

STATICKÝ VÝPOČET

dokumentácia na stavebné povolenie (DSP)

O B S A H

1.	IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE	3
2.	ÚVOD	4
2.1	Použitý výpočtový program	4
2.2	Prehľad použitých noriem a literatúry	4
2.3	Autor statického výpočtu	5
2.4	Popis konštrukcie	6
2.5	Podklady pre vypracovanie nezávislého statického výpočtu	7
2.6	Výpočtový model	7
3.	GEOMETRIA KONŠTRUKCIE	7
4.	POUŽITÉ MATERIÁLY	9
4.1	Betón	9
4.2	Betonárska výstuž	9
4.3	Konštrukčná oceľ	9
4.4	Konštrukčné drevo	10
4.5	Spojovací materiál	10
5.	VÝPOČET ZAŤAŽENIA	11
5.1	Stále zaťaženie	11
5.1.1	Vlastná tiaž	11
5.1.2	Ostatné stále zaťaženia	11
5.1.3	Sadanie podpier	11
5.1.4	Zaťaženie závesov pre trakčné vedenie	11
5.2	Premenné zaťaženia	12
5.2.1	Zaťaženie od výstavby	12
5.2.2	Zaťaženie vetrom	12
5.2.2.1	Voľne stojace strechy	13
5.2.2.2	Účinky vetra na stĺpy	15
5.2.3	Zaťaženie snehom	15
5.2.4	Zaťaženie teplotou	17
5.3	Mimoriadne zaťaženia	18
5.3.1	Náraz od nákladných vozidiel do pilierov	18
5.3.2	Mimoriadne zaťaženie snehom	18
6.	KOMBINÁCIE ZAŤAŽENÍ	18
6.1	Kombinačné súčinitele a súčinitele zaťaženia	18
7.	STATICKÁ ANALÝZA	19
7.1	Výpočtový model nosnej konštrukcie	19
7.2	Posúdenie dreveného nosníka na MSÚ	20
7.3	Návrh a posúdenie pilóty	21
7.4	Vykreslenie priebehov vnútorných síl z kombinácie MSÚ	23
7.4.1	Drevený lepený nosník GI28h (600 x 250 mm)	23
7.4.2	Hlavné stĺpy (CHS 457/10 mm)	26
7.4.3	Horný pás väzníka (CHS 219/10)	28
7.4.4	Stužidlá (CHS 139/5)	30
7.4.5	Spodný pás väzníka (CHS 219/8)	32
7.4.6	Stuženie väzníka (CHS 139/5)	34
7.5	Vykreslenie reakcií z kombinácie MSÚ	36
7.6	Vykreslenie a posúdenie priehybov na konštrukcii z kombinácie MSP	38
7.6.1	Priehyb Dz od MSP_1 (hlavné zaťaženie - vietor spolu)	38
7.6.2	Priehyb Dx od MSP_1 (hlavné zaťaženie - vietor spolu)	38
7.6.3	Výsledný priehyb (Dyxz) na stĺpoch od MSP_1 (vietor)	39
7.6.4	Výsledný priehyb (Dyxz) na stĺpoch od MSP_2 (sneh)	39
7.7	Posúdenie oceľových prierezov na MSÚ	41

7.7.1	Stĺp - CHS 457/10	41
7.7.2	Horný pás – CHS 219/10	42
7.7.3	Spodný pás – CHS 219/8.....	43
7.7.4	Stuženie väzníka – CHS 139/5	44
7.7.5	Stužidlá – CHS 139/5.....	45
8.	ZÁVER STATICKÉHO VÝPOČTU	46

1. IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE

Stavba:

Názov stavby : KE, Modernizácia električkových tratí MET v meste Košice, 2. etapy
Časť stavby (UČS) : Ul. Slanecká, úsek trate križ. VSS (mimo) – Obratisko Važecká (mimo)
Objekt : SO 17-20-21 TÚ križ.VSS (mimo) – Obratisko Važecká (mimo),
zastrešenie terminálu na zastávke Važecká
SO 17-20-21.2 Statické posúdenie
Kraj : Košický kraj
Okres : Košice
Katastrálne územie : Južné Mesto, Jazero
Druh stavby : novostavba

Spracovateľ dokumentácie:

Názov : MP Construct s.r.o.
Sídlo : Obrancov Mieru 13, 040 01 Košice

IČO : 46957596
DIČ : 2023681748
Právna forma : spoločnosť s ručením obmedzeným
Zapísaný : Obchodný register Okresného súdu Košice I, oddiel: Sro,
vložka č. 31403/V

2. ÚVOD

2.1 Použitý výpočtový program

- Midas Civil 2021 – program pre výpočet priestorových konštrukcií podľa MKP
- Tabuľkový a textový editor.

2.2 Prehľad použitých noriem a literatúry

STN 73 1001	Geotechnické konštrukcie. Zakladanie stavieb
STN 73 1002	Pilótové základy
STN 73 1002/Z1	
STN 73 0037	Zemný tlak na stavebné konštrukcie
STN 73 3050	
STN 73 3050/a	Zemné práce. Všeobecné ustanovenia
STN 73 3050/Z2	
STN 73 6200	
STN 73 6200/a	Mostné názvoslovie
STN 73 6200/b	
STN 73 6201	
STN 73 6201/O1	Projektovanie mostných objektov
STN 73 6201/Z1	
STN 73 6209	
STN 73 6209/a	Zaťažovacie skúšky mostov
STN EN 206-1	
STN EN 206-1/A1	
STN EN 206-1/A2	Betón. Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda
STN EN 206-1/NA	
STN EN 206-1/NA/O1	
STN EN 1990	
STN EN 1990/A1	
STN EN 1990/A1/AC2	
STN EN 1990/A1/NA	Eurokód. Zásady navrhovania konštrukcií
STN EN 1990/A1/O1	
STN EN 1990/A1/NA1	
STN EN 1991-1-1	
STN EN 1991-1-1/AC	Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné zaťaženia. Objemová tiaž, vlastná tiaž a úžitkové zaťaženia budov
STN EN 1991-1-1/NA	
STN EN 1991-1-1/NA/1	
STN EN 1991-1-4	
STN EN 1991-1-4/A1	
STN EN 1991-1-4/AC	Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-4: Všeobecné zaťaženia. Zaťaženie vetrom
STN EN 1991-1-4/AC2	
STN EN 1991-1-4/NA	
STN EN 1991-1-4/NA/1	
STN EN 1991-1-5	
STN EN 1991-1-5/AC	Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-5: Všeobecné zaťaženia. Zaťaženia účinkami teploty
STN EN 1991-1-5/NA	
STN EN 1991-1-6	
STN EN 1991-1-6/AC	Eurokód 1: Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-6: Všeobecné zaťaženia. Zaťaženia počas výstavby
STN EN 1991-1-6/NA	
STN EN 1991-1-6/NA/1	
STN EN 1991-1-7	
STN EN 1991-1-7/AC	Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-7: Všeobecné zaťaženia. Mimoriadne zaťaženia
STN EN 1991-1-7/NA	
STN EN 1991-1-7/O1	
STN EN 1991-2	
STN EN 1991-2/AC	Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 2: Zaťaženia mostov dopravou
STN EN 1991-2/NA	

STN EN 1991-2/NA/O1	
STN EN 1992-1-1	
STN EN 1992-1-1/AC	Eurokód 2. Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy
STN EN 1992-1-1/AC2	
STN EN 1992-1-1/NA	
STN EN 1992-2	
STN EN 1992-2/AC	Eurokód 2. Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 2: Betónové mosty. Navrhovanie a konštruovanie
STN EN 1992-2/NA	
STN EN 1997-1	
STN EN 1997-1/AC	
STN EN 1997-1/NA	Eurokód 7. Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 1: Všeobecné pravidlá
STN EN 1997-2	
STN EN 1997-2/AC	
STN EN 1997-2/NA	
STN EN 1536	Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác. Vŕtané pilóty
STN EN 14199	Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác. Mikropilóty
STN EN 14490	Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác. Klincovanie zemín
STN EN 1998-1	Eurokód 8. Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť. Časť 1: Všeobecné pravidlá, seizmické zaťaženia a pravidlá pre budovy
STN EN 1998-1/AC	
STN EN 1998-1/NA	
STN EN 1998-1/NA/1	
STN EN 1998-1/O1	
STN EN 1998-1/NA/2	
STN EN 1998-1/NA/3	
STN EN 1998-2	Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť. Časť 2: Mosty
STN EN 1998-2/A1	
STN EN 1998-2/AC	
STN EN 1998-2/NA	
STN EN 1998-2/A2	

- Ostatné súvisiace STN EN, technicko-kvalitatívne podmienky SSC, MDV SR a Technické predpisy (TP).

2.3 Autor statického výpočtu

Autor: Ing. Ján Juhás
 Autorizovaný stavebný inžinier pre statiku stavieb

Kontrola: Ing. Michal Matuška
 Autorizovaný stavebný inžinier pre statiku stavieb

Originály statického výpočtu budú uložené v sídle firmy. Dáta budú archivované v digitálnej forme po dobu 5 rokov.

2.4 Popis konštrukcie

Nosná konštrukcia zastrešenia terminálu je tvorená z ocelevej a drevenej konštrukcie. Konštrukcia je založená hlbínne na pilótach. Oceľová časť nosnej konštrukcie pozostáva zo stĺpov, pozdĺžnych väzníkov, stužidiel a tiahel. Drevená časť konštrukcie pozostáva z drevených lepených nosníkov a väzníc.

V priečnom smere je rozstup stĺpov navrhnutý 13,2 m a v pozdĺžnom smere 11,5 m. Oceľové stĺpy sú navrhnuté votknuté do železobetónových základov. Pod každým stĺpom je navrhnutá železobetónová pilóta kruhového priemeru 600 mm, dĺžky 5 m. Pilóty sú navrhnuté z betónu C25/30. Základy pre upevnenie stĺpov sú navrhnuté z betónu C30/37. Všetky betónové konštrukcie sú vystužené betonárskou výstužou B500B.

Oceľová konštrukcia je navrhnutá z ocele S355J2 vhodnej na pozinkovanie. Oceľové stĺpy sú navrhnuté z uzatvorených kruhových prierezov (CHS). Prierez nosných stĺpov je CHS 457/10 mm. Na oceľové stĺpy sa uchytiť oceľové pozdĺžne väzníky. Všetky prierezy väzníka sú navrhnuté z kruhových prierezov. Horný pás z CHS 219/10 mm. Spodný pás z CHS 219/8 mm. Vystuženie väzníka z CHS 139/5 mm. Uchytenie väzníka k hlavným stĺpom je uvažované ako tuhé pomocou skrutiek a vystužených čelných platní. Stužidlá väzníka budú privarené. Drevené nosníky budú stužené pomocou oceľových stužidiel z kruhových prierezov CHS 139/5 mm. Stužidlá boli vo výpočte uvažované ako klbovo uchytené pomocou skrutiek. Detaily budú predmetom VTD.

Drevená konštrukcia je navrhnutá z lepeného dreva triedy GL28h. Drevené nosníky sú navrhnuté v rozstupe 5,75 m. Prierez nosníkov je v tvare obdĺžnika. Výška nosníka 600 mm a šírka 250 mm. Nosníky sú navrhnuté v tvare oblúka s polomerom 18,36 m. Nosníky budú osadené na oceľovú konštrukciu pomocou tesárskych spojov a uchytené budú skrutkami (svorníkmi). Stuženie strešnej konštrukcie bude pomocou oceľových tiahel D12 mm. Detaily uchytenia a manipulácie s nosníkom budú predmetom VTD. Drevené nosníky budú ošetrené nátermi s fungicídnymi účinkami a nátermi proti vlhkosti. K dreveným nosníkom sa upevnia drevené väznice z dreva GL28h. Väznice sú navrhnuté ako prosté nosníky z prierezu 220 x 150 mm v osoých vzdialenostiach 1,35 m. Budú uchytené k hlavným nosníkom pomocou tesárskych spojov a oceľových úchytiel. Drevené debnenie je navrhnuté z dosiek z dreva triedy C24 hr. 25 mm ako prosté polia.

Protikorózna ochrana konštrukcie bola navrhnutá podľa ISO 12944.

Korózna agresivita prostredia oceľovej konštrukcie:

- pre exteriér bola stanovená na stupeň C4
- uloženej v pôde bola stanovená na stupeň LM3

Požadovaná životnosť náterov bola stanovená ako (H) vysoká (15-25 rokov).

Požadovaná príprava povrchu podľa normy ISO 8501-1 na stupeň Sa2,5 (veľmi dôkladné otryskanie).

Nátery budú navrhnuté podľa ISO 12944 na báze epoxidov podľa tabuliek.

Projektant SV doporučuje žiarové pozinkovanie celej OK s nátermi (duplex systém) a svetlý vrchný náter a svetlú strešnú krytinu.

Spojovacie prostriedky vystavené posypom soli a agresívnemu prostrediu budú nerezové z triedy A4 a pevnosti 80. Pre ostatné spoje budú použité skrutky triedy 8.8 a viac. (galvanický pozinkované + nátery).

2.5 Podklady pre vypracovanie nezávislého statického výpočtu

Objednávateľ poskytol nasledujúce podklady:

Výkresovú a textovú časť posudzovaného stavebného objektu v stupni DSP (11/2022).

Podrobný geologický prieskum zhotovený firmou CAD-ECO a.s. (06/2021).

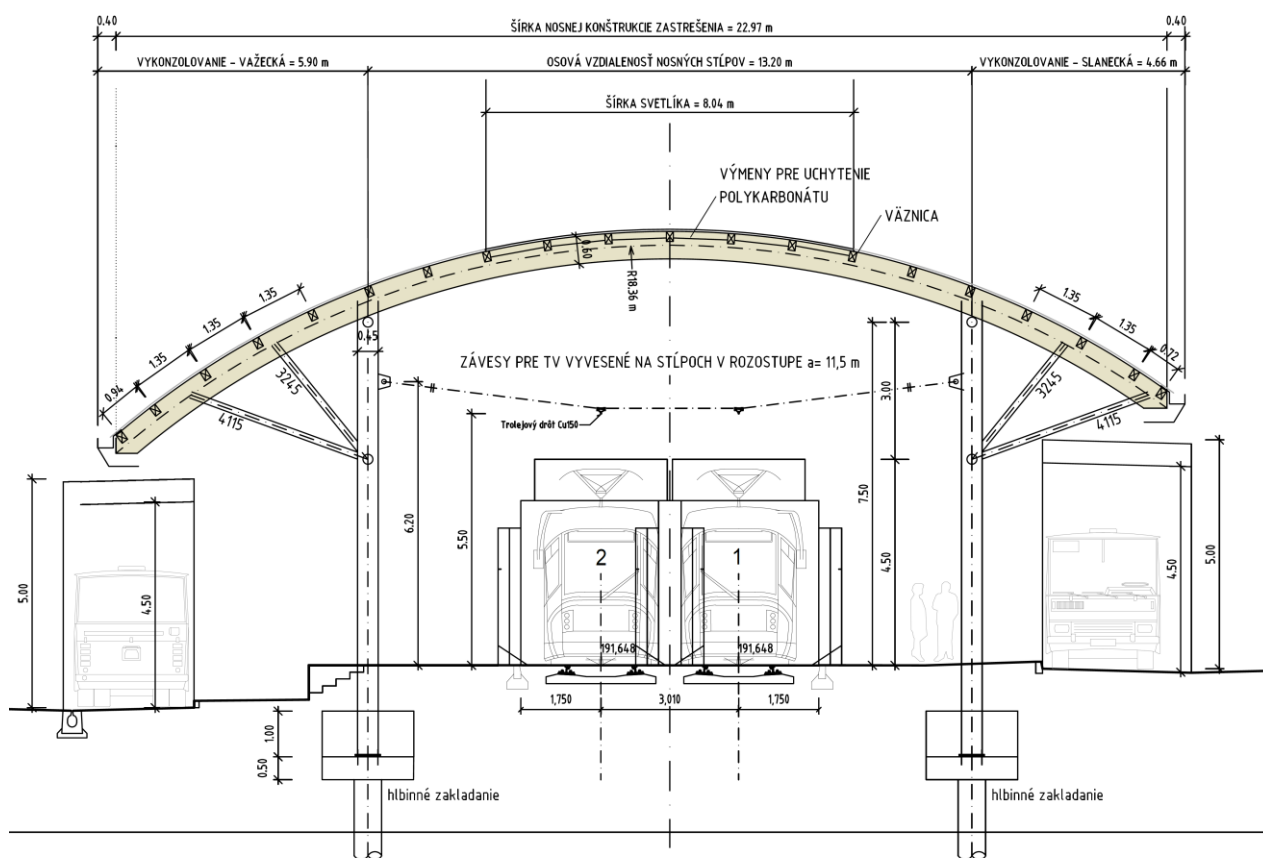
2.6 Výpočtový model

Výpočet nosnej konštrukcie bol spravovaný v programe Midas Civil. Posúdenia prierezov boli vykonané v Midas Civil a tabuľkovom a textovom procesore. Cieľom výpočtu bolo posúdiť nosnú konštrukciu a zakladanie v zmysle platných noriem a predpisov.

Pre výpočet konštrukcie bol použitý priestorový výpočtový doskostenový model v kombinácii s prúťovými elementami.

Pre posúdenie zakladania sa vychádzalo z inžiniersko-geologického prieskumu.

3. GEOMETRIA KONŠTRUKCIE



Obr. Pričný rez v mieste stĺpov



Obr. Pozdĺžny rez a pôdorys

4. POUŽITÉ MATERIÁLY

4.1 Betón

C30/37 – XC4, XD1, XF2 (Základy, podpery)			
Charakteristická valcová pevnosť betónu v tlaku vo veku 28 dní	f_{ck}	30,0	(MPa)
Charakteristická kocková pevnosť betónu v tlaku vo veku 28 dní	$f_{ck, cube}$	37,0	(MPa)
Stredná hodnota valcovej pevnosti betónu v tlaku	f_{cm}	38,0	(MPa)
Stredná hodnota pevnosti betónu v centrickom ťahu	f_{ctm}	2,9	(MPa)
Charakteristická pevnosť betónu v centrickom ťahu, 5 %-ný fraktíl	$f_{ctk, 0,05}$	2,0	(MPa)
Charakteristická pevnosť betónu v centrickom ťahu, 95 %-ný fraktíl	$f_{ctk, 0,95}$	3,8	(MPa)
Sečnicový modul pružnosti betónu	E_{cm}	33,0	(GPa)

C25/30 - XC2, XA1, XF1 (Pilóty)			
Charakteristická valcová pevnosť betónu v tlaku vo veku 28 dní	f_{ck}	25,0	(MPa)
Charakteristická kocková pevnosť betónu v tlaku vo veku 28 dní	$f_{ck, cube}$	30,0	(MPa)
Stredná hodnota valcovej pevnosti betónu v tlaku	f_{cm}	33,0	(MPa)
Stredná hodnota pevnosti betónu v centrickom ťahu	f_{ctm}	2,6	(MPa)
Charakteristická pevnosť betónu v centrickom ťahu, 5 %-ný fraktíl	$f_{ctk, 0,05}$	1,8	(MPa)
Charakteristická pevnosť betónu v centrickom ťahu, 95 %-ný fraktíl	$f_{ctk, 0,95}$	3,3	(MPa)
Sečnicový modul pružnosti betónu	E_{cm}	31,0	(GPa)

4.2 Betonárska výstuž

Betonárska oceľ B 500 B			
Charakteristická hodnota medze klzu	f_{yk}	500	(MPa)
Návrhová hodnota modulu pružnosti	E_s	200	(GPa)
Pomerné pretvorenie pri max. sile	ε_{uk}	--	(-)
Výpočtové pomerné pretvorenie	ε_{ud}	--	(-)
Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti pre betonársku výstuž	γ_s	1,15	(-)

4.3 Konštrukčná oceľ

Oceľ S355 (podľa EN10025-2; $t \leq 40$ mm)			
Medza klzu	f_y	355	(MPa)
Pevnosť v ťahu	f_u	510	(MPa)
Modul pružnosti	E	210	(GPa)
Modul pružnosti v šmyku	G	81	(GPa)
Hodnota hustoty	ρ	7850	(kg/m ³)
Súčiniteľ dĺžkovej teplotnej rozťažnosti	α_T	$1,2 \cdot 10^{-5}$	(1/°C)

Oceľ S235 (EN 10210-1)			
Medza klzu	f_y	235	(MPa)
Pevnosť v ťahu	$f_{t,0}$	16,5	(MPa)
Modul pružnosti	E	210	(GPa)
Modul pružnosti v šmyku	G	81	(GPa)
Hodnota hustoty	ρ	7850	(kg/m ³)
Súčiniteľ dĺžkovej teplotnej rozťažnosti	α_T	$1,2 \cdot 10^{-5}$	(1/°C)

4.4 Konštrukčné drevo

Trieda dreva GL28h			
Pevnosť v ohybe	f_m	28,0	(MPa)
Pevnosť v ťahu	f_u	22,4	(MPa)
Modul pružnosti	$E_{0,mean}$	12600	(MPa)
Modul pružnosti v šmyku	G_{mean}	0,65	(MPa)
Hodnota hustoty	ρ	425	(kg/m ³)
Súčiniteľ dĺžkovej teplotnej rozťažnosti	α_T	$0,5 \cdot 10^{-5}$	(1/°C)

4.5 Spojovací materiál

Vysokopevnostné skrutky z nerez A4 pevnostná trieda 80 v miestach posypu solí alebo vystavené poveternostným vplyvom (kotvenie) v ostatných prípadoch skrutky pevnostnej triedy min. 8.8 galvanický pozinkované. Oceľové skrutky budú opatrené ochrannými nátermi.

5. VÝPOČET ZAŤAŽENIA

Výpočet zaťaženia bol vykonaný v zmysle platných STN EN.

5.1 Stále zaťaženie

5.1.1 Vlastná tiaž

Vlastná tiaž nosnej konštrukcie bola generovaná automaticky programom na základe priradeného materiálu a nominálnych rozmerov príslušných častí konštrukcie. Vo výpočte bolo uvažované s

objemovou tiažou betónu (C 25/30, C 30/37) 2500 kg/m³

objemovou tiažou ocele (S235, S355) 7850 kg/m³

objemovou tiažou dreva (GL28h) 425 kg/m³.

Súčiniteľ zaťaženia: $\gamma_{G,sup} = 1,35$; $\gamma_{G,inf} = 1,0$

5.1.2 Ostatné stále zaťaženia

Názov	Hrúbka, výška [m]	Objemová tiaž [kNm ⁻³]	Šírka, dosad. šírka [m]	Zaťaženie [kNm ⁻²]	Zaťaženie [kNm ⁻¹]	Excentricita [m]
Falcovaná krytina	0,001	78,50	-	0,08	-	-
Drevené dosky - perodrážka	0,025	4,25	-	0,12	-	-
Svetlík z polykarbonátu	-	-	-	0,20	-	-
Drevené väznice gl28h (220*150) a= 1,35 m	0,220	4,25	-	0,10	0,14	-

Súčiniteľ zaťaženia: $\gamma_{G,sup} = 1,35$; $\gamma_{G,inf} = 1,0$

5.1.3 Sadanie podpier

Vo výpočte sa uvažovalo s nerovnomerným sadaním podpier s hodnotou 10 mm. Uvažovalo sa so sadnutím podpier ako celku, neuvažovalo sa s nerovnomerným sadaním v priečnom smere podľa STN EN 1992-1-1, čl. 2.3.1.3.

Súčiniteľ zaťaženia $\gamma_{Gset} = 1,2$

5.1.4 Zaťaženie závesov pre trakčné vedenie

Výška pre navarenie oka bude 6,2 m na každom stĺpe (rozostup stĺpov 11,5 m) návrhový vrcholový ťah 5 kN.

Trolejový drôt Cu 150 mm² bude prevesený vo výške 5,5 m.

Súčiniteľ zaťaženia $\gamma_{tv} = 1,0$

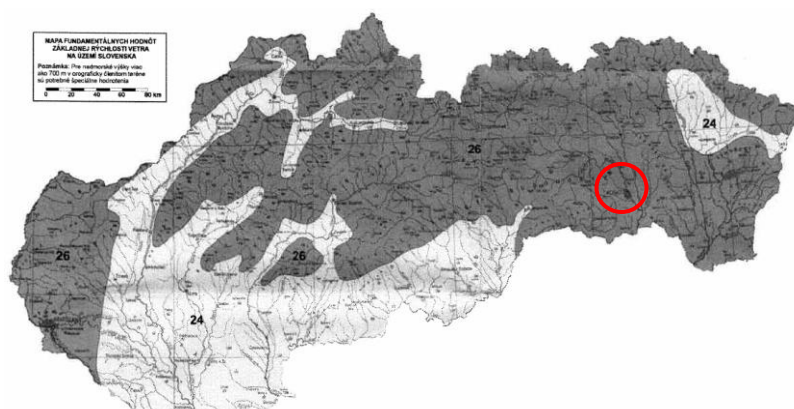
5.2 Premenné zaťaženia

5.2.1 Zaťaženie od výstavby

Pri výstavbe sa predpokladá montáž konštrukcie pomocou mobilných žeriavov. Detailné posúdenie miest pre uchytenie nosníkov bude predmetom VTD.

5.2.2 Zaťaženie vetrom

Vo výpočte sa zaťaženie vetrom zohľadnilo podľa požiadaviek STN EN 1991-1-4 Eurokód 1, Zaťaženia konštrukcií, Časť 1-4: Všeobecné zaťaženia, Zaťaženie vetrom.



Obr. Mapa fundamentálnych hodnôt základnej rýchlosti vetra, $v_{b,0}$.

Podľa mapy fundamentálnych hodnôt základných rýchlostí vetra sa pre uvažovaný úsek použila fundamentálna hodnota základnej rýchlosti vetra $v_{b,0} = 26,0$ m/s.

Pri výpočte sa uvažovalo s kategóriou terénu III. Maximálna vzdialenosť prekážok je menej ako 20 násobok výšky prekážok a oblasť v blízkosti stavby je rovnomerne pokrytá budovami a vegetáciou.

Súčiniteľ zaťaženia $\gamma_f = 1,5$

Uvažovalo sa s kvázistatickým zaťažením vetrom.

Zaťaženie vetrom (mosty) podľa STN EN 1991-1-4			
základná rýchlosť vetra	v_b	26	(m.s ⁻¹)
hustota vzduchu	ρ	1,25	(kN/m ³)
kategória terénu	kat.	III	(-)
dĺžka drsnosti, čl. 4.3.2	z_0	0,3	(m)
dĺžka drsnosti, čl. 4.3.2	$z_{0,II}$	0,05	(m)
minimálna výška definovaná, čl. 4.3.2 (tab. 4.1)	z_{min}	5,0	(m)
maximálna výška definovaná, čl. 4.3.2 (tab. 4.1)	z_{max}	200	(m)
koeficient terénu, čl. 4.3.2	k_r	0,215	(-)
koeficient drsnosti, čl. 4.3.2	$c_{r(z)}$	0,73	(-)
výška v mieste pôsobenia vetra	z	9,0	(m)
koeficient orografie terénu, čl. 4.3.1	$c_{o(z)}$	1,0	(-)
intenzita turbulencie, čl. 4.3.6	$I_{v(z)}$	0,29	(-)
koeficient turbulencie vetra, čl. 4.3.6	k_I	1,00	(-)
smerodajná odchýlka turbulentnej zložky rýchlosti vetra, čl. 4.3.6	σ_v	5,6	(m.s ⁻¹)

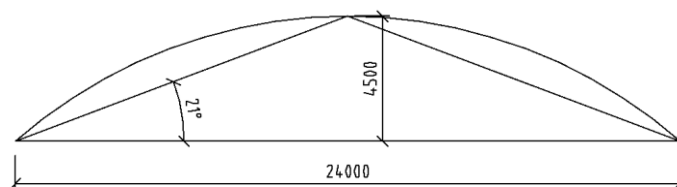
stredná rýchlosť vetra nad rovným terénom	$V_{mf}(z)$	19,05	(m.s ⁻¹)
stredná rýchlosť vetra v mieste staveniska, čl. 4.3.1	$V_m(z)$	19,05	(m.s ⁻¹)
základný tlak vetra	q_b	0,423	(kN/m ²)
súčiniteľ vystavenia vetru	$C_{e(z)}$	1,641	(-)
špičkový tlak vetra, čl. 4.5	$q_p(z)$	0,693	(kN/m ²)

5.2.2.1 Voľne stojace strechy

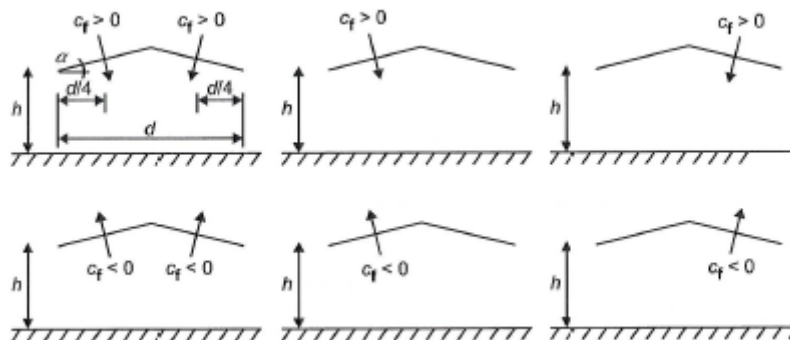
Voľne stojaca strecha je definovaná ako strecha konštrukcie, ktorá nemá stále steny.

Výpočet zaťaženia podľa čl. 7.3. Pre výpočet sa uvažovalo s voľným prúdením vetra $\varphi=0$ a blokovaným prúdením vetra $\varphi=1$.

Strecha ma tvar oblúka ktorý bol pre výpočet zaťaženia nahradený lomenicou.



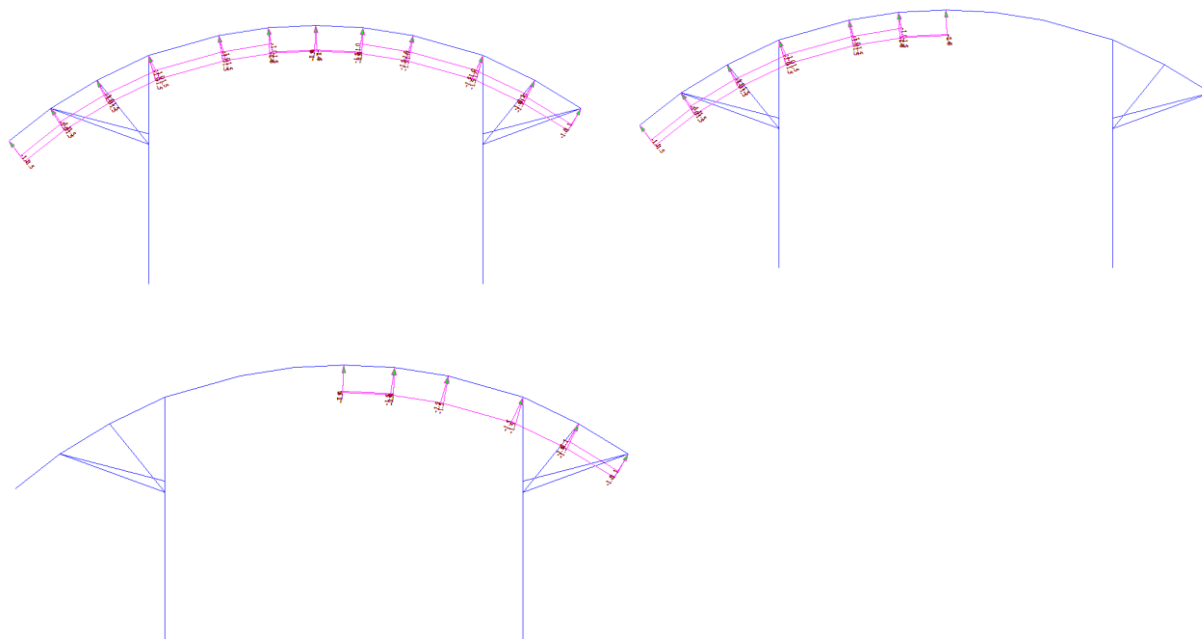
Sklon strešných rovín sa rovná približne 20°. Pre výpočet zaťaženia bolo uvažované zo súčiniteľmi pre sedlové voľne stojace strechy so sklonom 20° podľa tabuľky 7.7.



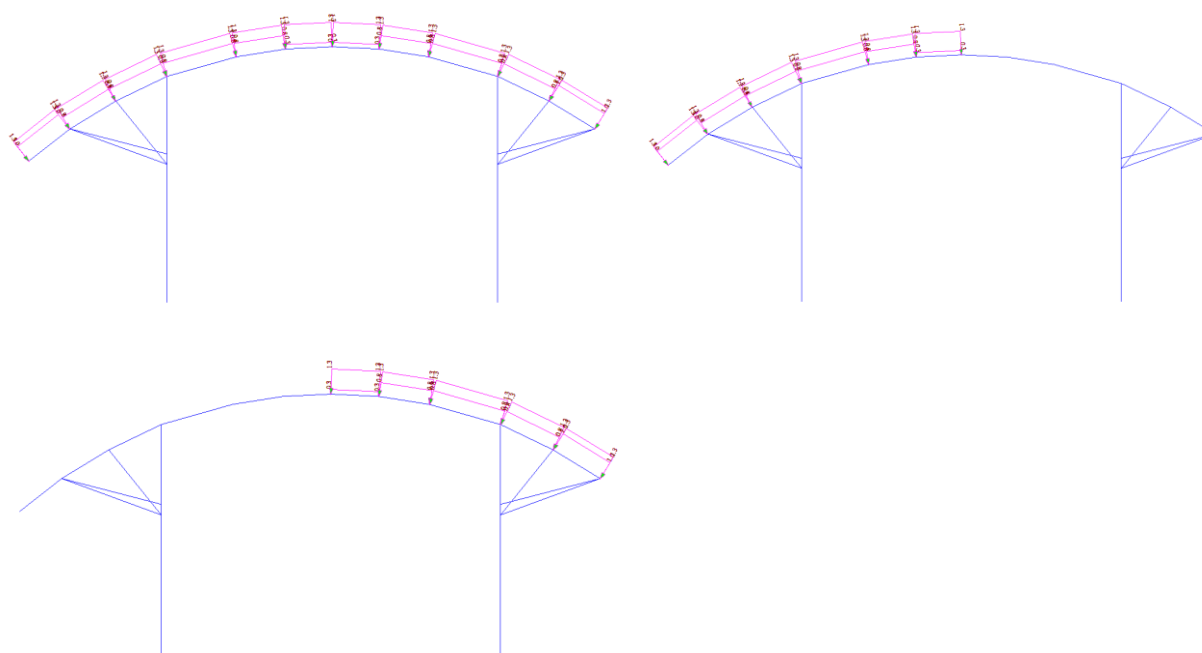
Bolo vytvorených 6 základných zaťažovacích stavov podľa obrázka 7.17 z normy.

SANIE -				TLAK +			
11,7		93,6	11,7	11,7		93,6	11,7
		-1,11				1,04	
12	-1,53	-0,97	-1,53	12	1,32	0,76	1,32
		-1,46				0,28	
		-1,46				0,28	
12	-1,53	-0,97	-1,53	12	1,32	0,76	1,32
		-1,11				1,04	

Charakteristické hodnoty , obálka sanie a obálka tlak



Zaťažovacie stavy pre sanie vetra. Prípad I., prípad II., Prípad III.



Zaťažovacie stavy pre tlak vetra. Prípad I., prípad II., Prípad III.

5.2.2.2 Účinky vetra na stípy

Pre výpočet tlaku na stípy kruhového prierezu bolo uvažované so súčiniteľom tlaku pre valce bez prúdenia okolo voľných koncov s uvažovaním drsnosti.

$$c_{f,0} = 1,2 + \frac{0,18 \cdot \log(10 \cdot k / d)}{1 + 0,4 \log(\text{Re} / 10^6)}$$

k	ekvivalentná drsnosť – oceľové prvky $k = 0,2$	mm
d	priemer rúry,	m
η	kinematická viskozita vzduchu $\eta = 15 \cdot 10^{-5}$,	m ² /s
$v_m(z)$	špičková rýchlosť vetra pre výšku $z = 5$ m	m/s

Stĺp kruhový Ø 457 mm

$$c_{f,0} = 0,7133542 \quad F_w = 0,541 \cdot 0,7133542 \cdot 0,457 = 0,176 \text{ kN/m}$$

5.2.3 Zaťaženie snehom

Nadmorská výška	$h = 200$ m n. m.
Snehová zóna	1
Charakteristická hodnota zaťaženia	$S_k = 0,66$ kN/m ²
Typ krajiny	normálna
Súčiniteľ expozície a tepelný súč.	1,0 a 1,0
Súč. mimoriadneho zaťaženia C_{esl}	2,5
Mimoriadna hodnota zaťaženia S_{Ad}	1,65 kN/m ²

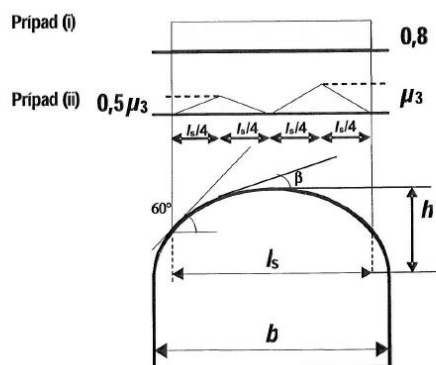
Zvar zastrešenia: valcová strecha

Výška strechy , h	4,5 m
Šírka budovy, b	23,8 m
Zaťažovacia šírka, l_s	23,8 m
snehové zábrany	uvažované

Tvarový súčiniteľ μ_1	0,8
Tvarový súčiniteľ μ_2	2,0
Tvarový súčiniteľ μ_3	2,0

Prípád I. zaťaženie nenaviatym snehom

Prípád II. zaťaženie naviatym snehom



Prípadi III. Z dôvodu pomerne veľkého konzolovitého vyloženia strechy sa uvažuje aj s prípadom III: zaťaženie od naviatého snehu podľa národnej prílohy ČR.

Sneh bol uvažovaný v každom zaťažovacom prípade vždy na celej ploche strechy.

CHARAKTERISTICKÉ HODNOTY

PRÍPAD I.

0,53

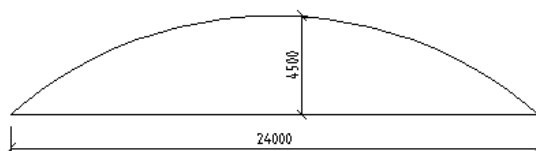


PRÍPAD II.



PRÍPAD III.

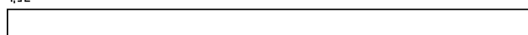
0,66



MIMORIADNÉ HODNOTY

PRÍPAD I.

1,32

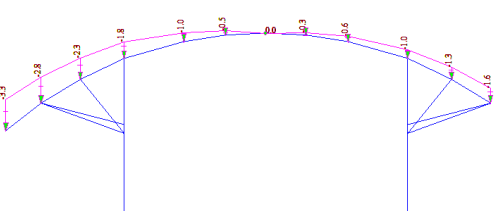
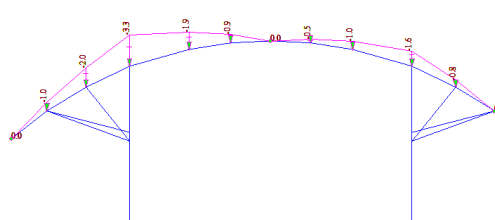
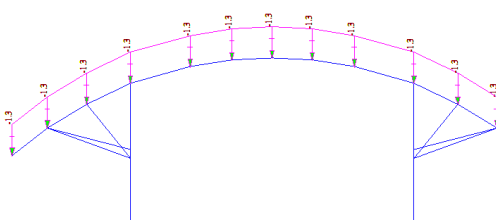
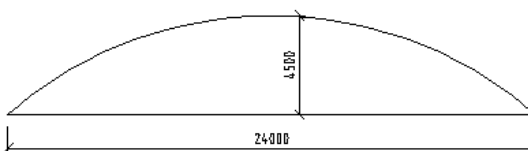


PRÍPAD II.



PRÍPAD III.

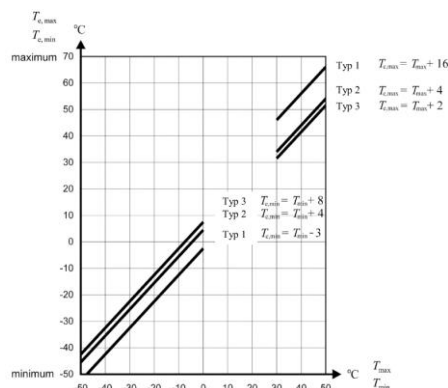
1,65



Zaťažovacie stavy. Prípadi I., prípad II., Prípadi III.

5.2.4 Zaťaženie teplotou

Konštrukcia TYP 1: oceľová nosná konštrukcia – oceľový priehradový nosník



Obr. Závislosť medzi minimálnou/maximálnou teplotou vzduchu v tieni (T_{min}/T_{max}) a minimálnou/maximálnou hodnotou rovnomernej zložky teploty ($T_{e,min}/T_{e,max}$)



Obrázok NB.1: Izotermy minimálnej teploty vzduchu v tieni v °C



Obrázok NB.2: Izotermy maximálnej teploty vzduchu v tieni v °C

Obr. Mapy s izotermami

Rovnomerná zložka teplôt

Charakteristická hodnota maximálnych teplôt vzduchu v tieni v mieste stavby: $T_{max} = + 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Charakteristická hodnota minimálnych teplôt vzduchu v tieni v mieste stavby: $T_{min} = - 28 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Maximálna rovnomerná zložka teploty: $T_{e,max} = T_{max} + 16 \text{ }^{\circ}\text{C} = 40 + 16 = 56 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Oceľ)

Minimálna rovnomerná zložka teploty: $T_{e,min} = T_{min} - 3 \text{ }^{\circ}\text{C} = - 28 - 3 = - 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Oceľ)

Počiatočná teplota: $T_0 = + 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Oceľ

Charakteristická hodnota maximálneho rozsahu zložky rovnomernej teploty pri skracovaní

$$\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{e,min} = 10 - (- 25) = 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Charakteristická hodnota maximálneho rozsahu zložky rovnomernej teploty pri predlžovaní

$$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0 = 56 - 10 = 46 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Súčiniteľ zaťaženia $\gamma_f = 1,5$

5.3 Mimoriadne zaťaženia

5.3.1 Náraz od nákladných vozidiel do pilierov

Pre výpočet nárazu sa postupovalo podľa STN1991-1-7, tab. 4.1

Pre miestne komunikácie (rýchlosť 50km/h) sú nárazové sily nasledovné

$F_x = 500 \text{ kN}$.

$F_y = 250 \text{ kN}$.

Sila sa má aplikovať podľa čl.4.3.1 odsek 3. Výška nárazu bola stanovená 0,5 m nad vozovkou.

5.3.2 Mimoriadne zaťaženie snehom

Pozri časť 5.2.3 zaťaženie snehom, mimoriadne hodnoty.

6. KOMBINÁCIE ZAŤAŽENÍ

Kombinácie zaťaženií pre medzné stavy únosnosti (MSÚ/ULS)

$$\sum \gamma_{G,\text{sup}} G_{k,j,\text{sup}} + \sum \gamma_{G,\text{inf}} G_{k,j,\text{inf}} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (\text{Rov. 6.10})$$

Kombinácie zaťaženií pre medzné stavy použiteľnosti (MSP/SLS)

Charakteristická kombinácia zaťaženií

$$\sum G_{k,j,\text{sup}} + \sum G_{k,j,\text{inf}} + P + Q_{k,1} + \sum \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (\text{Rov. 6.14 b})$$

Kombinácie zaťaženií pri mimoriadnych návrhových situáciách

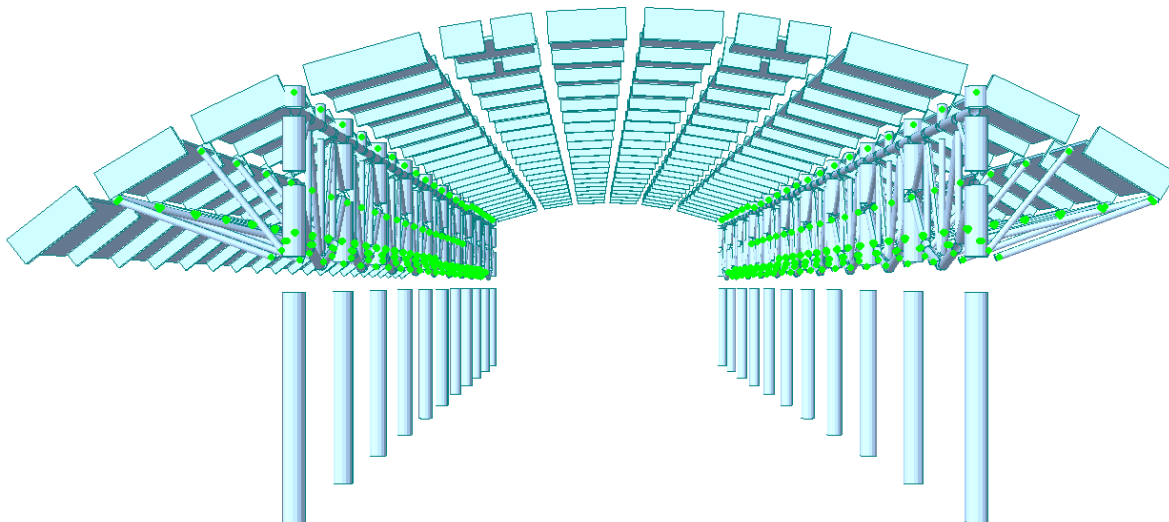
$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j}'' + P'' + A_d'' + (\psi_{1,1} \text{ alebo } \psi_{2,1}) Q_{k,1}'' + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (\text{Rov. 6.11 b})$$

6.1 Kombinačné súčinitele a súčinitele zaťaženia

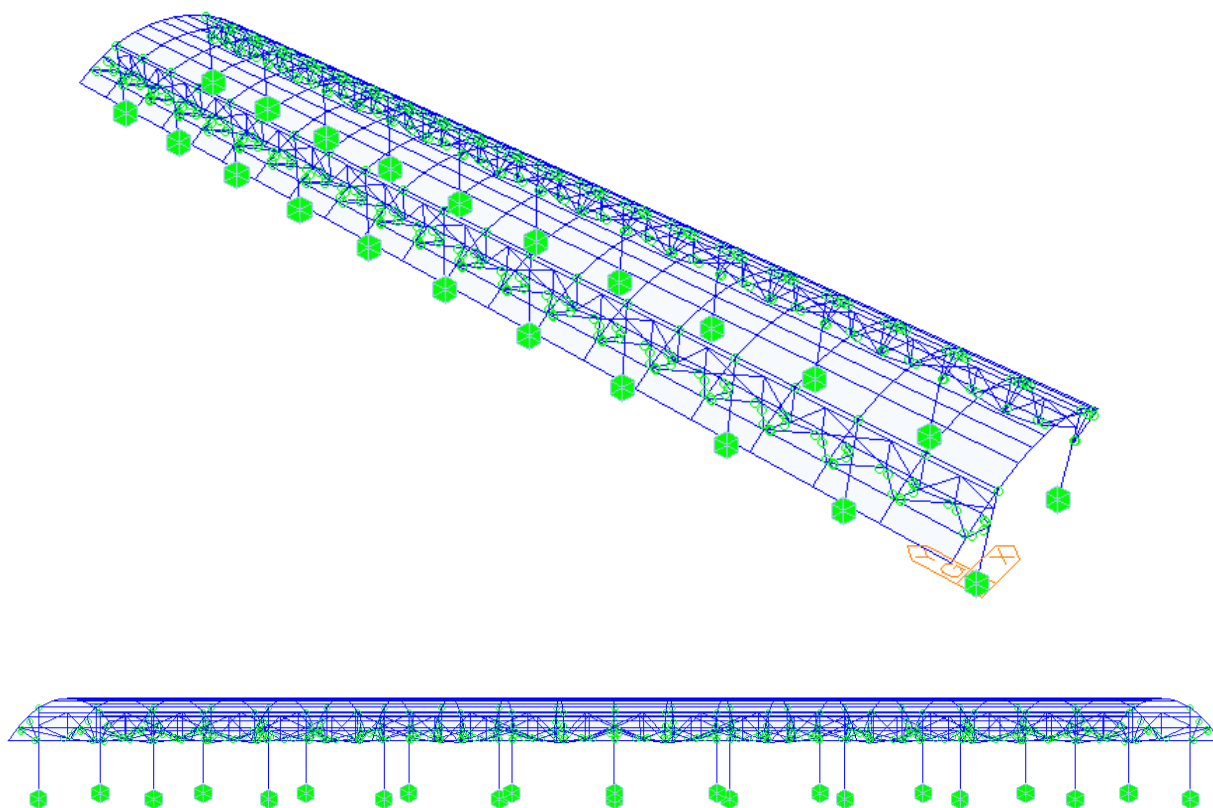
N.	Zaťaženie	parc. súč.		skupina	ψ_0	ψ_1	ψ_2
		γ_{sup}	γ_{inf}				
1	Vlastná tiaž	1,35	1,00	Stále	1,0	1,0	1,0
2	Ostatné stále	1,35	1,00	Stále	1,0	1,0	1,0
3	Trolejové vedenie	1,00	1,00	Trolej	1,0	1,0	1,0
4	Vietor	1,50	0,00	Vietor	0,6	0,2	0
5	Sneh char.	1,50	0,00	Sneh	0,5	0,2	0
6	Sneh mim.	1,00	0,00	Mim.	-	-	-
7	Náraz mim	1,00	0,00	Mim.	-	-	-
8	Teplota T_n	1,50	0,00	Teplota	0,6	0,5	0
9	Sadanie	1,20	0,00	Sadanie	1,0	1,0	1,0

7. STATICKÁ ANALÝZA

7.1 Výpočtový model nosnej konštrukcie



Obr. Model konštrukcie s prierezmi v perspektíve (rozložené na prvky)



Obr. Pohľady na model konštrukcie v perspektíve.

7.2 Posúdenie dreveného nosníka na MSÚ

Návrhové sily

$N = -50$ kN, $N < 0$ - tlak

$M_y = 214$ kNm

$M_z = 12$ kNm

$V_z = 100$ kN

$V_y = 5$ kN

Trieda použitia 2, (prekrytá konštrukcia - exteriér), podľa STN EN 1995-1-1 čl 2.3.1.3

Uvažuje sa so strednodobým zaťažením (1 týždeň – 6 mesiacov)

$L_{crz} = 13,5 * 0,52 = 7$ m

$L_{cry} = 13,5 * 1,0 = 13,5$ m

Trieda dreva – GL28h, lepené lamelové drevo

Rozmer prierezu - obdĺžnik

Výška 600 mm

Šírka 250 mm

Využitie prierezu na MSU – vyhovuje 89,9 %

Posouzení kombinace tlaku a ohybu:

Normálová síla $N = -50,000$ kN

Ohybový moment $M_y = 214,000$ kNm

Ohybový moment $M_z = -12,000$ kNm

Štíhlost pro vybočení kolmo k ose z $\lambda_z = 18,7$

Štíhlost pro vybočení kolmo k ose y $\lambda_y = 77,9$

Rozhodující štíhlost $\lambda = 77,9$

Výpočet vlivu vzpěru:

Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,y} = 1,281$

$k_y = 1,370$

$k_{c,y} = 0,539$

Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu $\gamma_M = 1,250$

Modifikační součinitel $k_{mod} = 0,800$

Návrhová pevnost v tlaku $f_{c,0,d} = 17,920$ MPa

Výpočet klopení od momentu M_y :

kritické napětí $\sigma_{m,crit} = 63,904$ MPa

poměrná štíhlost $\lambda_{rel,m} = 0,662$

součinitel klopení $k_{crit} = 1,000$

Součinitel zvětšení charakteristické pevnosti v ohybu od M_y : $k_{h,M_y} = 1,000$

Součinitel zvětšení charakteristické pevnosti v ohybu od M_z : $k_{h,M_z} = 1,091$

Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu $\gamma_M = 1,250$

Modifikační součinitel $k_{mod} = 0,800$

Návrhová pevnost v ohybu od momentu M_y : $f_{m,y,d} = 17,920$ MPa

Návrhová pevnost v ohybu od momentu M_z : $f_{m,z,d} = 19,560$ MPa

Posudek v pravém horním rohu průřezu:

$W_y = -1,500E07$ mm³

$W_z = 6,250E06$ mm³

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} * f_{c,0,d}) = -0,034$

$\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} * M_y / f_{m,y,d}) = -0,796$

$k_m * \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} = -0,069$

$|-0,034 + -0,796 + -0,069| < 1$ Vyhovuje

Posouzení smyku od posouvajících sil:

Posouvající síla $V_z = 100,000$ kN

Posouvající síla $V_y = 5,000$ kN

Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu $\gamma_M = 1,250$

Modifikační součinitel $k_{mod} = 0,800$

Návrhová pevnost ve smyku $f_{v,d} = 2,240$ MPa

Součinitel vlivu trhlin $k_{cr} = 0,670$

Posudek v těžišti průřezu:

statický moment $S_y = 1,125E07$ mm³

tloušťka $t_y = 250,0$ mm

napětí $\tau_{vz} = V_z * S_y / (I_y * k_{cr} * t_y) = 1,493$ MPa

statický moment $S_z = 4,688E06$ mm³

tloušťka $t_z = 600,0$ mm

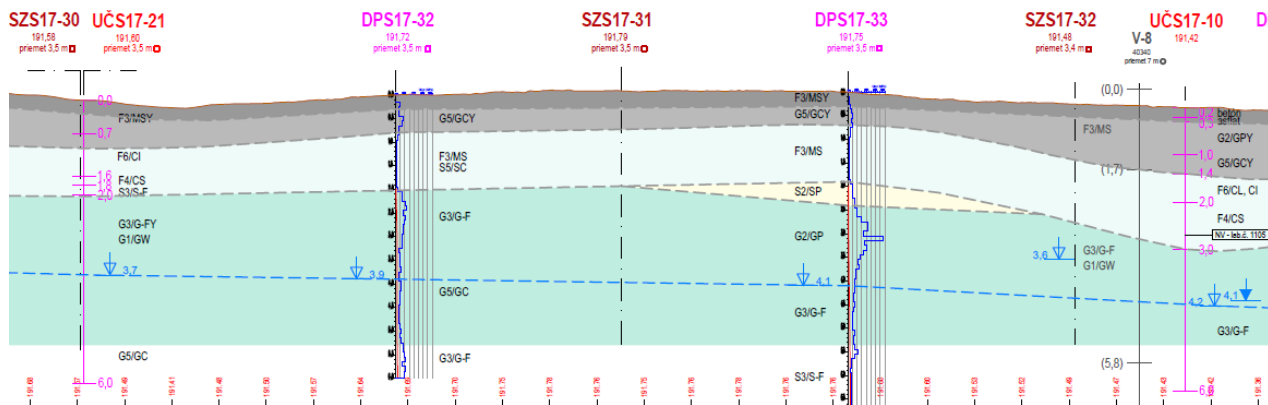
napětí $\tau_{vy} = V_y * S_z / (I_z * k_{cr} * t_z) = 0,075$ MPa

$\sqrt{(\tau_{vz}^2 + \tau_{vy}^2)} / f_{v,d} = 0,667$

$0,667 < 1$ Vyhovuje

7.3 Návrh a posúdenie pilóty

V blízkosti stavebného objektu sa nachádzajú 2 jadrové vrty UČS17-21 a UČS17-10.



Výrez z pozdĺžneho schematického IG profilu z úseku UČS 17, km 2,440 – 3,274

UČS17-10 (191,42 m n. m.)

Dátum vŕtania: 19.04.2021

Kvartér

0,00 – 0,20 m Betón.

0,20 – 0,30 m Asfalt.

0,30 – 1,00 m Navážka – makadam veľkosti 1-3 cm obsahu 80-90 %, s pieskom. Do hĺbky 0,5 m drobné zrná a úlomky asfaltu.

1,00 – 1,40 m Navážka – ostrohranné úlomky ružových vápencov veľkosti 1-4 cm, ojedinále 5-8 cm, obsahu cca 80 %, s prachom a jemným pieskom.

1,40 – 2,00 m Íl s nízkou až strednou plasticitou F6/CL, CI, fluviálny, tmavohnedý, pevnej konzistencie, prekorený, s piesčitou prímiesou.

2,00 – 2,60 m Íl piesčitý F4/CS tuho-pevný, s prechodom do jemného piesku ílovitého S5/SC, fluviálny, hnedej farby s hrdzavými a čiernymi zátekmi.

2,60 – 3,00 m Íl piesčitý F4/CS, fluviálny, sivý, tuhej konzistencie, na povrchu hrdzavý.

3,00 – 6,00 m Štrk piesčitý G3/G-F, fluviálny, hnedý, tvorený zaoblenými, pevnými zdravými valúnami pestrej petrografickej skladby, veľkosti 1,5-3 cm, max. a lokálne 5-9 cm (10-15 %), obsahu v rozmedzí 65-80 %. Hrubšie polohy štrkov sú v hĺbke 3,05-3,6 m a 5,0-6,0 m.

Hladina podzemnej vody narazená: 4,20 m p. t.

vystúpená: 4,10 m p. t.

Výnos vrtného jadra: 0,0 – 6,0 m ~ 90-100 %

UČS17-21 (191,60 m n. m.)

Dátum vŕtania: 19.04.2021

Kvartér

0,00 – 0,05 m Silt piesčitý F3/MSY, tmavohnedý, tuhej konzistencie, prekorený.

0,05 – 0,70 m Silt piesčitý F3/MSY, s nízkou plasticitou, hnedý, jemne prekorený, s pevnými úlomkami hornín veľkosti 2-10 cm, obsahu do 10 %.

0,70 – 1,60 m Íl so strednou plasticitou F6/CI, hnedý, pevnej až tvrdej konzistencie, jemne prekorený.

1,60 – 1,80 m Íl piesčitý F4/CS až piesok ílovitý S5/SC, fluviálny, hnedý, sivastý a hrdzavý, poloha jemne prekorená.

1,80 – 2,00 m Piesok s prímiesou jemnozrnej zeminy S3/S-F, fluviálny, hrubozrnný.

4,00 – 6,00 m Štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy G3/G-F až štrk dobre zrnený G1/GW, fluviálny, do 4,5 m hnedý, do 5,0 m sivý, hlbšie hnedý. Do hĺbky 3,2 prevažne drobný veľkosti 0,5-2 cm, max. 5-7 cm, do hĺbky 5,8 m štrk veľkosti 0,5-7 cm, v priemere 2-4 cm. Obsah štrku je do 70-80 %. Výplň je piesčitá s jemnozrnnou zeminou. Valúny sú zaoblené, zdravé, pestrej petrografickej skladby. Poloha 5,8-6,0 m je viac ílovitá G5/GC.

Hladina podzemnej vody narazená: 3,70 m p. t.

vystúpená: 3,70 m p. t.

Výnos vrtného jadra: 0,0 – 6,0 m ~ 95-100 %

Vo výpočte sa uvažovalo s vrtom	UČS17-21, kóta 192 m n. m.
Modul reakcie podložia	konštantný
Výpočet zvislej únosnosti	pružinová metóda, výpočet pre odvodené podmienky
Priemer pilóty	600 mm
Dĺžka pilóty	5000 mm
Pilóty	vŕtane a pažené s výpažnicami
Redukcia odporu	0,5
Objemová tiaž	23 kN/m ³ ,
Betón	C25/30
Oceľ betonárska	B500B

Posúdenie zvislej únosnosti pilóty

Zaťažovacia krivka

Číslo	Zaťaženie [kN]	Sadnutie [mm]
1	0,00	0,0
2	230,63	2,4
3	270,58	2,9
4	304,64	3,5
5	330,20	3,9
6	341,76	4,2
7	349,64	4,5
8	553,69	14,6
9	561,28	15,0

Pre úžitné zaťaženie $Q = 309,29$ kN je sadnutie pilóty 3,5 mm, hĺbka deformačnej zóny pod päťou je 0,64 m ($1,069 \times D$).

Posúdenie vodorovnej únosnosti, tlak a ohyb

Vystuženie 8 ks profil 28 mm, krytie 80 mm

Stupeň vystuženia 1,742 % > 0,5 %

Zaťaženie: Ned = 433 kN, Med = 387 kNm

Únosnosť: Nrd = 483 kN, Mrd = 432 kNm

posúdenie vyhovuje

Posúdenie na šmyk

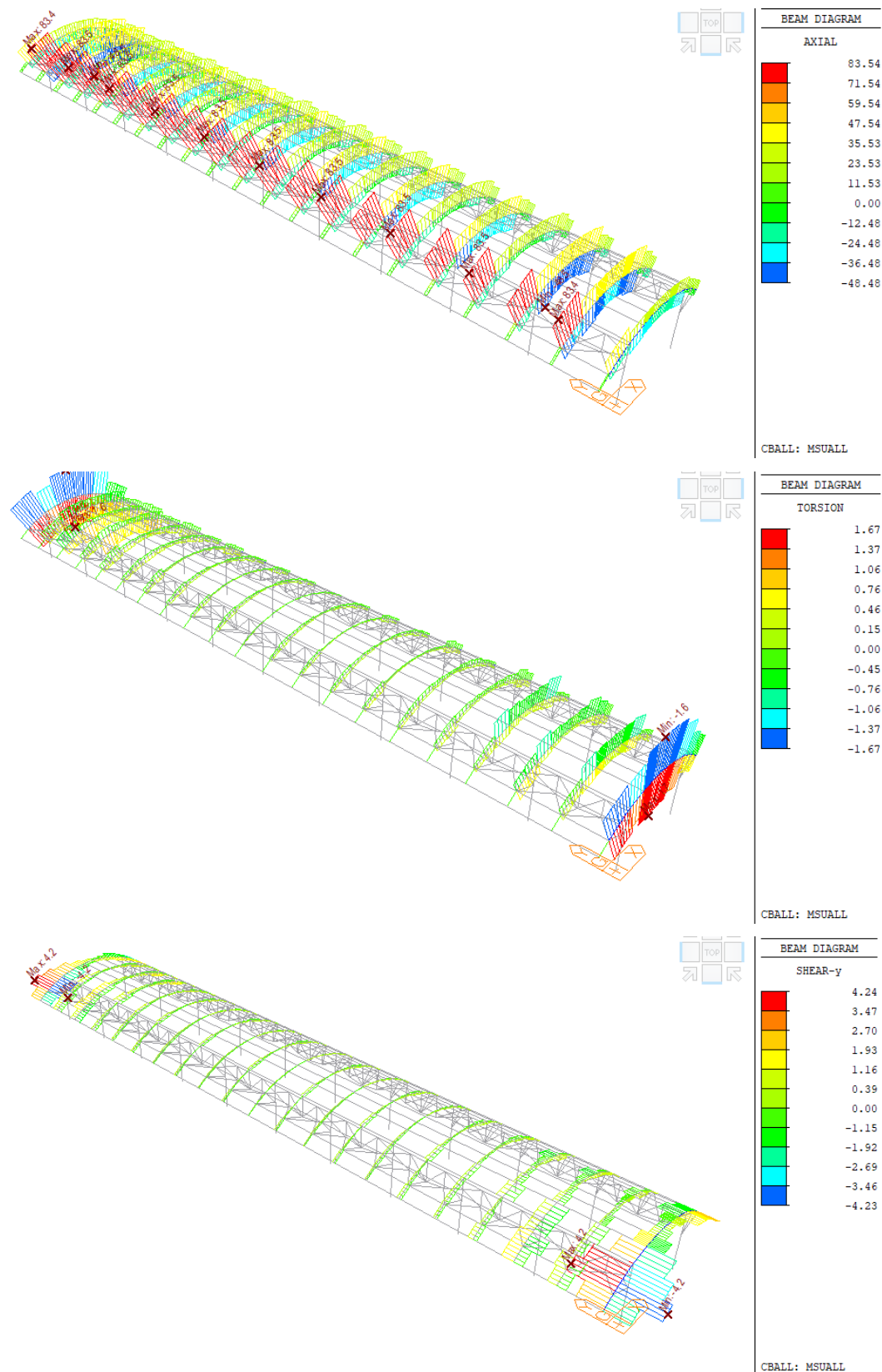
Šmyková výstuž 2 ks profil , 10 mm, vzdialenosť 250 mm

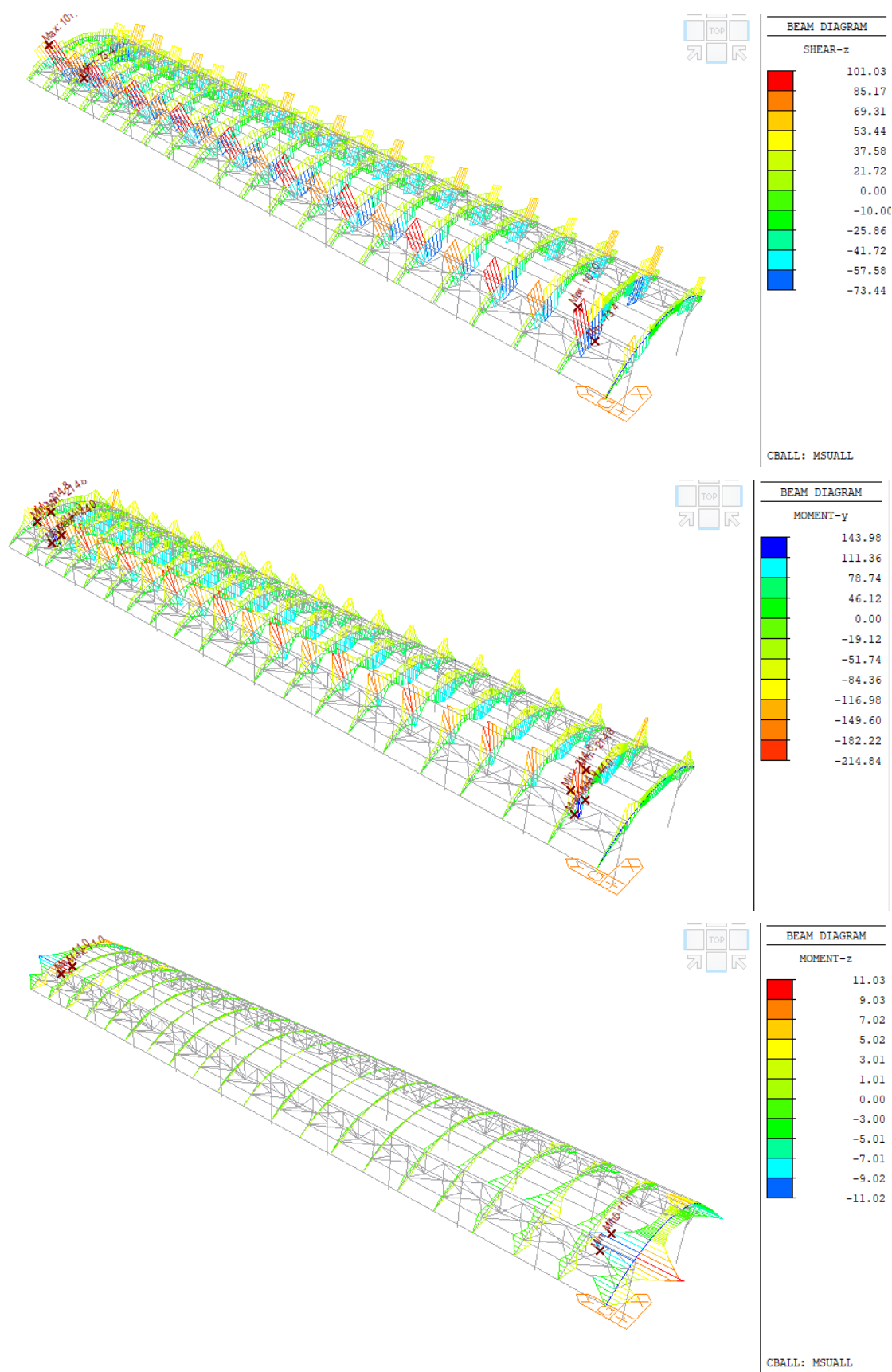
Asw= 628 mm²

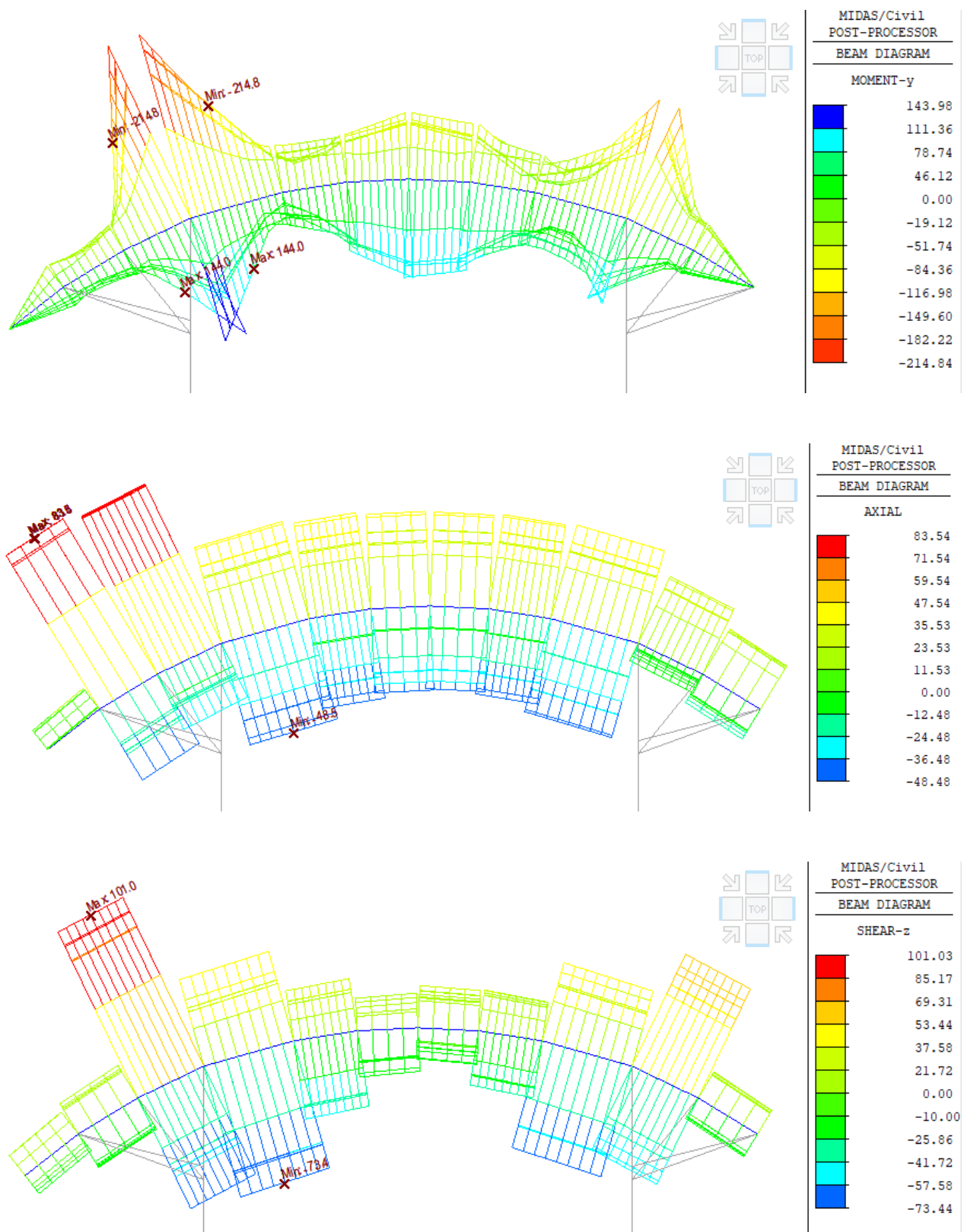
Posúvajúca sila na medzi únosnosti $V_{rd} = 295$ kN > $169 = V_{ed}$ *posúdenie vyhovuje*

7.4 Vykreslenie priebehov vnútorných síl z kombinácie MSÚ

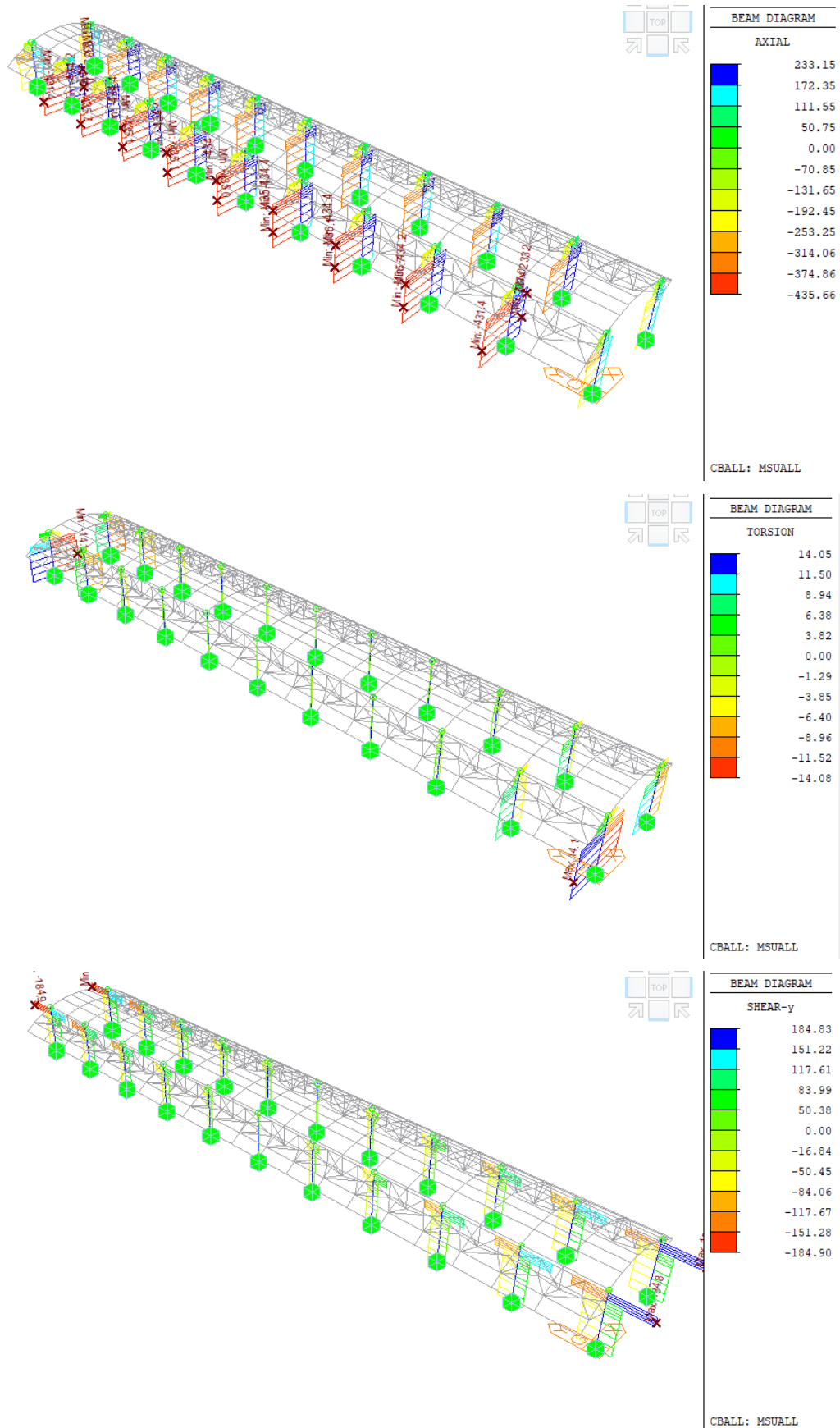
7.4.1 Drevený lepený nosník GI28h (600 x 250 mm)

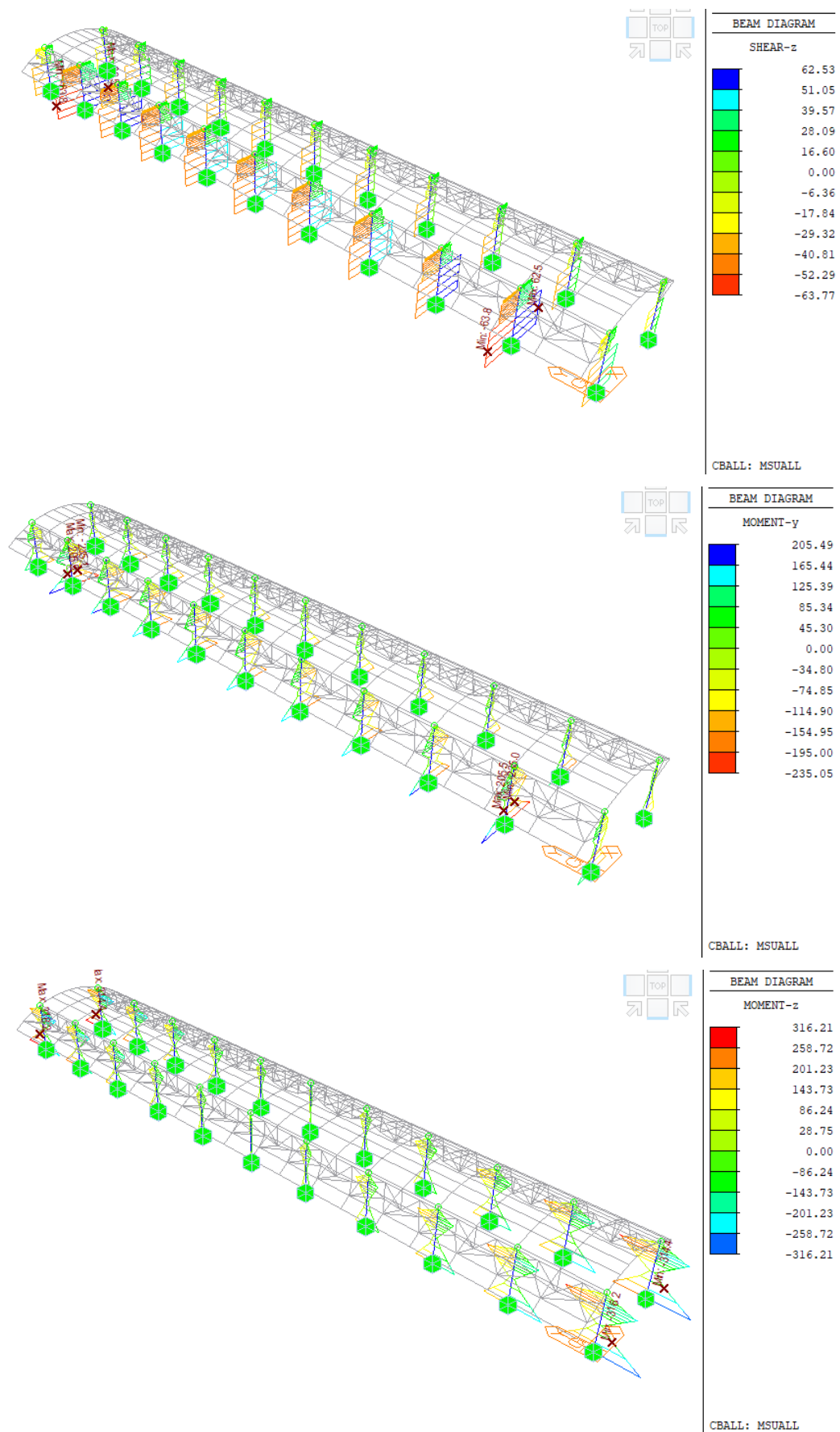




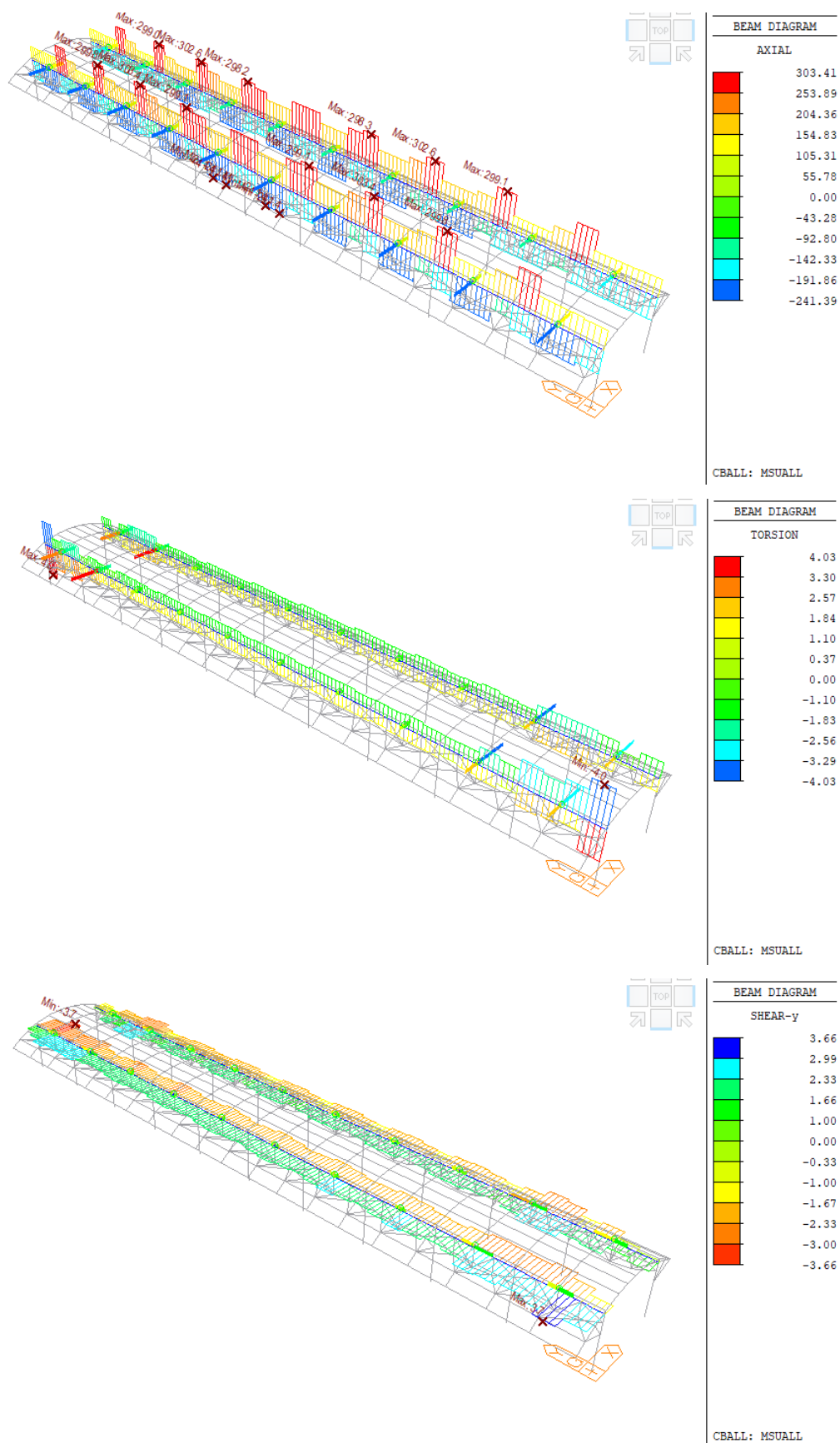


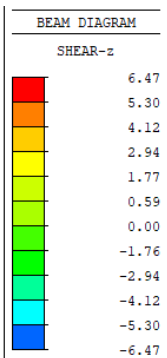
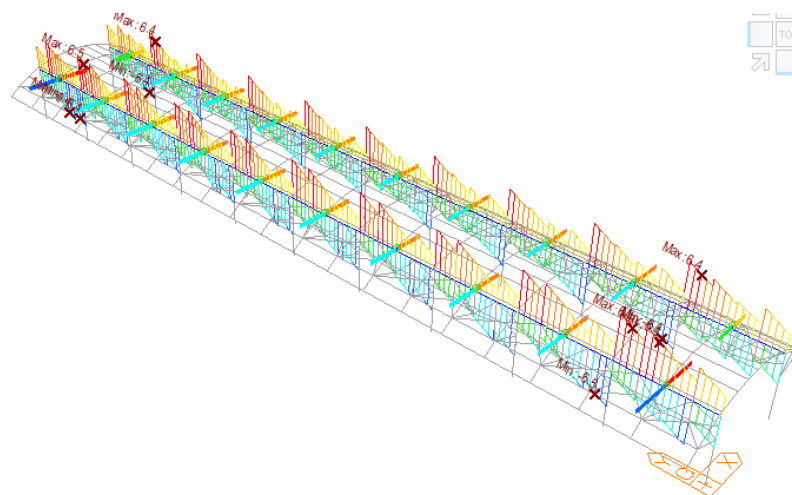
7.4.2 Hlavné stĺpy (CHS 457/10 mm)



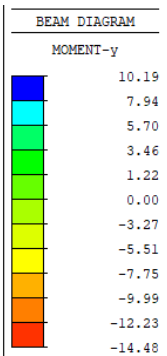
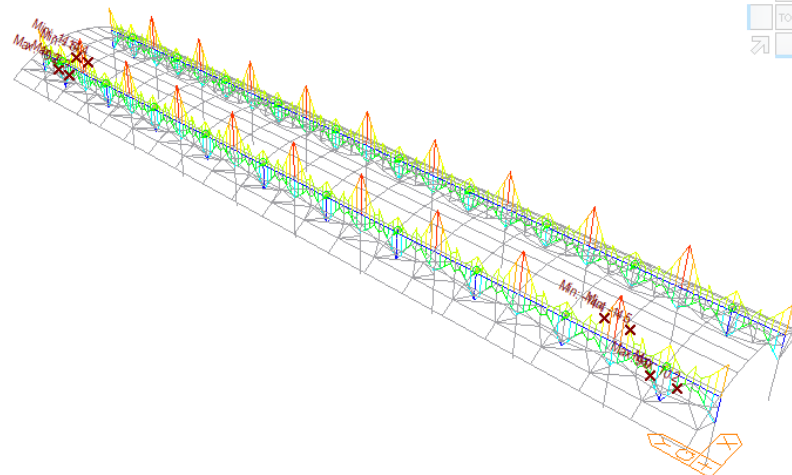


7.4.3 Horný pás väzníka (CHS 219/10)

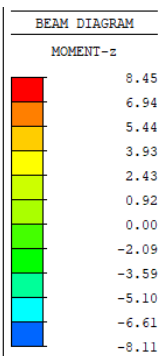
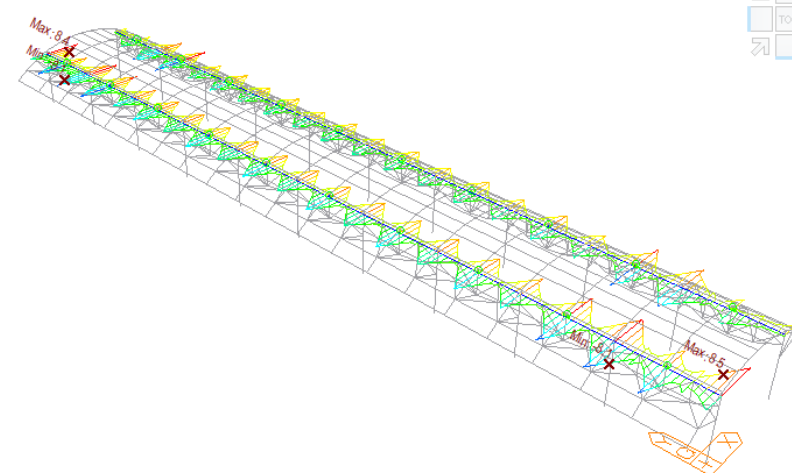




CBALL: MSUALL

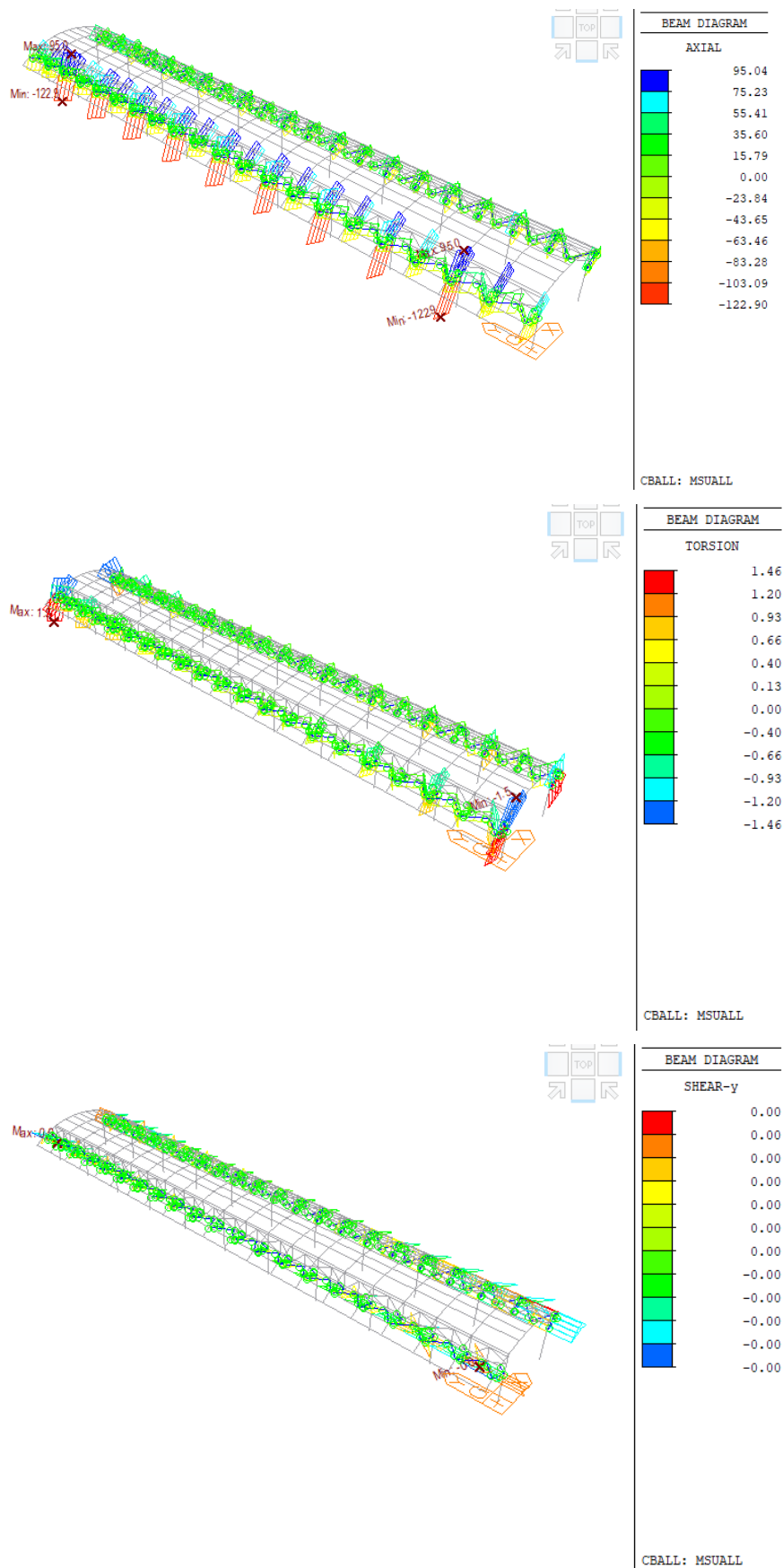


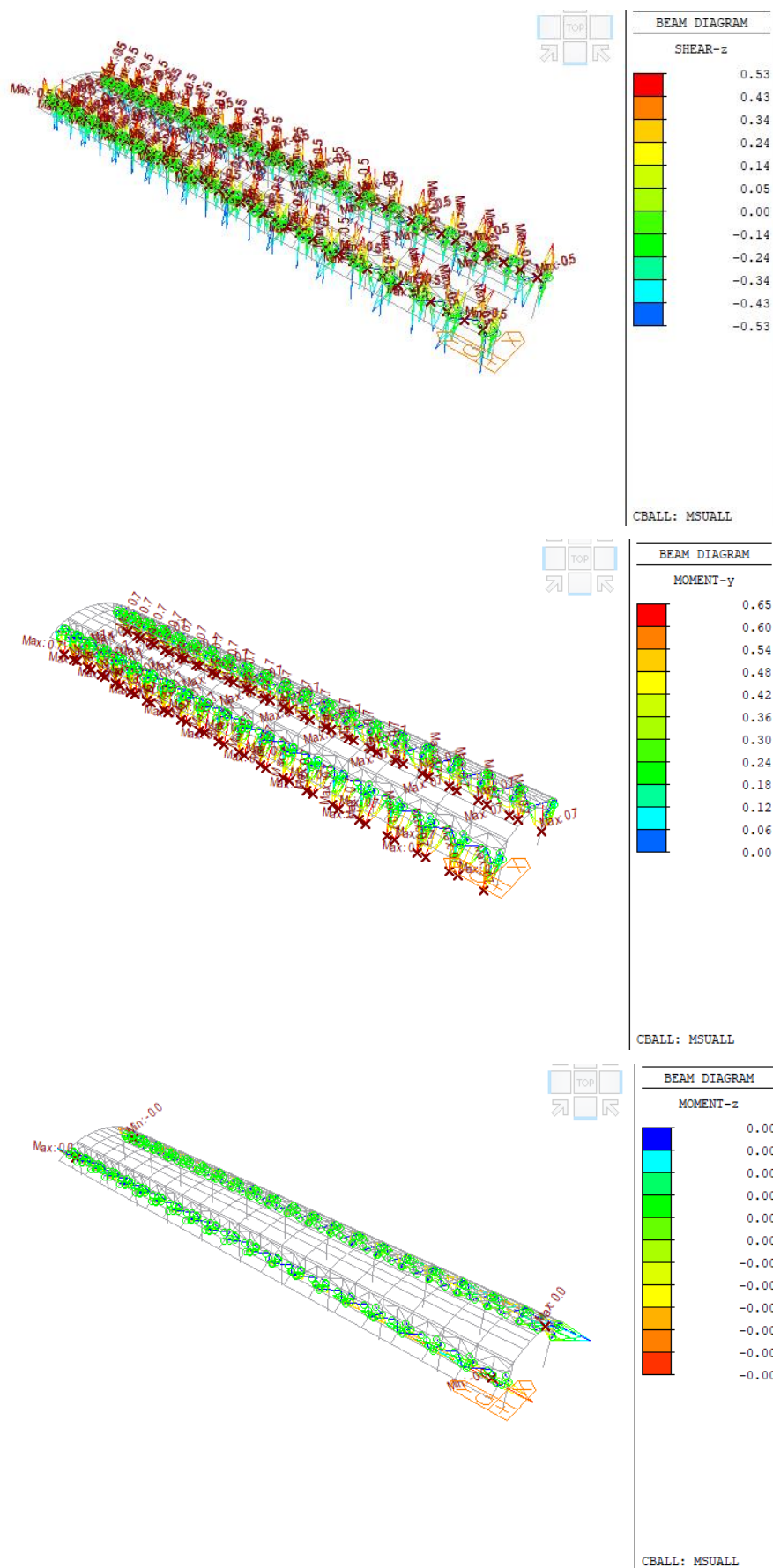
CBALL: MSUALL



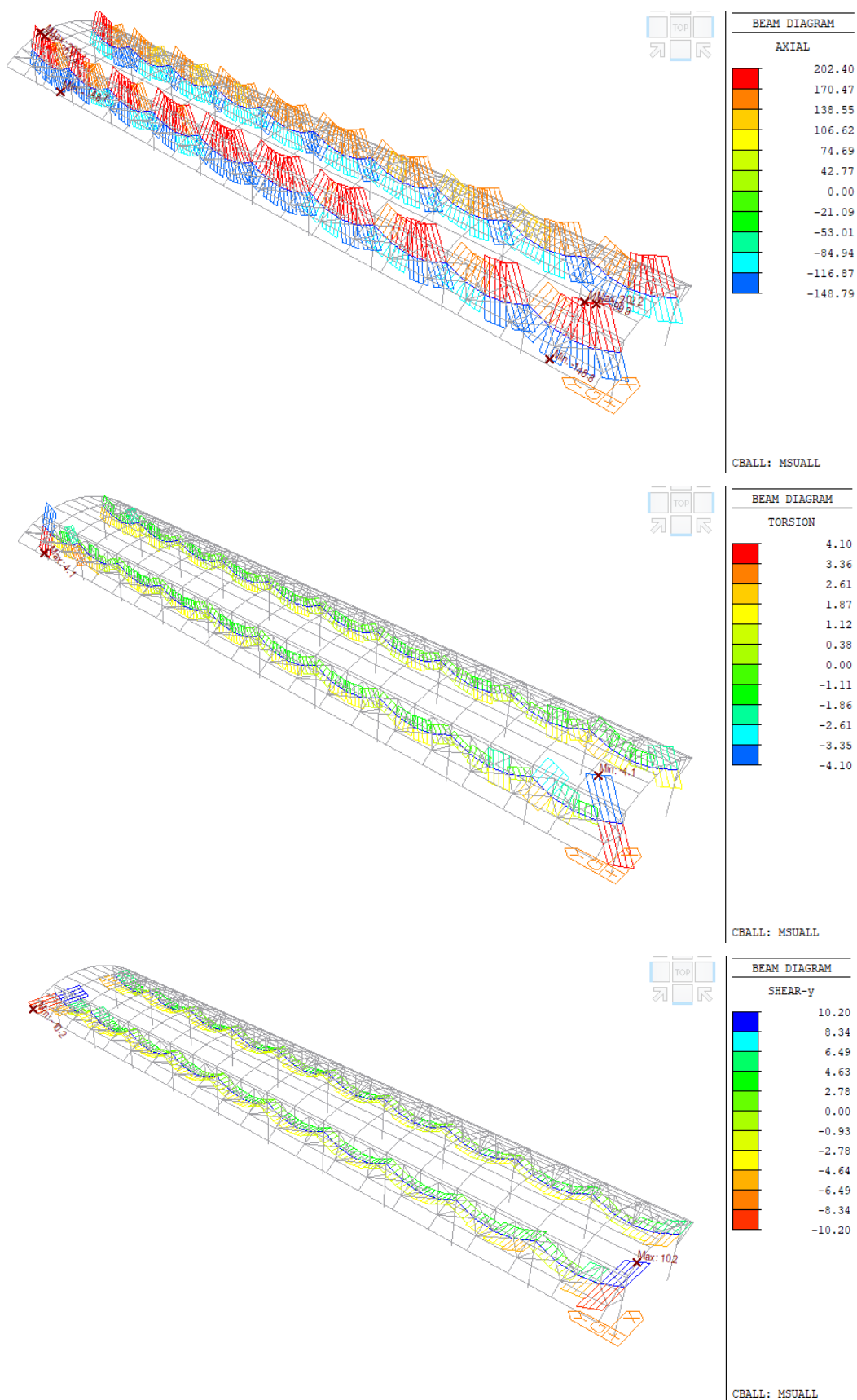
CBALL: MSUALL

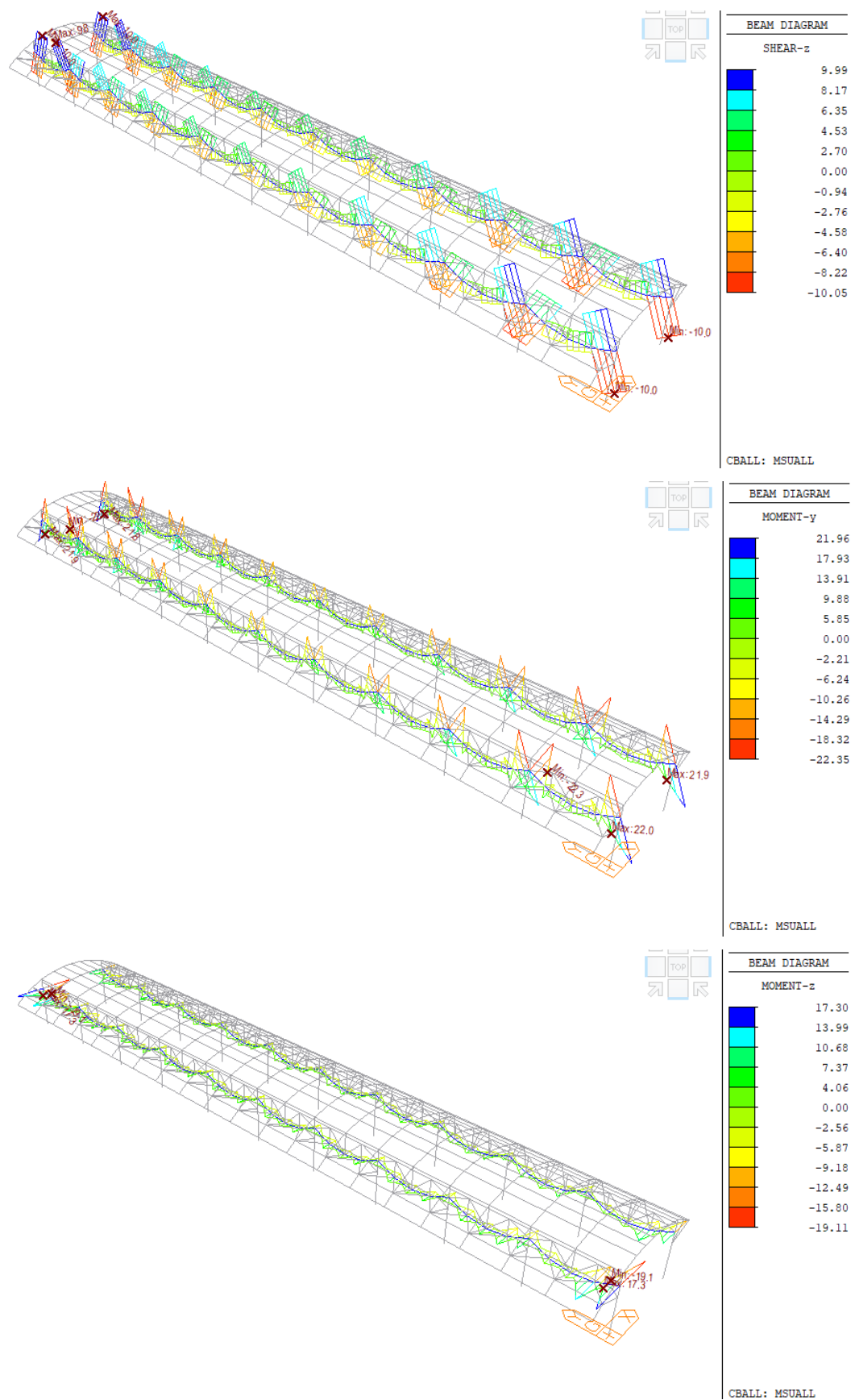
7.4.4 Stužidlá (CHS 139/5)



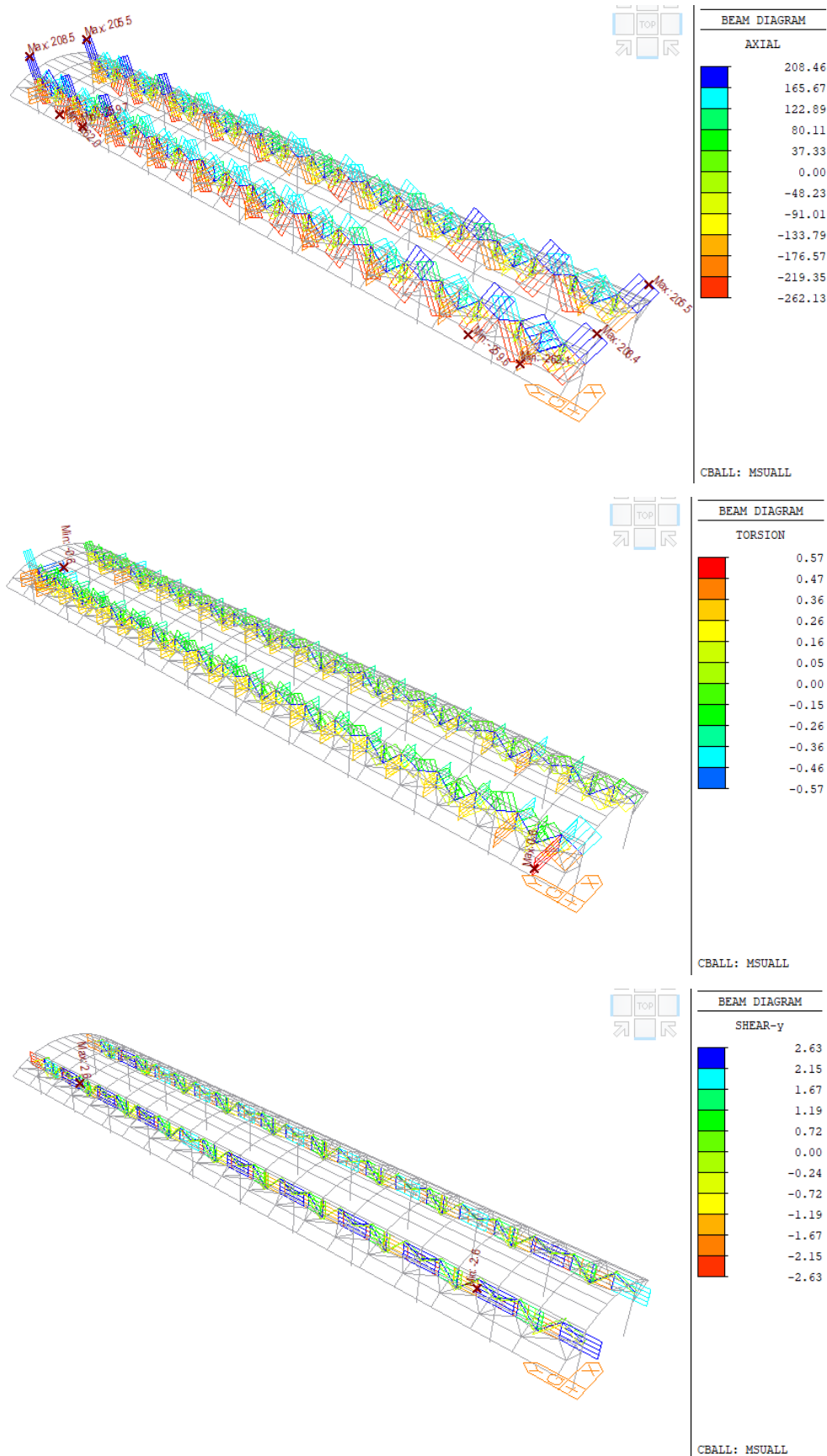


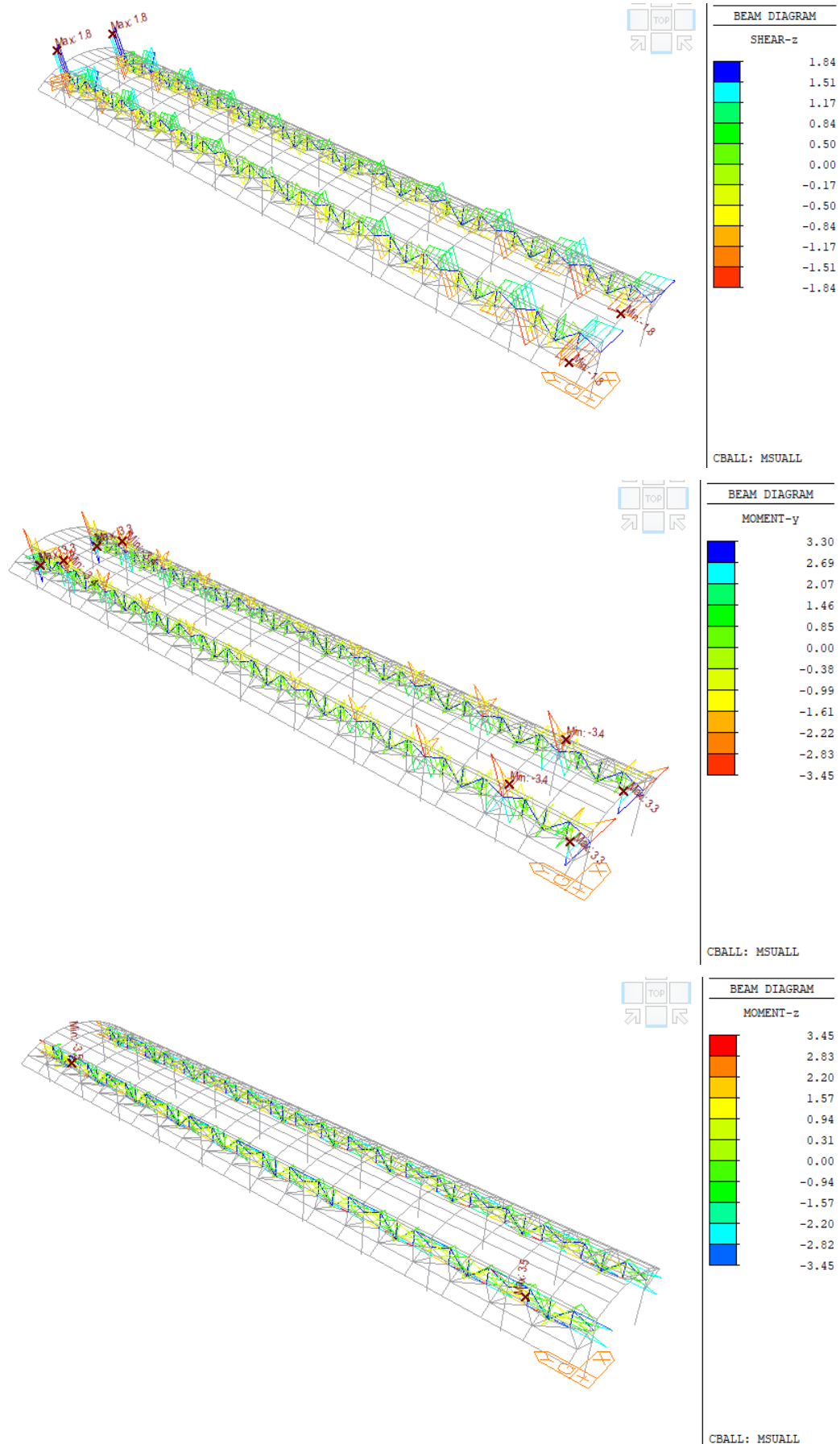
7.4.5 Spodný pás väzníka (CHS 219/8)



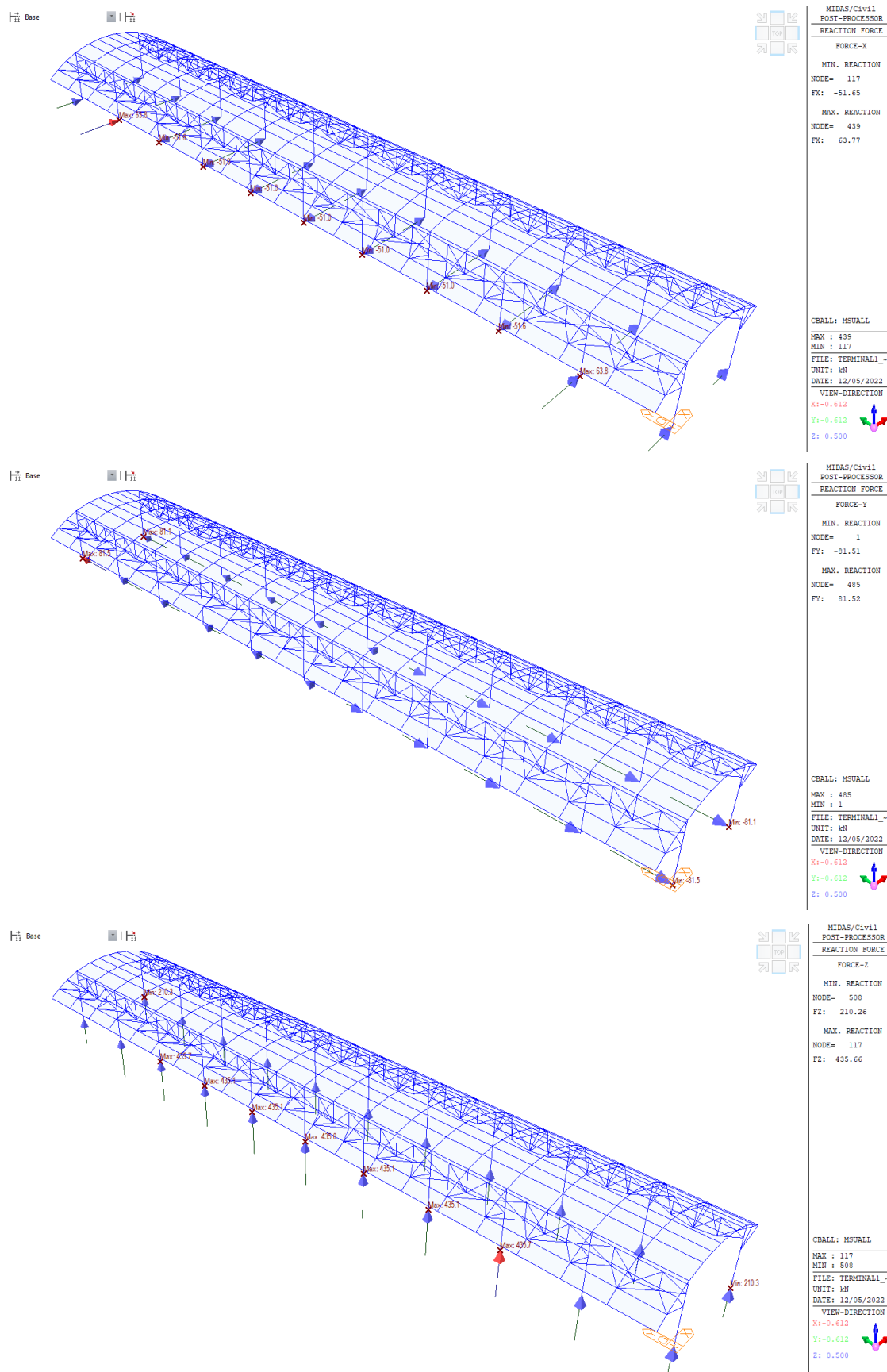


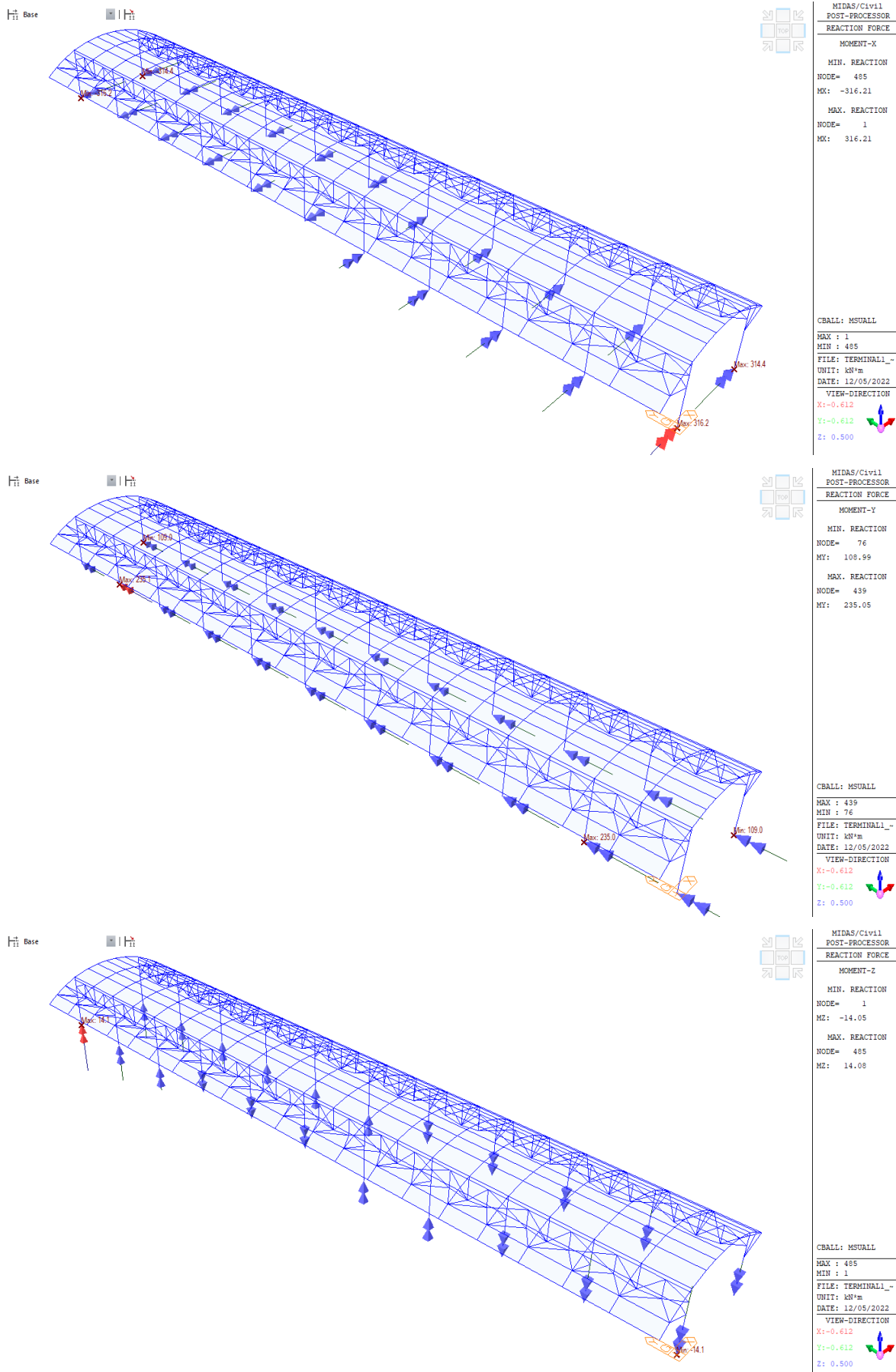
7.4.6 Stúženie väzníka (CHS 139/5)





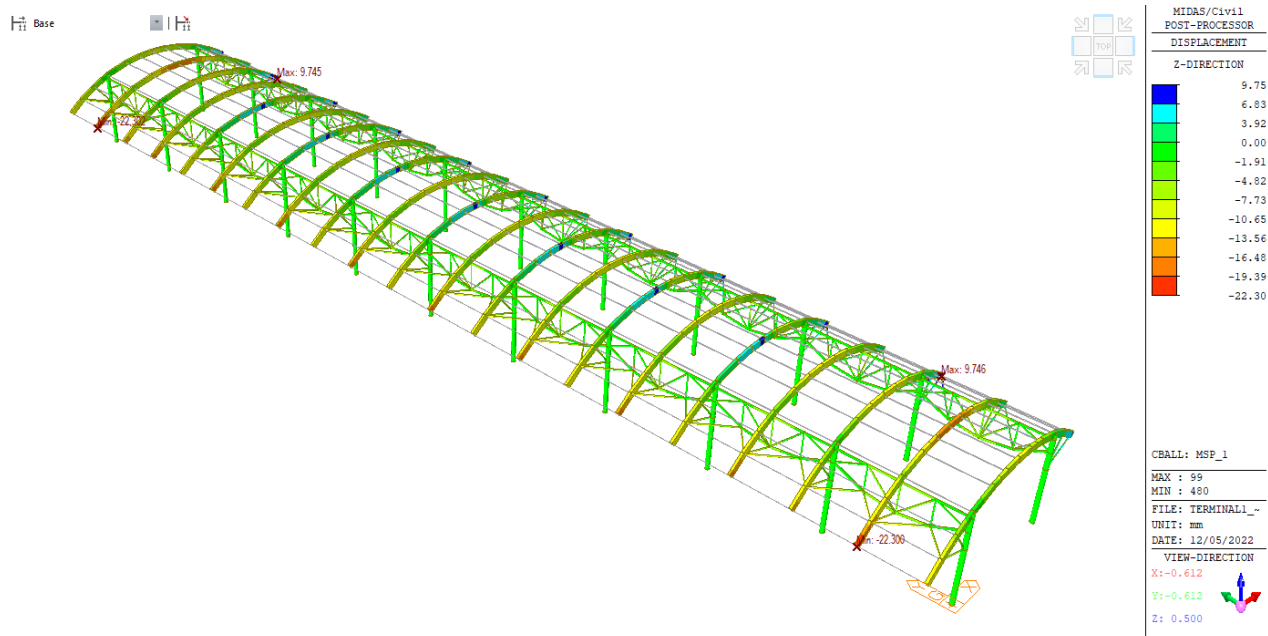
7.5 Vykreslenie reakcií z kombinácie MSÚ



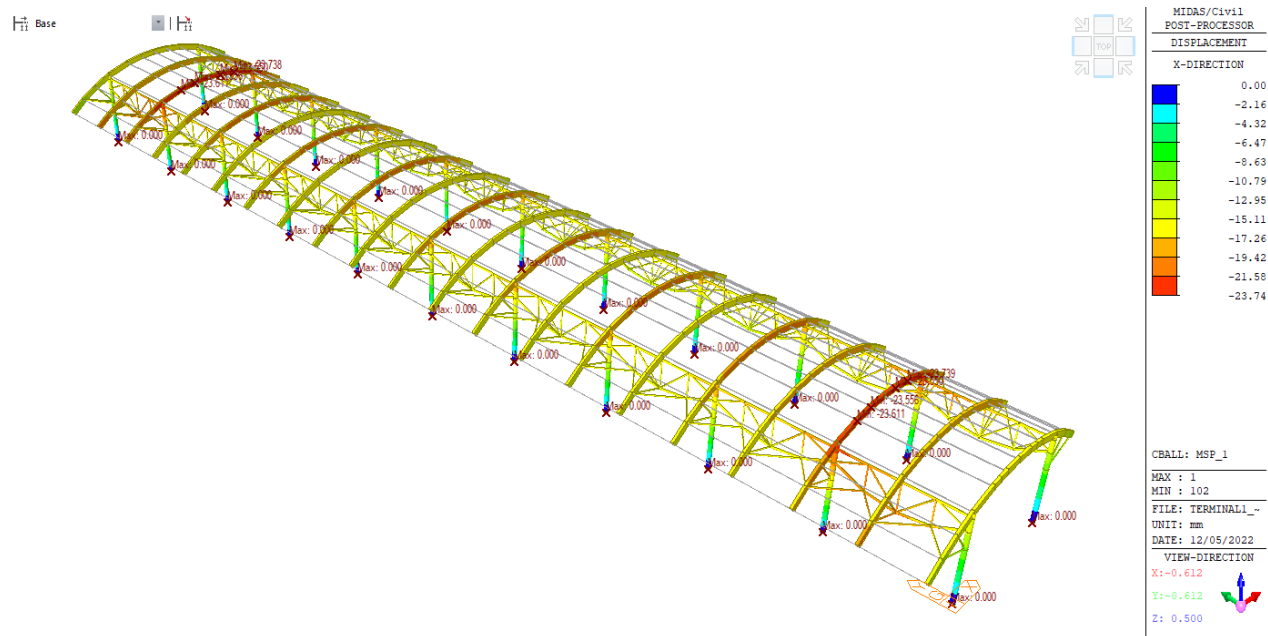


7.6 Vykreslenie a posúdenie priehybov na konštrukcii z kombinácie MSP

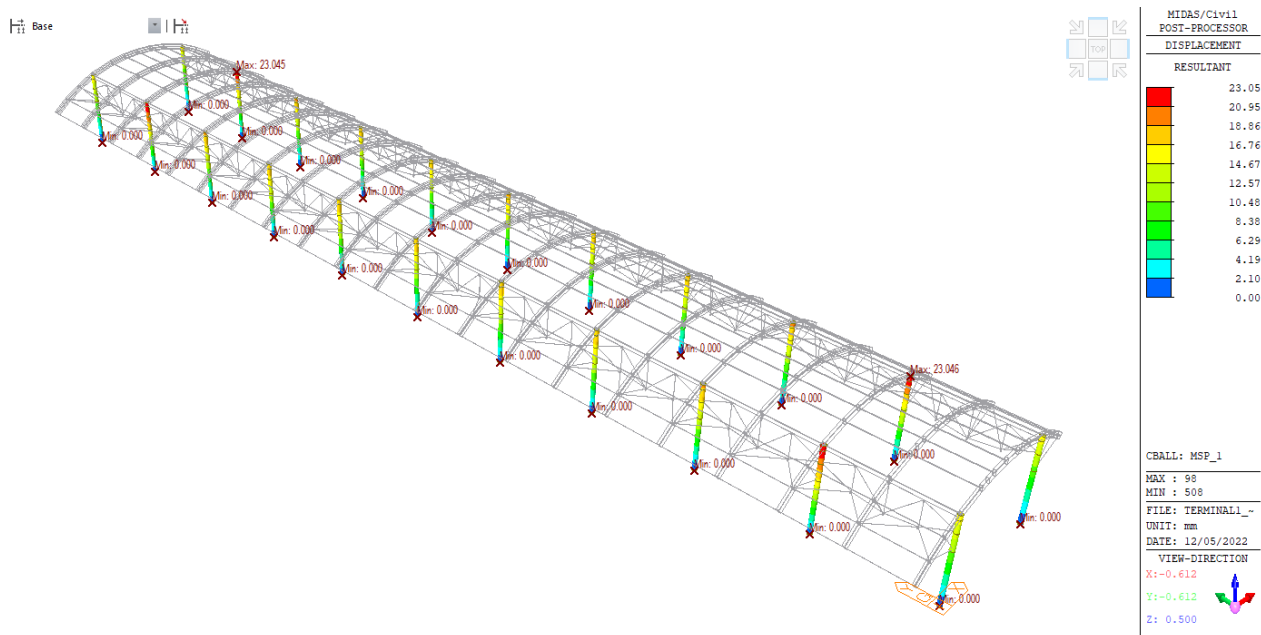
7.6.1 Priehyb Dz od MSP_1 (hlavné zaťaženie - vietor spolu)



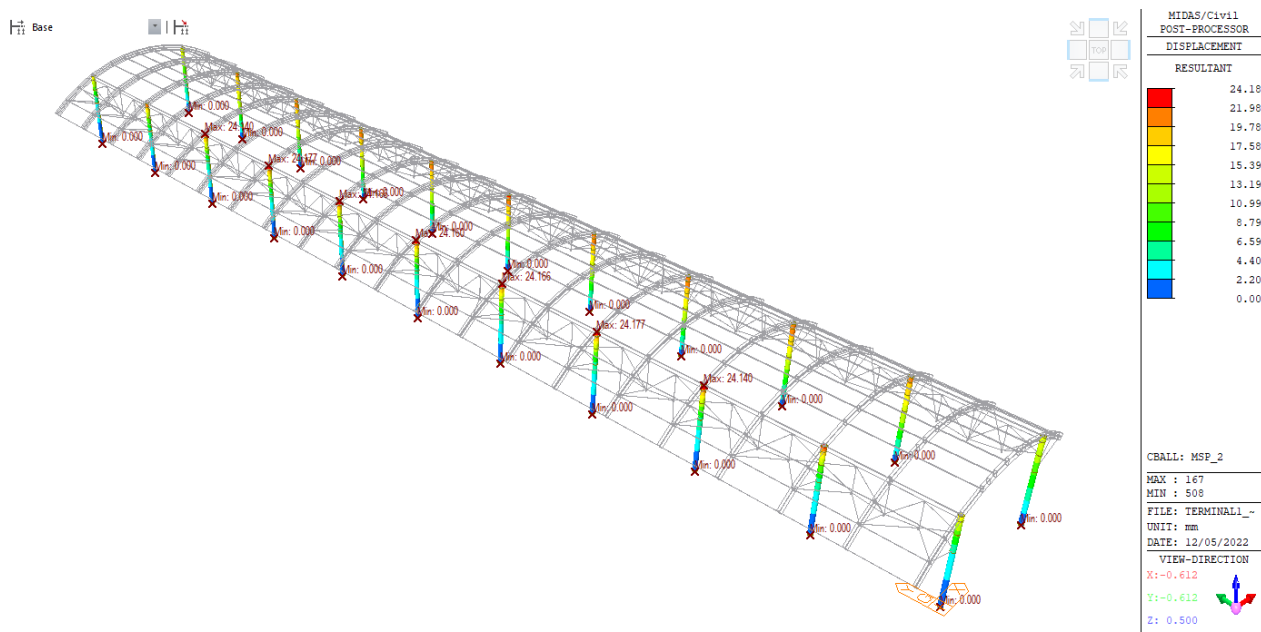
7.6.2 Priehyb Dx od MSP_1 (hlavné zaťaženie - vietor spolu)



7.6.3 Vysledný priehyb (Dyxx) na stĺpoch od MSP_1 (vietor)



7.6.4 Vysledný priehyb (Dyxx) na stĺpoch od MSP_2 (sneh)



Posúdenie priehybov bolo aplikované podľa STN EN1993-1-1/NA ,
 NA.2.22 článok 7.2.1 (1) B Zvislé priehyby, POZNÁMKA B

Medzné hodnoty zvislých priehybov konštrukcií budov sa určujú z výrazu (NA.1) a tabuľky NA.2.22, v ktorej L je rozpätie nosníka alebo dvojnásobok dĺžky konzoly. Pri priestorových konštrukciách alebo v iných prípadoch, v ktorých klasifikácia nosných prvkov podľa tabuľky NA.2.22 nie je zrejmá, sa priehyb δ_{max} každého prvku vzťahujú k spojici jeho podpier obmedzuje hodnotou $1/250$ jeho rozpätia.

NA.2.23 článok 7.2.2(1) B Vodorné priechyby, POZNÁMKA B

Medzné hodnoty vodorovných priechybov δ_2 konštrukcií budov sa odporúča určovať nasledovne:

Prvky stien:

- | | |
|---|-----------|
| – priečle zasklenia | $L/200$ |
| – stĺpiky a pažníky | $L/250$ |
| – stĺpiky a pažníky zasklených a vymurovaných stien | $L/300$. |

Vrcholy stĺpov budov bez žeriavových dráh od zaťaženia vetrom:

- | | |
|--------------------------------|-------------|
| – pri portálových rámoch | $h/150$ |
| – pri jednopodlažných budovách | $h/300$ |
| – pri viacpodlažných budovách: | |
| a) v každom podlaží | $h/300$ |
| b) pre konštrukciu ako celok | $h_0/500$. |

kde hodnota h je výška stĺpa alebo podlažia;

h_0 celková výška konštrukcie.

Pre posúdenie:

- konzoly dreveného nosníka bol stanový priechýb $\delta_{\max} = 2L/250$

$$22-10 = 12 < 2 \cdot 2000/250$$

12 < 16 mm posúdenie vyhovuje

- dreveného nosníka v strede rozpätia bol stanovebý priechýb $\delta_{\max} = L/250$

$$25 < 13500/250$$

25 < 54 mm posúdenie vyhovuje

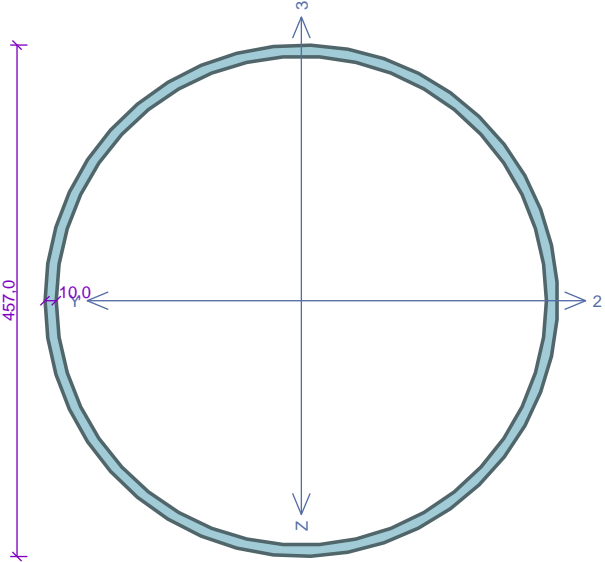
- oceľových stĺpov vo vodorvnom smere bol stanovený medzný priechýb $\delta_{\max} = L/300$

$$25 < 9000/300$$

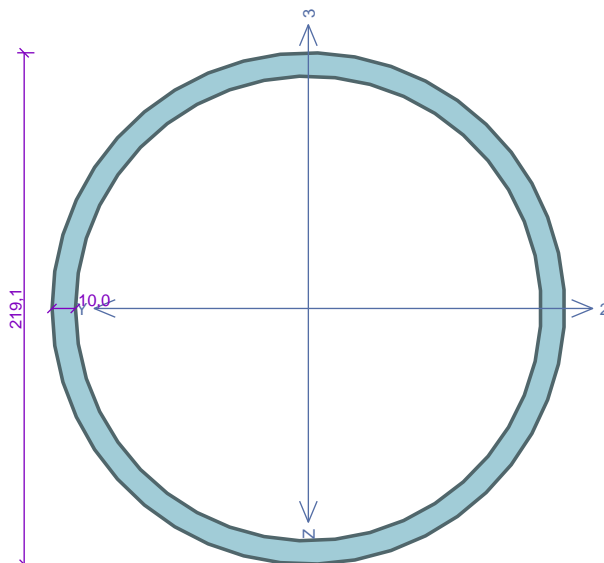
25 < 30 mm posúdenie vyhovuje

7.7 Posúdenie oceľových prierezov na MSÚ

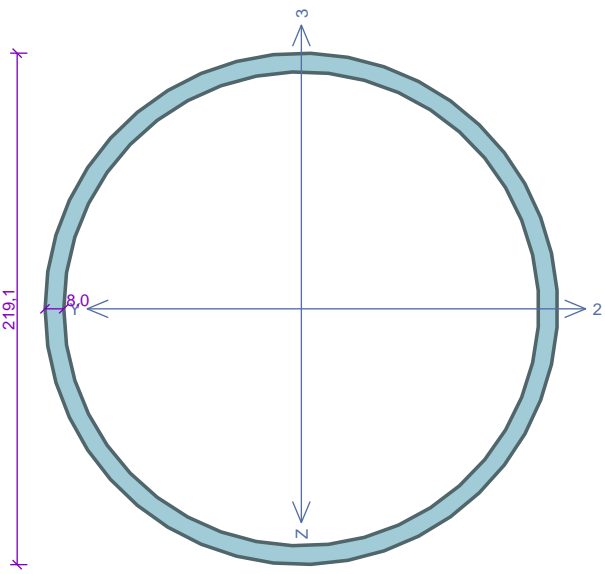
7.7.1 Stĺp - CHS 457/10

STLP CHS457/10	
	<p>Norma EN 1993-1-1/Slovensko.</p> <p>Únosnosť prúžezu : $Y_{M0} = 1,000$ Únosnosť prúžezu při posuzování stability : $Y_{M1} = 1,000$ Únosnosť oslabeného prúžezu : $Y_{M2} = 1,250$</p> <p>Prúžez CFCHS 457.0 x 10.0 Prúžezová plocha: $A = 1,404E04 \text{ mm}^2$ Poloha těžiště: $y_T = 228,5 \text{ mm}$ $z_T = 228,5 \text{ mm}$ Momenty setrvačnosti: $I_y = 3,509E08 \text{ mm}^4$ $I_z = 3,509E08 \text{ mm}^4$ Prúžezové moduly: $W_{y,1} = -1,536E06 \text{ mm}^3$ $W_{z,1} = 1,536E06 \text{ mm}^3$ $W_{y,2} = 1,536E06 \text{ mm}^3$ $W_{z,2} = -1,536E06 \text{ mm}^3$ Moment tuhosti v prostém kroucení: $I_k = 7,018E08 \text{ mm}^4$ Výšečový moment setrvačnosti: $I_w = 1,371E-06 \text{ mm}^6$ Plastické prúžezové moduly: $W_{pl,y} = 1,998E06 \text{ mm}^3$ $W_{pl,z} = 1,998E06 \text{ mm}^3$</p> <p>Materiál: EN 10210-1 : S 355 Materiálové charakteristiky: Mez kluzu f_y : 355,0 MPa Mez pevnosti f_u : 510,0 MPa Modul pružnosti E : 210000 MPa Modul pružnosti ve smyku G : 81000 MPa</p>
	<p>Vnitřní síly v souřadném systému prúžezu Zatěžovací případ s největším využitím Zat. případ 1 $N = -433,000 \text{ kN}$ $V_z = 184,000 \text{ kN}$ $M_y = 235,000 \text{ kNm}$ $V_y = 62,000 \text{ kN}$ $M_z = -316,000 \text{ kNm}$ $T_t = 14,000 \text{ kNm}$ $T_w = 0,000 \text{ kNm}$ $B = 0,000 \text{ kNm}^2$</p>
<p>Parametry vzpěru Délka dílce: 9,000 m $L_z = 9,000 \text{ m}$ $k_z = 2,000$ $L_{cr,z} = 18,000 \text{ m}$ $L_y = 9,000 \text{ m}$ $k_y = 2,000$ $L_{cr,y} = 18,000 \text{ m}$</p>	
<p>Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 1; Třída prúžezu: 2 Posudek smyku od kroucení: Napětí: $T_t = 4,461 \text{ MPa}$; $T_w = 0,000 \text{ MPa}$ Pevnost: $T_{Rd} = 204,959 \text{ MPa}$ $4,461 + 0,000 < 204,959$ Vyhovuje Posudek smyku od posouvající síly V_z: $184,000 \text{ kN} < 1407,794 \text{ kN}$ Vyhovuje Posudek smyku od posouvající síly V_y: $62,000 \text{ kN} < 1407,794 \text{ kN}$ Vyhovuje Vnitřní síly: $N = -433,000 \text{ kN}$; $M_y = 235,000 \text{ kNm}$; $M_z = -316,000 \text{ kNm}$ Posudek nejnepriznivější kombinace vzpěrného tlaku a ohybu: Vzpěr Y: Únosnosti: $N_R = -1583,904 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 992,632 \text{ kNm}$; $M_{z,R} = -992,632 \text{ kNm}$ $0,273 + 0,237 + 0,318 = 0,828 < 1$ Vyhovuje Vzpěr Z: Únosnosti: $N_R = -1583,904 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 1357,501 \text{ kNm}$; $M_{z,R} = -717,881 \text{ kNm}$ $0,273 + 0,173 + 0,440 = 0,887 < 1$ Vyhovuje Štíhlost dílce: 113,9</p>	
<p>Prúžez vyhovuje</p>	
<p>88,7 % VYHOVUJE</p>	

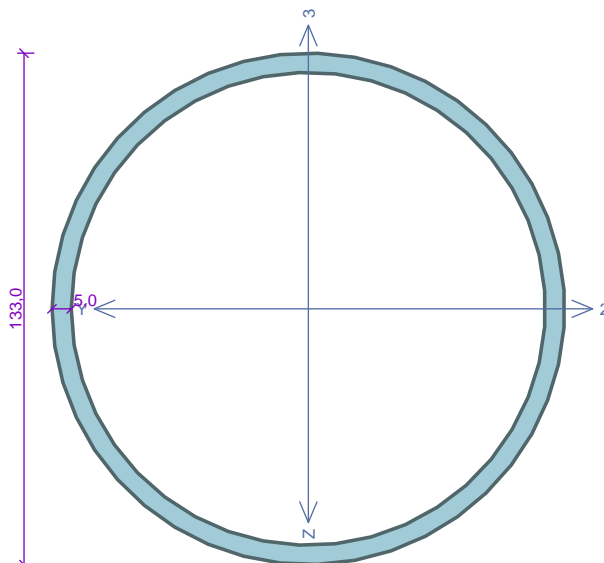
7.7.2 Horný pás – CHS 219/10

HORNY PAS CHS219/10	
	<p>Norma EN 1993-1-1/Slovensko.</p> <p>Únosnosť prúžezu : $Y_{M0} = 1,000$ Únosnosť prúžezu pri posudzovaní stability : $Y_{M1} = 1,000$ Únosnosť oslabeného prúžezu : $Y_{M2} = 1,250$</p> <p>Prúžez CFCHS 219.1 x 10.0 Prúžezová plocha: $A = 6,569E03 \text{ mm}^2$ Poloha ťežišťa: $y_T = 109,6 \text{ mm}$ $z_T = 109,6 \text{ mm}$ Momenty setrvačnosti: $I_y = 3,598E07 \text{ mm}^4$ $I_z = 3,598E07 \text{ mm}^4$ Prúžezové moduly: $W_{y,1} = -3,285E05 \text{ mm}^3$ $W_{z,1} = 3,285E05 \text{ mm}^3$ $W_{y,2} = 3,285E05 \text{ mm}^3$ $W_{z,2} = -3,285E05 \text{ mm}^3$ Moment tuhosti v prostém kroucení: $I_k = 7,197E07 \text{ mm}^4$ Plastické prúžezové moduly: $W_{pl,y} = 4,376E05 \text{ mm}^3$ $W_{pl,z} = 4,376E05 \text{ mm}^3$</p> <p>Materiál: EN 10210-1 : S 355 Materiálové charakteristiky: Mez kluzu f_y : 355,0 MPa Mez pevnosti f_u : 510,0 MPa Modul pružnosti E : 210000 MPa Modul pružnosti ve smyku G : 81000 MPa</p>
	<p>Vnitřní síly v souřadném systému průřezu Zatěžovací případ s největším využitím Zat. případ 1 $N = -250,000 \text{ kN}$ $V_z = 5,000 \text{ kN}$ $M_y = 15,000 \text{ kNm}$ $V_y = 10,000 \text{ kN}$ $M_z = -9,000 \text{ kNm}$ $T_t = 4,000 \text{ kNm}$ $T_w = 0,000 \text{ kNm}$ $B = 0,000 \text{ kNm}^2$</p>
<p>Parametry vzpěru Délka dílce: 11,500 m $L_z = 11,500 \text{ m}$ $k_z = 1,000$ $L_{cr,z} = 11,500 \text{ m}$ $L_y = 11,500 \text{ m}$ $k_y = 1,000$ $L_{cr,y} = 11,500 \text{ m}$</p>	
<p>Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 1; Třída průřezu: 1 Posudek smyku od kroucení: Napětí: $\tau_t = 5,824 \text{ MPa}$; $\tau_w = 0,000 \text{ MPa}$ Pevnost: $\tau_{Rd} = 204,959 \text{ MPa}$ $5,824 + 0,000 < 204,959$ Vyhovuje Posudek smyku od posouvajících sil V_z: $5,000 \text{ kN} < 654,067 \text{ kN}$ Vyhovuje Posudek smyku od posouvajících sil V_y: $10,000 \text{ kN} < 654,067 \text{ kN}$ Vyhovuje Vnitřní síly: $N = -250,000 \text{ kN}$; $M_y = 15,000 \text{ kNm}$; $M_z = -9,000 \text{ kNm}$ Posudek nejnepríznivější kombinace vzpěrného tlaku a ohybu: Vzpěr Y: Únosnosti: $N_R = -444,598 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 146,993 \text{ kNm}$; $M_{z,R} = -198,741 \text{ kNm}$ $0,562 + 0,102 + 0,045 = 0,710 < 1$ Vyhovuje Vzpěr Z: Únosnosti: $N_R = -444,598 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 244,988 \text{ kNm}$; $M_{z,R} = -119,244 \text{ kNm}$ $0,562 + 0,061 + 0,075 = 0,699 < 1$ Vyhovuje Štíhlost dílce: 155,4 Průřez vyhovuje</p>	
71,0 % VYHOVUJE	

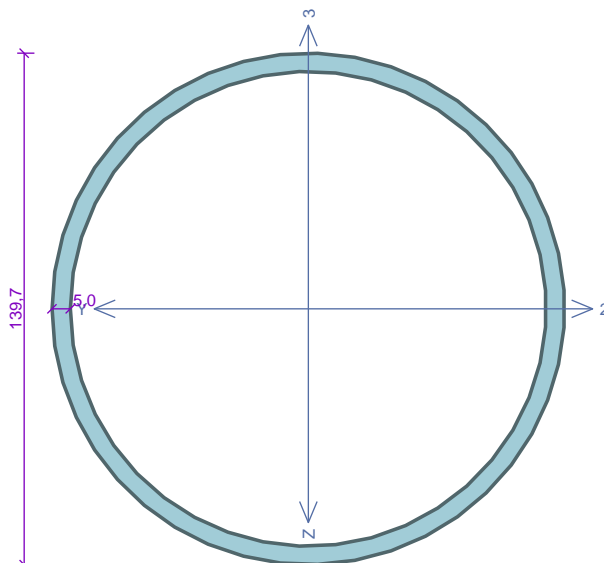
7.7.3 Spodný pás – CHS 219/8

DOLNY PAS CHS219/8	
	<p>Norma EN 1993-1-1/Slovensko.</p> <p>Únosnosť prúžezu : $Y_{M0} = 1,000$ Únosnosť prúžezu při posuzování stability : $Y_{M1} = 1,000$ Únosnosť oslabeného prúžezu : $Y_{M2} = 1,250$</p> <p>Prúžez CFCHS 219.1 x 8.0 Prúžezová plocha: $A = 5,306E03 \text{ mm}^2$ Poloha těžiště: $y_T = 109,5 \text{ mm}$ $z_T = 109,5 \text{ mm}$ Momenty setrvačnosti: $I_y = 2,960E07 \text{ mm}^4$ $I_z = 2,960E07 \text{ mm}^4$ Prúžezové moduly: $W_{y,1} = -2,702E05 \text{ mm}^3$ $W_{z,1} = 2,702E05 \text{ mm}^3$ $W_{y,2} = 2,702E05 \text{ mm}^3$ $W_{z,2} = -2,702E05 \text{ mm}^3$ Moment tuhosti v prostém kroucení: $I_k = 5,919E07 \text{ mm}^4$ Plastické prúžezové moduly: $W_{pl,y} = 3,567E05 \text{ mm}^3$ $W_{pl,z} = 3,567E05 \text{ mm}^3$</p> <p>Materiál: EN 10210-1 : S 355 Materiálové charakteristiky: Mez kluzu f_y : 355,0 MPa Mez pevnosti f_u : 510,0 MPa Modul pružnosti E : 210000 MPa Modul pružnosti ve smyku G : 81000 MPa</p>
	<p>Vnitřní síly v souřadném systému průřezu Zatěžovací případ s největším využitím Zat. případ 1 $N = -150,000 \text{ kN}$ $V_z = 10,000 \text{ kN}$ $M_y = 23,000 \text{ kNm}$ $V_y = 10,000 \text{ kN}$ $M_z = -20,000 \text{ kNm}$ $T_t = 4,000 \text{ kNm}$ $T_w = 0,000 \text{ kNm}$ $B = 0,000 \text{ kNm}^2$</p>
<p>Parametry vzpěru Délka dílce: 13,000 m $L_z = 13,000 \text{ m}$ $k_z = 1,000$ $L_{cr,z} = 13,000 \text{ m}$ $L_y = 13,000 \text{ m}$ $k_y = 1,000$ $L_{cr,y} = 13,000 \text{ m}$</p>	
<p>Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 1; Třída průřezu: 1 Posudek smyku od kroucení: Napětí: $\tau_t = 7,143 \text{ MPa}$; $\tau_w = 0,000 \text{ MPa}$ Pevnost: $\tau_{Rd} = 204,959 \text{ MPa}$ $7,143 + 0,000 < 204,959$ Vyhovuje Posudek smyku od posouvající síly V_z: $10,000 \text{ kN} < 524,760 \text{ kN}$ Vyhovuje Posudek smyku od posouvající síly V_y: $10,000 \text{ kN} < 524,760 \text{ kN}$ Vyhovuje Vnitřní síly: $N = -150,000 \text{ kN}$; $M_y = 23,000 \text{ kNm}$; $M_z = -20,000 \text{ kNm}$ Posudek nejnepříznivější kombinace vzpěrného tlaku a ohybu: Vzpěr Y: Únosnosti: $N_R = -294,478 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 126,916 \text{ kNm}$; $M_{z,R} = -173,789 \text{ kNm}$ $0,509 + 0,181 + 0,115 = 0,806 < 1$ Vyhovuje Vzpěr Z: Únosnosti: $N_R = -294,478 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 211,526 \text{ kNm}$; $M_{z,R} = -104,274 \text{ kNm}$ $0,509 + 0,109 + 0,192 = 0,810 < 1$ Vyhovuje Štíhlost dílce: 174,1 Průřez vyhovuje</p>	
81,0 % VYHOVUJE	

7.7.4 Stuženie väzníka – CHS 139/5

CHS139/5 väzník stuženie	
	<p>Norma EN 1993-1-1/Slovensko.</p> <p>Únosnosť prúžezu : $Y_{M0} = 1,000$ Únosnosť prúžezu pri posudzovaní stability : $Y_{M1} = 1,000$ Únosnosť oslabeného prúžezu : $Y_{M2} = 1,250$</p> <p>Prúžez CFCHS 133.0 x 5.0 Prúžezová plocha: $A = 2,011E03 \text{ mm}^2$ Poloha ťžišťa: $y_T = 66,5 \text{ mm}$ $z_T = 66,5 \text{ mm}$ Momenty setrvačnosti: $I_y = 4,124E06 \text{ mm}^4$ $I_z = 4,124E06 \text{ mm}^4$ Prúžezové moduly: $W_{y,1} = -6,202E04 \text{ mm}^3$ $W_{z,1} = 6,202E04 \text{ mm}^3$ $W_{y,2} = 6,202E04 \text{ mm}^3$ $W_{z,2} = -6,202E04 \text{ mm}^3$ Moment tuhosti v prostém kroucení: $I_k = 8,248E06 \text{ mm}^4$ Plastické prúžezové moduly: $W_{pl,y} = 8,196E04 \text{ mm}^3$ $W_{pl,z} = 8,196E04 \text{ mm}^3$</p> <p>Materiál: EN 10210-1 : S 355 Materiálové charakteristiky: Mez kluzu f_y : 355,0 MPa Mez pevnosti f_u : 510,0 MPa Modul pružnosti E : 210000 MPa Modul pružnosti ve smyku G : 81000 MPa</p>
	<p>Vnitřní síly v souřadném systému průřezu Zatěžovací případ s největším využitím Zat. případ 1 $N = -265,000 \text{ kN}$ $V_z = 3,000 \text{ kN}$ $M_y = 4,000 \text{ kNm}$ $V_y = 2,000 \text{ kN}$ $M_z = -4,000 \text{ kNm}$ $T_t = 1,000 \text{ kNm}$ $T_w = 0,000 \text{ kNm}$ $B = 0,000 \text{ kNm}^2$</p>
	<p>Parametry vzpěru Délka dílce: 3,200 m $L_z = 3,200 \text{ m}$ $k_z = 1,000$ $L_{cr,z} = 3,200 \text{ m}$ $L_y = 3,200 \text{ m}$ $k_y = 1,000$ $L_{cr,y} = 3,200 \text{ m}$</p>
	<p>Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 1; Třída průřezu: 1 Posudek smyku od kroucení: Napětí: $\tau_t = 7,771 \text{ MPa}$; $\tau_w = 0,000 \text{ MPa}$ Pevnost: $\tau_{Rd} = 204,959 \text{ MPa}$ $7,771 + 0,000 < 204,959$ Vyhovuje Posudek smyku od posouvající síly V_z: $3,000 \text{ kN} < 198,235 \text{ kN}$ Vyhovuje Posudek smyku od posouvající síly V_y: $2,000 \text{ kN} < 198,235 \text{ kN}$ Vyhovuje Vnitřní síly: $N = -265,000 \text{ kN}$; $M_y = 4,000 \text{ kNm}$; $M_z = -4,000 \text{ kNm}$ Posudek nejnepríznivější kombinace vzpěrného tlaku a ohybu: Vzpěr Y: Únosnosti: $N_R = -417,357 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 28,181 \text{ kNm}$; $M_{z,R} = -38,242 \text{ kNm}$ $0,635 + 0,142 + 0,105 = 0,881 < 1$ Vyhovuje Vzpěr Z: Únosnosti: $N_R = -417,357 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 46,968 \text{ kNm}$; $M_{z,R} = -22,945 \text{ kNm}$ $0,635 + 0,085 + 0,174 = 0,894 < 1$ Vyhovuje Stíhlost dílce: 70,7 Průřez vyhovuje</p>
89,4 % VYHOVUJE	

7.7.5 Stužidlá – CHS 139/5

CHS139/5_stužidlá	
	<p>Norma EN 1993-1-1/Slovensko.</p> <p>Únosnosť prúžezu : $Y_{M0} = 1,000$ Únosnosť prúžezu při posuzování stability : $Y_{M1} = 1,000$ Únosnosť oslabeného prúžezu : $Y_{M2} = 1,250$</p> <p>Prúžez CFCHS 139.7 x 5.0 Prúžezová plocha: $A = 2,116E03 \text{ mm}^2$ Poloha těžiště: $y_T = 69,8 \text{ mm}$ $z_T = 69,8 \text{ mm}$ Momenty setrvačnosti: $I_y = 4,805E06 \text{ mm}^4$ $I_z = 4,805E06 \text{ mm}^4$ Prúžezové moduly: $W_{y,1} = -6,880E04 \text{ mm}^3$ $W_{z,1} = 6,880E04 \text{ mm}^3$ $W_{y,2} = 6,880E04 \text{ mm}^3$ $W_{z,2} = -6,880E04 \text{ mm}^3$ Moment tuhosti v prostém kroucení: $I_k = 9,611E06 \text{ mm}^4$ Plastické prúžezové moduly: $W_{pl,y} = 9,076E04 \text{ mm}^3$ $W_{pl,z} = 9,076E04 \text{ mm}^3$</p> <p>Materiál: EN 10210-1 : S 355 Materiálové charakteristiky: Mez kluzu f_y : 355,0 MPa Mez pevnosti f_u : 510,0 MPa Modul pružnosti E : 210000 MPa Modul pružnosti ve smyku G : 81000 MPa</p>
	<p>Vnitřní síly v souřadném systému průřezu Zatěžovací případ s největším využitím Zat. případ 1 $N = -150,000 \text{ kN}$ $V_z = 1,000 \text{ kN}$ $M_y = 1,000 \text{ kNm}$ $V_y = 1,000 \text{ kN}$ $M_z = -1,000 \text{ kNm}$ $T_t = 2,000 \text{ kNm}$ $T_w = 0,000 \text{ kNm}$ $B = 0,000 \text{ kNm}^2$</p>
<p>Parametry vzpěru Délka dílce: 5,200 m $L_z = 5,200 \text{ m}$ $k_z = 1,000$ $L_{cr,z} = 5,200 \text{ m}$ $L_y = 5,200 \text{ m}$ $k_y = 1,000$ $L_{cr,y} = 5,200 \text{ m}$</p>	
<p>Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 1; Třída průřezu: 1 Posudek smyku od kroucení: Napětí: $\tau_t = 14,035 \text{ MPa}$; $\tau_w = 0,000 \text{ MPa}$ Pevnost: $\tau_{Rd} = 204,959 \text{ MPa}$ $14,035 + 0,000 < 204,959$ Vyhovuje Posudek smyku od posouvající síly V_z: $1,000 \text{ kN} < 201,985 \text{ kN}$ Vyhovuje Posudek smyku od posouvající síly V_y: $1,000 \text{ kN} < 201,985 \text{ kN}$ Vyhovuje Vnitřní síly: $N = -150,000 \text{ kN}$; $M_y = 1,000 \text{ kNm}$; $M_z = -1,000 \text{ kNm}$ Posudek nejnepriznivější kombinace vzpěrného tlaku a ohybu: Vzpěr Y: Únosnosti: $N_R = -254,652 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 30,972 \text{ kNm}$; $M_{z,R} = -41,621 \text{ kNm}$ $0,589 + 0,032 + 0,024 = 0,645 < 1$ Vyhovuje Vzpěr Z: Únosnosti: $N_R = -254,652 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 51,620 \text{ kNm}$; $M_{z,R} = -24,973 \text{ kNm}$ $0,589 + 0,019 + 0,040 = 0,648 < 1$ Vyhovuje Stíhlost dílce: 109,1 Průřez vyhovuje</p>	
64,8 % VYHOVUJE	

8. ZÁVER STATICKÉHO VÝPOČTU

Statický výpočet obsahuje posúdenie rozhodujúcich prvkov nosnej konštrukcie, v súlade s normami platnými na území Slovenskej republiky, za predpokladu vstupov uvažovaných v statickom výpočte. Pre všetky prvky boli vykonané posudky podľa medzných stavov únosnosti a použiteľnosti.

Výpočtom bola preukázaná bezpečnosť a spoľahlivosť celej konštrukcie podľa platných noriem a predpisov.

Košice 12/2022

Ing. Ján Juhás

