto) - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor C

Projekt : ZUŠ Fryderyka Chopina, venkovní učebna a galerie**9. Odezva konstrukce****9.1. Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993**

Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Materiál = S 235

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B13	0,000 / 0,290 m	SHS120/120/5.0	Válcovaný	S 235	MSÚ-Sada B (auto)	0,59 -
-----------	--------------------	----------------	-----------	-------	----------------------	--------

Klíč kombinace
MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.05*ZS5 + 1.50*ZS3 + 1.15*ZS4

Dílčí souč. spolehlivosti		
Únosnost průřezů	γ_{M0}	1,00
Únosnost na stabilitu	γ_{M1}	1,00
Únosnost čistého průřezu	γ_{M2}	1,25

Materiál			
Mez kluzu	f_y	235,0	MPa
Pevnost v tahu	f_u	360,0	MPa

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 0,000 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	-45,05	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	-27,54	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	-0,38	kN
Kroucení	T_{Ed}	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	0,36	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	-2,03	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

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

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	105	5	37001,321	-5734,115	-0,2		0,9	21,0	33,5	40,4	63,4	1
3	I	105	5	-7405,344	234,274	-31,6		0,0	21,0	1173,9	1353,3	11367,1	1
5	I	105	5	2633,086	45368,522	0,1		1,0	21,0	28,0	34,0	56,5	1
7	I	105	5	47039,752	39400,133	0,8		1,0	21,0	28,0	34,0	40,3	1

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

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek na tlak

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

Průřezová plocha	A	2,2700e-03	m ²
Tlaková únosnost	$N_{c,Rd}$	533,45	kN
Jedn. posudek		0,08	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

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

Projekt : ZUŠ Fryderyka Chopina, venkovní učebna a galerie

Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	9,7600e-05	m ³
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	22,94	kNm
Jedn. posudek		0,02	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

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

Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	9,7600e-05	m ³
Plastický ohybový moment	$M_{pl,z,Rd}$	22,94	kNm
Jedn. posudek		0,09	-

Posudek smyku pro V_y

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

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A_v	1,1350e-03	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_y	$V_{pl,y,Rd}$	153,99	kN
Jedn. posudek		0,18	-

Posudek smyku pro V_z

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

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A_v	1,1350e-03	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_z	$V_{pl,z,Rd}$	153,99	kN
Jedn. posudek		0,00	-

Posudek kroucení

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

Index vlákna	Vlákno	1	
Celkový krouticí moment	T_{Ed}	0,0	MPa
Pružná smyková únosnost	T_{Rd}	135,7	MPa
Jedn. posudek		0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

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

Návrhová plastická momentová únosnost redukována kvůli N_{Ed}	$M_{N,y,Rd}$	22,94	kNm
Exponent ohybového poměru y	α	1,67	
Návrhová plastická momentová únosnost redukována kvůli N_{Ed}	$M_{N,z,Rd}$	22,94	kNm
Exponent ohybového poměru z	β	1,67	

Posudek (6.41) = 0,00 + 0,02 = 0,02 -

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

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

.....**POSUDEK STABILITY:....**

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,290 m

Rozhodující součinitel využití η : 0,44

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

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

Projekt : ZUŠ Fryderyka Chopina, venkovní učebna a galerie

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	105	5	122496,115	-88742,533	-0,7		0,6	21,0	57,5	67,5	94,6	1
3	I	105	5	-98548,052	-93225,322								
5	I	105	5	-82912,876	128325,772	-0,6		0,6	21,0	53,8	63,4	88,6	1
7	I	105	5	138131,292	132808,561	1,0		1,0	21,0	28,0	34,0	38,5	1

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

Průřez je klasifikován třídou 1

Poznámka: Rozhodující poloha pro klasifikaci stability je založena na součiniteli využití η podle Semi-Comp+.

Posudek rovinného vzpěru

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

Parametry vzpěru		yy	zz	
Typ posuvných styčníků		posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	5,020	0,290	m
Součinitel vzpěru	k	1,72	0,86	
Vzpěrná délka	l_{cr}	8,642	0,249	m
Kritické Eulerovo zatížení	N_{cr}	138,21	166861,55	kN
Štíhlost	λ	184,50	5,31	
Poměrná štíhlost	λ_{rel}	1,96	0,06	
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	a	
Imperfekce	α	0,21	0,21	
Redukční součinitel	χ	0,23	1,00	
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	122,88	533,45	kN

Posudek rovinného vzpěru			
Průřezová plocha	A	2,2700e-03	m ²
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	122,88	kN
Jedn. posudek		0,37	-

Posudek prostorového vzpěru

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

Poznámka: Průřez se týká obdélníkové trubky, která není náchylná k prostorovému vzpěru.

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1

Poznámka: Jedná se o obdélníkovou trubku 'h / b < 10 / $\lambda_{rel,z}$ '.

Tento průřez není náchylný ke klopení.

Posudek ohybu a osového tlaku

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

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Interakční metoda		alternativní metoda 2	
Průřezová plocha	A	2,2700e-03	m ²
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	9,7600e-05	m ³
Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	9,7600e-05	m ³
Návrhová tlaková síla	N_{Ed}	45,05	kN
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	-0,86	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	-10,01	kNm
Charakteristická tlaková únosnost	N_{Rk}	533,45	kN
Charakteristická momentová únosnost	$M_{y,Rk}$	22,94	kNm
Charakteristická momentová únosnost	$M_{z,Rk}$	22,94	kNm
Redukční součinitel	χ_y	0,23	
Redukční součinitel	χ_z	1,00	
Redukční součinitel	χ_{LT}	1,00	

Projekt : ZUŠ Fryderyka Chopina, venkovní učebna a galerie

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Interakční součinitel	k_{yy}	1,16	
Interakční součinitel	k_{yz}	0,41	
Interakční součinitel	k_{zy}	0,70	
Interakční součinitel	k_{zz}	0,68	

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B78 pozice 2,980 m.

Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B13 pozice 0,290 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce		Tabulka B.1
Posuvnost styčnicků y		posuvné
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{my}	0,90
Výsledný typ zatížení z		liniový moment M
Poměr koncových momentů	ψ_z	0,20
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{mz}	0,68
Výsledný typ zatížení LT		liniový moment M
Poměr koncových momentů	ψ_{LT}	0,70
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{mLT}	0,88

Posudek (6.61) = $0,37 + 0,04 + 0,18 = 0,59$ -

Posudek (6.62) = $0,08 + 0,03 + 0,30 = 0,41$ -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

9.2. Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993; Souhrnný posudek

Hodnoty: $U_{C_{celkový}}$

Lineární výpočet

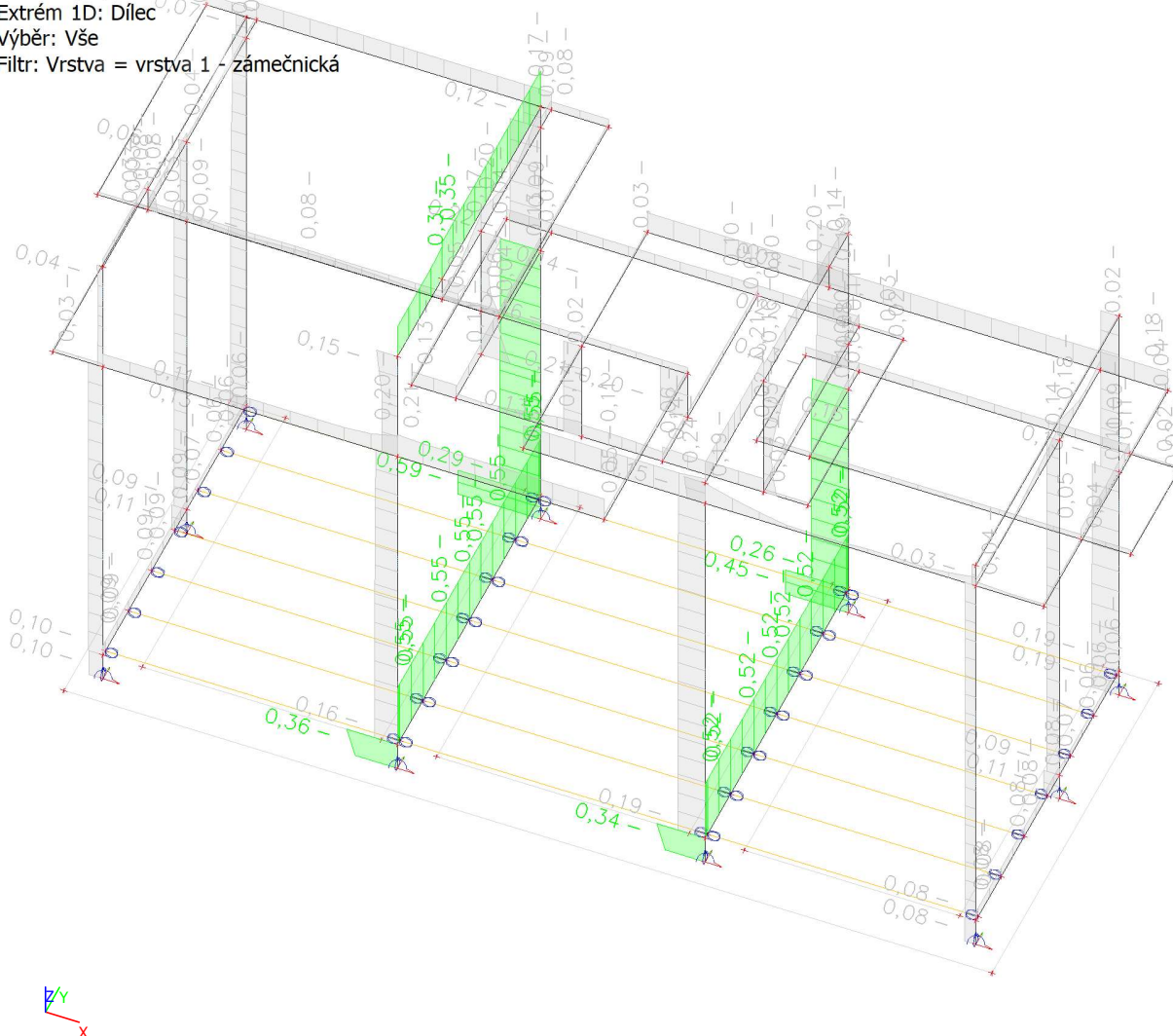
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše

Filtr: Vrstva = vrstva 1 - zámečnická



9.3. 3D přemístění; U_{total}

Hodnoty: U_{total}

Lineární výpočet

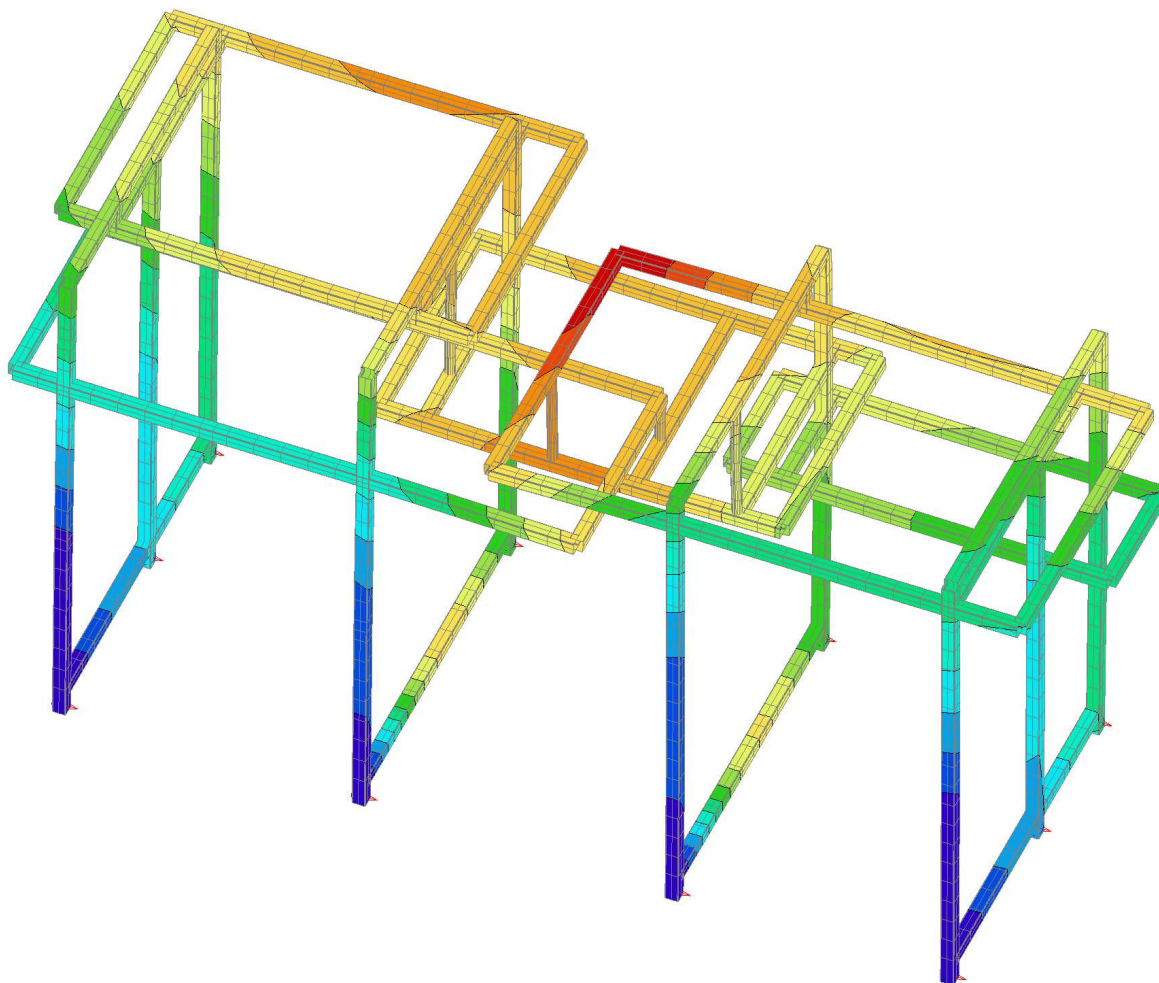
Kombinace: MSP-Char (auto)

Výběr: Vše

Filtr: Vrstva = vrstva 1 - zámečnická

Poloha: V uzlech s průměrováním na

makro. Systém: LSS prvku sítě



U_{total} [mm]



Projekt : ZUŠ Fryderyka Chopina, venkovní učebna a galerie

9.4. Posudek dřeva podle MSÚ

Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : Vše

Kombinace : MSÚ-Sada B (auto)

Vrstva : vrstva 4 - podlaha

EN 1995-1-1 posudek

Nosník B344	2,785 m	CS3 - OBDEL (120; 160)	C14 (EN 338)	MSÚ-Sada B (auto)	0,53 -
-------------	---------	---------------------------	--------------	----------------------	--------

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

Základní data	
Dílčí součinitel spolehlivosti γ_m for rostlé dřevo	1,30

Údaje o materiálu		
Ohyb ($f_{m,k}$)	14,0	MPa
Tah ($f_{t,0,k}$)	7,2	MPa
Tah ($f_{t,90,k}$)	0,4	MPa
Tlak ($f_{c,0,k}$)	16,0	MPa
Tlak ($f_{c,90,k}$)	2,0	MPa
Smyk ($f_{v,k}$)	3,0	MPa
Typ dřeva	Celistvý	

Kritický posudek je v místě **1,393 m**.

Vnitřní síly		
N _{Ed}	0,00	kN
V _{y,Ed}	0,00	kN
V _{z,Ed}	0,00	kN
T _{Ed}	0,00	kNm
M _{y,Ed}	2,62	kNm
M _{z,Ed}	0,00	kNm

Součinitel modifikace	
Třída vlhkosti	1
Doba trvání zatížení	Krátkodobé
Součinitel modifikace k_{mod}	0,90

...: POSUDEK ŘEZU ...:

Ohyb

Podle EN 1995-1-1 článku 6.1.6 a rovnice (6.11), (6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	5,1	MPa
$k_{h,y}$	1,00	
$f_{m,y,d}$	9,7	MPa
k_m	0,70	

Jednotkový posudek (6.11) = $0,53 + 0,00 = 0,53$ -

Jednotkový posudek (6.12) = $0,37 + 0,00 = 0,37$ -

Kroucení

Podle EN 1995-1-1 článku 6.1.8 a rovnice (6.14)

$T_{tor,d}$	0,0	MPa
k_{tvar}	1,07	
$f_{v,d}$	2,1	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

Projekt : ZUŠ Fryderyka Chopina, venkovní učebna a galerie

...: POSUDEK STABILITY ...:

Nosníky zatížené ohybem nebo kombinací tlaku a ohybu

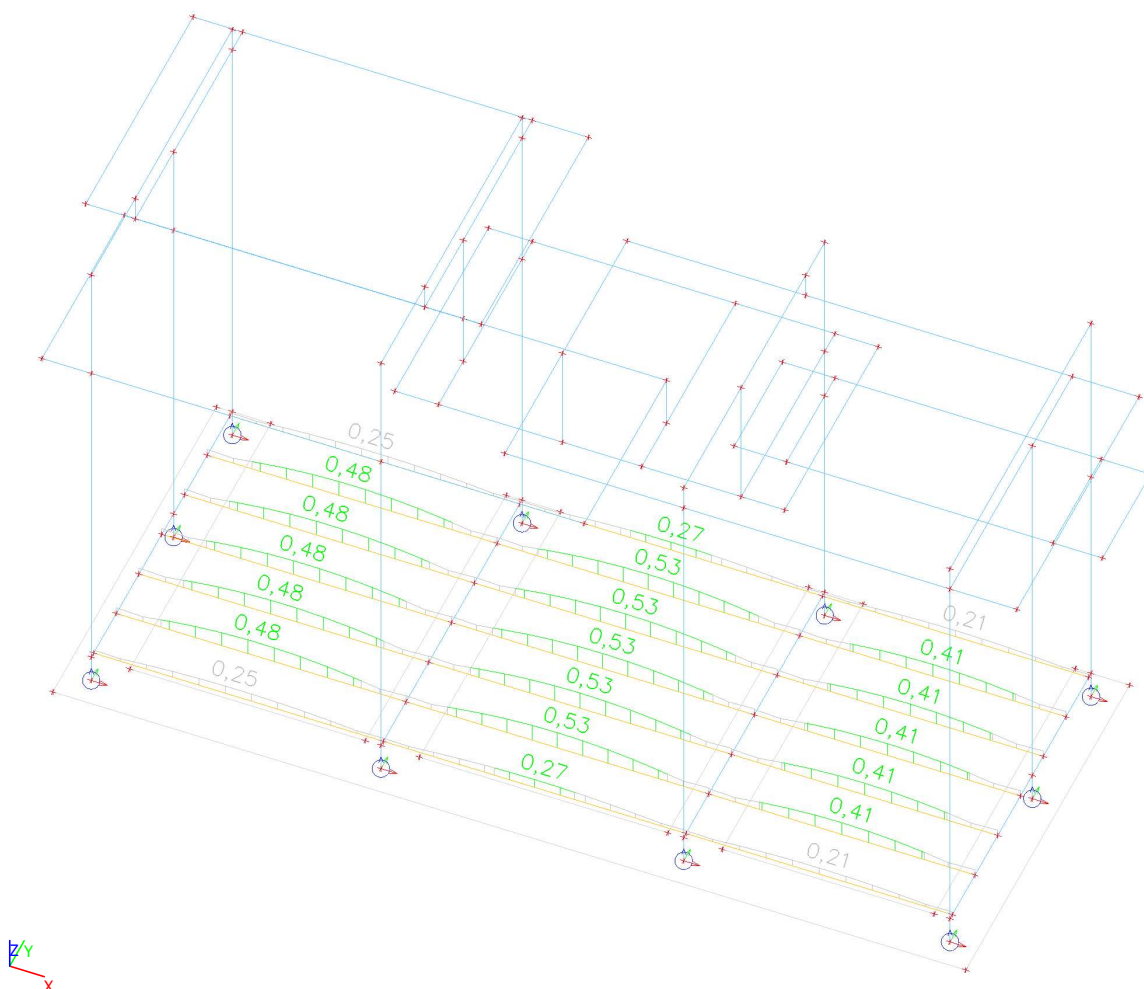
Podle EN 1995-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.33), (6.35)

Parametry klopení		
Pružný kritický moment $M_{y,krit}$	49,94	kNm
Kritické ohybové napětí $\sigma_{m,krit}$	97,5	MPa
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,m}$	0,379	-
redukční součinitel k_{krit}	1,000	-

Jednotkový posudek (6.33) = 0,53 -

$M_{y,krit}$ Parametry		
$G_{0,05}$	293,8	MPa
Délka klopení L	2,785	m
L_{ef}/L	0,90	
Účinná délka L_{ef}	2,506	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

9.5. Posudek dřeva podle MSÚ; Jedn. posudek

9.6. 3D přemístění; U_{total}

Hodnoty: U_{total}

Lineární výpočet

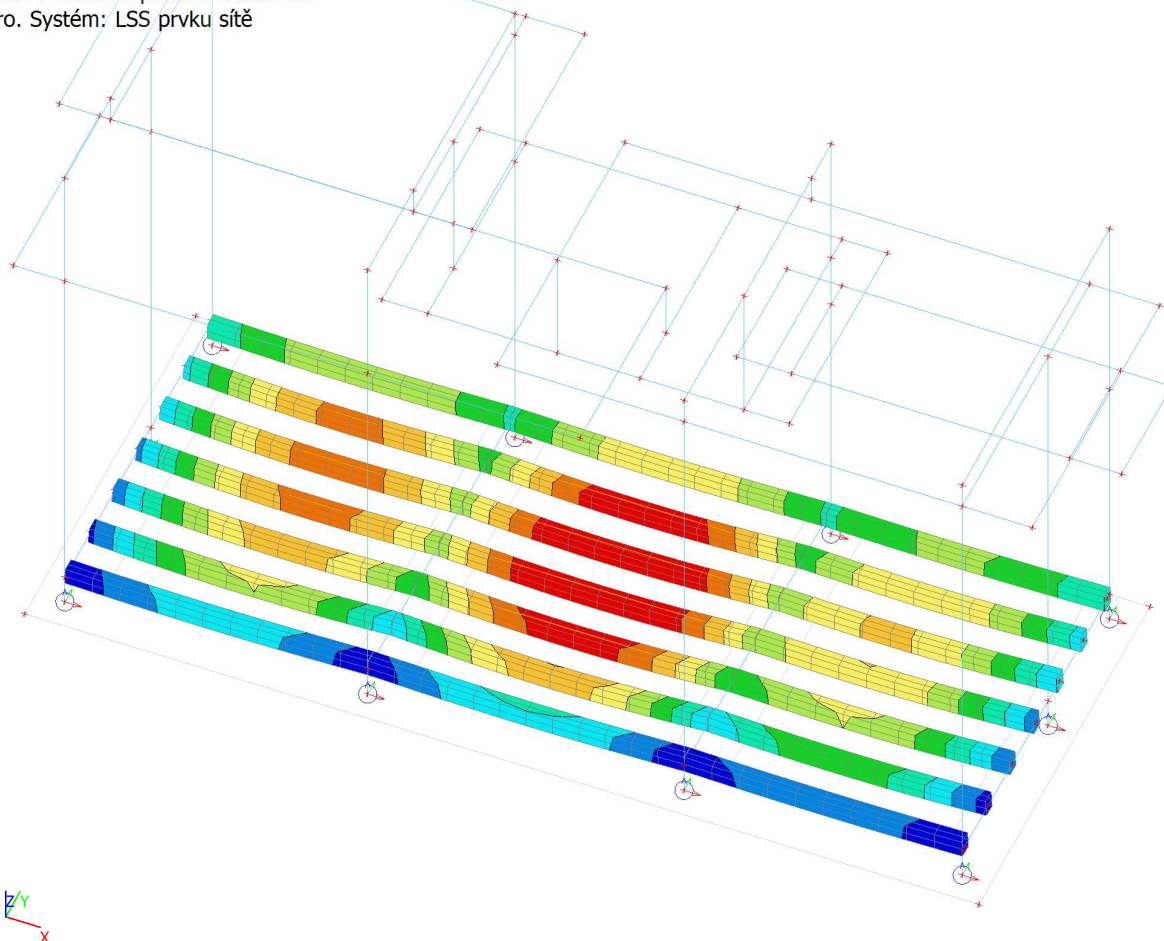
Kombinace: MSP-Char (auto)

Výběr: Vše

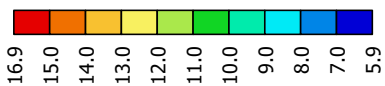
Filtr: Vrstva = vrstva 4 - podlaha

Poloha: V uzlech s průměrováním na

makro. Systém: LSS prvku sítě



U_{total} [mm]



10. Přípoje hlavních prvků

10.1. Síly v přípoji

Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Systém: Globální

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Síly v přípoji

Jméno	Uzel(uzly)	Nosník(y)	Stav	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	CH/V/P
FC6	N116	B12	MSÚ-Sada B (auto)/1	-0,12	-28,58	-32,98	-0,11	0,00	N1
FC7	N118	B13	MSÚ-Sada B (auto)/1	-0,23	28,52	-35,70	-0,23	0,01	N1
FC4	N107	B9	MSÚ-Sada B (auto)/2	0,47	26,05	-47,05	0,55	-0,02	N1
FC1	N113	B2	MSÚ-Sada B (auto)/3	-0,11	-3,11	-1,99	-0,20	0,00	N1
FC7	N118	B13	MSÚ-Sada B (auto)/4	-0,43	19,77	-43,44	-0,40	0,00	N1
FC4	N107	B9	MSÚ-Sada B (auto)/5	2,50	2,18	-28,42	3,19	0,06	N1
FC5	N111	B8	MSÚ-Sada B (auto)/5	1,51	-1,81	-20,64	2,21	-0,10	N1
FC7	N118	B13	MSÚ-Sada B (auto)/6	1,43	3,46	-14,68	2,13	0,12	N1

Síly na dílci

Jméno	Uzel(uzly)	Nosník(y)	Stav	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
FC6	N116	B12	MSÚ-Sada B (auto)/1	-0,12	-28,58	-32,98	-0,11	0,00
FC7	N118	B13	MSÚ-Sada B (auto)/1	-0,23	28,52	-35,70	-0,23	0,01
FC4	N107	B9	MSÚ-Sada B (auto)/2	0,47	26,05	-47,05	0,55	-0,02
FC1	N113	B2	MSÚ-Sada B (auto)/3	-0,11	-3,11	-1,99	-0,20	0,00
FC7	N118	B13	MSÚ-Sada B (auto)/4	-0,43	19,77	-43,44	-0,40	0,00
FC4	N107	B9	MSÚ-Sada B (auto)/5	2,50	2,18	-28,42	3,19	0,06
FC5	N111	B8	MSÚ-Sada B (auto)/5	1,51	-1,81	-20,64	2,21	-0,10
FC7	N118	B13	MSÚ-Sada B (auto)/6	1,43	3,46	-14,68	2,13	0,12

Jméno	Klíč kombinace
MSÚ-Sada B (auto)/1	1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS3 + 1.15*ZS4
MSÚ-Sada B (auto)/2	1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.05*ZS5 + 1.50*ZS3 + 1.15*ZS4
MSÚ-Sada B (auto)/3	ZS1 + ZS2 + 1.50*ZS7 + ZS4
MSÚ-Sada B (auto)/4	1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS5 + 1.05*ZS3 + 1.15*ZS4
MSÚ-Sada B (auto)/5	1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.05*ZS5 + 1.50*ZS6 + 1.15*ZS4
MSÚ-Sada B (auto)/6	ZS1 + ZS2 + 1.50*ZS6 + ZS4



10.4. Přípoj stojka x základový pas

Návrh ocelového styčnicku



Data projektu

Název	ZUŠ Fryderyka Chopina - venkovní učebna a galerie
Počet	
Popis	Ocelová zámečnická konstrukce
Datum	30. 10. 2023
Norma	EN
Ocel	S 235
Betonový blok	C20/25

Nosníky a sloupy

Sloup	SHS120/120/5.0
-------	----------------

60% 95% 100%

Síly						
Stav	Prvek	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kN m]	Mz [kN m]
1	C	28	0,9	-2,5	3,2	0,03

Výsledek		
Analysis	100.0%	✓
Plates	0.2 < 5.0%	✓
Anchors	82.2 < 100%	✓
Welds	74.1 < 100%	✓
Shear	32.5 < 100%	✓

Sloup

Ocel
S 235
Sloup
SHS120/120/5.0
Odsazení
C20/25
Tloušťka
600
Odsazení
200
Norma: EN
Jednotky
Délka: mm
Úhel: deg
Šrouby a kotvy
Střihová rovina v závitu ☒
Typ kotvy
Přímý

Patní deska

Tloušťka patní desky
10
Ofset nahoře/dole
100
Levý/pravý ofset
100
Svar
8
Kotevní šrouby
M20 8.8
→ 50
↑ 50 -220
L 300

11. Napětí na základové spáře - 2D kontaktní napětí; σ_z

Hodnoty: σ_z

Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-(STR/GEO) Soubor B

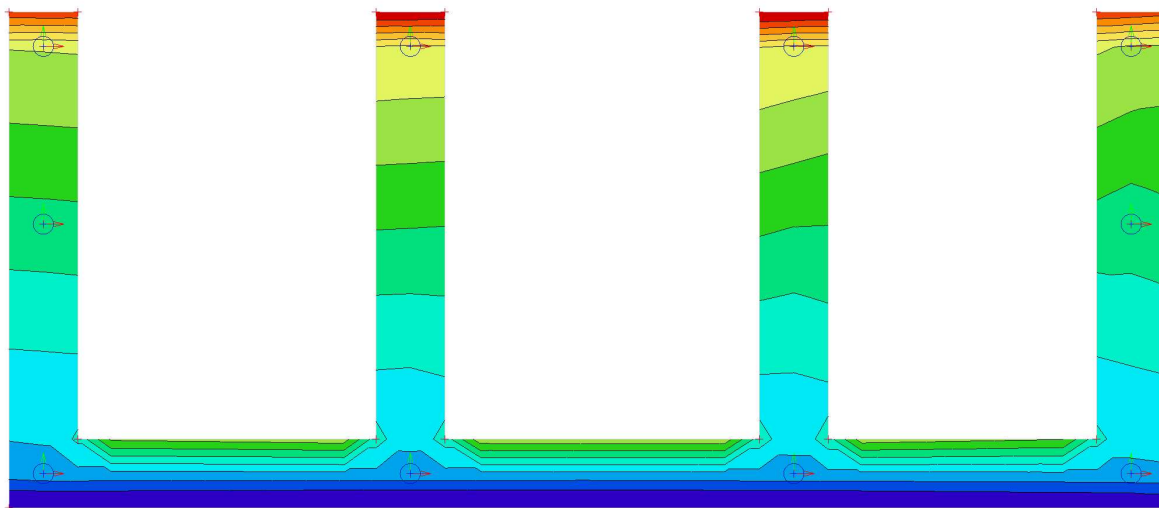
(auto)

Extrém: Globální

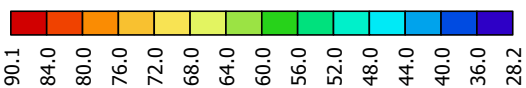
Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním.

Systém: LSS prvku síť



σ_z [kPa]



12. Závěr

Statickým výpočtem bylo v souladu s platnými ČSN EN a dalšími předpisy prokázáno, že navržená nosná ocelová konstrukce zastřešení venkovní učebny a galerie při ZUŠ Mariánské Lázně bezpečně vyhoví posouzení jak z hlediska MSÚ (1.MS – mezní stav únosnosti), tak z hlediska MSP (2.MS – mezní stav použitelnosti). Antikorozi ochrana ocelové konstrukce se předpokládá s ohledem na svařované styky nátěrovým systémem s dlouhou životností (např. DEMUTH, FROZEN atp.) odpovídajícím třídě korozní agresivity C3 dle **ČSN ISO 12944 - Nátěrové hmoty - Protikorozi ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy** (celková tloušťka nátěru minimálně cca 200 μm , avšak v souladu s TP výrobce nebo dodavatele nátěrového systému),

Tabulka C.3 – Nátěrové systémy na uhlíkovou ocel pro stupeň korozní agresivity C3

Číslo systému	Základní nátěr				Další vrstva (vrstvy)	Nátěrový systém		Životnost			
	Typ pojiva	Typ základní nátěrové hmoty	Počet vrstev	NDFT v μm		Celkový počet vrstev	NDFT v μm	l	m	h	vh
C3.01	AK, AY	Misc.	1	80 až 100	AK, AY	1 až 2	100	X			
C3.02	AK, AY	Misc.	1	80 až 160	AK, AY	1 až 2	160	X	X		
C3.03	AK, AY	Misc.	1	80 až 80	AK, AY	2 až 3	200	X	X	X	
C3.04	AK, AY	Misc.	1	80 až 80	AK, AY	2 až 4	260	X	X	X	X
C3.05	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80 až 120	EP, PUR, AY	1 až 2	120	X	X		
C3.06	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80 až 160	EP, PUR, AY	2	180	X	X	X	
C3.07	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80 až 160	EP, PUR, AY	2 až 3	240	X	X	X	X
C3.08	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	–	1	60	X	X		
C3.09	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	80 až 80	EP, PUR, AY	2	160	X	X	X	
C3.10	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	80 až 80	EP, PUR, AY	2 až 3	200	X	X	X	X

Kromě polyurethanových nátěrů mohou být vhodné i jiné typy, např. polysiloxanové, polyaspartické a fluoropolymerové [kopolymery fluoroethylenů/vinyletherů (FEVE)].

POZNÁMKA Zkratky viz tabulka A.1.

