

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
ZAHRADNÍ CENTRUM PLANTEX
GARDEN CENTER PLANTEX

2023

Autor: Hanna Siarko
Vedoucí práce: Ing. Matyáš Kožich

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE


Příjmení: <u>Siarko</u>	Jméno: <u>Hanna</u>	Osobní číslo: <u>493676</u>
Zadávací katedra: <u>Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor/specializace: <u>Konstrukce pozemních staveb</u>		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Zahradní centrum Plantex</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Garden center Plantex</u>	
Pokyny pro vypracování: Návrh nosné konstrukce zahradního centra - jejich hlavních prvků a vybraných detailů. Výkresová dokumentace konstrukce (půdorys střechy, vybrané řezy či pohledy, navržené detaily). Technická zpráva.	
Seznam doporučené literatury: Návrh konstrukce bude proveden dle evropských norem. Tj. zejména využití částí EN 1991 a EN 1993.	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>Matyáš Kožich</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>22.2.2023</u>	Termín odevzdání BP v IS KOS: <u>22.5.2023</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
 Podpis vedoucího práce	 Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

<u>22.02.2023</u> Datum převzetí zadání	 Podpis studenta(ky)
--	--

Poděkování:

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce, panu Ing. Matyáši Kožichovi, za trpělivost, vstřícnost, odborné vedení a veškeré rady při konzultacích této práce.

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a použila k tomu plný výčet citací použitých zdrojů a softwarů, které uvádím v seznamu přiloženém k bakalářské práci.

V Praze, 13.05.2023

Hanna Siarko

Anotace

Bakalářská práce se zabývá statickým návrhem ocelové konstrukce zahradního centra Plantex. Obsahem je návrh hlavních nosných prvků a vybraných detailů. Jedná se o rámovou konstrukci složenou ze štítových stěn, typických ráků a ztužujících prvků. Dále jsou navrženy doplňující konstrukční prvky (vaznice, obvodový a střešní plášť). Navrženy jsou také vybrané detaily, součástí je i výkresová dokumentace. Celý návrh je proveden v souladu s platnými Evropskými normami.

Klíčová slova

ocelová konstrukce, dvoulodní hala, rámová konstrukce, zahradní centrum, štítová stěna, kloubová patka, rámový roh

Abstract

The Bachelor's Thesis deals with a garden center Plantex steel structure design. It covers design of the load-bearing components and selected connections. It is a frame construction consisting of gable walls, typical frames and bracing elements. Secondary structural elements (e.g. purlins, rails, cladding and roofing) are also designed. Selected details and drawing documentation (design part) are also included. The entire design is carried out in accordance with the current European standards.

Keywords

Steel structure, two-bay hall, frame, garden center, gable wall, pinned column base, frame connection.

Seznam příloh

Příloha 1. Výstupy z výpočetních programů

Příloha 2. Výkresová část

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
ZAHRADNÍ CENTRUM PLANTEX
GARDEN CENTER PLANTEX

2023

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Autor: Hanna Siarko
Vedoucí práce: Ing. Matyáš Kožich

Obsah

1. Popis budovy	2
2. Popis konstrukce	2
2.1. Základová konstrukce	2
2.2. Rámová konstrukce	2
2.3. Štítová stěna	2
2.4. Ztužení objektu.....	2
2.4.1. Střešní ztužidla	2
2.4.2. Podélná ztužidla	2
3. Zatížení	3
3.1. Zatížení sněhem	3
3.2. Zatížení větrem.....	3
3.3. Stálé zatížení	3
4. Konstrukční materiály	3
5. Výroba ocelové konstrukce	3
6. Montáž konstrukce	3
7. Ochrana proti požáru	3
8. Ochrana proti korozi	3
9. Použité zdroje	4
10. Použité softwary	4

1. Popis budovy

Jedná se o novostavbu zahradního centra Plantex v Králově Dvoře. Objekt má obdélníkový půdorys o rozměrech přibližně 24x66 m. Výška v hřebeni je přibližně 9,6 m. Objekt je řešen jako dvoulodní hala. Celé centrum je využíváno k prodeji a výstavě rostlin.

2. Popis konstrukce

2.1. Základová konstrukce

Svislá konstrukce je založena na základových patkách z prostého betonu C 16/20. Základové patky sloupů objektu jsou navrženy o rozměrech 0,6 x 0,6 m a výšce 1,0 m z důvodu založení v nezámrazné hloubce. Na betonových patkách jsou kloubově uloženy ocelové patky z patního plechu o tloušťce 30 mm na podlití o tloušťce 30 mm. Kotvy jsou navrženy jako 4 x M16 lepené do betonového základu. Pro přenos smykových sil je navržena smyková zarážka HEA 120 přivařena k patnímu plechu.

2.2. Rámová konstrukce

Rámová konstrukce je složena ze sloupů a příčle. Sloup je z průřezu HEA 300, příčle má průřez IPE 400. Vzdálenost vazeb je 6,0 m. Výška sloupů je 4,8 m. Příčle jsou různých sklonů: 50°, 25° a 38°. Maximální rozpon příčle je 24,0 m. Spoje příčle v hřebeni a přípoj na sloup jsou provedeny šroubovým momentovým spojem.

2.3. Štítová stěna

Konstrukce štítové stěny je složena ze tří sloupů průřezu HEA 300, tří štítových sloupků průřezu HEA 300, příčle průřezu IPE 400.

2.4. Ztužení objektu

2.4.1. Střešní ztužidla

Ve střešní rovině jsou navržena 2 střešní ztužidla po krajích halové konstrukce. Střešní ztužidla jsou složena z diagonál střešního ztužidla. Diagonály jsou navrženy průřezu TR 101,6 x 4 mm.

2.4.2. Podélná ztužidla

V podélných stěnách objektu jsou umístěna dvě svislá ztužidla v obvodových stěnách. Umístění je ve stejné vazbě se ztužidly střešními uprostřed objektu. Podélná ztužidla jsou složena z diagonál a vodorovných prvků. Diagonály a vodorovné prvky jsou průřezu TR 88,9 x 6 mm.

3. Zatížení

Zatížení navrženo dle norem platných pro Českou republiku. Klimatické zatížení bylo určeno pro lokalitu Králův dvůr.

3.1. Zatížení sněhem

Zatížení sněhem je uvažováno pro sněhovou oblast I.

3.2. Zatížení větrem

Zatížení větrem je uvažováno pro větrnou oblast II a kategorii terénu III.

3.3. Stálé zatížení

Stálé zatížení vypočteno z údajů o objemové hmotnosti materiálu, uvedených v technickém listě výrobce. V některých případech je stálé zatížení vypočteno pomocí programu RFEM 5.26.

4. Konstrukční materiály

Ocel : S 235 JR (nosné válcované prvky)

S 355 JR (sváry)

Šrouby : 8.8

Beton : C 16/20

5. Výroba ocelové konstrukce

Ocelová konstrukce je z hlediska výroby zařazena do třídy provedení EXC2 dle ČSN EN 1090.

6. Montáž konstrukce

Nejdříve se postaví typické rámy, které musejí být dočasně podepřené. Současně se na již postavených rámech montuje ztužení konstrukce. Krajní rámy se budou montovat se štítovými sloupky. Nakonec se namontují vaznice, paždíky a následně je možné pokládat střešní a obvodový plášť.

7. Ochrana proti požáru

Požární odolnost není předmětem návrhu této bakalářské práce.

8. Ochrana proti korozi

Protikorozi ochrana je navržena v souladu s ČSN EN ISO 12944. Stupeň korozní agresivity: C3 – střední. Veškeré nosné ocelové konstrukce se nacházejí v interiéru haly, kde budou umístěné rostliny. Předpokládaná životnost (H-high) > 15 let.

Příprava povrchu Sa 21/2 – Otrýskávání – odstranění okují, rzi, nátěrů a cizích látek.

Zvolený nátěrový systém ISO 12944 – 5/A2.02.

Požadovaná tloušťka suchého povlaku vrchního nátěru o tloušťce 120 µm.

Ocelové profily budou natřeny dílensky 1-2x základním nátěrem a 2-3x vrchním nátěrem.

9. Použité zdroje

- [1] ČSN EN 1990 : Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991-1-1, Eurokód 1: Zatížení konstrukcí, Část 1- 1: Obecná zatížení – Objemové tíhy
- [3] ČSN EN 1991-1-3: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí, Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [4] ČSN EN 1991-1-4: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí, Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [5] ČSN EN 1993-1-1: Navrhování ocelových konstrukcí, Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [6] ČSN EN 1993-1-8: Navrhování ocelových konstrukcí, Část 1-8: Navrhování styčníku
- [7] ČSN EN ISO 12944-1: Nátěrové hmoty - Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy - Část 1: Obecné zásady
- [8] Jandera, M., Eliášová, M., Vraný, T.: Ocelové konstrukce 1 – Cvičení. ČVUT Praha, 2015
- [9] Sokol, Z., Wald, F.: Ocelové konstrukce – Tabulky. ČVUT Praha, 2019

10. Použité softwary

- [1] Dlubal RFEM 5.26 - Program pro statické výpočty MKP
- [2] LTBeamN 1.0.4
- [3] IDEAS StatiCa
- [4] Autodesk AutoCAD 2023
- [5] Microsoft Office Word 2019
- [6] Microsoft Office Excel 2019

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
ZAHRADNÍ CENTRUM PLANTEX
GARDEN CENTER PLANTEX

2023

STATICKÝ VÝPOČET

Autor: Hanna Siarko
Vedoucí práce: Ing. Matyáš Kožich

OBSAH

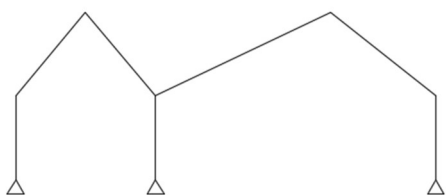
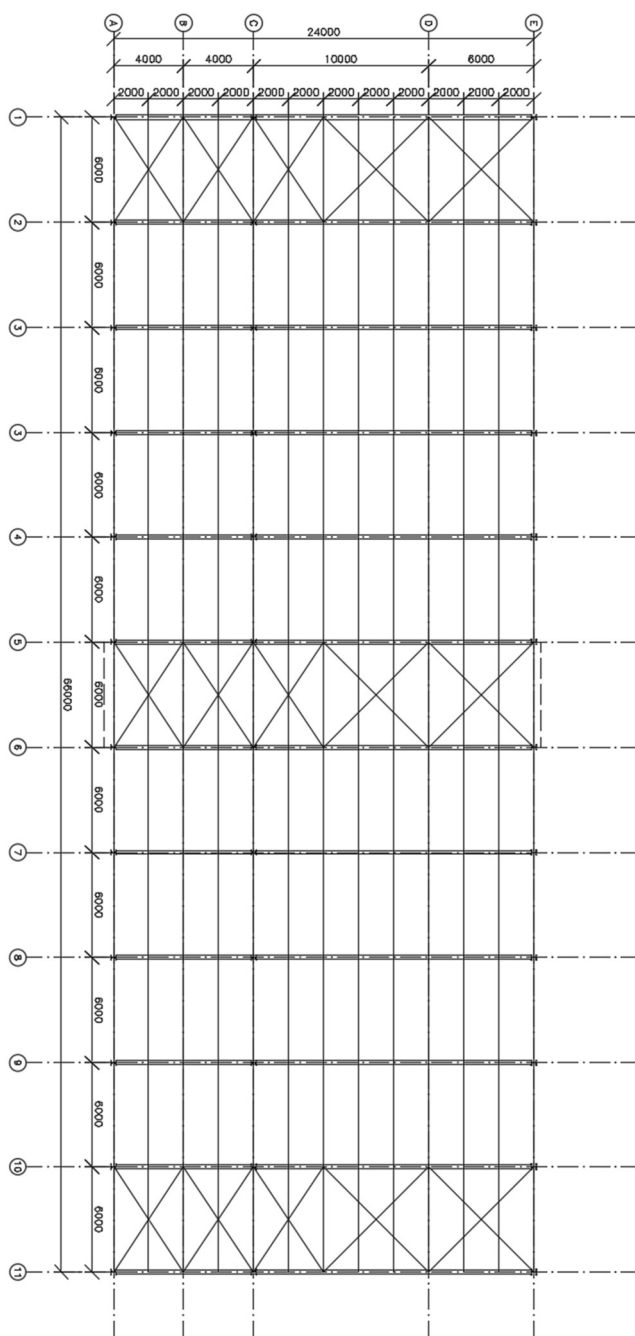
1. Dispozice.....	4
2. Zatížení.....	5
2.1. Stálé zatížení.....	5
2.1.1. Vlastní tíha.....	5
2.1.2. Střešní plášť.....	5
2.1.3. Obvodový plášť.....	5
2.2. Proměnné zatížení.....	5
2.2.1. Zatížení sněhem.....	5
2.2.2. Zatížení větrem.....	6
2.2.2.1. Svislé stěny.....	7
2.2.2.2. Střecha.....	8
2.2.2.3. Užité zatížení.....	11
3. Statický výpočet.....	12
3.1. Střecha – trapézový plech.....	12
3.2. Vaznice.....	13
3.2.1. Statické schéma.....	13
3.2.2. Zatížení vaznice.....	13
3.2.3. Návrh vaznice.....	14
3.3. Rám.....	15
3.3.1. Statické schéma.....	15
3.3.2. Zatěžovací stavy.....	15
3.3.2.1. ZS1 – vlastní tíha.....	16
3.3.2.2. ZS2 – ostatní stálé (střecha + vaznice + obvodový plášť).....	16
3.3.2.3. ZS3 – sníh 1.....	17
3.3.2.4. ZS4 – sníh 2.....	17
3.3.2.5. ZS5 – vítr podélný.....	18
3.3.2.6. ZS6 – vítr příčný 1.....	21
3.3.2.7. ZS7 – vítr příčný 2.....	23
3.3.2.8. ZS8 – vítr příčný 3.....	25
3.3.2.9. ZS9 – vítr příčný 4.....	27
3.3.2.10. ZS10 – imperfekce.....	29
3.3.3. Kombinace zatěžovacích stavů.....	29
3.3.4. Posouzení MSP.....	30
3.3.5. Posouzení MSÚ.....	31

3.3.5.1.	Sloupy.....	31
3.3.5.1.1.	Sloup 1	31
3.3.5.1.2.	Sloup 2.....	33
3.3.5.1.3.	Sloup 3.....	35
3.3.5.2.	Příčle.....	37
3.3.5.2.1.	Příčel 1	37
3.3.5.2.2.	Příčel 2.....	39
3.3.5.2.3.	Příčel 3	41
3.3.5.2.4.	Příčel 4.....	43
3.4.	Štítová stěna.....	46
3.4.1.	Statické schéma.....	46
3.4.2.	Zatěžovací stavy	46
3.4.2.1.	ZS1 – vlastní tíha.....	46
3.4.2.2.	ZS2 – ostatní stálé (střecha + vaznice + obvodový plášť)	46
3.4.2.3.	ZS3 – sníh 1.....	47
3.4.2.4.	ZS3 – sníh 2.....	47
3.4.2.5.	ZS4 – vítr podélný.....	47
3.4.2.6.	ZS6 – vítr příčný 1	48
3.4.2.7.	ZS7 – vítr příčný 2	48
3.4.2.8.	ZS8 – vítr příčný 3	48
3.4.2.9.	ZS9 – vítr příčný 4	49
3.4.2.10.	ZS10 – imperfekce	49
3.4.3.	Kombinace zatěžovacích stavů	49
3.4.4.	Posouzení MSP	49
3.4.5.	Posouzení MSÚ	50
3.4.5.1.	Sloupy.....	50
3.4.5.1.1.	Sloup 1	50
3.4.5.1.2.	Sloup 2.....	52
3.4.5.1.3.	Sloup 3.....	55
3.4.5.1.4.	Sloup 4.....	57
3.4.5.1.5.	Sloup 5.....	60
3.4.5.1.6.	Sloup 6.....	62
3.4.5.2.	Příčle.....	64
3.4.5.2.1.	Příčel 1	64
3.4.5.2.2.	Příčel 2.....	66
3.4.5.2.3.	Příčel 3.....	69

3.4.5.2.4. Přičel 4.....	71
3.5. Ztužidla.....	73
3.5.1. Střešní ztužidla – diagonála	73
3.5.2. Podélné ztužidlo – diagonála	74
3.6. Přípoje.....	75
3.6.1. Kloubová patka	75
3.6.2. Další přípoje.....	76

1. Dispozice

Schéma půdorysu:



2. Zatížení

2.1. Stálé zatížení

2.1.1. Vlastní tíha

Vlastní tíha konstrukce bude vygenerována automaticky při výpočtu v programu Dlubal RFEM 5.26.

2.1.2. Střešní plášť

Je navržena skládaná střecha – trapézové plechy + tepelná izolace.

Název	gk (kN/m ²)	γ	gd (kN/m ²)
Horní trapezový plech	0,005	1,35	0,00675
Tepelná izolace a další vrstvy	0,003	1,35	0,00405
Nosný trapezový plech	0,0862	1,35	0,11637
	0,0942		0,12717

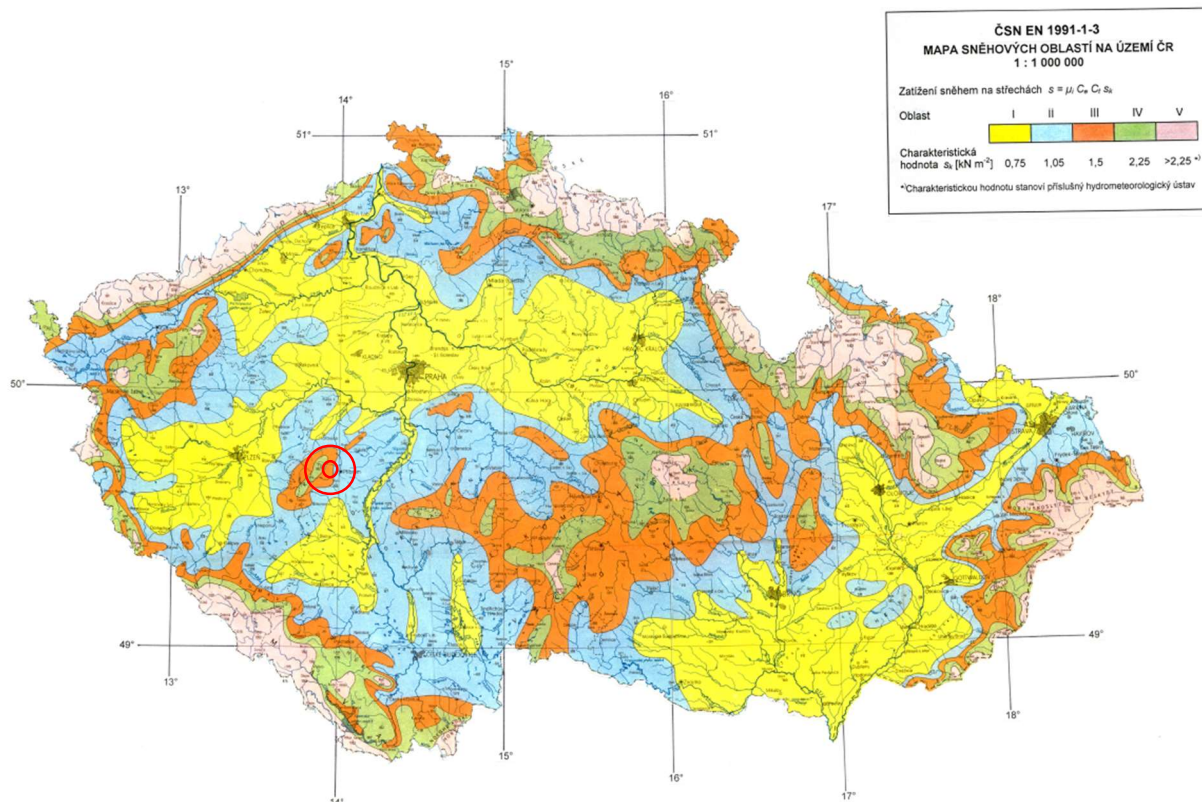
2.1.3. Obvodový plášť

Obvodový plášť je navržen z tenkostěnných kazet LT100-600S, tl. 1mm.

2.2. Proměnné zatížení

2.2.1. Zatížení sněhem

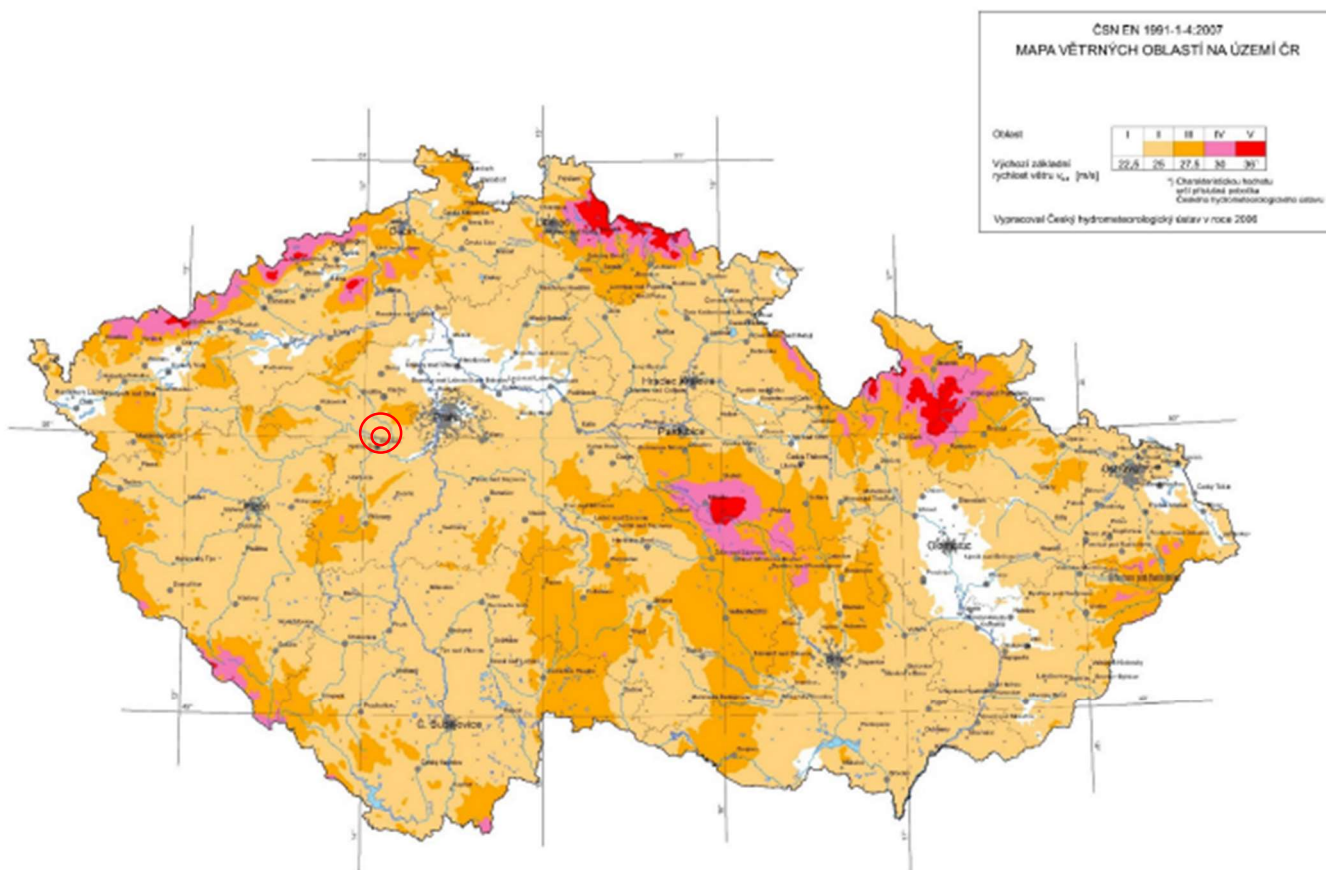
Výpočet zatížení sněhem byl proveden dle normy: ČSN EN 1991-1-3 ed.2, Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1- 3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem.



Lokalita	Králův	dvůr				
Sněhová oblast	I					
Charakteristická hodnota zatížení	sk	0,75				
	$\alpha 1$	50°				
Sklon střechy	$\alpha 2$	25°				
	$\alpha 3$	38°				
Typ krajiny	normální	1				
Tepelný součinitel		1				
		tvarový součinitel	zatížení	qk	qd	
PŘÍPAD I	Zatížení NEnavátým sněhem	$\mu 1 (\alpha 1)$	0,266667	s1	0,2	0,3
		$\mu 1 (\alpha 2)$	0,8	s2	0,6	0,9
		$\mu 1 (\alpha 3)$	0,586667	s3	0,44	0,66
PŘÍPAD II	Zatížení navátým sněhem	$\mu 1 (\alpha 1)$	0,266667	s1,1	0,2	0,3
		$\mu 1 (\alpha 3)$	0,586667	s3,1	0,44	0,66
		$\mu 2 (\alpha)$	1,6	s	1,2	1,8
		α	37,5			

2.2.2. Zatížení větrem

Výpočet zatížení větrem byl proveden dle normy: ČSN EN 1991-1-4 ed.2, Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1- 3: Obecná zatížení - Zatížení větrem.



Lokalita	Králov dvůr		
Větrná oblast	II		
Výchozí základní rychlost větru	$v_{b,0}$	25	m/s
Kategorie terénu	III		
Součinitel směru větru	C_{dir}	1	
Součinitel ročního období	C_{season}	1	
Základní rychlost větru	25		m/s
Základní dynamický tlak větru	390,625	0,390625	kN/m ²
Drsnost terénu	C_r	0,746483	
	z_0	0,3	K_r 0,215389
	z_{min}	5	m
	z	9,6	m
	$z_{0,ii}$	0,05	m
Střední rychlost	v_m	18,66206	m/s
Intenzita turbulence		0,053585	
Maximální dynamický tlak	q_p	0,63281	kN/m ²
	q_b	0,390625	kN/m ²
součinitel expozice	c_e	1,62	

2.2.2.1. Svislé stěny

Příčný vítr

$b = 66 \text{ m}$ $e = \min(2h; b) = 19,2 \text{ m}$

$h = 9,6 \text{ m}$

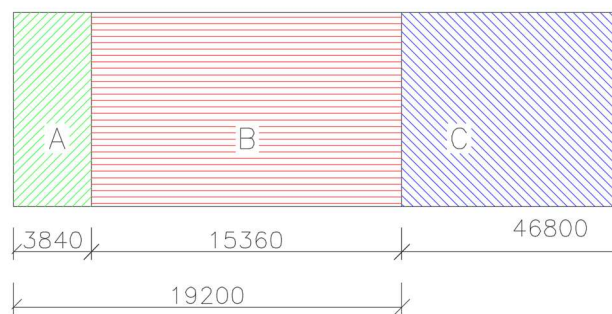
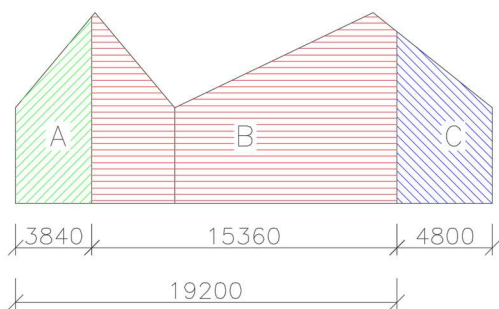
$d = 24 \text{ m}$

Podélný vítr

$b = 66 \text{ m}$ $e = \min(2h; b) = 19,2 \text{ m}$

$h = 9,6 \text{ m}$

$d = 24 \text{ m}$

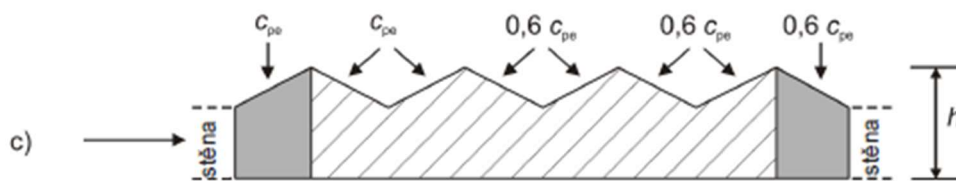


Oblast	Příčný vítr		Podélný vítr	
	cpe	we [kN/m ²]	cpe	we [kN/m ²]
A	-1,2	-0,834	-1,2	-0,834
B	-0,92	-0,640	-0,8	-0,556
C	-0,5	-0,348	-0,5	-0,348
D	0,8	0,556	0,7	0,487
E	-0,32	-0,223	-0,3	-0,209

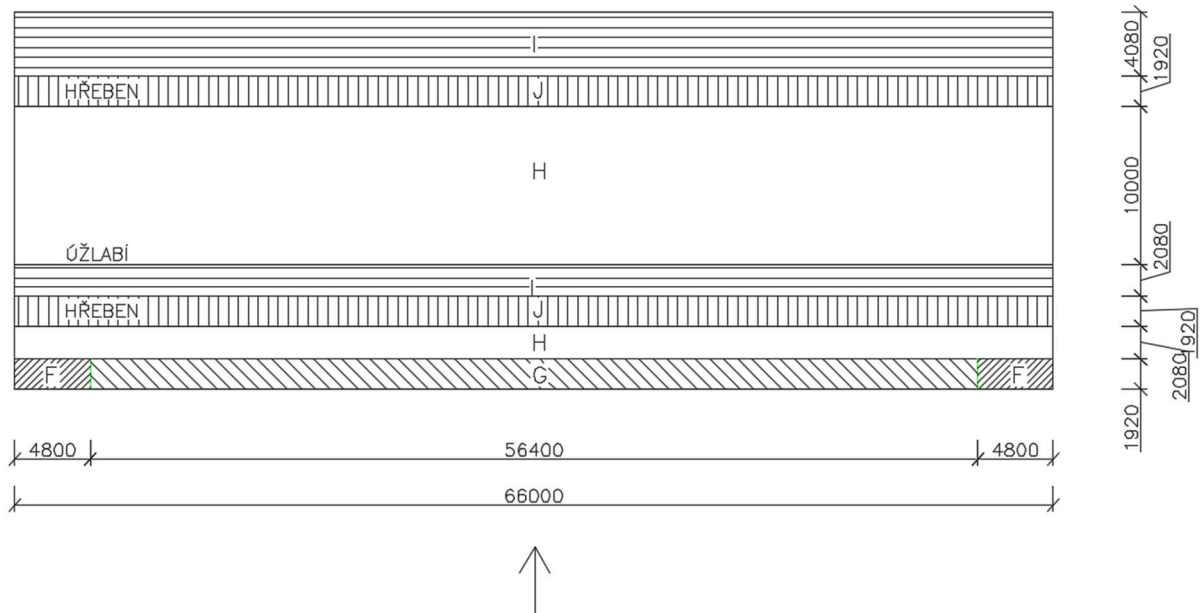
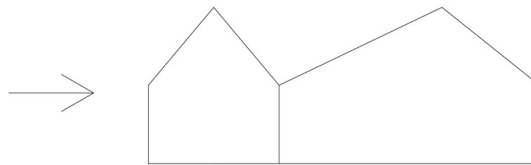
2.2.2.2. Střecha

Příčný vítr

První cpe je součinitel tlaku pro pultovou střechu, druhý a všechny následující cpe jsou součinitele tlaku pro sedlovou střechu.

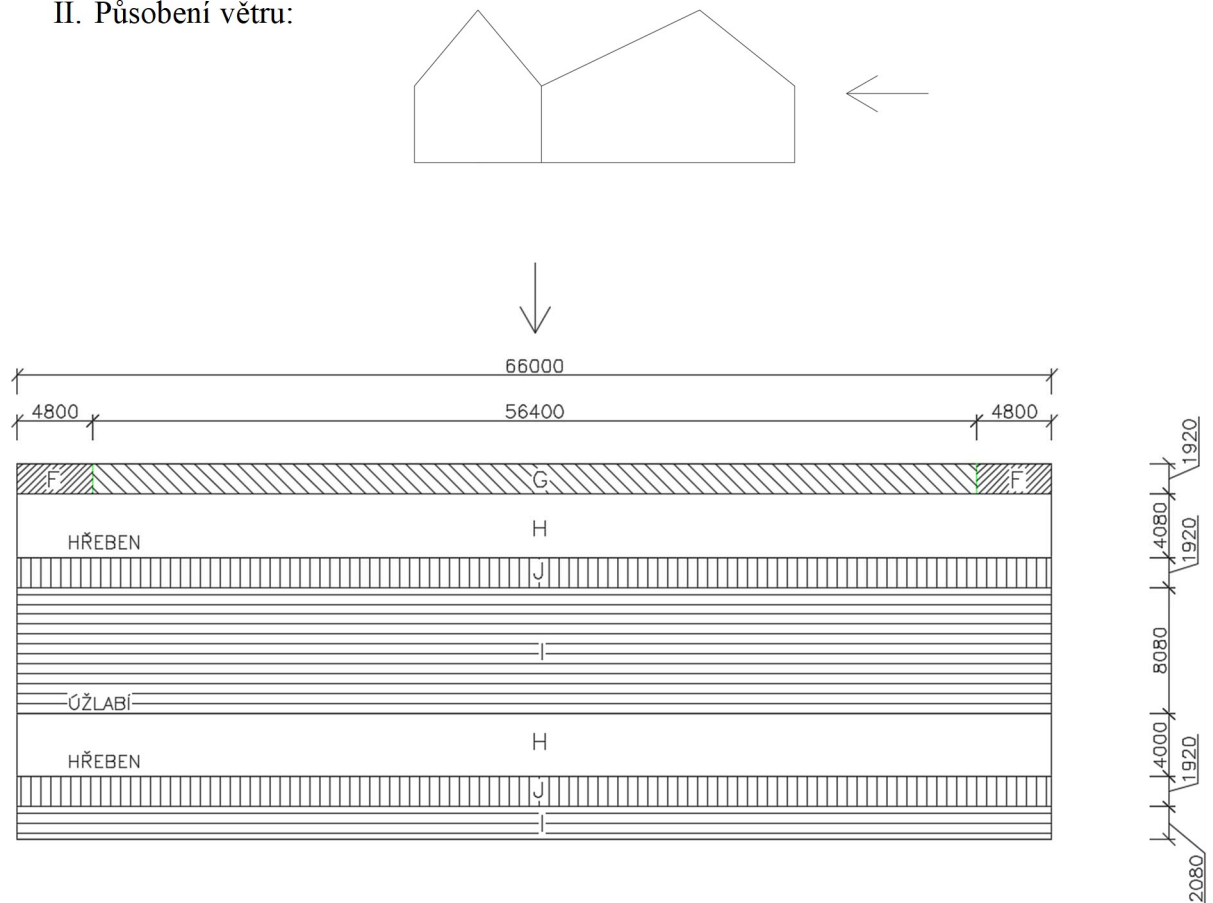


I. Působení větru:



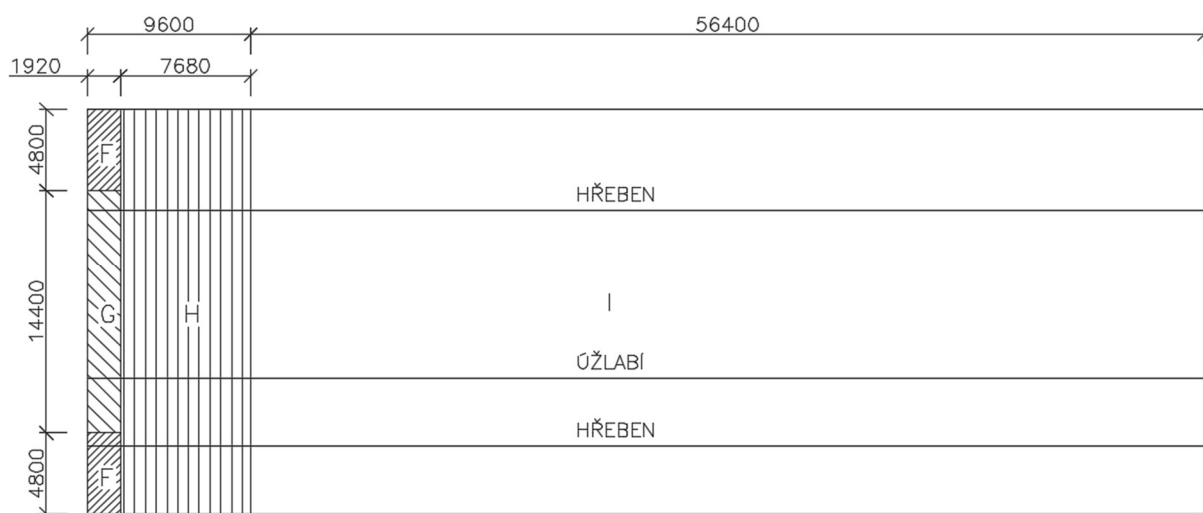
Sklon střechy	Oblast	cpe	we [kN/m ²]
50 - pultová	F	0,7	0,487
	G	0,7	0,487
	H	0,65	0,452
-50 - sedlová	I	-0,7	-0,487
	J	-1	-0,695
-25 - sedlová	H	-0,83	-0,577
38 - sedlová	J	-0,39	-0,2711719
	I	-0,2	-0,1390625

II. Působení větru:



Sklon střechy	Oblast	cpe	we [kN/m ²]
38 - pultová	F	0,7	0,443
		-0,23	-0,146
	G	0,7	0,443
		-0,23	-0,146
	H	0,507	0,321
		-0,09	-0,057
-25 - sedlová	J	-0,767	-0,485
	I	-0,566	-0,358
-50 - sedlová	H	-0,8	-0,506
50 - sedlová	J	-0,1	-0,0632813
	I	-0,0067	-0,0042398

Podélný vítr



Sklon střechy	Oblast	Podélný vítr	
		cpe	we [kN/m ²]
50 - sedlová	G	-1,3	-0,904
	H	0,85	-0,591
	I	-0,5	-0,348
-50 - sedlová	F	-1,4	-0,973
	G	-1,2	-0,834
	H	-1	-0,695
	I	-0,9	-0,626
-25 - sedlová	G	-1,2	-0,834
	H	0,93	-0,647
	I	0,85	-0,591
38 - sedlová	F	-1,1	-0,765
	G	-1,4	-0,973
	H	-0,9	-0,626
	I	-0,5	-0,348

2.2.2.3. Užité zátížení

Výpočet zátížení byl proveden dle normy: ČSN EN 1991-1-1, Eurokód 1: Zátížení konstrukcí - Část 1- 1: Obecná zátížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užité zátížení pozemních staveb.

Kategorie střechy – H – střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav.

Pro stanovení užité zátížení střech kategorie H se v ČR používá hodnota $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$

3. Statický výpočet

3.1. Střecha – trapézový plech

Schéma: spojitý nosník o 3 a více polích

Max rozpon: 3,11 m

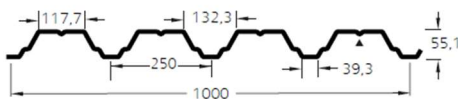
		g _k (kN/m ²)	Ψ	γ	g _d (kN/m ²)
I KOMBINACE	stálé	0,094	1,000	1,350	0,127
	max (sníh,vítr)	1,200	1,000	1,500	1,800
	vítr tlak	0,487	0,600	1,500	0,438
		1,781			2,365
II KOMBINACE	stálé	0,094	1,000	1,350	0,127
	vítr sání	-0,973	1,000	1,500	-1,460
					-1,333

SPOJITÝ NOSNÍK SE TŘEMI SHODNÝMI POLI
- NEGATIVNÍ POLOHA PLECHU



tN (mm)	g (kN/m ²)	rozpětí pole L [m]																
		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00
0,55	q _{Ed} (c < 1,5h)	8,01	6,41	5,34	4,58	4,01	3,36	2,85	2,45	2,13	1,87	1,65	1,47	1,32	1,19	1,08	0,98	0,90
	q _{Ed} (c ≥ 1,5h)	10,96	8,05	6,20	4,94	4,03	3,36	2,85	2,45	2,13	1,87	1,65	1,47	1,32	1,19	1,08	0,98	0,90
	q _{Ek} (δ ≤ L/200)	44,76	22,92	13,26	8,35	5,60	3,93	2,86	2,15	1,66	1,30	1,04	0,85	0,70	0,58	0,49	0,42	0,36
0,63	q _{Ed} (c < 1,5h)	10,65	8,52	7,10	6,09	5,06	4,21	3,56	3,05	2,65	2,32	2,05	1,83	1,64	1,47	1,34	1,22	1,11
	q _{Ed} (c ≥ 1,5h)	13,93	10,19	7,82	6,21	5,06	4,21	3,56	3,05	2,65	2,32	2,05	1,83	1,64	1,47	1,34	1,22	1,11
	q _{Ek} (δ ≤ L/200)	53,47	27,37	15,84	9,98	6,68	4,69	3,42	2,57	1,98	1,56	1,25	1,01	0,84	0,70	0,59	0,50	0,43
0,75	q _{Ed} (c < 1,5h)	15,38	12,31	10,26	8,10	6,57	5,45	4,59	3,92	3,39	2,96	2,61	2,32	2,08	1,87	1,69	1,54	1,4
	q _{Ed} (c ≥ 1,5h)	18,55	13,46	10,26	8,10	6,57	5,45	4,59	3,92	3,39	2,96	2,61	2,32	2,08	1,87	1,69	1,54	1,40
	q _{Ek} (δ ≤ L/200)	67,02	34,32	19,86	12,51	8,38	5,88	4,29	3,22	2,48	1,95	1,56	1,27	1,05	0,87	0,74	0,63	0,5
0,88	q _{Ed} (c < 1,5h)	21,66	17,31	13,11	10,30	8,32	6,87	5,77	4,91	4,24	3,70	3,25	2,88	2,57	2,31	2,09	1,90	1,73
	q _{Ed} (c ≥ 1,5h)	24,05	17,31	13,11	10,30	8,32	6,87	5,77	4,91	4,24	3,70	3,25	2,88	2,57	2,31	2,09	1,90	1,73
	q _{Ek} (δ ≤ L/200)	81,95	41,96	24,28	15,29	10,24	7,19	5,25	3,94	3,04	2,39	1,91	1,55	1,28	1,07	0,90	0,76	0,66
1,00	q _{Ed} (c < 1,5h)	28,64	21,14	15,92	12,45	10,02	8,24	6,90	5,87	5,05	4,40	3,86	3,42	3,05	2,73	2,46	2,21	1,99
	q _{Ed} (c ≥ 1,5h)	29,56	21,14	15,92	12,45	10,02	8,24	6,90	5,87	5,05	4,40	3,86	3,42	3,05	2,73	2,46	2,21	1,99
	q _{Ek} (δ ≤ L/200)	95,79	49,05	28,38	17,87	11,97	8,41	6,13	4,61	3,55	2,79	2,23	1,82	1,50	1,25	1,05	0,89	0,77
1,25	q _{Ed} (c < 1,5h)	42,33	29,90	22,30	17,30	13,82	11,31	9,42	7,98	6,84	5,93	5,20	4,53	3,99	3,53	3,15	2,83	2,55
	q _{Ed} (c ≥ 1,5h)	42,33	29,90	22,30	17,30	13,82	11,31	9,42	7,98	6,84	5,93	5,20	4,53	3,99	3,53	3,15	2,83	2,55
	q _{Ek} (δ ≤ L/200)	123,77	63,37	36,67	23,09	15,47	10,87	7,92	5,95	4,58	3,61	2,89	2,35	1,93	1,61	1,36	1,15	0,99

Hacierco 55/250



MSÚ:

$$q_{Ed} = 2,365 \text{ kN/m}^2 \leq q_{Rd} = 3,20 \text{ kN/m}^2 \text{ (lineární interpolace)}$$

MSP:

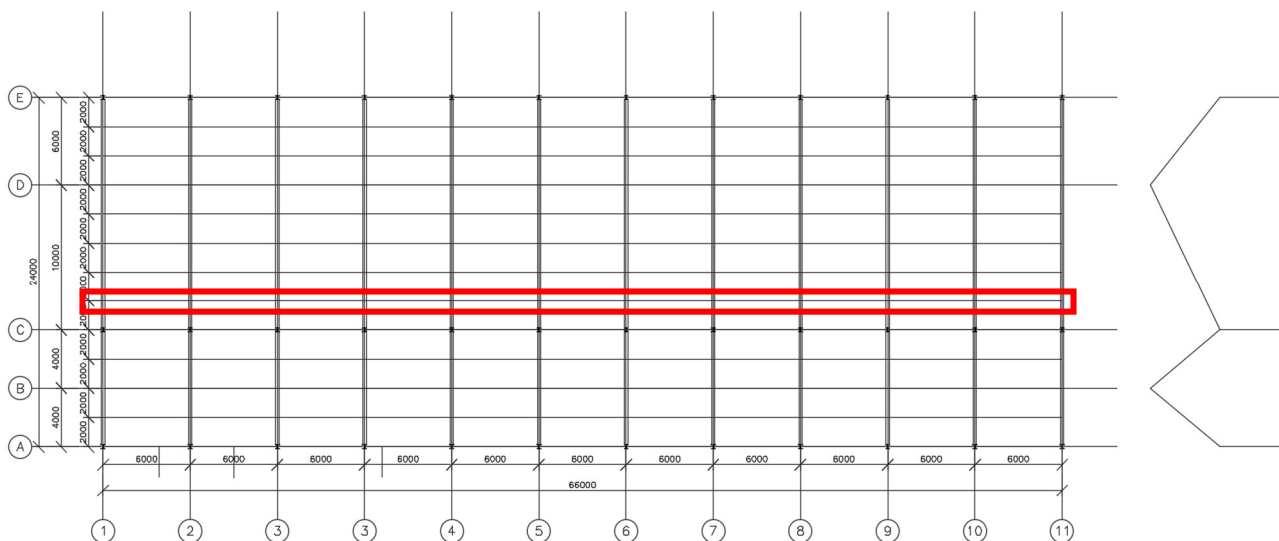
$$\delta \leq L/200$$

$$q_{Ek} = 1,781 \text{ kN/m}^2 \leq q_{Rk} = 2,247 \text{ kN/m}^2 \text{ (lineární interpolace)}$$

Návrh: Trapézový plech Hacierco 55/250 tl. 0,75mm

3.2. Vaznice

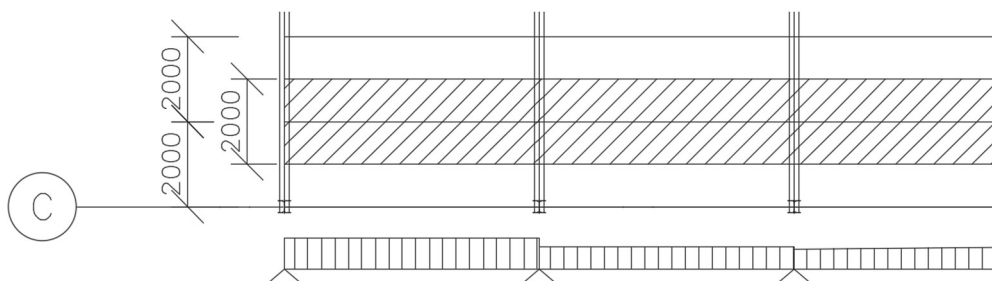
Výpočet byl proveden pro každou vaznici. Dále bude popsán návrh nejzatíženější vaznice.



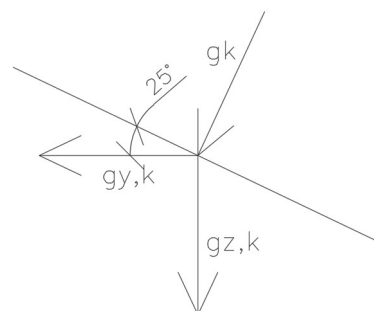
3.2.1. Statické schéma

Prostý nosník.

3.2.2. Zatížení vaznice



zatěžovací šířka
půdorysná 2 m
zatěžovací šířka reální 2,208 m
cos 0,422618
sin 0,906308



Příčný vítr – krajní pole:

$$w_{e,k} = 1/6 * (-0,577 * 2,208 * 6) = -1,127 \text{ kN/m}$$

Podélný vítr – krajní pole:

$$w_{e,k} = 1/6 * (-0,834 * 1 * 1,92 - 0,647 * 1 * 4,08) = -0,780 \text{ kN/m}$$

Kombinace zatížení I - stálé+sníh

	gk (kN/m ²)	l (m)	Ψ	gk (kN/m)	gky (kN/m)	gkz (kN/m)	γ	gdy (kN/m)	gdz (kN/m)
stálé střecha	0,094	2,208	1	0,207	0,188	0,0879	1,35	0,254	0,118
sníh	1,048	2	1	2,096	1,899	0,885	1,5	2,849	1,328
stálé vaznice	-	-	1	0,182	0,164	0,076	1,35	0,222	0,104
tlak větru	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-
								3,326	1,555

Kombinace zatížení II – min stálé + max sání větru

	gk (kN/m ²)	l	gk (kN/m)	gy (kN/m)	gz (kN/m)	γ	gdy (kN/m)	gdz (kN/m)
stálé střecha	0,0862	2,208	0,190	0,173	0,080	1	0,172	0,0804
stálé vaznice	-	-	0,182	0,165	0,077	1	0,165	0,077
sání	-1,274	-	-1,274	-1,1549	-0,5385	1,5	-1,732	-0,808
							-1,395	-0,650

3.2.3. Návrh vaznice

Vaznice je namáhaná šikmým ohybem.

$$M_{y,ed} = \frac{1}{8} * g_{d,y} * L^2 = \frac{1}{8} * 3,326 * 6^2 = 14,969 \text{ kNm}$$

$$M_{z,ed} = \frac{1}{8} * g_{d,z} * L^2 = \frac{1}{8} * 1,555 * 6^2 = 6,980 \text{ kNm}$$

Návrh: QRO 100x100x6,3

h	100	mm
b	100	mm
t	6,3	mm
G	18,2	kg/m
	0,182	kN/m
A	2320	mm ²
Wy	67100	mm ³
Wpl,y	80900	mm ³
Wz	67100	mm ³
Wpl,z	80900	mm ³
ocel	S355	fy= 355 Mpa
třída	1	

$$M_{y,rd} = W_{pl,y} * f_y / \gamma_{m,0} = 80900 * 10^{-9} / 1 = 28,719 \text{ kNm}$$

$$M_{z,rd} = W_{pl,z} * f_y / \gamma_{m,0} = 80900 * 10^{-9} / 1 = 28,719 \text{ kNm}$$

Posouzení:

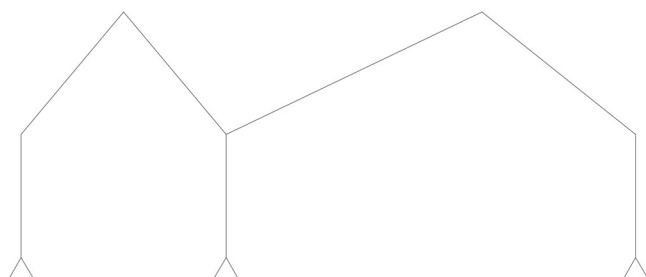
$$\frac{M_{y,ed}}{M_{y,rd}} + \frac{M_{z,ed}}{M_{z,rd}} \leq 1$$

$$\frac{14,969}{28,719} + \frac{6,98}{28,719} = 0,76 < 1 \dots \text{vyhovuje}$$

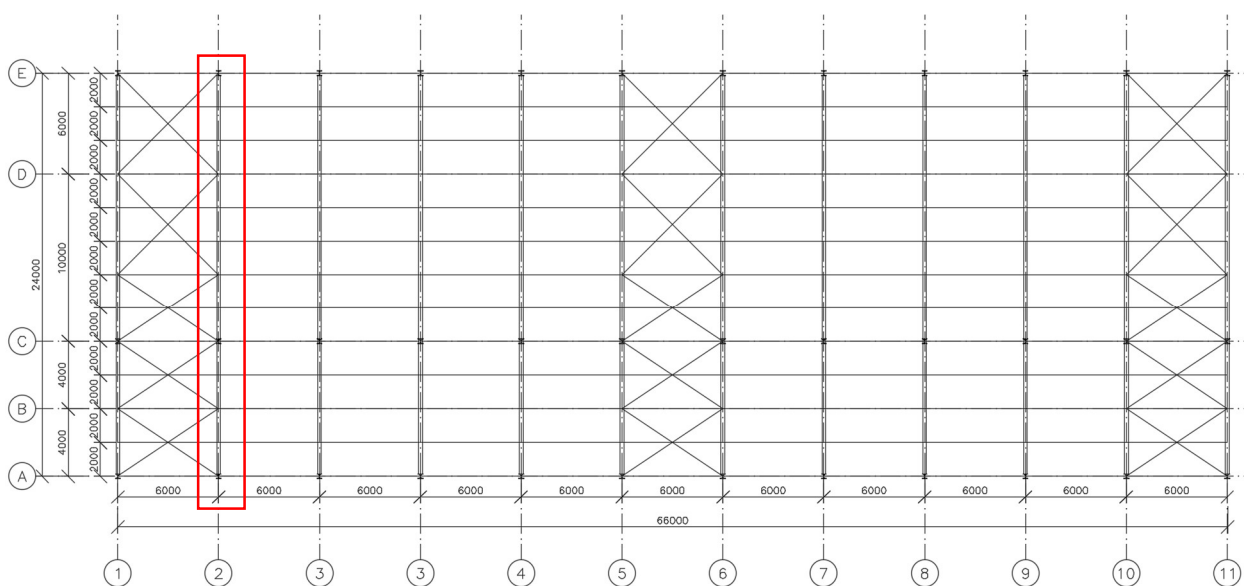
3.3. Rám

3.3.1. Statické schéma

Rám na kloubových pátkách



3.3.2. Zatěžovací stavy



Výpočet byl proveden pro každý rám. Dále bude popsán návrh nejzatíženějšího rámu.

3.3.2.1. ZS1 – vlastní tíha

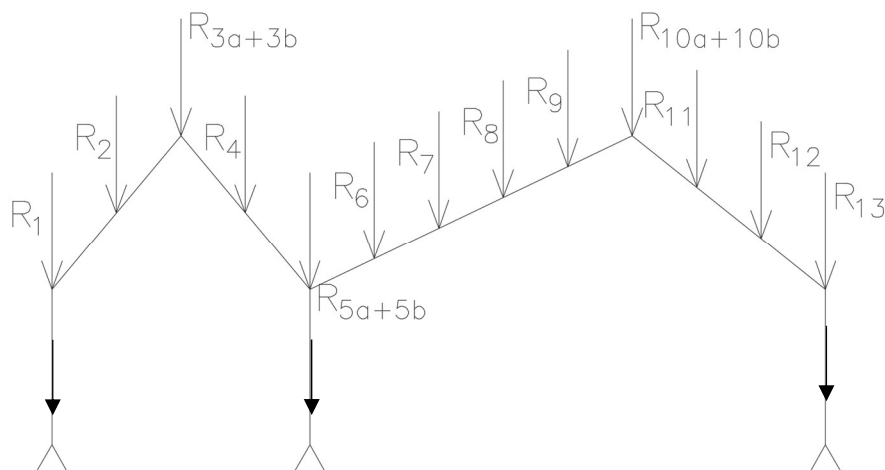
Výpočet je proveden v softwaru RFEM 5 automaticky.

3.3.2.2. ZS2 – ostatní stálé (střecha + vaznice + obvodový plášť).

$g_{k, \text{střecha}} = 0,0862 \text{ kN/m}^2$

$g_{k, \text{vaznice}} = 0,182 \text{ kN/m}$

$g_{k, \text{obv plášť}} = 0,1197 \text{ kN/m}^2 \longrightarrow 0,1197 * 6 = 0,7182 \text{ kN/m}$

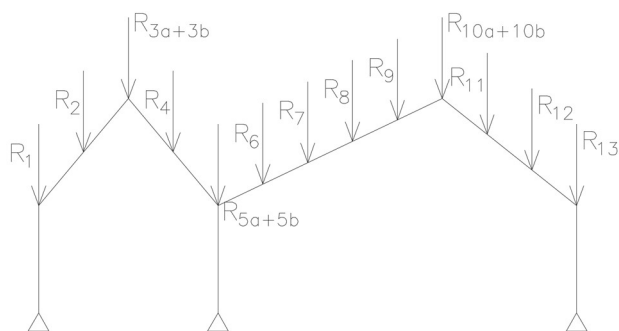


Reakce od vaznic:

sklon střechy	č. vaznice	střecha (kN/m ²)	zat šířka	střecha (kN/m)	vaznice (kN/m)	střecha+vaznice (kN/m)	délka	reakce (kN)
50	1	0,0942	1,555	0,146	0,182	0,328	6	0,985
	2	0,094	3,11	0,293	0,182	0,475	6	1,425
	3a	0,094	1,555	0,146	0,182	0,328	6	0,985
-50	3b	0,094	1,555	0,146	0,182	0,328	6	0,985
	4	0,094	3,11	0,293	0,182	0,475	6	1,425
	5a	0,094	1,555	0,146	0,182	0,328	6	0,985
-25	5b	0,094	1,104	0,104	0,182	0,286	6	0,858
	6	0,094	2,208	0,208	0,182	0,390	6	1,170
	7	0,094	2,208	0,208	0,182	0,390	6	1,170
	8	0,094	2,208	0,208	0,182	0,390	6	1,170
	9	0,094	2,208	0,208	0,182	0,390	6	1,170
	10a	0,094	1,104	0,104	0,182	0,286	6	0,858
38	10b	0,094	1,277	0,120	0,182	0,302	6	0,907
	11	0,094	2,554	0,241	0,182	0,423	6	1,268
	12	0,094	2,554	0,241	0,182	0,423	6	1,268
	13	0,094	1,277	0,120	0,182	0,302	6	0,907

3.3.2.3. ZS3 – sníh 1

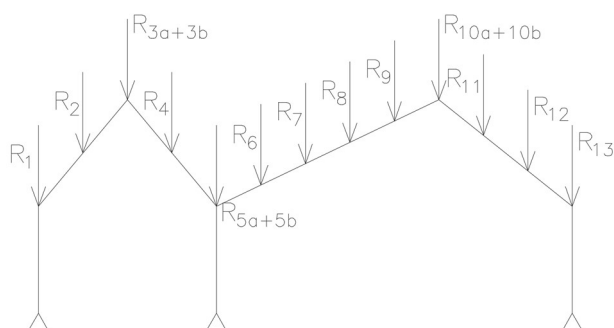
Případ I – zatížení nenavátým sněhem.



	č. vaznice	zatížení (kN/m ²)	zat. šířka	délka	reakce (kN)
50	1	0,2	1	6	0,6
	2	0,2	2	6	1,2
	3a	0,2	1	6	0,6
-50	3b	0,2	1	6	0,6
	4	0,2	2	6	1,2
	5a	0,2	1	6	0,6
-25	5b	0,6	1	6	1,8
	6	0,6	2	6	3,6
	7	0,6	2	6	3,6
	8	0,6	2	6	3,6
	9	0,6	2	6	3,6
	10a	0,6	1	6	1,8
38	10b	0,44	1	6	1,32
	11	0,44	2	6	2,64
	12	0,44	2	6	2,64
	13	0,44	1	6	1,32

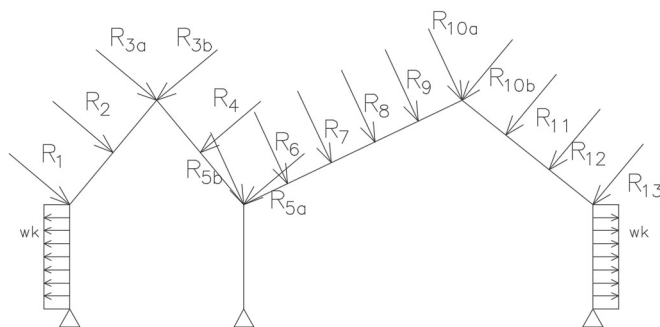
3.3.2.4. ZS4 – sníh 2

Případ II – zatížení navátým sněhem.



	č. vaznice	zatížení (kN/m ²)	zat. šířka	délka	reakce (kN)
50	1	0,2	1	6	0,6
	2	0,2	2	6	1,2
	3a	0,2	1	6	0,6
-50	3b	0,2	1	6	0,6
	4	0,7	2	6	4,2
	5a	1,2	1	6	3,6
-25	5b	1,2	1	6	3,6
	6	1,048	2	6	6,288
	7	0,896	2	6	5,376
	8	0,744	2	6	4,464
	9	0,596	2	6	3,576
	10a	0,44	1	6	1,32
38	10b	0,44	1	6	1,32
	11	0,44	2	6	2,64
	12	0,44	2	6	2,64
	13	0,44	1	6	1,32

3.3.2.5. ZS5 – vítr podélný



$$w_k = 0,84 * W_A + (3+3-0,84) * W_B = 0,84 * (-0,834) + 5,16 * (-0,556) = -3,569 \text{ kN/m}$$

Krajní pole:

$$R_1 = (1,92 * 1,555 * w_F + 4,08 * 1,555 * w_H) / 2 = (-1,92 * 1,555 * 0,765 - 4,08 * 1,555 * 0,591) / 2 = -3,017 \text{ kN}$$

$$R_2 = (1,92 * 3,11 * w_F + 4,08 * 3,11 * w_H) / 2 = (-1,92 * 3,11 * 0,765 - 4,08 * 3,11 * 0,591) / 2 = -6,033 \text{ kN}$$

$$R_{3a} = (1,92 * 1,555 * w_F + 4,08 * 1,555 * w_H) / 2 = (-1,92 * 1,555 * 0,765 - 4,08 * 1,555 * 0,591) / 2 = -3,02 \text{ kN}$$

$$R_{3b} = (1,92 * 1,244 * w_F + 1,92 * 0,311 * w_G + 4,08 * 1,555 * w_H) / 2 = (-1,92 * 1,244 * 0,973 - 1,92 * 0,311 * 0,834 - 4,08 * 1,555 * 0,695) / 2 = -3,617 \text{ kN}$$

$$R4 = (1,92 * 1,555 * w_G + 4,08 * 1,555 * w_H)/2 = (-1,92 * 3,11 * 0,834 - 4,08 * 3,11 * 0,695)/2 = -6,90 \text{ kN}$$

$$R5a = (1,92 * 1,555 * w_G + 4,08 * 1,555 * w_H)/2 = (-1,92 * 1,555 * 0,834 - 4,08 * 1,555 * 0,695)/2 = -3,45 \text{ kN}$$

$$R5b = (1,92 * 1,104 * w_G + 4,08 * 1,104 * w_H)/2 = (-1,92 * 1,104 * 0,834 - 4,08 * 1,104 * 0,647)/2 = -3,34 \text{ kN}$$

$$R6 = (1,92 * 2,208 * w_G + 4,08 * 2,208 * w_H)/2 = (-1,92 * 2,208 * 0,834 - 4,08 * 2,208 * 0,647)/2 = -4,68 \text{ kN}$$

$$R7 = (1,92 * 2,208 * w_G + 4,08 * 2,208 * w_H)/2 = (-1,92 * 2,208 * 0,834 - 4,08 * 2,208 * 0,647)/2 = -4,68 \text{ kN}$$

$$R8 = (1,92 * 2,208 * w_G + 4,08 * 2,208 * w_H)/2 = (-1,92 * 2,208 * 0,834 - 4,08 * 2,208 * 0,647)/2 = -4,68 \text{ kN}$$

$$R9 = (1,92 * 2,208 * w_G + 4,08 * 2,208 * w_H)/2 = (-1,92 * 2,208 * 0,834 - 4,08 * 2,208 * 0,647)/2 = -4,68 \text{ kN}$$

$$R10a = (1,92 * 1,104 * w_G + 4,08 * 1,104 * w_H)/2 = (-1,92 * 1,104 * 0,834 - 4,08 * 1,104 * 0,647)/2 = -2,34 \text{ kN}$$

$$R10b = (1,92 * 1,277 * w_G + 4,08 * 1,277 * w_H)/2 = (-1,92 * 1,277 * 0,973 - 4,08 * 1,277 * 0,626)/2 = -2,82 \text{ kN}$$

$$R11 = (1,92 * 2,2986 * w_F + 1,92 * 0,2554 * w_G + 4,08 * 2,554 * w_H)/2 = (-1,92 * 2,2986 * 0,765 - 1,92 * 0,2554 * 0,973 - 4,08 * 2,554 * 0,626)/2 = -5,188 \text{ kN}$$

$$R12 = (1,92 * 2,554 * w_F + 4,08 * 2,554 * w_H)/2 = (-1,92 * 2,554 * 0,765 - 4,08 * 2,554 * 0,626)/2 = -5,136 \text{ kN}$$

$$R13 = (1,92 * 1,277 * w_F + 4,08 * 1,277 * w_H)/2 = (-1,92 * 1,277 * 0,765 - 4,08 * 1,277 * 0,626)/2 = -2,568 \text{ kN}$$

2.pole

$$R1 = (3,6 * 1,555 * w_H + 2,4 * 1,555 * w_I)/2 = (-3,6 * 1,555 * 0,591 - 2,4 * 1,555 * 0,348)/2 = -2,303 \text{ kN}$$

$$R2 = (3,6 * 3,11 * w_H + 2,4 * 3,11 * w_I)/2 = (-3,6 * 3,11 * 0,591 - 2,4 * 3,11 * 0,348)/2 = -4,606 \text{ kN}$$

$$R3a = (3,6 * 1,555 * w_H + 2,4 * 1,555 * w_I)/2 = (-3,6 * 1,555 * 0,591 - 2,4 * 1,555 * 0,348)/2 = -2,303 \text{ kN}$$

$$R3b = (3,6 * 1,555 * w_H + 2,4 * 1,555 * w_I)/2 = (-3,6 * 1,555 * 0,695 - 2,4 * 1,555 * 0,626)/2 = -3,113 \text{ kN}$$

$$R4 = (3,6 * 3,11 * w_H + 2,4 * 3,11 * w_I)/2 = (-3,6 * 3,11 * 0,695 - 2,4 * 3,11 * 0,626)/2 = -6,228 \text{ kN}$$

$$R5a = (3,6 * 1,555 * w_H + 2,4 * 1,555 * w_I)/2 = (-3,6 * 1,555 * 0,695 - 2,4 * 1,555 * 0,626)/2 = -3,113 \text{ kN}$$

$$R5b = (3,6 * 1,104 * w_H + 2,4 * 1,104 * w_I) / 2 = (-3,6 * 1,104 * 0,647 - 2,4 * 1,104 * 0,591) / 2 = -2,068 \text{ kN}$$

$$R6 = (3,6 * 2,208 * w_H + 2,4 * 2,208 * w_I) / 2 = (-3,6 * 2,208 * 0,647 - 2,4 * 2,208 * 0,591) / 2 = -4,136 \text{ kN}$$

$$R7 = (3,6 * 2,208 * w_H + 2,4 * 2,208 * w_I) / 2 = (-3,6 * 2,208 * 0,647 - 2,4 * 2,208 * 0,591) / 2 = -4,136 \text{ kN}$$

$$R8 = (3,6 * 2,208 * w_H + 2,4 * 2,208 * w_I) / 2 = (-3,6 * 2,208 * 0,647 - 2,4 * 2,208 * 0,591) / 2 = -4,136 \text{ kN}$$

$$R9 = (3,6 * 2,208 * w_H + 2,4 * 2,208 * w_I) / 2 = (-3,6 * 2,208 * 0,647 - 2,4 * 2,208 * 0,591) / 2 = -4,136 \text{ kN}$$

$$R10a = (3,6 * 1,104 * w_H + 2,4 * 1,104 * w_I) / 2 = (-3,6 * 1,104 * 0,647 - 2,4 * 1,104 * 0,591) / 2 = -2,068 \text{ kN}$$

$$R10b = (3,6 * 1,277 * w_H + 2,4 * 1,277 * w_I) / 2 = (-3,6 * 1,277 * 0,626 - 2,4 * 1,277 * 0,348) / 2 = -1,97 \text{ kN}$$

$$R11 = (3,6 * 2,554 * w_H + 2,4 * 2,554 * w_I) / 2 = (-3,6 * 2,554 * 0,626 - 2,4 * 2,554 * 0,348) / 2 = -3,94 \text{ kN}$$

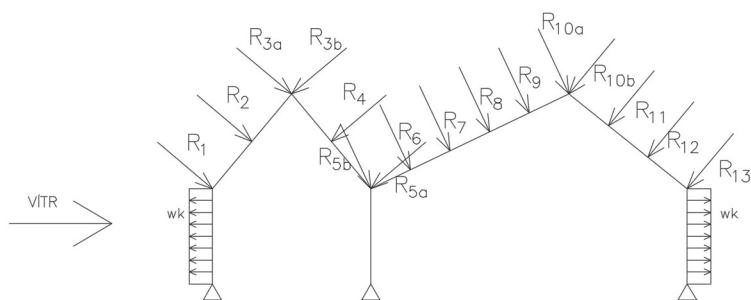
$$R12 = (3,6 * 2,554 * w_H + 2,4 * 2,554 * w_I) / 2 = (-3,6 * 2,554 * 0,626 - 2,4 * 2,554 * 0,348) / 2 = -3,94 \text{ kN}$$

$$R13 = (3,6 * 1,277 * w_H + 2,4 * 1,277 * w_I) / 2 = (-3,6 * 1,277 * 0,626 - 2,4 * 1,277 * 0,348) / 2 = -1,97 \text{ kN}$$

Konečná síla, působící na rám, se rovná: $R^{\text{krajní pole}} + R^{\text{2.pole}}$

Vaznice	Reakce
1	-5,320
2	-10,639
3a	-5,320
3b	-6,731
4	-13,130
5a	-6,565
5b	-4,409
6	-8,817
7	-8,817
8	-8,817
9	-8,817
10a	-4,409
10b	-4,795
11	-9,129
12	-9,078
13	-4,539

3.3.2.6. ZS6 – vítr příčný 1



$$w_{1,k} = 6 * W_D = 6 * 0,556 = 3,336 \text{ kN/m}$$

$$w_{2,k} = 6 * W_E = -6 * 0,223 = -1,338 \text{ kN/m}$$

Krajní pole:

$$R_1 = (4,8 * 1,555 * w_F + 1,2 * 1,555 * w_G) / 2 = (4,8 * 1,555 * 0,487 + 1,2 * 1,555 * 0,487) / 2 = 2,27 \text{ kN}$$

$$R_2 = (4,8 * 1,4306 * w_F + 1,2 * 1,4306 * w_G + 6 * 1,6794 * w_H) / 2 = (4,8 * 1,4306 * 0,487 + 1,2 * 1,4306 * 0,487 + 6 * 1,6794 * 0,452) / 2 = 4,366 \text{ kN}$$

$$R_{3a} = (6 * 1,555 * w_H) / 2 = (6 * 1,555 * 0,452) / 2 = 2,108 \text{ kN}$$

$$R_{3b} = (6 * 1,555 * w_J) / 2 = (-6 * 1,555 * 0,695) / 2 = -3,242 \text{ kN}$$

$$R_4 = (6 * 1,43 * w_J + 6 * 1,67 * w_I) / 2 = (-6 * 1,43 * 0,695 - 6 * 1,67 * 0,487) / 2 = -5,42 \text{ kN}$$

$$R_{5a} = (6 * 1,555 * w_J) / 2 = (-6 * 1,555 * 0,487) / 2 = -2,27 \text{ kN}$$

$$R_{5b} = (6 * 1,555 * w_H) / 2 = (-6 * 1,104 * 0,577) / 2 = -1,911 \text{ kN}$$

$$R_6 = (6 * 2,208 * w_H) / 2 = (-6 * 2,208 * 0,577) / 2 = -3,82 \text{ kN}$$

$$R_7 = (6 * 2,208 * w_H) / 2 = (-6 * 2,208 * 0,577) / 2 = -3,82 \text{ kN}$$

$$R_8 = (6 * 2,208 * w_H) / 2 = (-6 * 2,208 * 0,577) / 2 = -3,82 \text{ kN}$$

$$R_9 = (6 * 2,208 * w_H) / 2 = (-6 * 2,208 * 0,577) / 2 = -3,82 \text{ kN}$$

$$R_{10a} = (6 * 1,555 * w_H) / 2 = (-6 * 1,104 * 0,577) / 2 = -1,911 \text{ kN}$$

$$R_{10b} = (6 * 1,277 * w_J) / 2 = (-6 * 1,277 * 0,271) / 2 = -1,04 \text{ kN}$$

$$R_{11} = (6 * 1,178 * w_I + 6 * 1,379 * w_J) / 2 = (-6 * 1,178 * 0,139 - 6 * 1,379 * 0,271) / 2 = -1,612 \text{ kN}$$

$$R_{12} = (6 * 2,554 * w_I) / 2 = (-6 * 2,554 * 0,139) / 2 = -1,065 \text{ kN}$$

$$R_{13} = (6 * 1,277 * w_I) / 2 = (-6 * 1,277 * 0,139) / 2 = -0,532 \text{ kN}$$

2.pole

$$R1 = (6 * 1,555 * w_G)/2 = (6 * 1,555 * 0,487)/2 = 2,27 \text{ kN}$$

$$R2 = (6 * 1,4306 * w_G + 6 * 1,6794 * w_H)/2 = (6 * 1,4306 * 0,487 + 6 * 1,6794 * 0,452)/2 = 4,366 \text{ kN}$$

$$R3a = (6 * 1,555 * w_H)/2 = (6 * 1,555 * 0,452)/2 = 2,108 \text{ kN}$$

$$R3b = (6 * 1,555 * w_J)/2 = (-6 * 1,555 * 0,695)/2 = -3,242 \text{ kN}$$

$$R4 = (6 * 1,43 * w_J + 6 * 1,67 * w_I)/2 = (-6 * 1,43 * 0,695 - 6 * 1,67 * 0,487)/2 = -5,42 \text{ kN}$$

$$R5a = (6 * 1,555 * w_J)/2 = (-6 * 1,555 * 0,487)/2 = -2,27 \text{ kN}$$

$$R5b = (6 * 1,104 * w_H)/2 = (-6 * 1,104 * 0,577)/2 = -1,911 \text{ kN}$$

$$R6 = (6 * 2,208 * w_H)/2 = (-6 * 2,208 * 0,577)/2 = -3,82 \text{ kN}$$

$$R7 = (6 * 2,208 * w_H)/2 = (-6 * 2,208 * 0,577)/2 = -3,82 \text{ kN}$$

$$R8 = (6 * 2,208 * w_H)/2 = (-6 * 2,208 * 0,577)/2 = -3,82 \text{ kN}$$

$$R9 = (6 * 2,208 * w_H)/2 = (-6 * 2,208 * 0,577)/2 = -3,82 \text{ kN}$$

$$R10a = (6 * 1,555 * w_H)/2 = (-6 * 1,104 * 0,577)/2 = -1,911 \text{ kN}$$

$$R10b = (6 * 1,277 * w_J)/2 = (-6 * 1,277 * 0,271)/2 = -1,04 \text{ kN}$$

$$R11 = (6 * 1,178 * w_I + 6 * 1,379 * w_J)/2 = (-6 * 1,178 * 0,139 - 6 * 1,379 * 0,271)/2 = -1,612 \text{ kN}$$

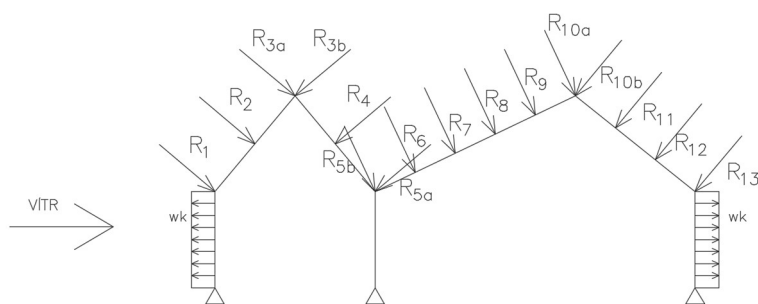
$$R12 = (6 * 2,554 * w_I)/2 = (-6 * 2,554 * 0,139)/2 = -1,065 \text{ kN}$$

$$R13 = (6 * 1,277 * w_I)/2 = (-6 * 1,277 * 0,139)/2 = -0,532 \text{ kN}$$

Konečná síla, působící na rám, se rovná: $R^{\text{krajní pole}} + R^{\text{2.pole}}$

Vaznice	Reakce
1	4,541
2	8,732
3a	4,217
3b	-5,330
4	-10,873
5a	-4,541
5b	-3,823
6	-7,646
7	-7,646
8	-7,646
9	-7,646
10a	-3,823
10b	-2,078
11	-3,224
12	-2,131
13	-1,065

3.3.2.7. ZS7 – vítr příčný 2



$$w_{1,k} = 6 * W_D = 6 * 0,556 = 3,336 \text{ kN/m}$$

$$w_{2,k} = 6 * W_E = -6 * 0,223 = -1,338 \text{ kN/m}$$

Krajní pole:

$$R_1 = (4,8 * 1,555 * w_F + 1,2 * 1,555 * w_G) / 2 = (4,8 * 1,555 * 0,487 + 1,2 * 1,555 * 0,487) / 2 = 2,27 \text{ kN}$$

$$R_2 = (4,8 * 1,4306 * w_F + 1,2 * 1,4306 * w_G + 6 * 1,6794 * w_H) / 2 = (4,8 * 1,4306 * 0,487 + 1,2 * 1,4306 * 0,487 + 6 * 1,6794 * 0,452) / 2 = 4,366 \text{ kN}$$

$$R_{3a} = (6 * 1,555 * w_H) / 2 = (6 * 1,555 * 0,452) / 2 = 2,108 \text{ kN}$$

$$R_{3b} = (6 * 1,555 * w_J) / 2 = (-6 * 1,555 * 0,695) / 2 = -3,242 \text{ kN}$$

$$R_4 = (6 * 1,43 * w_J + 6 * 1,67 * w_I) / 2 = (-6 * 1,43 * 0,695 - 6 * 1,67 * 0,487) / 2 = -5,42 \text{ kN}$$

$$R_{5a} = (6 * 1,555 * w_J) / 2 = (-6 * 1,555 * 0,487) / 2 = -2,27 \text{ kN}$$

$$R_{5b} = (6 * 1,555 * w_H) / 2 = (-6 * 1,104 * 0,577) / 2 = -1,911 \text{ kN}$$

$$R_6 = (6 * 2,208 * w_H) / 2 = (-6 * 2,208 * 0,577) / 2 = -3,82 \text{ kN}$$

$$R_7 = (6 * 2,208 * w_H) / 2 = (-6 * 2,208 * 0,577) / 2 = -3,82 \text{ kN}$$

$$R_8 = (6 * 2,208 * w_H) / 2 = (-6 * 2,208 * 0,577) / 2 = -3,82 \text{ kN}$$

$$R_9 = (6 * 2,208 * w_H) / 2 = (-6 * 2,208 * 0,577) / 2 = -3,82 \text{ kN}$$

$$R_{10a} = (6 * 1,555 * w_H) / 2 = (-6 * 1,104 * 0,577) / 2 = -1,911 \text{ kN}$$

$$R_{10b} = (6 * 1,277 * w_J) / 2 = (-6 * 1,277 * 0) / 2 = 0 \text{ kN}$$

$$R_{11} = (6 * 1,178 * w_I + 6 * 1,379 * w_J) / 2 = (6 * 1,178 * 0 + 6 * 1,379 * 0) / 2 = 0 \text{ kN}$$

$$R_{12} = (6 * 2,554 * w_I) / 2 = (6 * 2,554 * 0) / 2 = 0 \text{ kN}$$

$$R_{13} = (6 * 1,277 * w_I) / 2 = (6 * 1,277 * 0) / 2 = 0 \text{ kN}$$

2.pole

$$R1 = (6 * 1,555 * w_G)/2 = (6 * 1,555 * 0,487)/2 = 2,27 \text{ kN}$$

$$R2 = (6 * 1,4306 * w_G + 6 * 1,6794 * w_H)/2 = (6 * 1,4306 * 0,487 + 6 * 1,6794 * 0,452)/2 = 4,366 \text{ kN}$$

$$R3a = (6 * 1,555 * w_H)/2 = (6 * 1,555 * 0,452)/2 = 2,108 \text{ kN}$$

$$R3b = (6 * 1,555 * w_J)/2 = (-6 * 1,555 * 0,695)/2 = -3,242 \text{ kN}$$

$$R4 = (6 * 1,43 * w_J + 6 * 1,67 * w_I)/2 = (-6 * 1,43 * 0,695 - 6 * 1,67 * 0,487)/2 = -5,42 \text{ kN}$$

$$R5a = (6 * 1,555 * w_J)/2 = (-6 * 1,555 * 0,487)/2 = -2,27 \text{ kN}$$

$$R5b = (6 * 1,104 * w_H)/2 = (-6 * 1,104 * 0,577)/2 = -1,911 \text{ kN}$$

$$R6 = (6 * 2,208 * w_H)/2 = (-6 * 2,208 * 0,577)/2 = -3,82 \text{ kN}$$

$$R7 = (6 * 2,208 * w_H)/2 = (-6 * 2,208 * 0,577)/2 = -3,82 \text{ kN}$$

$$R8 = (6 * 2,208 * w_H)/2 = (-6 * 2,208 * 0,577)/2 = -3,82 \text{ kN}$$

$$R9 = (6 * 2,208 * w_H)/2 = (-6 * 2,208 * 0,577)/2 = -3,82 \text{ kN}$$

$$R10a = (6 * 1,555 * w_H)/2 = (-6 * 1,104 * 0,577)/2 = -1,911 \text{ kN}$$

$$R10b = (6 * 1,277 * w_J)/2 = (6 * 1,277 * 0)/2 = 0 \text{ kN}$$

$$R11 = (6 * 1,178 * w_I + 6 * 1,379 * w_J)/2 = (6 * 1,178 * 0 + 6 * 1,379 * 0)/2 = 0 \text{ kN}$$

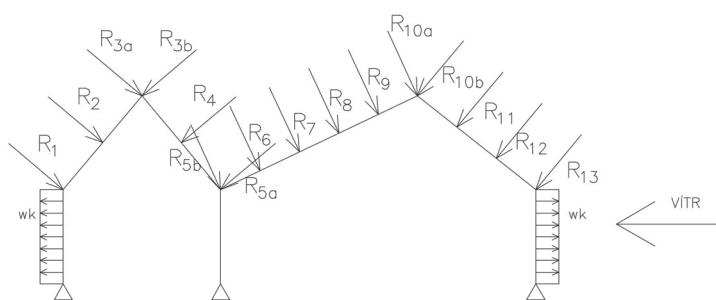
$$R12 = (6 * 2,554 * w_I)/2 = (6 * 2,554 * 0)/2 = 0 \text{ kN}$$

$$R13 = (6 * 1,277 * w_I)/2 = (6 * 1,277 * 0)/2 = 0 \text{ kN}$$

Konečná síla, působící na rám, se rovná: $R^{\text{krajní pole}} + R^{2.\text{pole}}$

Vaznice	Reakce
1	4,541
2	8,732
3a	4,217
3b	-5,330
4	-10,873
5a	-4,541
5b	-3,823
6	-7,646
7	-7,646
8	-7,646
9	-7,646
10a	-3,823
10b	0,000
11	0,000
12	0,000
13	0,000

3.3.2.8. ZS8 – vítr příčný 3



$$W_{2,k} = 6 * W_D = 6 * 0,556 = 3,336 \text{ kN/m}$$

$$W_{1,k} = 6 * W_E = -6 * 0,223 = -1,338 \text{ kN/m}$$

Krajní pole:

$$R_1 = (6 * 1,555 * w_I) / 2 = (-6 * 1,555 * 0,0048) / 2 = -0,022 \text{ kN}$$

$$R_2 = (6 * 1,4306 * w_J + 6 * 1,6794 * w_I) / 2 = (-6 * 1,4306 * 0,069 - 6 * 1,6794 * 0,0048) / 2 = -0,32 \text{ kN}$$

$$R_{3a} = (6 * 1,555 * w_J) / 2 = (-6 * 1,555 * 0,069) / 2 = -0,209 \text{ kN}$$

$$R_{3b} = (6 * 1,555 * w_H) / 2 = (-6 * 1,555 * 0,556) / 2 = -2,595 \text{ kN}$$

$$R_4 = (6 * 3,11 * w_H) / 2 = (-6 * 3,11 * 0,556) / 2 = -5,189 \text{ kN}$$

$$R_{5a} = (6 * 1,555 * w_H) / 2 = (-6 * 1,555 * 0,556) / 2 = -2,595 \text{ kN}$$

$$R_{5b} = (6 * 1,104 * w_I) / 2 = (-6 * 1,104 * 0,394) / 2 = -1,303 \text{ kN}$$

$$R_6 = (6 * 2,208 * w_I) / 2 = (-6 * 2,208 * 0,394) / 2 = -2,609 \text{ kN}$$

$$R_7 = (6 * 2,208 * w_I) / 2 = (-6 * 2,208 * 0,394) / 2 = -2,609 \text{ kN}$$

$$R_8 = (6 * 2,208 * w_I) / 2 = (-6 * 2,208 * 0,394) / 2 = -2,609 \text{ kN}$$

$$R_9 = (6 * 1,02 * w_J + 6 * 1,19 * w_I) / 2 = (-6 * 1,02 * 0,533 - 6 * 1,19 * 0,394) / 2 = -3,033 \text{ kN}$$

$$R_{10a} = (6 * 1,104 * w_J) / 2 = (-6 * 1,104 * 0,533) / 2 = -1,765 \text{ kN}$$

$$R_{10b} = (6 * 1,277 * w_H) / 2 = (6 * 1,277 * 0,353) / 2 = 1,35 \text{ kN}$$

$$R_{11} = (6 * 2,554 * w_H) / 2 = (6 * 2,554 * 0,353) / 2 = 2,70 \text{ kN}$$

$$R_{12} = (4,8 * 1,175 * w_F + 1,2 * 1,175 * w_G + 6 * 1,379 * w_H) / 2 = (4,8 * 1,175 * 0,487 + 1,2 * 1,175 * 0,487 + 6 * 1,379 * 0,353) / 2 = 3,177 \text{ kN}$$

$$R_{13} = (4,8 * 1,277 * w_F + 1,2 * 1,277 * w_G) / 2 = (4,8 * 1,277 * 0,487 + 1,2 * 1,277 * 0,487) / 2 = 1,865 \text{ kN}$$

2.pole

$$R1 = (6 * 1,555 * w_I)/2 = (-6 * 1,555 * 0,0048)/2 = -0,022 \text{ kN}$$

$$R2 = (6 * 1,4306 * w_J + 6 * 1,6794 * w_I)/2 = (-6 * 1,4306 * 0,069 - 6 * 1,6794 * 0,0048)/2 = -0,32 \text{ kN}$$

$$R3a = (6 * 1,555 * w_J)/2 = (-6 * 1,555 * 0,069)/2 = -0,209 \text{ kN}$$

$$R3b = (6 * 1,555 * w_H)/2 = (-6 * 1,555 * 0,556)/2 = -2,595 \text{ kN}$$

$$R4 = (6 * 3,11 * w_H)/2 = (-6 * 3,11 * 0,556)/2 = -5,189 \text{ kN}$$

$$R5a = (6 * 1,555 * w_H)/2 = (-6 * 1,555 * 0,556)/2 = -2,595 \text{ kN}$$

$$R5b = (6 * 1,104 * w_I)/2 = (-6 * 1,104 * 0,394)/2 = -1,303 \text{ kN}$$

$$R6 = (6 * 2,208 * w_I)/2 = (-6 * 2,208 * 0,394)/2 = -2,609 \text{ kN}$$

$$R7 = (6 * 2,208 * w_I)/2 = (-6 * 2,208 * 0,394)/2 = -2,609 \text{ kN}$$

$$R8 = (6 * 2,208 * w_I)/2 = (-6 * 2,208 * 0,394)/2 = -2,609 \text{ kN}$$

$$R9 = (6 * 1,02 * w_J + 6 * 1,19 * w_I)/2 = (-6 * 1,02 * 0,533 - 6 * 1,19 * 0,394)/2 = -3,033 \text{ kN}$$

$$R10a = (6 * 1,104 * w_J)/2 = (-6 * 1,104 * 0,533)/2 = -1,765 \text{ kN}$$

$$R10b = (6 * 1,277 * w_H)/2 = (6 * 1,277 * 0,353)/2 = 1,35 \text{ kN}$$

$$R11 = (6 * 2,554 * w_H)/2 = (6 * 2,554 * 0,353)/2 = 2,70 \text{ kN}$$

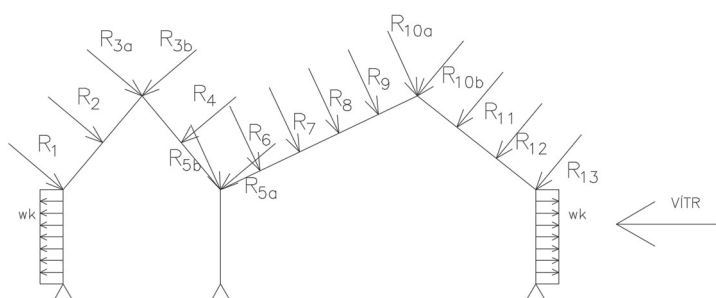
$$R12 = (6 * 1,175 * w_G + 6 * 1,379 * w_H)/2 = (6 * 1,175 * 0,487 + 6 * 1,379 * 0,353)/2 = 3,177 \text{ kN}$$

$$R13 = (1,2 * 1,277 * w_G)/2 = (6 * 1,277 * 0,487)/2 = 1,865 \text{ kN}$$

Konečná síla, působící na rám, se rovná: $R^{\text{krajní pole}} + R^{\text{2.pole}}$

1	-0,043
2	-0,644
3a	-0,533
3b	-5,190
4	-10,380
5a	-5,190
5b	-2,607
6	-5,217
7	-5,217
8	-5,217
9	-6,065
10a	-3,366
10b	2,701
11	5,402
12	6,348
13	3,729

3.3.2.9. ZS9 – vítr příčný 4



$$w_{1,k} = 6 * W_D = 6 * 0,556 = 3,336 \text{ kN/m}$$

$$w_{2,k} = 6 * W_E = -6 * 0,223 = -1,338 \text{ kN/m}$$

Krajní pole:

$$R_1 = (6 * 1,555 * w_I) / 2 = (-6 * 1,555 * 0,0048) / 2 = -0,022 \text{ kN}$$

$$R_2 = (6 * 1,4306 * w_J + 6 * 1,6794 * w_I) / 2 = (-6 * 1,4306 * 0,069 - 6 * 1,6794 * 0,0048) / 2 = -0,32 \text{ kN}$$

$$R_{3a} = (6 * 1,555 * w_J) / 2 = (-6 * 1,555 * 0,069) / 2 = -0,209 \text{ kN}$$

$$R_{3b} = (6 * 1,555 * w_H) / 2 = (-6 * 1,555 * 0,556) / 2 = -2,595 \text{ kN}$$

$$R_4 = (6 * 3,11 * w_H) / 2 = (-6 * 3,11 * 0,556) / 2 = -5,189 \text{ kN}$$

$$R_{5a} = (6 * 1,555 * w_H) / 2 = (-6 * 1,555 * 0,556) / 2 = -2,595 \text{ kN}$$

$$R_{5b} = (6 * 1,104 * w_I) / 2 = (-6 * 1,104 * 0,394) / 2 = -1,303 \text{ kN}$$

$$R_6 = (6 * 2,208 * w_I) / 2 = (-6 * 2,208 * 0,394) / 2 = -2,609 \text{ kN}$$

$$R_7 = (6 * 2,208 * w_I) / 2 = (-6 * 2,208 * 0,394) / 2 = -2,609 \text{ kN}$$

$$R_8 = (6 * 2,208 * w_I) / 2 = (-6 * 2,208 * 0,394) / 2 = -2,609 \text{ kN}$$

$$R_9 = (6 * 1,02 * w_J + 6 * 1,19 * w_I) / 2 = (-6 * 1,02 * 0,533 - 6 * 1,19 * 0,394) / 2 = -3,033 \text{ kN}$$

$$R_{10a} = (6 * 1,104 * w_J) / 2 = (-6 * 1,104 * 0,533) / 2 = -1,765 \text{ kN}$$

$$R_{10b} = (6 * 1,277 * w_H) / 2 = (-6 * 1,277 * 0,063) / 2 = -0,24 \text{ kN}$$

$$R_{11} = (6 * 2,554 * w_H) / 2 = (-6 * 2,554 * 0,063) / 2 = -0,482 \text{ kN}$$

$$R_{12} = (4,8 * 1,175 * w_F + 1,2 * 1,175 * w_G + 6 * 1,379 * w_H) / 2 = (-4,8 * 1,175 * 0,160 - 1,2 * 1,175 * 0,160 - 6 * 1,379 * 0,063) / 2 = -0,823 \text{ kN}$$

$$R_{13} = (4,8 * 1,277 * w_F + 1,2 * 1,277 * w_G) / 2 = (-4,8 * 1,277 * 0,160 - 1,2 * 1,277 * 0,160) / 2 = -0,613 \text{ kN}$$

2.pole

$$R1 = (6 * 1,555 * w_I)/2 = (-6 * 1,555 * 0,0048)/2 = -0,022 \text{ kN}$$

$$R2 = (6 * 1,4306 * w_J + 6 * 1,6794 * w_I)/2 = (-6 * 1,4306 * 0,069 - 6 * 1,6794 * 0,0048)/2 = -0,32 \text{ kN}$$

$$R3a = (6 * 1,555 * w_J)/2 = (-6 * 1,555 * 0,069)/2 = -0,209 \text{ kN}$$

$$R3b = (6 * 1,555 * w_H)/2 = (-6 * 1,555 * 0,556)/2 = -2,595 \text{ kN}$$

$$R4 = (6 * 3,11 * w_H)/2 = (-6 * 3,11 * 0,556)/2 = -5,189 \text{ kN}$$

$$R5a = (6 * 1,555 * w_H)/2 = (-6 * 1,555 * 0,556)/2 = -2,595 \text{ kN}$$

$$R5b = (6 * 1,104 * w_I)/2 = (-6 * 1,104 * 0,394)/2 = -1,303 \text{ kN}$$

$$R6 = (6 * 2,208 * w_I)/2 = (-6 * 2,208 * 0,394)/2 = -2,609 \text{ kN}$$

$$R7 = (6 * 2,208 * w_I)/2 = (-6 * 2,208 * 0,394)/2 = -2,609 \text{ kN}$$

$$R8 = (6 * 2,208 * w_I)/2 = (-6 * 2,208 * 0,394)/2 = -2,609 \text{ kN}$$

$$R9 = (6 * 1,02 * w_J + 6 * 1,19 * w_I)/2 = (-6 * 1,02 * 0,533 - 6 * 1,19 * 0,394)/2 = -3,033 \text{ kN}$$

$$R10a = (6 * 1,104 * w_J)/2 = (-6 * 1,104 * 0,533)/2 = -1,765 \text{ kN}$$

$$R10b = (6 * 1,277 * w_H)/2 = (-6 * 1,277 * 0,063)/2 = -0,24 \text{ kN}$$

$$R11 = (6 * 2,554 * w_H)/2 = (-6 * 2,554 * 0,063)/2 = -0,482 \text{ kN}$$

$$R12 = (6 * 1,175 * w_G + 6 * 1,379 * w_H)/2 = (-6 * 1,175 * 0,160 - 6 * 1,379 * 0,063)/2 = -0,823 \text{ kN}$$

$$R13 = (1,2 * 1,277 * w_G)/2 = (-6 * 1,277 * 0,160)/2 = -0,613 \text{ kN}$$

Konečná síla, působící na rám, se rovná: $R^{\text{krajní pole}} + R^{\text{2.pole}}$

Vaznice	Reakce
1	-0,043
2	-0,644
3a	-0,533
3b	-5,190
4	-10,380
5a	-5,190
5b	-2,607
6	-5,217
7	-5,217
8	-5,217
9	-6,065
10a	-3,366
10b	-0,479
11	0,965
12	-1,645
13	-1,225

3.3.2.10. ZS10 – imperfekce

Jako zvláštní typ zatížení zavádím do výpočtu počáteční prohnutí a pootočení prutů v rovině rámu.

Počet sloupů v řadě: 3.

Výška sloupů: 4,8 m.

Uvedené údaje jsem zadala do programu RFEM 5.

3.3.3. Kombinace zatěžovacích stavů

Kombinační součinitelé: $\psi^{\text{vitr}}=0,6$, $\Psi^{\text{snih}}=0,5$

MSÚ

KZS1: $1.35 \cdot \text{ZS1} + 1.35 \cdot \text{ZS2} + 1.5 \cdot \text{ZS3} + 0.9 \cdot \text{ZS5} + \text{ZS10}$

KZS2: $1.35 \cdot \text{ZS1} + 1.35 \cdot \text{ZS2} + 1.5 \cdot \text{ZS3} + 0.9 \cdot \text{ZS6} + \text{ZS10}$

KZS3: $1.35 \cdot \text{ZS1} + 1.35 \cdot \text{ZS2} + 1.5 \cdot \text{ZS3} + 0.9 \cdot \text{ZS7} + \text{ZS10}$

KZS4: $1.35 \cdot \text{ZS1} + 1.35 \cdot \text{ZS2} + 1.5 \cdot \text{ZS3} + 0.9 \cdot \text{ZS8} + \text{ZS10}$

KZS5: $1.35 \cdot \text{ZS1} + 1.35 \cdot \text{ZS2} + 1.5 \cdot \text{ZS3} + 0.9 \cdot \text{ZS9} + \text{ZS10}$

KZS6: $1.35 \cdot \text{ZS1} + 1.35 \cdot \text{ZS2} + 1.5 \cdot \text{ZS4} + 0.9 \cdot \text{ZS5} + \text{ZS10}$

KZS7: $1.35 \cdot \text{ZS1} + 1.35 \cdot \text{ZS2} + 1.5 \cdot \text{ZS4} + 0.9 \cdot \text{ZS6} + \text{ZS10}$

KZS8: $1.35 \cdot \text{ZS1} + 1.35 \cdot \text{ZS2} + 1.5 \cdot \text{ZS4} + 0.9 \cdot \text{ZS7} + \text{ZS10}$

KZS9: $1.35 \cdot \text{ZS1} + 1.35 \cdot \text{ZS2} + 1.5 \cdot \text{ZS4} + 0.9 \cdot \text{ZS8} + \text{ZS10}$

KZS10: $1.35 \cdot \text{ZS1} + 1.35 \cdot \text{ZS2} + 1.5 \cdot \text{ZS4} + 0.9 \cdot \text{ZS9} + \text{ZS10}$

KZS11: $1.35 \cdot \text{ZS1} + 1.35 \cdot \text{ZS2} + 0.75 \cdot \text{ZS3} + 1.5 \cdot \text{ZS5} + \text{ZS10}$

KZS12: $1.35 \cdot \text{ZS1} + 1.35 \cdot \text{ZS2} + 0.75 \cdot \text{ZS4} + 1.5 \cdot \text{ZS5} + \text{ZS10}$

KZS13: $1.35 \cdot \text{ZS1} + 1.35 \cdot \text{ZS2} + 0.75 \cdot \text{ZS3} + 1.5 \cdot \text{ZS6} + \text{ZS10}$

KZS14: $1.35 \cdot \text{ZS1} + 1.35 \cdot \text{ZS2} + 0.75 \cdot \text{ZS4} + 1.5 \cdot \text{ZS6} + \text{ZS10}$

KZS15: $1.35 \cdot \text{ZS1} + 1.35 \cdot \text{ZS2} + 0.75 \cdot \text{ZS3} + 1.5 \cdot \text{ZS7} + \text{ZS10}$

KZS16: $1.35 \cdot \text{ZS1} + 1.35 \cdot \text{ZS2} + 0.75 \cdot \text{ZS4} + 1.5 \cdot \text{ZS7} + \text{ZS10}$

KZS17: $1.35 \cdot \text{ZS1} + 1.35 \cdot \text{ZS2} + 0.75 \cdot \text{ZS3} + 1.5 \cdot \text{ZS8} + \text{ZS10}$

KZS18: $1.35 \cdot \text{ZS1} + 1.35 \cdot \text{ZS2} + 0.75 \cdot \text{ZS4} + 1.5 \cdot \text{ZS8} + \text{ZS10}$

KZS19: $1.35 \cdot \text{ZS1} + 1.35 \cdot \text{ZS2} + 0.75 \cdot \text{ZS3} + 1.5 \cdot \text{ZS9} + \text{ZS10}$

KZS20: $1.35 \cdot \text{ZS1} + 1.35 \cdot \text{ZS2} + 0.75 \cdot \text{ZS4} + 1.5 \cdot \text{ZS9} + \text{ZS10}$

MSP

KZS21: $\text{ZS1} + \text{ZS2} + \text{ZS3} + 0.6 \cdot \text{ZS5} + \text{ZS10}$

KZS22: $\text{ZS1} + \text{ZS2} + \text{ZS3} + 0.6 \cdot \text{ZS6} + \text{ZS10}$

KZS23: ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS7 + ZS10
 KZS24: ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS8 + ZS10
 KZS25: ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS9 + ZS10
 KZS26: ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS5 + ZS10
 KZS27: ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS6 + ZS10
 KZS28: ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS7 + ZS10
 KZS29: ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS8 + ZS10
 KZS30: ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS9 + ZS10
 KZS31: ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS5 + ZS10
 KZS32: ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS5 + ZS10
 KZS33: ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS6 + ZS10
 KZS34: ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS6 + ZS10
 KZS35: ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS7 + ZS10
 KZS36: ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS7 + ZS10
 KZS37: ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS8 + ZS10
 KZS38: ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS8 + ZS10
 KZS39: ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS9 + ZS10
 KZS40: ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS9 + ZS10

3.3.4. Posouzení MSP

Výpočet byl proveden pomocí programu RFEM 5.

Rozhodující kombinace: KZS34

Limitní hodnoty průhybu pro jednotlivé pruty dle ČSN EN 1993-1-1:

	délka prutu		δ _{lim} [mm]	rozhodující kombinace	průhyb [mm]	využití
sloup 1	4,8	L/150	32	KZS34	22,7	63,75
sloup 2	4,8	L/150	32	KZS34	19,9	55,31
sloup 3	4,8	L/150	32	KZS34	19,2	55,44
příčel 1	6,248	L/250	24,992	KZS34	24,6	89,63
příčel 2	6,248	L/250	24,992	KZS34	21,9	82,43
příčel 3	11,092	L/250	44,368	KZS34	21,1	44,40
příčel 4	7,687	L/250	30,748	KZS34	19,2	61,79

Jsou navrženy průřezy HEA 300 pro sloupy a IPE 400 pro příčle.

3.3.5. Posouzení MSÚ

3.3.5.1. Sloupy

3.3.5.1.1. Sloup 1

Výpočet byl proveden v programu RFEM 5.

Všechny síly viz. podklady.

Rozhodující kombinace	N [kN]	My [kNm]
KZS14	-9,771	76,378

Rozhodující stav smykové únosnosti: KZS14, ale při návrhu smyk nebude rozhodovat.

Vnitřní síly:

$$N_{ed} = -9,771 \text{ kN}$$

$$M_{ed} = 76,378 \text{ kNm}$$

Návrh profilu: HEA 300

h =	290	mm		
b =	300	mm		
tw =	8,5	mm		
tf =	14	mm		
r =	27	mm		
G =	88,3	kg/m		
	0,883	kN/m		
A =	11250	mm ²		
Avz =	3728	mm ³		
Iy =	18260000	mm ⁴	iy =	127 mm
Wpl,y				
=	1383000	mm ³	iz =	74,9 mm
Wel,y				
=	1260000	mm ³	E =	210000 MPa
ocel =	S235		fy =	235 MPa
třída	1 pro ohyb k ose y			

Posouzení:

Vzpěrná délka z roviny: $L_{cr,z} = 4800 \text{ mm}$

$$\text{Štíhlost prutu: } \lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{4800}{74,9} = 64,085$$

$$\text{Relativní štíhlost: } \lambda_1 = \pi * \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 * \epsilon = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{235}} = 93,9$$

$$\text{Poměrná štíhlost: } \bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{64,085}{93,9} = 0,683$$

Křivka vzpěrné pevnosti pro průřez HEA pro vybočení kolmo k z-z: c

Součinitel imperfekce: $\alpha = 0,49$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_z = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2) = 0,5 * (1 + 0,49 * (0,683 - 0,2) + 0,683^2) = 0,85$$

$$X_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{0,85 + \sqrt{0,85^2 - 0,683^2}} = 0,736$$

Vliv klopení:

Výpočet kritického momentu byl proveden v programu LTBeam 1.0.4.

$$M_{cr} = 2246,5 \text{ kNm}$$

$$\text{Poměrná štíhlost: } \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1383000 * 235}{2246,5 * 10^6}} = 0,38$$

Křivka klopení pro válcovaný profil:

$$h/b = 290/300 = 0,97 \rightarrow \text{křivka c}$$

$$\text{Součinitel klopení pro křivku vzpěrné pevnosti c } X_{LT} = 0,908$$

Součinitel ekvivalentního konstantního momentu C_{my} :

$$\alpha_h = M_h/M_s = 0$$

$$C_{my} = 0,9$$

Součinitel ekvivalentního konstantního momentu C_{mLT}

$\psi = 0$ – poměr krajních momentů

$$C_{mLT} = 0,6$$

Interakční součinitelé χ_y a χ_z se rovnají nule, protože jsem zavedla počáteční imperfekce v rovině rámu rovnou do výpočtu vnitřních sil.

Podmínky spolehlivosti:

$$N_{Rk} = A * f_y = 11\,250 * 235 = 2\,643\,750 \text{ N}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} * f_y = 1\,383\,000 * 235 = 325\,005\,000 \text{ Nmm}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{X_{LT} * M_{y,Rk}} \leq 1$$

$$\frac{9\,770}{2\,643\,750} + \frac{76\,378 * 10^3}{0,908 * 325\,005\,000} = 0,263 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{X_z * N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{X_{LT} * M_{y,Rk}} \leq 1$$

$$\frac{9\,770}{0,736 * 2\,643\,750} + \frac{76\,378 * 10^3}{0,908 * 325\,005\,000} = 0,264 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed}}{\gamma_{M0}} \leq 1$$

$$\frac{9\,770}{2\,643\,750} + \frac{76\,378 * 10^3}{325\,005\,000} = 0,239 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

3.3.5.1.2. Sloup 2

Výpočet byl proveden v programu RFEM 5.

Všechny sily viz. podklady.

Rozhodující kombinace	N [kN]	My [kNm]
KZS18	-49,532	-96,113

Rozhodující stav smykové únosnosti: KZS9, ale při návrhu smyk nebude rozhodovat.

Vnitřní sily:

Ned = -49,532 kN

Med = -96,113 kNm

Návrh profilu: HEA 300

h =	290	mm		
b =	300	mm		
tw =	8,5	mm		
tf =	14	mm		
r =	27	mm		
G =	88,3	kg/m		
	0,883	kN/m		
A =	11250	mm ²		
Avz =	3728	mm ³		
Iy =	18260000	mm ³	iy =	127 mm
Wpl,y				
=	1383000	mm ³	iz =	74,9 mm
Wel,y				
=	1260000	mm ³	E =	210000 MPa
ocel =	S235		fy =	235 MPa
třída	1 pro ohyb k ose y			

Posouzení:

Vzpěrná délka z roviny: $L_{cr,z} = 4800$ mm

Štíhlost prutu: $\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{4800}{74,9} = 64,085$

Relativní štíhlost: $\lambda_1 = \pi * \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{235}} = 93,9$

Poměrná štíhlost: $\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{64,085}{93,9} = 0,683$

Křivka vzpěrné pevnosti pro průřez HEA pro vybočení kolmo k z-z: c

Součinitel imperfekce: $\alpha = 0,49$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_z = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2) = 0,5 * (1 + 0,49 * (0,683 - 0,2) + 0,683^2) = 0,85$$

$$X_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{0,85 + \sqrt{0,85^2 - 0,683^2}} = 0,736$$

Vliv klopení:

Výpočet kritického momentu byl proveden v programu LTBeam 1.0.4.

$M_{cr} = 2759$ kNm

Poměrná štíhlost: $\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1383000 * 235}{2759 * 10^6}} = 0,343$

Křivka klopení pro válcovaný profil:

$h/b = 290/300 = 0,97 \rightarrow$ křivka c

Součinitel klopení pro křivku vzpěrné pevnosti b $X_{LT} = 0,929$

Součinitel ekvivalentního konstantního momentu C_{my} :

$$\alpha_h = M_h/M_s = 0$$

$$C_{my} = 0,9$$

Součinitel ekvivalentního konstantního momentu C_{mLT}

$\psi = 0$ – poměr krajních momentů

$$C_{mLT} = 0,6$$

Interakční součinitelé k_{yy} a k_{zy} se rovnají nule, protože jsem zavedla počáteční imperfekce v rovině rámu rovnou do výpočtu vnitřních sil.

Podmínky spolehlivosti:

$$N_{Rk} = A * f_y = 11\,250 * 235 = 2\,643\,750$$
 N

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} * f_y = 1\,383\,000 * 235 = 325\,005\,000$$
 Nmm

$$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M1} \frac{N_{Rk}}{X_{LT}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\gamma_{M1} \frac{M_{y,Rk}}{X_{LT}}} \leq 1$$

$$\frac{49\,532}{\frac{2\,643\,750}{1}} + \frac{96\,113 * 10^3}{\frac{0,929 * 325\,005\,000}{1}} = 0,337 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M1} \frac{N_{Rk}}{X_Z}} + \frac{M_{y,Ed}}{\gamma_{M1} \frac{M_{y,Rk}}{X_{LT}}} \leq 1$$

$$\frac{49\,532}{\frac{0,736 * 2\,643\,750}{1}} + \frac{96\,113 * 10^3}{\frac{0,929 * 325\,005\,000}{1}} = 0,293 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M0} \frac{N_{Rk}}{X_{LT}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\gamma_{M0} \frac{M_{y,Rk}}{X_{LT}}} \leq 1$$

$$\frac{532}{\frac{2\,643\,750}{1}} + \frac{96\,113 * 10^3}{\frac{325\,005\,000}{1}} = 0,315 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

3.3.5.1.3. Sloup 3

Výpočet byl proveden v programu RFEM 5.

Všechny síly viz. podklady.

Rozhodující kombinace	N [kN]	My [kNm]
KZS7	-59,037	97,689

Rozhodující stav smykové únosnosti: KZS6, ale při návrhu smyk nebude rozhodovat.

Vnitřní síly:

Ned = -59,037 kN

Med = 97,689 kNm

Návrh profilu: HEA 300

h =	290	mm		
b =	300	mm		
tw =	8,5	mm		
tf =	14	mm		
r =	27	mm		
G =	88,3	kg/m		
	0,883	kN/m		
A =	11250	mm ²		
Avz =	3728	mm ³		
Iy =	18260000	mm ³	iy =	127 mm

$$\begin{aligned}
W_{pl,y} &= 1383000 \text{ mm}^3 & i_z &= 74,9 \text{ mm} \\
W_{el,y} &= 1260000 \text{ mm}^3 & E &= 210000 \text{ MPa} \\
\text{ocel} &= \text{S235} & f_y &= 235 \text{ MPa} \\
&& \text{třída} &= 1 \text{ pro ohyb k ose } y
\end{aligned}$$

Posouzení:

Vzpěrná délka z roviny: $L_{cr,z} = 4800 \text{ mm}$

Štíhlost prutu: $\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{4800}{74,9} = 64,085$

Relativní štíhlost: $\lambda_1 = \pi * \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{235}} = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{235}} = 93,9$

Poměrná štíhlost: $\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{64,085}{93,9} = 0,683$

Křivka vzpěrné pevnosti pro průřez HEA pro vybočení kolmo k z-z: c

Součinitel imperfekce: $\alpha = 0,49$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_z = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2) = 0,5 * (1 + 0,49 * (0,683 - 0,2) + 0,683^2) = 0,85$$

$$X_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{0,85 + \sqrt{0,85^2 - 0,683^2}} = 0,736$$

Vliv klopení:

Výpočet kritického momentu byl proveden v programu LTBeam 1.0.4.

$M_{cr} = 2766,1 \text{ kNm}$

$$\text{Poměrná štíhlost: } \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1383000 * 235}{2766,1 * 10^6}} = 0,343$$

Křivka klopení pro válcovaný profil:

$h/b = 290/300 = 0,97 \rightarrow$ křivka c

Součinitel klopení pro křivku vzpěrné pevnosti b $X_{LT} = 0,929$

Součinitel ekvivalentního konstantního momentu C_{my} :

$$\alpha_h = M_h/M_s = 0$$

$$C_{my} = 0,9$$

Součinitel ekvivalentního konstantního momentu C_{mLT}

$\psi = 0$ – poměr krajních momentů

$$C_{mLT} = 0,6$$

Interakční součinitelé k_{yy} a k_{zy} se rovnají nule, protože jsem zavedla počáteční imperfekce v rovině rámu rovnou do výpočtu vnitřních sil.

Podmínky spolehlivosti:

$$N_{Rk} = A * f_y = 11\,250 * 235 = 2\,643\,750 \text{ N}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} * f_y = 1\,383\,000 * 235 = 325\,005\,000 \text{ Nmm}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{X_{LT} * M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{59\,037}{\frac{2\,643\,750}{1}} + \frac{97\,689 * 10^3}{\frac{0,929 * 325\,005\,000}{1}} = 0,346 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{X_Z * N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{X_{LT} * M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{59\,037}{\frac{0,736 * 2\,643\,750}{1}} + \frac{97\,689 * 10^3}{\frac{0,929 * 325\,005\,000}{1}} = 0,354 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{N_{Rk}}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M0}}} \leq 1$$

$$\frac{59\,037}{\frac{2\,643\,750}{1}} + \frac{97\,689 * 10^3}{\frac{325\,005\,000}{1}} = 0,323 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

Návrh průřezu sloupů: HEA 300. Maximální využití 35%.

3.3.5.2. Příčle

3.3.5.2.1. Příčel 1

Výpočet byl proveden v programu RFEM 5.

Všechny síly viz. podklady.

Rozhodující kombinace	N [kN]	My [kNm]
KZS14	16,903	76,378

Rozhodující stav smykové únosnosti: KZS13, ale při návrhu smyk nebude rozhodovat.

Vnitřní síly:

$$N_{ed} = 16,903 \text{ kN}$$

$$M_{ed} = 76,378 \text{ kNm}$$

Návrh profilu: IPE 400

h =	400	mm		
b =	180	mm		
tw =	8,6	mm		
tf =	13,5	mm		
r =	21	mm		
G =	66,3	kg/m		
	0,663	kN/m		
A =	8446	mm ²		
Avz =	4269	mm ³		
I _y =	231300000	mm ³	i _y =	165 mm
W _{pl,y}				
=	1307000	mm ³	i _z =	39,5 mm
W _{el,y}				
=	1156000	mm ³	E =	210000 MPa
ocel =	S235		f _y =	235 MPa
třída	1 pro ohyb k ose y			

Posouzení:

Vzpěrná délka z roviny: $L_{cr,z} = 6248 \text{ mm}$

$$\text{Štíhlost prutu: } \lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{6248}{39,5} = 158,177$$

$$\text{Relativní štíhlost: } \lambda_1 = \pi * \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{235}} = 93,9$$

$$\text{Poměrná štíhlost: } \bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{158,177}{93,9} = 1,685$$

Křivka vzpěrné pevnosti pro průřez IPE pro vybočení kolmo k z-z: b

Součinitel imperfekce: $\alpha = 0,34$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_z = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2) = 0,5 * (1 + 0,34 * (1,685 - 0,2) + 1,685^2) = 2,17$$

$$X_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{2,17 + \sqrt{2,17^2 - 1,685^2}} = 0,2824$$

Vliv klopení:

Výpočet kritického momentu byl proveden v programu LTBeam 1.0.4.

$$M_{cr} = 443,77 \text{ kNm}$$

$$\text{Poměrná štíhlost: } \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1307000 * 235}{443,77 * 10^6}} = 0,83$$

Křivka klopení pro válcovaný profil:

$$h/b = 290/300 = 0,97 \rightarrow \text{křivka b}$$

Součinitel klopení pro křivku vzpěrné pevnosti $b_{X_{LT}} = 0,706$

Interakční součinitelé χ_{yy} a χ_{zy} se rovnají nule, protože jsem zavedla počáteční imperfekce v rovině rámu rovnou do výpočtu vnitřních sil.

Podmínky spolehlivosti:

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 8446 \cdot 235 = 1\,984\,810 \text{ N}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = 1\,307\,000 \cdot 235 = 307\,145\,000 \text{ Nmm}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{X_{LT} \cdot M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{16\,903}{\frac{1\,984\,810}{1}} + \frac{76\,378 \cdot 10^3}{\frac{0,706 \cdot 307\,145\,000}{1}} = 0,36 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{X_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{X_{LT} \cdot M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{16\,903}{\frac{0,282 \cdot 1\,984\,810}{1}} + \frac{76\,378 \cdot 10^3}{\frac{0,706 \cdot 307\,145\,000}{1}} = 0,382 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{N_{Rk}}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M0}}} \leq 1$$

$$\frac{16\,903}{\frac{1\,984\,810}{1}} + \frac{76\,378 \cdot 10^3}{\frac{307\,145\,000}{1}} = 0,257 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

3.3.5.2.2. Příčel 2

Výpočet byl proveden v programu RFEM 5.

Všechny síly viz. podklady.

Rozhodující kombinace	N [kN]	My [kNm]
KZS17	-14,161	62,501

Rozhodující stav smykové únosnosti: KZS11, ale při návrhu smyk nebude rozhodovat.

Vnitřní síly:

$$N_{ed} = -14,161 \text{ kN}$$

$$M_{ed} = 62,501 \text{ kNm}$$

Návrh profilu: IPE 400

h =	400	mm		
b =	180	mm		
tw =	8,6	mm		
tf =	13,5	mm		
r =	21	mm		
G =	66,3	kg/m		
	0,663	kN/m		
A =	8446	mm ²		
Avz =	4269	mm ³		
Iy =	231300000	mm ⁴	iy =	165 mm
Wpl,y				
=	1307000	mm ³	iz =	39,5 mm
Wel,y				
=	1156000	mm ³	E =	210000 MPa
ocel =	S235		fy =	235 MPa
třída	1 pro ohyb k ose y			

Posouzení:

Vzpěrná délka z roviny: $L_{cr,z} = 6248$ mm

Štíhlost prutu: $\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{iz} = \frac{6248}{39,5} = 158,177$

Relativní štíhlost: $\lambda_1 = \pi * \sqrt{\frac{E}{fy}} = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{235}} = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{235}} = 93,9$

Poměrná štíhlost: $\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{158,177}{93,9} = 1,685$

Křivka vzpěrné pevnosti pro průřez IPE pro vybočení kolmo k z-z: b

Součinitel imperfekce: $\alpha = 0,34$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_z = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2) = 0,5 * (1 + 0,34 * (1,685 - 0,2) + 1,685^2) = 2,17$$

$$X_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{2,17 + \sqrt{2,17^2 - 1,685^2}} = 0,2824$$

Vliv klopení:

Výpočet kritického momentu byl proveden v programu LTBeam 1.0.4.

$M_{cr} = 881,71$ kNm

$$\text{Poměrná štíhlost: } \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} * fy}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1307000 * 235}{881,71 * 10^6}} = 0,59$$

Křivka klopení pro válcovaný profil:

$h/b = 290/300 = 0,97 \rightarrow$ křivka b

Součinitel klopení pro křivku vzpěrné pevnosti b $X_{LT} = 0,842$

Interakční součinitelé k_{yy} a k_{zy} se rovnají nule, protože jsem zavedla počáteční imperfekce v rovině rámu rovnou do výpočtu vnitřních sil.

Podmínky spolehlivosti:

$$N_{Rk} = A * f_y = 8446 * 235 = 1\,984\,810 \text{ N}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} * f_y = 1\,307\,000 * 235 = 307\,145\,000 \text{ Nmm}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{X_{LT} * M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{14\,161}{1\,984\,810} + \frac{62\,501 * 10^3}{0,842 * 307\,145\,000} = 0,249 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{X_Z * N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{X_{LT} * M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{14\,161}{0,282 * 1\,984\,810} + \frac{62\,501 * 10^3}{0,842 * 307\,145\,000} = 0,249 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{N_{Rk}}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M0}}} \leq 1$$

$$\frac{14\,161}{1\,984\,810} + \frac{62\,501 * 10^3}{307\,145\,000} = 0,257 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

3.3.5.2.3. Příčel 3

Výpočet byl proveden v programu RFEM 5.

Všechny sily viz. podklady.

Rozhodující kombinace	N [kN]	My [kNm]
KZS9	-68,587	-110,401

Rozhodující stav smykové únosnosti: KZS9, ale při návrhu smyk nebude rozhodovat.

Vnitřní sily:

$$N_{ed} = -68,587 \text{ kN}$$

$$M_{ed} = -110,401 \text{ kNm}$$

Návrh profilu: IPE 400

h =	400	mm		
b =	180	mm		
tw =	8,6	mm		
tf =	13,5	mm		
r =	21	mm		
G =	66,3	kg/m		
	0,663	kN/m		
A =	8446	mm ²		
Avz =	4269	mm ³		
Iy =	231300000	mm ³	iy =	165 mm
Wpl,y =	1307000	mm ³	iz =	39,5 mm
Wel,y =	1156000	mm ³	E =	210000 MPa
ocel =	S235		fy =	235 MPa
třída	1 pro ohyb k ose y			

Posouzení:

Vzpěrná délka z roviny: $L_{cr,z} = 6\ 655\ \text{mm}$

Štíhlost prutu: $\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{6\ 655}{39,5} = 168,49$

Relativní štíhlost: $\lambda_1 = \pi * \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{235}} = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{235}} = 93,9$

Poměrná štíhlost: $\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{168,49}{93,9} = 1,79$

Křivka vzpěrné pevnosti pro průřez IPE pro vybočení kolmo k z-z: b

Součinitel imperfekce: $\alpha = 0,34$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_z = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2) = 0,5 * (1 + 0,34 * (1,79 - 0,2) + 1,79^2) = 2,38$$

$$X_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{2,38 + \sqrt{2,38^2 - 1,79^2}} = 0,253$$

Vliv klopení:

Výpočet kritického momentu byl proveden v programu LTBeam 1.0.4.

$M_{cr} = 698,05\ \text{kNm}$

$$\text{Poměrná štíhlost: } \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1307000 * 235}{698,05 * 10^6}} = 0,66$$

Křivka klopení pro válcovaný profil:

$h/b = 290/300 = 0,97 \rightarrow$ křivka b

Součinitel klopení pro křivku vzpěrné pevnosti b $X_{LT} = 0,806$

Interakční součinitelé k_{yy} a k_{zy} se rovnají nule, protože jsem zavedla počáteční imperfekce v rovině rámu rovnou do výpočtu vnitřních sil.

Podmínky spolehlivosti:

$$N_{Rk} = A * f_y = 8446 * 235 = 1\,984\,810 \text{ N}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} * f_y = 1\,307\,000 * 235 = 307\,145\,000 \text{ Nmm}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{X_{LT} * M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{68\,587}{1} + \frac{110\,401 * 10^3}{0,806 * 307\,145\,000} = 0,48 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{X_Z * \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + \frac{M_{y,Ed}}{X_{LT} * \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{68\,587}{0,253 * 1\,984\,810} + \frac{110\,401 * 10^3}{0,806 * 307\,145\,000} = 0,58 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{N_{Rk}}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M0}}} \leq 1$$

$$\frac{68\,587}{1} + \frac{110\,401 * 10^3}{307\,145\,000} = 0,39 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

3.3.5.2.4. Příčel 4

Výpočet byl proveden v programu RFEM 5.

Všechny sily viz. podklady.

Rozhodující kombinace	N [kN]	My [kNm]
KZS8	-41,691	-95,436

Rozhodující stav smykové únosnosti: KZS9, ale při návrhu smyk nebude rozhodovat.

Vnitřní sily:

$$N_{ed} = -41,691 \text{ kN}$$

$$M_{ed} = -95,436 \text{ kNm}$$

Návrh profilu: IPE 400

h =	400	mm		
b =	180	mm		
tw =	8,6	mm		
tf =	13,5	mm		
r =	21	mm		
G =	66,3	kg/m		
	0,663	kN/m		
A =	8446	mm ²		
Avz =	4269	mm ³		
Iy =	231300000	mm ³	iy =	165 mm
Wpl,y =	1307000	mm ³	iz =	39,5 mm
Wel,y =	1156000	mm ³	E =	210000 MPa
ocel =	S235		fy =	235 MPa
třída	1 pro ohyb k ose y			

Posouzení:

Vzpěrná délka z roviny: $L_{cr,z} = 7\,684$ mm

Štíhlost prutu: $\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{7\,684}{39,5} = 193,62$

Relativní štíhlost: $\lambda_1 = \pi * \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{235}} = 93,9$

Poměrná štíhlost: $\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{193,62}{93,9} = 2,06$

Křivka vzpěrné pevnosti pro průřez IPE pro vybočení kolmo k z-z: b

Součinitel imperfekce: $\alpha = 0,34$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_z = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2) = 0,5 * (1 + 0,34 * (2,06 - 0,2) + 2,06^2) = 2,94$$

$$X_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{2,94 + \sqrt{2,94^2 - 2,06^2}} = 0,198$$

Vliv klopení:

Výpočet kritického momentu byl proveden v programu LTBeam 1.0.4.

$M_{cr} = 705,75$ kNm

$$\text{Poměrná štíhlost: } \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1307000 * 235}{705,75 * 10^6}} = 0,692$$

Křivka klopení pro válcovaný profil:

$h/b = 290/300 = 0,97 \rightarrow$ křivka b

Součinitel klopení pro křivku vzpěrné pevnosti b $X_{LT} = 0,789$

Interakční součinitelé k_{yy} a k_{zy} se rovnají nule, protože jsem zavedla počáteční imperfekce v rovině rámu rovnou do výpočtu vnitřních sil.

Podmínky spolehlivosti:

$$N_{Rk} = A * f_y = 8446 * 235 = 1\,984\,810 \text{ N}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} * f_y = 1\,307\,000 * 235 = 307\,145\,000 \text{ Nmm}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{X_{LT} * M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{41\,691}{1} + \frac{95\,436 * 10^3}{0,789 * 307\,145\,000} = 0,425 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{X_Z * N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{X_{LT} * M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{41\,691}{0,198 * 1\,984\,810} + \frac{95\,436 * 10^3}{0,789 * 307\,145\,000} = 0,515 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{N_{Rk}}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M0}}} \leq 1$$

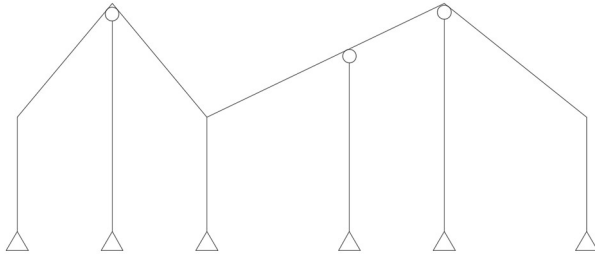
$$\frac{41\,691}{1} + \frac{95\,436 * 10^3}{307\,145\,000} = 0,34 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

Návrh průřezu příčlí: IPE 400. Maximální využití 58%.

3.4. Štítová stěna

3.4.1. Statické schéma

Rám na kloubových pátkách a kloubově připojené sloupky.



3.4.2. Zatěžovací stavy

3.4.2.1. ZS1 – vlastní tíha

Výpočet je proveden v softwaru RFEM 5 automaticky.

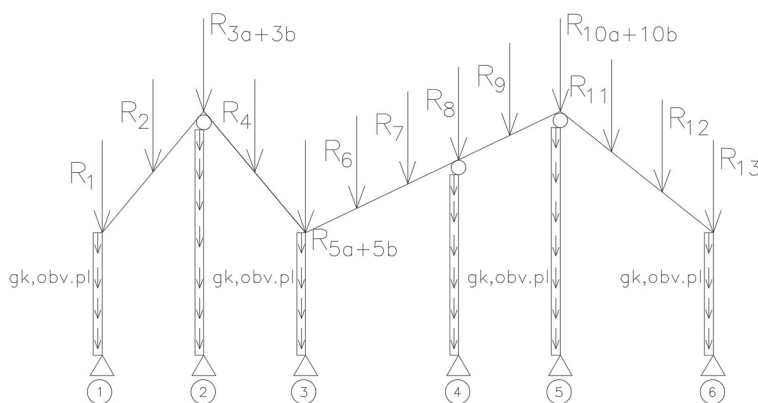
3.4.2.2. ZS2 – ostatní stálé (střecha + vaznice + obvodový plášť)

$g_{k, \text{střecha}} = 0,0862 \text{ kN/m}^2$

$g_{k, \text{vaznice}} = 0,182 \text{ kN/m}$

$g_{k, \text{obv plášť}} = 0,1197 \text{ kN/m}^2$

-
1. sloup: $1/2 * 11,98 * 0,1198 = 0,2394 \text{ kN/m} + 0,7182 \text{ kN/m}$
 2. sloup: $1/4 * 0,1197 * 33,5 = 1,002 \text{ kN/m}$
 3. sloup: $1/5 * 0,1197 * 28,52 = 0,2394 \text{ kN/m}$
 4. sloup: $1/5 * 0,1197 * 45 = 1,077 \text{ kN/m}$
 5. sloup: $1/5 * 0,1197 * 43,77 = 1,048 \text{ kN/m}$
 6. sloup: $1/3 * 0,1197 * 18,25 = 0,359 \text{ kN/m} + 0,7182 \text{ kN/m}$



Vzhledem k tomu, že se plánuje rozšiřování haly, nechala jsem nepříznivější reakce od vaznic.

Reakce od vaznic – viz. 2.3.2.2.

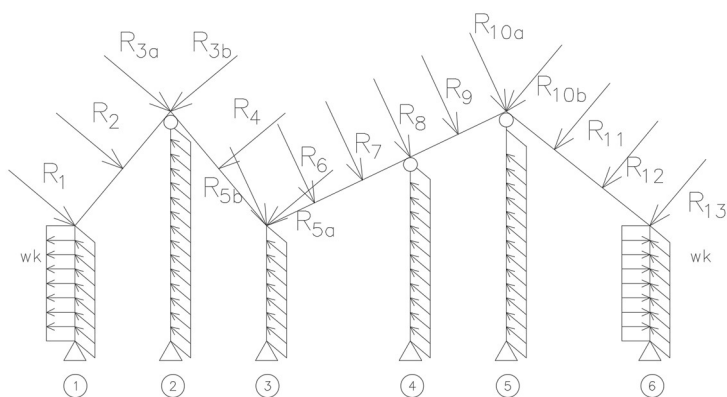
3.4.2.3. ZS3 – sníh 1

Stejné síly jako v bodě 2.3.2.3.

3.4.2.4. ZS3 – sníh 2

Stejné síly jako v bodě 2.3.2.3.

3.4.2.5. ZS4 – vítr podélný



$$w_k = 0,84 * W_A + (3+3-0,84) * W_B = 0,84 * (-0,834) + 5,16 * (-0,556) = -3,569 \text{ kN/m}$$

Tlak:

$$w_1 = 1/2 * W_D * 11,98 = 1/2 * 0,487 * 11,98 = 2,917 \text{ kN/m}$$

$$w_2 = 1/4 * W_D * 33,5 = 1/4 * 0,487 * 33,5 = 4,078 \text{ kN/m}$$

$$w_3 = 1/5 * W_D * 28,52 = 1/5 * 0,487 * 28,52 = 2,778 \text{ kN/m}$$

$$w_4 = 1/5 * W_D * 36,97 = 1/5 * 0,487 * 36,97 = 3,6 \text{ kN/m}$$

$$w_5 = 1/5 * W_D * 43,77 = 1/5 * 0,487 * 43,77 = 4,263 \text{ kN/m}$$

$$w_6 = 1/3 * W_D * 18,25 = 1/3 * 0,487 * 18,25 = 2,96 \text{ kN/m}$$

Sání:

$$w_1 = 1/2 * W_E * 11,98 = 1/2 * (-0,209) * 11,98 = -1,25 \text{ kN/m}$$

$$w_2 = 1/4 * W_E * 33,5 = 1/4 * (-0,209) * 33,5 = -1,75 \text{ kN/m}$$

$$w_3 = 1/5 * W_E * 28,52 = 1/5 * (-0,209) * 28,52 = -1,19 \text{ kN/m}$$

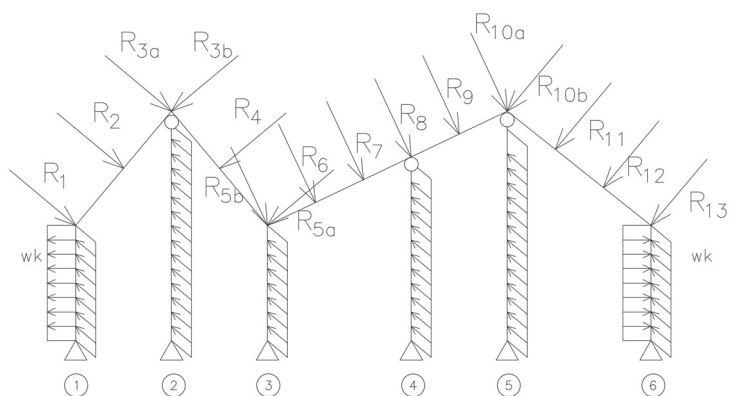
$$w_4 = 1/5 * W_E * 36,97 = 1/5 * (-0,209) * 36,97 = -1,545 \text{ kN/m}$$

$$w_5 = 1/5 * W_E * 43,77 = 1/5 * (-0,209) * 43,77 = -1,829 \text{ kN/m}$$

$$w_6 = 1/3 * W_E * 18,25 = 1/3 * (-0,209) * 18,25 = -1,27 \text{ kN/m}$$

Reakce od vaznic – viz. 2.3.2.5.

3.4.2.6. ZS6 – vítr příčný 1



$$w_{1,k} = 6 * W_D = 6 * 0,556 = 3,336 \text{ kN/m}$$

$$w_{2,k} = 6 * W_E = -6 * 0,223 = -1,338 \text{ kN/m}$$

$$w_1 = 1/2 * W_A * 11,98 = 1/2 * (-0,834) * 11,98 = -4,996 \text{ kN/m}$$

$$w_2 = 1/4 * W_A * 15,23 + 1/4 * W_B * 18,27 = 1/4 * (-0,834) * 15,23 + 1/4 * (-0,640) * 18,27 = -6,098 \text{ kN/m}$$

$$w_3 = 1/5 * W_B * 28,52 = 1/5 * (-0,640) * 28,52 = -3,65 \text{ kN/m}$$

$$w_4 = 1/5 * W_B * 36,97 = 1/5 * (-0,640) * 36,97 = -4,73 \text{ kN/m}$$

$$w_5 = 1/5 * W_B * 29,57 + 1/5 * W_C * 14,2 = 1/5 * (-0,640) * 29,57 + 1/5 * (-0,348) * 14,2 = -4,77 \text{ kN/m}$$

$$w_6 = 1/3 * W_C * 18,25 = 1/3 * (-0,348) * 18,25 = -2,117 \text{ kN/m}$$

Reakce od vaznic – viz. 2.3.2.5.

3.4.2.7. ZS7 – vítr příčný 2

Stejné zatížení jako v bodě 2.4.2.6.

3.4.2.8. ZS8 – vítr příčný 3

$$W_{2,k} = 6 * W_D = 6 * 0,556 = 3,336 \text{ kN/m}$$

$$W_{1,k} = 6 * W_E = -6 * 0,223 = -1,338 \text{ kN/m}$$

$$w_1 = 1/2 * W_C * 11,98 = 1/2 * (-0,348) * 11,98 = -2,08 \text{ kN/m}$$

$$w_2 = 1/4 * W_B * 15,23 + 1/4 * W_C * 18,27 = 1/4 * (-0,640) * 9,478 + 1/4 * (-0,348) * 24,022 = -3,607 \text{ kN/m}$$

$$w_3 = 1/5 * W_B * 28,52 = 1/5 * (-0,640) * 28,52 = -3,65 \text{ kN/m}$$

$$w_4 = 1/5 * W_B * 36,97 = 1/5 * (-0,640) * 36,97 = -4,73 \text{ kN/m}$$

$$w_5 = 1/5 * W_A * 29,57 + 1/5 * W_B * 14,2 = 1/5 * (-0,834) * 6,89 + 1/5 * (-0,640) * 36,88 = -5,87 \text{ kN/m}$$

$$w_6 = 1/3 * W_A * 18,25 = 1/3 * (-0,834) * 18,25 = -5,074 \text{ kN/m}$$

3.4.2.9. ZS9 – vítr příčný 4

Stejné zatížení jako v bodě 2.4.2.8.

3.4.2.10. ZS10 – imperfekce

Jako zvláštní typ zatížení zavádím do výpočtu počáteční prohnutí a pootočení prutů v rovině rámu.

Počet sloupů v řadě: 4.

Výška sloupů: 4,8 m.

Uvedené údaje jsem zadala do programu RFEM 5

Imperfekce ve směru z roviny rámu a spolupůsobení imperfekcí zadám při dalším výpočtu pomocí součinitelů.

3.4.3. Kombinace zatěžovacích stavů

Kombinace zatěžovacích stavů jsou stejné jako pro typický rám. Viz. 2.3.3.

3.4.4. Posouzení MSP

Výpočet byl proveden pomocí programu RFEM 5.

Rozhodující kombinace: KZS34

Limitní hodnoty průhybu pro jednotlivé pruty dle ČSN EN 1993-1-1:

	délka prutu		δ _{lim} [mm]	rozhodující kombinace	průhyb [mm]
sloup 1	4,8	L/150	32	KZS34	20,5
sloup 2	9,6	L/150	64	KZS34	52,3
sloup 3	4,8	L/150	32	KZS34	20,1
sloup 4	7,68	L/150	51,2	KZS34	20
sloup 5	9,6	L/150	64	KZS37	51,4
sloup 6	4,8	L/150	32	KZS34	19,9
příčel 1	6,248	L/250	24,992	KZS34	22,8
příčel 2	6,248	L/250	24,992	KZS34	22
příčel 3	11,092	L/250	44,368	KZS34	20,7
příčel 4	7,687	L/250	30,748	KZS34	21,3

Jsou navrženy průřezy HEA 300 pro sloupce a IPE 400 pro příčle.

3.4.5. Posouzení MSÚ

3.4.5.1. Sloupy

3.4.5.1.1. Sloup 1

Výpočet byl proveden v programu RFEM 5.

Všechny síly viz. podklady.

Rozhodující kombinace	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
KZS14	-23,375	59,859	-21,516

Vnitřní síly:

$$N_{ed} = -23,375 \text{ kN}$$

$$M_{y,ed} = 59,859 \text{ kNm}$$

$$M_{z,ed} = -21,516 \text{ kNm}$$

Návrh profilu: HEA 300

h =	290	mm		
b =	300	mm		
tw =	8,5	mm		
tf =	14	mm		
r =	27	mm		
G =	88,3	kg/m		
	0,883	kN/m		
A =	11250	mm ²		
Avz =	3728	mm ³		
Iy =	18260000	mm ⁴	iy = 127	mm
Wpl,y =	1383000	mm ³	iz = 74,9	mm
Wel,y =	1260000	mm ³	E = 210000	MPa
ocel =	S235		fy = 235	MPa
třída	1 pro ohyb k ose y			
			Wpl,z =	641200 mm ³
			Wel,z =	420600 mm ³

Posouzení:

Vzpěrná délka z roviny: $L_{cr,z} = 4800 \text{ mm}$

$$\text{Štíhlost prutu: } \lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{4800}{74,9} = 64,085$$

$$\text{Relativní štíhlost: } \lambda_1 = \pi * \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{235}} = 93,9$$

$$\text{Poměrná štíhlost: } \bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{64,085}{93,9} = 0,683$$

Křivka vzpěrné pevnosti pro průřez HEA pro vybočení kolmo k z-z: c

Součinitel imperfekce: $\alpha = 0,49$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_z = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2) = 0,5 * (1 + 0,49 * (0,683 - 0,2) + 0,683^2) = 0,85$$

$$X_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{0,85 + \sqrt{0,85^2 - 0,683^2}} = 0,736$$

Vliv klopení:

Výpočet kritického momentu byl proveden v programu LTBeam 1.0.4.

$$M_{cr} = 1336,9 \text{ kNm}$$

$$\text{Poměrná štíhlost: } \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1383000 * 235}{1336,9 * 10^6}} = 0,493$$

Křivka klopení pro válcovaný profil:

$$h/b = 290/300 = 0,97 \rightarrow \text{křivka c}$$

$$\text{Součinitel klopení pro křivku vzpěrné pevnosti c } X_{LT} = 0,894$$

Součinitel ekvivalentního konstantního momentu C_{my} :

$$\alpha_h = M_h/M_s = 0$$

$$C_{my} = 0,9$$

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

Součinitel ekvivalentního konstantního momentu C_{mLT}

$\psi = 0$ – poměr krajních momentů

$$C_{mLT} = 0,6$$

Hodnoty únosnosti:

$$N_{Rk} = A * f_y = 11\,250 * 235 = 2\,643\,750 \text{ N}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} * f_y = 1\,383\,000 * 235 = 325\,005\,000 \text{ Nmm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} * f_y = 802\,300 * 235 = 188\,540\,500 \text{ Nmm}$$

Interakční součinitelé k_{yy} a k_{zy} se rovnají nule, protože jsem zavedla počáteční imperfekce v rovině rámu rovnou do výpočtu vnitřních sil.

$$k_{zz} = \min \left\{ \begin{array}{l} C_{mz} * \left(1 + (2 * \bar{\lambda}_z - 0,6) * \frac{N_{ed}}{X_z * \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \\ C_{mz} * \left(1 + 1,4 * \frac{N_{ed}}{X_z * \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \end{array} \right.$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 0,9 * \left(1 + (2 * 0,683 - 0,6) * \frac{23\,375}{0,736 * 2\,643\,750} \right) \\ 0,9 * \left(1 + 1,4 * \frac{23\,375}{0,736 * 2\,643\,750} \right) \end{array} \right.$$

$$= \min \{ 0,909, 0,916 \} = 0,909$$

$$k_{yz} = 0,6k_{zz} = 0,6 * 0,909 = 0,5454$$

Podmínky spolehlivosti:

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{X_{LT} * M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{23\,375}{\frac{2\,643\,750}{1}} + \frac{59\,859 * 10^3}{\frac{0,894 * 325\,005\,000}{1}} + 0,5454 * \frac{21\,516 * 10^3}{\frac{188\,540\,500}{1}} =$$

$$= 0,28 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{X_z * N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{X_{LT} * M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{23\,375}{\frac{0,736 * 2\,643\,750}{1}} + \frac{59\,859 * 10^3}{\frac{0,894 * 325\,005\,000}{1}} + 0,909 * \frac{21\,516 * 10^3}{\frac{188\,540\,500}{1}} =$$

$$= 0,325 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

3.4.5.1.2. Sloup 2

Výpočet byl proveden v programu RFEM 5.

Všechny síly viz. podklady.

Rozhodující kombinace	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
KZS14	25,452	0	104,452

Vnitřní síly:

$$N_{ed} = 25,452 \text{ kN}$$

$$M_{y,ed} = 0 \text{ kNm}$$

$$M_{z,ed} = 104,452 \text{ kNm}$$

Návrh profilu: HEA 300

h =	290	mm			
b =	300	mm			
tw =	8,5	mm			
tf =	14	mm			
r =	27	mm			
G =	88,3	kg/m			
	0,883	kN/m			
A =	11250	mm ²			
Avz =	3728	mm ³			
I _y =	18260000	mm ⁴	i _y =	127	mm
W _{pl,y} =	1383000	mm ³	i _z =	74,9	mm
W _{el,y} =	1260000	mm ³	E =	210000	MPa
ocel =	S235		f _y =	235	MPa
třída	1 pro ohyb k ose y				

$$W_{pl,z} = 641200 \text{ mm}^3$$

$$W_{el,z} = 420600 \text{ mm}^3$$

Posouzení:

Vzpěrná délka z roviny: $L_{cr,z} = 9600 \text{ mm}$

$$\text{Štíhlost prutu: } \lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{9600}{74,9} = 128,17$$

$$\text{Relativní štíhlost: } \lambda_1 = \pi * \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{235}} = 93,9$$

$$\text{Poměrná štíhlost: } \bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{128,17}{93,9} = 1,36$$

Křivka vzpěrné pevnosti pro průřez HEA pro vybočení kolmo k z-z: c

Součinitel imperfekce: $\alpha = 0,49$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_z = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2) = 0,5 * (1 + 0,49 * (1,36 - 0,2) + 1,36^2) = 1,72$$

$$X_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{1,72 + \sqrt{1,72^2 - 1,36^2}} = 0,36$$

Vliv klopení:

$M_{y,ed} = 0$...vliv klopení zanedbám

Součinitel ekvivalentního konstantního momentu C_{my} :

$$\alpha_h = M_h/M_s = 0$$

$$C_{my} = 0,9$$

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

Součinitel ekvivalentního konstantního momentu C_{mLT}

$\psi = 0$ – poměr krajních momentů

$$C_{mLT} = 0,6$$

Hodnoty únosnosti:

$$N_{Rk} = A * f_y = 11\,250 * 235 = 2\,643\,750 \text{ N}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} * f_y = 1\,383\,000 * 235 = 325\,005\,000 \text{ Nmm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} * f_y = 802\,300 * 235 = 188\,540\,500 \text{ Nmm}$$

Interakční součinitelé k_{yy} a k_{zy} se rovnají nule, protože jsem zavedla počáteční imperfekce v rovině rámu rovnou do výpočtu vnitřních sil.

$$k_{zz} = \min \left\{ \begin{array}{l} C_{mz} * \left(1 + (2 * \bar{\lambda}_z - 0,6) * \frac{N_{Ed}}{X_Z * \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \\ C_{mz} * \left(1 + 1,4 * \frac{N_{Ed}}{X_Z * \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \end{array} \right.$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 0,9 * \left(1 + (2 * 1,36 - 0,6) * \frac{25\,470}{0,36 * 2\,643\,750} \right) \\ 0,9 * \left(1 + 1,4 * \frac{25\,470}{0,36 * 2\,643\,750} \right) \end{array} \right. = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,951 \\ 0,933 \end{array} \right. = 0,933$$

$$k_{yz} = 0,6k_{zz} = 0,6 * 0,933 = 0,56$$

Podmínky spolehlivosti:

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{X_{LT} * M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{25\,452}{\frac{2\,643\,750}{1}} + 0 + 0,56 * \frac{104\,452 * 10^3}{\frac{188\,540\,500}{1}} = 0,319 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{X_Z * N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{X_{LT} * M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{ZZ} \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{25\,452}{\frac{0,36 * 2\,643\,750}{1}} + 0 + 0,933 * \frac{104\,452 * 10^3}{\frac{188\,540\,500}{1}} = 0,543 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

3.4.5.1.3. Sloup 3

Výpočet byl proveden v programu RFEM 5.

Všechny síly viz. podklady.

Rozhodující kombinace	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
KZS14	-63,903	93,803	-15,198

Vnitřní síly:

$$N_{ed} = -63,903 \text{ kN}$$

$$M_{y,ed} = 93,803 \text{ kNm}$$

$$M_{z,ed} = -15,198 \text{ kNm}$$

Návrh profilu: HEA 300

h =	290	mm			
b =	300	mm			
tw =	8,5	mm			
tf =	14	mm			
r =	27	mm			
G =	88,3	kg/m			
	0,883	kN/m			
A =	11250	mm ²			
Avz =	3728	mm ³			
Iy =	18260000	mm ⁴	iy =	127	mm
Wpl,y =	1383000	mm ³	iz =	74,9	mm
Wel,y =	1260000	mm ³	E =	210000	MPa
ocel =	S235		fy =	235	MPa
třída	1 pro ohyb k ose y				

Posouzení:

$$\text{Vzpěrná délka z roviny: } L_{cr,z} = 4800 \text{ mm}$$

$$\text{Štíhlost prutu: } \lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{4800}{74,9} = 64,08$$

$$\text{Relativní štíhlost: } \lambda_1 = \pi * \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 * \epsilon = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{235}} = 93,9$$

$$\text{Poměrná štíhlost: } \bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{64,08}{93,9} = 0,68$$

Křivka vzpěrné pevnosti pro průřez HEA pro vybočení kolmo k z-z: c

$$\text{Součinitel imperfekce: } \alpha = 0,49$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_z = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda}_z - 0,2)) + \bar{\lambda}_z^2 = 0,5 * (1 + 0,49 * (0,68 - 0,2)) + 0,68^2 = 0,85$$

$$X_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{0,85 + \sqrt{0,85^2 - 0,68^2}} = 0,736$$

Vliv klopení:

Výpočet kritického momentu byl proveden v programu LTBeam 1.0.4.

$$M_{cr} = 1839,1 \text{ kNm}$$

$$\text{Poměrná štíhlost: } \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1383000 * 235}{1839,1 * 10^6}} = 0,42$$

Křivka klopení pro válcovaný profil:

$$h/b = 290/300 = 0,97 \longrightarrow \text{křivka c}$$

$$\text{Součinitel klopení pro křivku vzpěrné pevnosti c } X_{LT} = 0,887$$

Součinitel ekvivalentního konstantního momentu C_{my} :

$$\alpha_h = M_h/M_s = 0$$

$$C_{my} = 0,9$$

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

Součinitel ekvivalentního konstantního momentu C_{mLT}

$\psi = 0$ – poměr krajních momentů

$$C_{mLT} = 0,6$$

Hodnoty únosnosti:

$$N_{Rk} = A * f_y = 11\,250 * 235 = 2\,643\,750 \text{ N}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} * f_y = 1\,383\,000 * 235 = 325\,005\,000 \text{ Nmm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} * f_y = 802\,300 * 235 = 188\,540\,500 \text{ Nmm}$$

Interakční součinitelé k_{yy} a k_{zy} se rovnají nule, protože jsem zavedla počáteční imperfekce v rovině rámu rovnou do výpočtu vnitřních sil.

$$\begin{aligned}
k_{zz} &= \min \left\{ \begin{aligned} &C_{mz} * \left(1 + (2 * \bar{\lambda}_z - 0,6) * \frac{N_{ed}}{X_z * \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \\ &C_{mz} * \left(1 + 1,4 * \frac{N_{ed}}{X_z * \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \end{aligned} \right. \\
&= \min \left\{ \begin{aligned} &0,9 * \left(1 + (2 * 0,68 - 0,6) * \frac{63\,903}{0,736 * 2\,643\,750} \right) \\ &0,9 * \left(1 + 1,4 * \frac{63\,903}{0,736 * 2\,643\,750} \right) \end{aligned} \right. \\
&= \min \begin{cases} 0,924 \\ 0,944 \end{cases} = 0,924
\end{aligned}$$

$$k_{yz} = 0,6k_{zz} = 0,6 * 0,924 = 0,55$$

Podmínky spolehlivosti:

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{X_{LT} * M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{63\,903}{2\,643\,750} + \frac{93\,803 * 10^3}{0,887 * 325\,005\,000} + 0,55 * \frac{15\,198 * 10^3}{188\,540\,500} = 0,397 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{X_z * N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{X_{LT} * M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{63\,903}{0,736 * 2\,643\,750} + \frac{93\,803 * 10^3}{0,887 * 325\,005\,000} + 0,924 * \frac{15\,198 * 10^3}{188\,540\,500} = 0,436 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

3.4.5.1.4. Sloup 4

Výpočet byl proveden v programu RFEM 5.

Všechny síly viz. podklady.

Rozhodující kombinace	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
KZS14	-34,472	0	52,916

Vnitřní síly:

$$N_{ed} = -34,472 \text{ kN}$$

$$M_{y,ed} = 0 \text{ kNm}$$

$$M_{z,ed} = 52,916 \text{ kNm}$$

Návrh profilu: HEA 300

h =	290	mm			
b =	300	mm			
tw =	8,5	mm			
tf =	14	mm			
r =	27	mm			
G =	88,3	kg/m			
	0,883	kN/m			
A =	11250	mm ²			
Avz =	3728	mm ³			
Iy =	18260000	mm ⁴	iy =	127	mm
Wpl,y =	1383000	mm ³	iz =	74,9	mm
Wel,y =	1260000	mm ³	E =	210000	MPa
ocel =	S235		fy =	235	MPa
třída	1 pro ohyb k ose y				
			Wpl,z =	641200	mm ³
			Wel,z =	420600	mm ³

Posouzení:

Vzpěrná délka z roviny: $L_{cr,z} = 7680$ mm

Štíhlost prutu: $\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{7680}{74,9} = 102,537$

Relativní štíhlost: $\lambda_1 = \pi * \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{235}} = 93,9$

Poměrná štíhlost: $\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{102,537}{93,9} = 1,09$

Křivka vzpěrné pevnosti pro průřez HEA pro vybočení kolmo k z-z: c

Součinitel imperfekce: $\alpha = 0,49$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_z = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2) = 0,5 * (1 + 0,49 * (1,09 - 0,2) + 1,09^2) = 1,31$$

$$X_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{1,31 + \sqrt{1,31^2 - 1,09^2}} = 0,488$$

Vliv klopení:

$M_{y,ed}=0$...vliv klopení zanedbám

Součinitel ekvivalentního konstantního momentu C_{my} :

$$\alpha_h = M_h/M_s = 0$$

$$C_{my} = 0,9$$

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

Součinitel ekvivalentního konstantního momentu C_{mLT}

$\psi = 0$ – poměr krajních momentů

$$C_{mLT} = 0,6$$

Hodnoty únosnosti:

$$N_{Rk} = A * f_y = 11\,250 * 235 = 2\,643\,750 \text{ N}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} * f_y = 1\,383\,000 * 235 = 325\,005\,000 \text{ Nmm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} * f_y = 802\,300 * 235 = 188\,540\,500 \text{ Nmm}$$

Interakční součinitelé k_{yy} a k_{yz} se rovnají nule, protože jsem zavedla počáteční imperfekce v rovině rámu rovnou do výpočtu vnitřních sil.

$$k_{zz} = \min \left\{ \begin{array}{l} C_{mz} * \left(1 + (2 * \bar{\lambda}_z - 0,6) * \frac{N_{Ed}}{X_z * \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \\ C_{mz} * \left(1 + 1,4 * \frac{N_{Ed}}{X_z * \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \end{array} \right.$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 0,9 * \left(1 + (2 * 1,09 - 0,6) * \frac{34\,472}{0,488 * 2\,643\,750} \right) \\ 0,9 * \left(1 + 1,4 * \frac{34\,472}{0,488 * 2\,643\,750} \right) \end{array} \right.$$

$$= \min \{ 0,942, 0,937 \} = 0,937$$

$$k_{yz} = 0,6k_{zz} = 0,6 * 0,937 = 0,56$$

Podmínky spolehlivosti:

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{X_{LT} * M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{34\,472}{2\,643\,750} + 0 + 0,56 * \frac{52\,916 * 10^3}{188\,540\,500} = 0,17 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{X_z * N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{X_{LT} * M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{34\,472}{0,488 * 2\,643\,750} + 0 + 0,937 * \frac{52\,916 * 10^3}{188\,540\,500} = 0,293 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

3.4.5.1.5. Sloup 5

Výpočet byl proveden v programu RFEM 5.

Všechny síly viz. podklady.

Rozhodující kombinace	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
KZS17	-62,856	0	-105,364

Vnitřní síly:

$$N_{ed} = -62,856 \text{ kN}$$

$$M_{y,ed} = 0 \text{ kNm}$$

$$M_{z,ed} = -105,364 \text{ kNm}$$

Návrh profilu: HEA 300

h =	290	mm			
b =	300	mm			
tw =	8,5	mm			
tf =	14	mm			
r =	27	mm			
G =	88,3	kg/m			
	0,883	kN/m			
A =	11250	mm ²			
Avz =	3728	mm ³			
Iy =	18260000	mm ⁴	iy =	127	mm
Wpl,y =	1383000	mm ³	iz =	74,9	mm
Wel,y =	1260000	mm ³	E =	210000	MPa
ocel =	S235		fy =	235	MPa
třída	1 pro ohyb k ose y				

Posouzení:

Vzpěrná délka z roviny: $L_{cr,z} = 9600 \text{ mm}$

$$\text{Štíhlost prutu: } \lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{9600}{74,9} = 128,171$$

$$\text{Relativní štíhlost: } \lambda_1 = \pi * \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{235}} = 93,9$$

$$\text{Poměrná štíhlost: } \bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{128,171}{93,9} = 1,36$$

Křivka vzpěrné pevnosti pro průřez HEA pro vybočení kolmo k z-z: c

Součinitel imperfekce: $\alpha = 0,49$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_z = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda}_z - 0,2)) + \bar{\lambda}_z^2 = 0,5 * (1 + 0,49 * (1,36 - 0,2)) + 1,36^2 = 1,72$$

$$X_z = \frac{1}{\phi z + \sqrt{\phi z^2 - \bar{\lambda} z^2}} = \frac{1}{1,72 + \sqrt{1,72^2 - 1,36^2}} = 0,36$$

Vliv klopení:

$M_{y,ed}=0$... vliv klopení zanedbám

Součinitel ekvivalentního konstantního momentu C_{my} :

$$\alpha_h = M_h/M_s = 0$$

$$C_{my} = 0,9$$

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

Součinitel ekvivalentního konstantního momentu C_{mLT}

$\psi = 0$ – poměr krajních momentů

$$C_{mLT} = 0,6$$

Hodnoty únosnosti:

$$N_{Rk} = A * f_y = 11\,250 * 235 = 2\,643\,750 \text{ N}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} * f_y = 1\,383\,000 * 235 = 325\,005\,000 \text{ Nmm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} * f_y = 802\,300 * 235 = 188\,540\,500 \text{ Nmm}$$

Interakční součinitelé k_{yy} a k_{yz} se rovnají nule, protože jsem zavedla počáteční imperfekce v rovině rámu rovnou do výpočtu vnitřních sil.

$$k_{zz} = \min \left\{ \begin{array}{l} C_{mz} * \left(1 + (2 * \bar{\lambda} z - 0,6) * \frac{N_{ed}}{X_z * \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \\ C_{mz} * \left(1 + 1,4 * \frac{N_{ed}}{X_z * \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \end{array} \right.$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 0,9 * \left(1 + (2 * 1,36 - 0,6) * \frac{62\,856}{0,36 * 2\,643\,750} \right) \\ 0,9 * \left(1 + 1,4 * \frac{62\,856}{0,36 * 2\,643\,750} \right) \end{array} \right. = \min \{ 1, 0,97 \} = 0,97$$

$$k_{yz} = 0,6k_{zz} = 0,6 * 0,97 = 0,582$$

Podmínky spolehlivosti:

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{X_{LT} * M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{62\,856}{2\,643\,750} + 0 + 0,582 * \frac{105\,364 * 10^3}{188\,540\,500} = 0,35 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{X_Z * N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{X_{LT} * M_{y,Rk}} + k_{ZZ} \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1$$

$$\frac{62\,856}{0,36 * 2\,643\,750} + 0 + 0,97 * \frac{105\,364 * 10^3}{188\,540\,500} = 0,61 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

3.4.5.1.6. Sloup 6

Výpočet byl proveden v programu RFEM 5.

Všechny sily viz. podklady.

Rozhodující kombinace	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
KZS13	-44,834	71,1	-9,191

Vnitřní sily:

$$N_{ed} = -44,834 \text{ kN}$$

$$M_{y,ed} = 71,1 \text{ kNm}$$

$$M_{z,ed} = -9,191 \text{ kNm}$$

Návrh profilu: HEA 300

h =	290	mm			
b =	300	mm			
tw =	8,5	mm			
tf =	14	mm			
r =	27	mm			
G =	88,3	kg/m			
	0,883	kN/m			
A =	11250	mm ²			
Avz =	3728	mm ³			
Iy =	18260000	mm ³	iy =	127	mm
Wpl,y =	1383000	mm ³	iz =	74,9	mm
Wel,y =	1260000	mm ³	E =	210000	MPa
ocel =	S235		fy =	235	MPa
třída	1 pro ohyb k ose y				
			Wpl,z=	641200	mm ³
			Wel,z=	420600	mm ³

Posouzení:

Vzperná délka z roviny: Lcr,z = 4800 mm

$$\text{Štíhlost prutu: } \lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{4800}{74,9} = 64,08$$

$$\text{Relativní štíhlost: } \lambda_1 = \pi * \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{235}} = 93,9$$

$$\text{Poměrná štíhlost: } \bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{64,08}{93,9} = 0,68$$

Křivka vzpěrné pevnosti pro průřez HEA pro vybočení kolmo k z-z: c

Součinitel imperfekce: $\alpha = 0,49$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_z = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2) = 0,5 * (1 + 0,49 * (0,68 - 0,2) + 0,68^2) = 0,85$$

$$X_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{0,85 + \sqrt{0,85^2 - 0,68^2}} = 0,736$$

Vliv klopení:

Výpočet kritického momentu byl proveden v programu LTBeam 1.0.4.

$M_{cr} = 1839,1 \text{ kNm}$

$$\text{Poměrná štíhlost: } \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1383000 * 235}{1839,1 * 10^6}} = 0,42$$

Křivka klopení pro válcovaný profil:

$$h/b = 290/300 = 0,97 \rightarrow \text{křivka c}$$

Součinitel klopení pro křivku vzpěrné pevnosti c $X_{LT} = 0,887$

Součinitel ekvivalentního konstantního momentu C_{my} :

$$\alpha_h = M_h/M_s = 0$$

$$C_{my} = 0,9$$

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

Součinitel ekvivalentního konstantního momentu C_{mLT}

$\psi = 0$ – poměr krajních momentů

$$C_{mLT} = 0,6$$

Hodnoty únosnosti:

$$N_{Rk} = A * f_y = 11\,250 * 235 = 2\,643\,750 \text{ N}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} * f_y = 1\,383\,000 * 235 = 325\,005\,000 \text{ Nmm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} * f_y = 802\,300 * 235 = 188\,540\,500 \text{ Nmm}$$

Interakční součinitelé k_{yy} a k_{yz} se rovnají nule, protože jsem zavedla počáteční imperfekce v rovině rámu rovnou do výpočtu vnitřních sil.

$$k_{zz} = \min \left\{ \begin{array}{l} C_{mz} * \left(1 + (2 * \bar{\lambda}_z - 0,6) * \frac{N_{ed}}{X_z * \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \\ C_{mz} * \left(1 + 1,4 * \frac{N_{ed}}{X_z * \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \end{array} \right.$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 0,9 * \left(1 + (2 * 0,68 - 0,6) * \frac{44\,834}{0,736 * 2\,643\,750} \right) \\ 0,9 * \left(1 + 1,4 * \frac{44\,834}{0,736 * 2\,643\,750} \right) \end{array} \right.$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 0,917 \\ 0,93 \end{array} \right. = 0,917$$

$$k_{yz} = 0,6k_{zz} = 0,6 * 0,917 = 0,55$$

Podmínky spolehlivosti:

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{X_{LT} * M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{44\,834}{\frac{2\,643\,750}{1}} + \frac{71\,100 * 10^3}{\frac{0,887 * 325\,005\,000}{1}} + 0,55 * \frac{9\,191 * 10^3}{\frac{188\,540\,500}{1}} = 0,293 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{X_z * N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{X_{LT} * M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{44\,834}{\frac{0,736 * 2\,643\,750}{1}} + \frac{71\,100 * 10^3}{\frac{0,887 * 325\,005\,000}{1}} + 0,924 * \frac{9\,191 * 10^3}{\frac{188\,540\,500}{1}} = 0,317 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

3.4.5.2. Příčle

3.4.5.2.1. Příčel 1

Výpočet byl proveden v programu RFEM 5.

Všechny síly viz. podklady.

Rozhodující kombinace	N [kN]	My [kNm]
KZS14	-14,325	59,847

$M_z = 0,322$ kNm - zanedbám

Rozhodující stav smykové únosnosti: KZS13, ale při návrhu smyk nebude rozhodovat.

Vnitřní síly:

$$N_{ed} = -14,325 \text{ kN}$$

$$M_{ed} = 59,847 \text{ kNm}$$

Návrh profilu: IPE 400

h =	400	mm		
b =	180	mm		
tw =	8,6	mm		
tf =	13,5	mm		
r =	21	mm		
G =	66,3	kg/m		
	0,663	kN/m		
A =	8446	mm ²		
Avz =	4269	mm ³		
Iy =	231300000	mm ⁴	iy =	165 mm
Wpl,y				
=	1307000	mm ³	iz =	39,5 mm
Wel,y				
=	1156000	mm ³	E =	210000 MPa
ocel =	S235		fy =	235 MPa
třída	1 pro ohyb k ose y			

Posouzení:

Vzpěrná délka z roviny: $L_{cr,z} = 6248 \text{ mm}$

$$\text{Štíhlost prutu: } \lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{6248}{39,5} = 158,177$$

$$\text{Relativní štíhlost: } \lambda_1 = \pi * \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{235}} = 93,9$$

$$\text{Poměrná štíhlost: } \bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{158,177}{93,9} = 1,685$$

Křivka vzpěrné pevnosti pro průřez IPE pro vybočení kolmo k z-z: b

Součinitel imperfekce: $\alpha = 0,34$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_z = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2) = 0,5 * (1 + 0,34 * (1,685 - 0,2) + 1,685^2) = 2,17$$

$$X_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{2,17 + \sqrt{2,17^2 - 1,685^2}} = 0,2824$$

Vliv klopení:

Výpočet kritického momentu byl proveden v programu LTBeam 1.0.4.

$$M_{cr} = 283,28 \text{ kNm}$$

$$\text{Poměrná štíhlost: } \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1307000 * 235}{283,28 * 10^6}} = 1,04$$

Křivka klopení pro válcovaný profil:

$$h/b = 290/300 = 0,97 \longrightarrow \text{křivka b}$$

Součinitel klopení pro křivku vzpěrné pevnosti b $X_{LT} = 0,572$

Interakční součinitelé χ_{yy} a χ_{zy} se rovnají nule, protože jsem zavedla počáteční imperfekce v rovině rámu rovnou do výpočtu vnitřních sil.

Podmínky spolehlivosti:

$$N_{Rk} = A * f_y = 8446 * 235 = 1\,984\,810 \text{ N}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} * f_y = 1\,307\,000 * 235 = 307\,145\,000 \text{ Nmm}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{X_{LT} * M_{y,Rk}} \leq 1$$

$$\frac{14\,325}{1\,984\,810} + \frac{59\,847 * 10^3}{0,572 * 307\,145\,000} = 0,35 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{X_Z * N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{X_{LT} * M_{y,Rk}} \leq 1$$

$$\frac{14\,325}{0,282 * 1\,984\,810} + \frac{59\,847 * 10^3}{0,572 * 307\,145\,000} = 0,374 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}} \leq 1$$

$$\frac{14\,325}{1\,984\,810} + \frac{59\,847 * 10^3}{307\,145\,000} = 0,205 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

3.4.5.2.2. Příčel 2

Výpočet byl proveden v programu RFEM 5.

Všechny síly viz. podklady.

Rozhodující kombinace	N [kN]	My [kNm]
KZS17	-31,262	38,183

$M_z = -1,388 \text{ kNm}$ - zanedbám

Rozhodující stav smykové únosnosti: KZS11, ale při návrhu smyk nebude rozhodovat.

Vnitřní síly:

$N_{ed} = -31,262 \text{ kN}$

$M_{ed} = 38,183 \text{ kNm}$

Návrh profilu: IPE 400

$h =$	400	mm		
$b =$	180	mm		
$t_w =$	8,6	mm		
$t_f =$	13,5	mm		
$r =$	21	mm		
$G =$	66,3	kg/m		
	0,663	kN/m		
$A =$	8446	mm ²		
$A_{vz} =$	4269	mm ³		
$I_y =$	231300000	mm ⁴	$i_y =$	165 mm
$W_{pl,y}$			$i_z =$	39,5 mm
$=$	1307000	mm ³		
$W_{el,y}$			$E =$	210000 MPa
$=$	1156000	mm ³	$f_y =$	235 MPa
ocel =	S235			
třída	1 pro ohyb k ose y			

Posouzení:

Vzpěrná délka z roviny: $L_{cr,z} = 6248 \text{ mm}$

Štíhlost prutu: $\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{6248}{39,5} = 158,177$

Relativní štíhlost: $\lambda_1 = \pi * \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{235}} = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{235}} = 93,9$

Poměrná štíhlost: $\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{158,177}{93,9} = 1,685$

Křivka vzpěrné pevnosti pro průřez IPE pro vybočení kolmo k z-z: b

Součinitel imperfekce: $\alpha = 0,34$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_z = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2) = 0,5 * (1 + 0,34 * (1,685 - 0,2) + 1,685^2) = 2,17$$

$$X_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{2,17 + \sqrt{2,17^2 - 1,685^2}} = 0,2824$$

Vliv klopení:

Výpočet kritického momentu byl proveden v programu LTBeam 1.0.4.

$$M_{cr} = 614,85 \text{ kNm}$$

$$\text{Poměrná štíhlost: } \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1307000 * 235}{614,85 * 10^6}} = 0,71$$

Křivka klopení pro válcovaný profil:

$$h/b = 290/300 = 0,97 \longrightarrow \text{křivka b}$$

$$\text{Součinitel klopení pro křivku vzpěrné pevnosti b } X_{LT} = 0,778$$

Interakční součinitelé χ_{yy} a χ_{zy} se rovnají nule, protože jsem zavedla počáteční imperfekce v rovině rámu rovnou do výpočtu vnitřních sil.

Podmínky spolehlivosti:

$$N_{Rk} = A * f_y = 8446 * 235 = 1\,984\,810 \text{ N}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} * f_y = 1\,307\,000 * 235 = 307\,145\,000 \text{ Nmm}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{X_{LT} * M_{y,Rk}} \leq 1$$

$$\frac{31\,262}{1\,984\,810} + \frac{38\,183 * 10^3}{0,778 * 307\,145\,000} = 0,17 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{X_Z * N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{X_{LT} * M_{y,Rk}} \leq 1$$

$$\frac{31\,262}{0,282 * 1\,984\,810} + \frac{38\,183 * 10^3}{0,778 * 307\,145\,000} = 0,215 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}} \leq 1$$

$$\frac{31\,262}{1\,984\,810} + \frac{38\,183 * 10^3}{307\,145\,000} = 0,139 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

3.4.5.2.3. Příčel 3

Výpočet byl proveden v programu RFEM 5.

Všechny sily viz. podklady.

Rozhodující kombinace	N [kN]	My [kNm]
KZS14	-29,712	62,089

$M_z = 0,97$ kNm - zanedbám

Rozhodující stav smykové únosnosti: KZS9, ale při návrhu smyk nebude rozhodovat.

Vnitřní sily:

$N_{ed} = -29,712$ kN

$M_{ed} = 62,089$ kNm

Návrh profilu: IPE 400

$h =$	400	mm		
$b =$	180	mm		
$t_w =$	8,6	mm		
$t_f =$	13,5	mm		
$r =$	21	mm		
$G =$	66,3	kg/m		
	0,663	kN/m		
$A =$	8446	mm ²		
$A_{vz} =$	4269	mm ³		
$I_y =$	231300000	mm ³	$i_y =$	165 mm
$W_{pl,y} =$	1307000	mm ³	$i_z =$	39,5 mm
$W_{el,y} =$	1156000	mm ³	$E =$	210000 MPa
ocel =	S235		$f_y =$	235 MPa
třída	1 pro ohyb k ose y			

Posouzení:

Vzpěrná délka z roviny: $L_{cr,z} = 6\,655$ mm

Štíhlost prutu: $\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{6\,655}{39,5} = 168,48$

Relativní štíhlost: $\lambda_1 = \pi * \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{235}} = 93,9$

Poměrná štíhlost: $\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{168,48}{93,9} = 1,79$

Křivka vzpěrné pevnosti pro průřez IPE pro vybočení kolmo k z-z: b

Součinitel imperfekce: $\alpha = 0,34$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_Z = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda}_Z - 0,2) + \bar{\lambda}_Z^2) = 0,5 * (1 + 0,34 * (1,79 - 0,2) + 1,79^2) = 2,38$$

$$X_Z = \frac{1}{\phi_Z + \sqrt{\phi_Z^2 - \bar{\lambda}_Z^2}} = \frac{1}{2,38 + \sqrt{2,38^2 - 1,79^2}} = 0,253$$

Vliv klopení:

Výpočet kritického momentu byl proveden v programu LTBeam 1.0.4.

$$M_{cr} = 526,03 \text{ kNm}$$

$$\text{Poměrná štíhlost: } \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1307000 * 235}{526,03 * 10^6}} = 0,74$$

Křivka klopení pro válcovaný profil:

$$h/b = 290/300 = 0,97 \rightarrow \text{křivka b}$$

$$\text{Součinitel klopení pro křivku vzpěrné pevnosti b } X_{LT} = 0,761$$

Interakční součinitelé χ_{yy} a χ_{zy} se rovnají nule, protože jsem zavedla počáteční imperfekce v rovině rámu rovnou do výpočtu vnitřních sil.

Podmínky spolehlivosti:

$$N_{Rk} = A * f_y = 8446 * 235 = 1\,984\,810 \text{ N}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} * f_y = 1\,307\,000 * 235 = 307\,145\,000 \text{ Nmm}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{X_{LT} * M_{y,Rk}} \leq 1$$

$$\frac{29\,712}{1\,984\,810} + \frac{62\,089 * 10^3}{0,761 * 307\,145\,000} = 0,28 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{X_Z * N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{X_{LT} * M_{y,Rk}} \leq 1$$

$$\frac{29\,712}{0,253 * 1\,984\,810} + \frac{62\,089 * 10^3}{0,761 * 307\,145\,000} = 0,32 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}} \leq 1$$

$$\frac{29\,712}{1\,984\,810} + \frac{62\,089 * 10^3}{307\,145\,000} = 0,22 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

3.4.5.2.4. Příčel 4

Výpočet byl proveden v programu RFEM 5.

Všechny sily viz. podklady.

Rozhodující kombinace	N [kN]	My [kNm]
KZS14	-25,734	-70,238

$M_z = 0,017$ kNm - zanedbám

Rozhodující stav smykové únosnosti: KZS9, ale při návrhu smyk nebude rozhodovat.

Vnitřní sily:

$N_{ed} = -25,734$ kN

$M_{ed} = -70,238$ kNm

Návrh profilu: IPE 400

$h =$	400	mm		
$b =$	180	mm		
$t_w =$	8,6	mm		
$t_f =$	13,5	mm		
$r =$	21	mm		
$G =$	66,3	kg/m		
	0,663	kN/m		
$A =$	8446	mm ²		
$A_{vz} =$	4269	mm ³		
$I_y =$	231300000	mm ³	$i_y =$	165 mm
$W_{pl,y} =$	1307000	mm ³	$i_z =$	39,5 mm
$W_{el,y} =$	1156000	mm ³	$E =$	210000 MPa
ocel =	S235		$f_y =$	235 MPa
třída	1 pro ohyb k ose y			

Posouzení:

Vzpěrná délka z roviny: $L_{cr,z} = 7\,684$ mm

Štíhlost prutu: $\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{7\,684}{39,5} = 193,62$

Relativní štíhlost: $\lambda_1 = \pi * \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{235}} = 93,9$

Poměrná štíhlost: $\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{193,62}{93,9} = 2,06$

Křivka vzpěrné pevnosti pro průřez IPE pro vybočení kolmo k z-z: b

Součinitel imperfekce: $\alpha = 0,34$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_Z = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda}_Z - 0,2) + \bar{\lambda}_Z^2) = 0,5 * (1 + 0,34 * (2,06 - 0,2) + 2,06^2) = 2,94$$

$$X_Z = \frac{1}{\phi_Z + \sqrt{\phi_Z^2 - \bar{\lambda}_Z^2}} = \frac{1}{2,94 + \sqrt{2,94^2 - 2,06^2}} = 0,198$$

Vliv klopení:

Výpočet kritického momentu byl proveden v programu LTBeam 1.0.4.

$$M_{cr} = 558,32 \text{ kNm}$$

$$\text{Poměrná štíhlost: } \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1307000 * 235}{558,32 * 10^6}} = 0,74$$

Křivka klopení pro válcovaný profil:

$$h/b = 290/300 = 0,97 \rightarrow \text{křivka b}$$

$$\text{Součinitel klopení pro křivku vzpěrné pevnosti b } X_{LT} = 0,761$$

Interakční součinitelé χ_{yy} a χ_{zy} se rovnají nule, protože jsem zavedla počáteční imperfekce v rovině rámu rovnou do výpočtu vnitřních sil.

Podmínky spolehlivosti:

$$N_{Rk} = A * f_y = 8446 * 235 = 1\,984\,810 \text{ N}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} * f_y = 1\,307\,000 * 235 = 307\,145\,000 \text{ Nmm}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{X_{LT} * M_{y,Rk}} \leq 1$$

$$\frac{25\,734}{1\,984\,810} + \frac{70\,238 * 10^3}{0,761 * 307\,145\,000} = 0,31 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{X_Z * N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{X_{LT} * M_{y,Rk}} \leq 1$$

$$\frac{25\,734}{0,198 * 1\,984\,810} + \frac{70\,238 * 10^3}{0,761 * 307\,145\,000} = 0,404 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}} \leq 1$$

$$\frac{25\,734}{1\,984\,810} + \frac{70\,238 * 10^3}{307\,145\,000} = 0,24 < 1 \dots \text{VYHOVUJE}$$

Vzhledem k tomu, že se plánuje budoucí rozšiřování haly, navrhuju stejné průřezy pro příčle a sloupy jako u běžného rámu.

3.5. Ztužidla

3.5.1. Střešní ztužidla – diagonála

Návrh: TR 102x4

$$A = 1232 \text{ mm}^2$$

$$i = 34,7 \text{ mm}$$

Tlak:

Vnitřní síla:

$$\text{Dlubal RFEM 5} - N_{\max} = -34,266 \text{ kN}$$

Rozhodující kombinace – KZS6

Posouzení:

Vzpěrné délky:

$$L_{cr,y} = 9749/2 = 4874,5 \text{ mm}$$

$$L_{cr,z} = 0,9 * 4874,5 = 4387,05 \text{ mm}$$

Štíhlost:

$$\lambda = L_{cr}/i = 4874,5/34,7 = 167,9$$

Poměrná štíhlost:

$$\bar{\lambda} = \lambda/\lambda_1 = 167,9/93,9 = 1,788$$

Pro trubky válcované za studena – vzpěrnostní křivka c.

Součinitel vzpěrnosti:

$$\chi = 0,239$$

$$N_{b,Rd} = \chi * A * f_y = 0,239 * 1232 * 235 = 69,195 \text{ kN} > 34,266 \text{ kN} \dots \text{VYHOVUJE}$$

Tah:

Vnitřní síla:

$$\text{Dlubal RFEM 5} - N_{\max} = 41,645 \text{ kN}$$

$$\text{Plastická únosnost průřezu v tahu: } N_{Rd,pl} = A * f_{yd} = 1232 * 235 = 289,52 \text{ kN} > 41,645 \text{ kN} \\ \dots \text{VYHOVUJE}$$

3.5.2. Podélné ztužidlo – diagonála

Návrh: TR 89x5

$$A = 1319 \text{ mm}^2$$

$$i = 29,8 \text{ mm}$$

Tlak:

Vnitřní síla:

$$\text{Dlubał RFEM 5} - N_{\max} = -48,216 \text{ kN}$$

Rozhodující kombinace – KZS6

Posouzení:

Vzpěrné délky:

$$L_{cr,y} = 7864/2 = 3932 \text{ mm}$$

$$L_{cr,z} = 0,9 * 3932 = 3538,8 \text{ mm}$$

Štíhlost:

$$\lambda = L_{cr}/i = 3932/29,8 = 131,95$$

Poměrná štíhlost:

$$\bar{\lambda} = \lambda/\lambda_1 = 131,95/93,9 = 1,41$$

Pro trubky válcované za studena – vzpěrnostní křivka c.

Součinitel vzpěrnosti:

$$\chi = 0,346$$

$$N_{b,Rd} = \chi * A * f_y = 0,346 * 1319 * 235 = 107,25 \text{ kN} > 48,216 \text{ kN} \dots \text{VYHOVUJE}$$

Tah:

Vnitřní síla:

$$\text{Dlubał RFEM 5} - N_{\max} = 53,943 \text{ kN}$$

Plastická únosnost průřezu v tahu: $N_{Rd,pl} = A * f_{yd} = 1319 * 235 = 309,965 \text{ kN} > 53,943 \text{ kN}$
...VYHOVUJE

3.6. Přípoje

3.6.1. Kloubová patka

Patka rámu musí přenášet normálovou i smykovou sílu.

Tlaková únosnost:

$$N_{\max, \text{tah}} = 9,983 \text{ kN} \dots \text{KZS11}$$

Betonová patka má rozměry:

$$a_c = 600 \text{ mm}$$

$$b_c = 600 \text{ mm}$$

$$h = 1000 \text{ mm}$$

Započitatelné rozměry betonové patky:

$$a_1 = \min(3 * a_0; a_0 + h; a_c) = \min(3 * 500; 500 + 1000; 600) = 600 \text{ mm}$$

$$b_1 = \min(3 * b_0; b_0 + h; b_c) = \min(3 * 500; 500 + 1000; 600) = 600 \text{ mm}$$

Součinitel koncentrace napětí:

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 * b_1}{a_0 * b_0}} = \sqrt{\frac{600 * 600}{500 * 500}} = 1,2$$

Návrhová pevnost betonu:

$$f_{jd} = \frac{\beta_j * k_j * f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{2 * 1,2 * 16}{3 * 1,5} = 8,53 \text{ MPa}$$

Účinná šířka patní desky:

$$c = t_p * \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 * f_{jd}}} = 30 * \sqrt{\frac{235}{3 * 8,53}} = 90,894 \text{ mm}$$

Efektivní plocha (stanovena graficky – AutoCAD):

$$A_{\text{eff}} = 191\,834 \text{ mm}^2$$

Posouzení

$$N_{Rd} = A_{\text{eff}} * f_{j,d} = 191\,834 * 8,53 = 1\,636,983 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = 1\,636,983 \text{ kN} > N_{Ed} = 1\,14,661 \text{ kN} \dots \text{VYHOVUJE}$$

Únosnost ve smyku:

Smykovou zarážku navrhuji pro všechny sloupy:

Maximální poměr tlakové síly a posouvající síly – KZS14

$$N_{Ed} = -9,771 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 27,979 \text{ kN}$$

Síla, na kterou je třeba navrhnout smykovou zarážku:

$$F_{v,Ed} = V_{Ed} - C_{f,d} * N_{c,Ed} = 27,979 - 0,2 * 9,771 = 26,025 \text{ kN}$$

$C_{f,d} = 0,2$ je součinitel tření mezi ocelí a cemento-pískovou maltou

Návrh smykové zarážky: HEA 120

$$A_{v,z} = 846 \text{ mm}^2$$

$$W_{pl,y} = 119\,500 \text{ mm}^3$$

Třída průřezu: 1 – ocel S235

Posouzení:

$$h > \frac{F_{v,Ed}}{b * \frac{f_{ck}}{\gamma_c}} = \frac{26\,025 * 1,5}{120 * 16} = 20,33 \text{ mm} \dots h = 25 \text{ mm}$$

Smyk:

$$V_{Rd} = \frac{A_{v,z} * f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = \frac{846 * 235}{\sqrt{3} * 1} = 174,223 \text{ kN}$$

$$0,5V_{Rd} = 0,5 * 174,223 = 87,11 \text{ kN} > V_{Ed} = 27,979 \text{ kN} \dots \text{malý smyk}$$

Ohyb

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} * f_{yd} = 119\,500 * 235 = 28,08 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,Rd} > M_{Ed} = F_{v,Ed} * (30 + 25/2) = 1,189 \text{ kNm}$$

$$28,08 \text{ kNm} > 1,189 \text{ kNm}$$

Návrh svaru:

Vzhledem k malému využití navrhuju svar tloušťky 4 mm pro svar sloupu HEA 300 a patního plechu a pro svar smykové zarážky a dvě kotvy M16 8.8.

3.6.2. Další přípoje

Přípoj příčlí ve vrcholu rámu a přípoj rámového rohu byly navrženy pomocí programu IDEA StatiCa 23.0.

Viz. podklady.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
ZAHRADNÍ CENTRUM PLANTEX
GARDEN CENTER PLANTEX

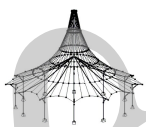
2023

VÝSTUPY Z VÝPOČETNÍCH PROGRAMŮ

Autor: Hanna Siarko
Vedoucí práce: Ing. Matyáš Kožich

Obsah

1. Dlubal RFEM 5.26 – Průběh deformací na prutech
2. Dlubal RFEM 5.26 – Průběh vnitřních sil na prutech
3. LTBeamN – výpočet kritického momentu na všech prutech
4. IDEA StatiCa – přípoj příčlí ve vrcholu rámu
5. IDEA StatiCa – přípoj rámového rohu



4.4 PRUTY - LOKÁLNÍ DEFORMACE

Prut č.	ZS/KZ	Uzel č.	Místo x [m]	Posuny [mm]				Natočení [rad]			Průřez
				u	u_x	u_y	u_z	φ_x	φ_y	φ_z	
1	KZ34	Max u_x	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0061	0.0000	2 - HEA 300
1	KZ34	Min u_x	4.800	22.7	-0.0	0.0	22.7	0.0000	-0.0022	0.0000	
1	KZ34	Max u_z	4.800	22.7	-0.0	0.0	22.7	0.0000	-0.0022	0.0000	
1	KZ34	Min u_z	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0061	0.0000	
2	KZ34	Max u_x	6.248	21.5	14.6	0.0	15.8	0.0000	0.0012	0.0000	1 - IPE 400
2	KZ34	Min u_x	0.000	22.7	14.5	0.0	17.5	0.0000	-0.0022	0.0000	
2	KZ34	Max u_z	2.083	24.6	14.5	0.0	19.9	0.0000	-0.0002	0.0000	
2	KZ34	Min u_z	6.248	21.5	14.6	0.0	15.8	0.0000	0.0012	0.0000	
3	KZ34	Max u_x	0.000	19.9	-12.8	0.0	-15.2	0.0000	0.0020	0.0000	1 - IPE 400
3	KZ34	Min u_x	6.248	21.5	-12.9	0.0	-17.2	0.0000	-0.0012	0.0000	
3	KZ34	Max u_z	0.000	19.9	-12.8	0.0	-15.2	0.0000	0.0020	0.0000	
3	KZ34	Min u_z	3.124	22.8	-12.8	0.0	-18.8	0.0000	0.0003	0.0000	
4	KZ34	Max u_x	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0051	0.0000	2 - HEA 300
4	KZ34	Min u_x	4.800	19.9	-0.1	0.0	19.9	0.0000	-0.0020	0.0000	
4	KZ34	Max u_z	4.800	19.9	-0.1	0.0	19.9	0.0000	-0.0020	0.0000	
4	KZ34	Min u_z	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0051	0.0000	
5	KZ34	Max u_x	0.000	19.9	17.9	0.0	8.7	0.0000	-0.0020	0.0000	1 - IPE 400
5	KZ34	Min u_x	11.092	19.6	17.8	0.0	8.1	0.0000	0.0008	0.0000	
5	KZ34	Max u_z	4.436	21.9	17.8	0.0	12.6	0.0000	0.0000	0.0000	
5	KZ34	Min u_z	11.092	19.6	17.8	0.0	8.1	0.0000	0.0008	0.0000	
6	KZ34	Max u_x	0.000	19.2	-15.0	0.0	-11.9	0.0000	0.0020	0.0000	1 - IPE 400
6	KZ34	Min u_x	7.684	19.6	-15.0	0.0	-12.5	0.0000	-0.0008	0.0000	
6	KZ34	Max u_z	0.000	19.2	-15.0	0.0	-11.9	0.0000	0.0020	0.0000	
6	KZ34	Min u_z	3.293	21.1	-15.0	0.0	-14.8	0.0000	0.0000	0.0000	
7	KZ34	Max u_x	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0050	0.0000	2 - HEA 300
7	KZ34	Min u_x	4.800	19.2	-0.0	0.0	19.2	0.0000	-0.0020	0.0000	
7	KZ34	Max u_z	4.800	19.2	-0.0	0.0	19.2	0.0000	-0.0020	0.0000	
7	KZ34	Min u_z	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0050	0.0000	



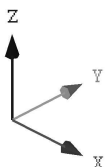
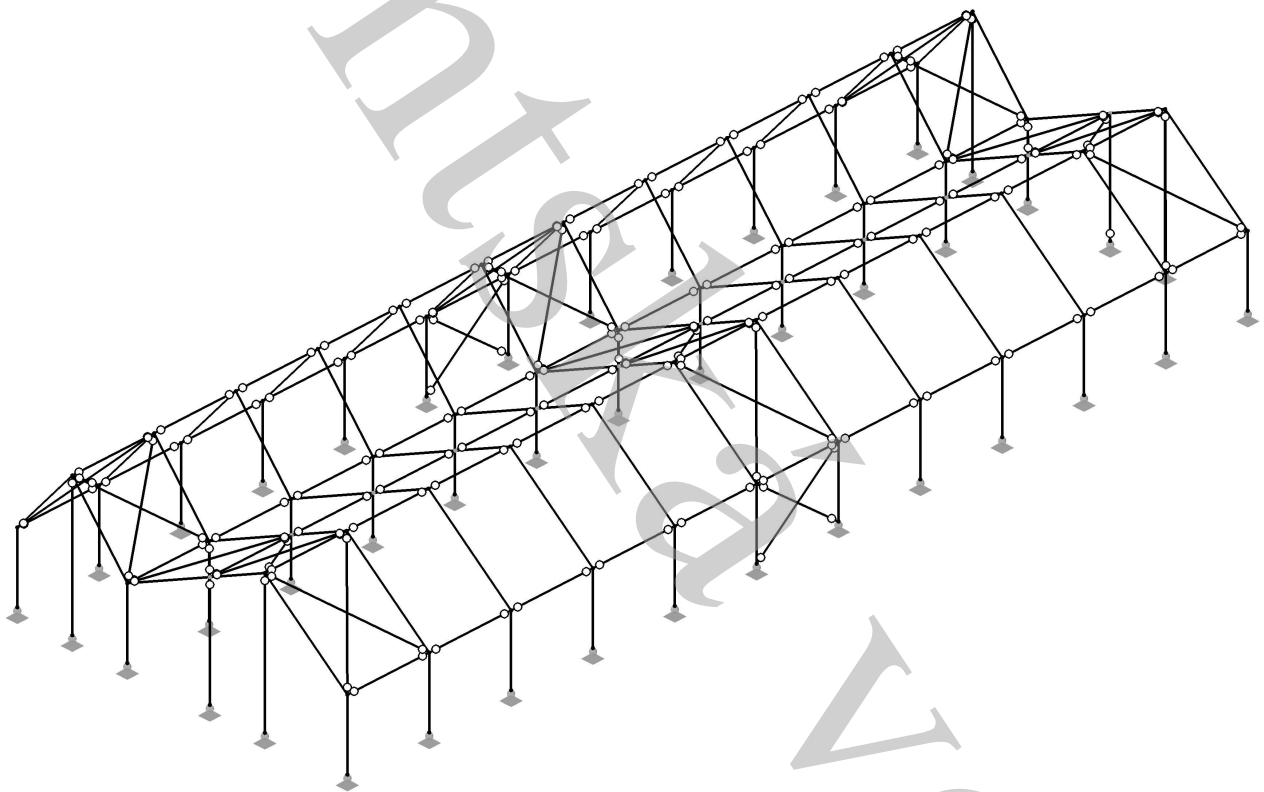
4.4 PRUTY - LOKÁLNÍ DEFORMACE

Prut č.	ZS/KZ	Uzel č.	Místo x [m]	Posuny [mm]			Natočení [rad]			Průřez	
				u	u _x	u _y	u _z	φ _x	φ _y		φ _z
8	KZ34	10	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0054	0.0019	2 - HEA 300
			0.000	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0054	0.0019		
			4.800	20.4	0.0	0.8	20.4	-0.0021	-0.0022	-0.0016	
			4.800	20.4	0.0	0.8	20.4	-0.0021	-0.0022	-0.0016	
9	KZ34	11	0.000	20.4	13.0	0.8	15.7	-0.0026	-0.0022	0.0001	1 - IPE 400
			0.000	20.4	13.0	0.8	15.7	-0.0026	-0.0022	0.0001	
			3.124	22.7	13.0	1.3	18.6	-0.0011	0.0002	0.0002	
			3.124	22.7	13.0	1.3	18.6	-0.0011	0.0002	0.0002	
			3.124	22.7	13.0	1.3	18.6	-0.0011	0.0002	0.0002	
			3.124	22.7	13.0	1.3	18.6	-0.0011	0.0002	0.0002	
			6.248	20.4	13.0	1.9	15.6	0.0004	0.0011	0.0002	
			6.248	20.4	13.0	1.9	15.6	0.0004	0.0011	0.0002	
			6.248	20.4	13.0	1.9	15.6	0.0004	0.0011	0.0002	
			6.248	20.4	13.0	1.9	15.6	0.0004	0.0011	0.0002	
			6.248	20.4	13.0	1.9	15.6	0.0004	0.0011	0.0002	
			6.248	20.4	13.0	1.9	15.6	0.0004	0.0011	0.0002	
10	KZ34	13	0.000	20.0	-12.8	-1.5	-15.3	0.0006	0.0015	0.0006	1 - IPE 400
			0.000	20.0	-12.8	-1.5	-15.3	0.0006	0.0015	0.0006	
			3.124	21.9	-12.9	-0.9	-17.7	0.0002	0.0000	-0.0002	
			3.124	21.9	-12.9	-0.9	-17.7	0.0002	0.0000	-0.0002	
			3.124	21.9	-12.9	-0.9	-17.7	0.0002	0.0000	-0.0002	
			3.124	21.9	-12.9	-0.9	-17.7	0.0002	0.0000	-0.0002	
			6.248	20.4	-13.0	-1.9	-15.6	-0.0002	-0.0011	-0.0004	
			6.248	20.4	-13.0	-1.9	-15.6	-0.0002	-0.0011	-0.0004	
			6.248	20.4	-13.0	-1.9	-15.6	-0.0002	-0.0011	-0.0004	
			6.248	20.4	-13.0	-1.9	-15.6	-0.0002	-0.0011	-0.0004	
			6.248	20.4	-13.0	-1.9	-15.6	-0.0002	-0.0011	-0.0004	
			6.248	20.4	-13.0	-1.9	-15.6	-0.0002	-0.0011	-0.0004	
11	KZ34	14	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0054	0.0015	2 - HEA 300
			0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0054	0.0015	
			4.800	20.0	-0.1	1.5	20.0	0.0001	-0.0015	-0.0009	
			4.800	20.0	-0.1	1.5	20.0	0.0001	-0.0015	-0.0009	
12	KZ34	13	0.000	20.0	18.0	1.5	8.7	-0.0007	-0.0015	-0.0004	1 - IPE 400
			0.000	20.0	18.0	1.5	8.7	-0.0007	-0.0015	-0.0004	
			2.218	20.6	17.9	1.0	10.2	-0.0008	-0.0001	0.0000	
			2.218	20.6	17.9	1.0	10.2	-0.0008	-0.0001	0.0000	
			2.218	20.6	17.9	1.0	10.2	-0.0008	-0.0001	0.0000	
			2.218	20.6	17.9	1.0	10.2	-0.0008	-0.0001	0.0000	
			4.437	20.3	17.9	1.1	9.6	-0.0008	0.0004	0.0001	
			4.437	20.3	17.9	1.1	9.6	-0.0008	0.0004	0.0001	
			4.437	20.3	17.9	1.1	9.6	-0.0008	0.0004	0.0001	
			4.437	20.3	17.9	1.1	9.6	-0.0008	0.0004	0.0001	
			6.655	19.9	17.9	1.4	8.7	-0.0009	0.0002	0.0001	
			6.655	19.9	17.9	1.4	8.7	-0.0009	0.0002	0.0001	
			6.655	19.9	17.9	1.4	8.7	-0.0009	0.0002	0.0001	
			6.655	19.9	17.9	1.4	8.7	-0.0009	0.0002	0.0001	
			8.874	19.9	17.9	1.4	8.6	-0.0004	-0.0001	0.0000	
			8.874	19.9	17.9	1.4	8.6	-0.0004	-0.0001	0.0000	
8.874	19.9	17.9	1.4	8.6	-0.0004	-0.0001	0.0000				
8.874	19.9	17.9	1.4	8.6	-0.0004	-0.0001	0.0000				
11.092	19.9	17.9	1.4	8.6	0.0001	0.0002	0.0000				
11.092	19.9	17.9	1.4	8.6	0.0001	0.0002	0.0000				
11.092	19.9	17.9	1.4	8.6	0.0001	0.0002	0.0000				
11.092	19.9	17.9	1.4	8.6	0.0001	0.0002	0.0000				
13	KZ34	16	0.000	19.7	-15.4	-0.6	-12.3	0.0008	0.0019	-0.0001	1 - IPE 400
			0.000	19.7	-15.4	-0.6	-12.3	0.0008	0.0019	-0.0001	
			2.561	21.2	-15.4	-0.8	-14.5	0.0005	0.0001	-0.0001	
			2.561	21.2	-15.4	-0.8	-14.5	0.0005	0.0001	-0.0001	
			2.561	21.2	-15.4	-0.8	-14.5	0.0005	0.0001	-0.0001	
			2.561	21.2	-15.4	-0.8	-14.5	0.0005	0.0001	-0.0001	
			5.122	20.6	-15.5	-1.0	-13.6	0.0003	-0.0005	-0.0001	
			5.122	20.6	-15.5	-1.0	-13.6	0.0003	-0.0005	-0.0001	
			5.123	20.6	-15.5	-1.0	-13.6	0.0003	-0.0005	-0.0001	
			5.123	20.6	-15.5	-1.0	-13.6	0.0003	-0.0005	-0.0001	
			7.684	19.9	-15.5	-1.4	-12.4	0.0000	-0.0002	-0.0001	
			7.684	19.9	-15.5	-1.4	-12.4	0.0000	-0.0002	-0.0001	
7.684	19.9	-15.5	-1.4	-12.4	0.0000	-0.0002	-0.0001				
7.684	19.9	-15.5	-1.4	-12.4	0.0000	-0.0002	-0.0001				
14	KZ34	17	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0052	0.0009	2 - HEA 300	
			0.000	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0052	0.0009		
			4.800	19.7	-0.1	0.6	19.7	0.0006	-0.0019		-0.0006
			4.800	19.7	-0.1	0.6	19.7	0.0006	-0.0019		-0.0006
122	KZ34	119	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0021	0.0171	2 - HEA 300	
			0.000	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0021	0.0171		
			9.600	20.4	0.0	1.9	20.3	0.0001	-0.0021		-0.0167
124	KZ34	123	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0021	0.0134	2 - HEA 300	
			0.000	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0021	0.0134		
			9.600	19.9	0.0	1.4	19.8	0.0001	-0.0021		-0.0131
130	KZ34	18	0.000	19.9	0.1	1.4	-19.9	0.0005	-0.0026	0.0066	2 - HEA 300
			0.000	19.9	0.1	1.4	-19.9	0.0005	-0.0026	0.0066	
			7.680	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0026	-0.0070	
			7.680	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0026	-0.0070	



■ MODEL

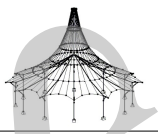
Izometrie





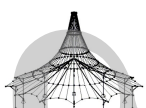
4.6 PRUTY - VNITŘNÍ SÍLY

Prut č.	ZS/KZ	Uzel č.	Místo x [m]	Síly [kN]			Momenty [kNm]			Průřez
				N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
1	KZ1	Max N	4.800	-6.776	0.000	2.253	0.000	-26.282	0.000	2 - HEA 300
		Min N	0.000	-17.115	0.000	-13.209	0.000	0.000	0.000	
	Max M _y	0.000	-17.115	0.000	-13.209	0.000	0.000	0.000		
	Min M _y	3.600	-9.367	0.000	-1.610	0.000	-26.662	0.000		
	KZ2	Max N	4.800	-9.018	0.000	0.583	0.000	37.558	0.000	
		Min N	0.000	-19.324	0.000	15.070	0.000	0.000	0.000	
	Max M _y	4.800	-9.018	0.000	0.583	0.000	37.558	0.000		
	Min M _y	0.000	-19.324	0.000	15.070	0.000	0.000	0.000		
	KZ3	Max N	4.800	-11.060	0.000	-0.647	0.000	31.646	0.000	
		Min N	0.000	-21.381	0.000	13.835	0.000	0.000	0.000	
	Max M _y	4.800	-11.060	0.000	-0.647	0.000	31.646	0.000		
	Min M _y	0.000	-21.381	0.000	13.835	0.000	0.000	0.000		
	KZ4	Max N	4.800	-20.765	-0.000	-3.926	0.000	-32.955	0.000	
		Min N	0.000	-31.107	0.000	-9.798	0.000	0.000	0.000	
	Max M _y	0.000	-31.107	0.000	-9.798	0.000	0.000	0.000		
	Min M _y	4.800	-20.765	-0.000	-3.926	0.000	-32.955	0.000		
	KZ5	Max N	4.800	-13.596	0.000	-0.144	0.000	-14.647	0.000	
		Min N	0.000	-23.960	-0.000	-5.959	0.000	0.000	0.000	
	Max M _y	0.000	-23.960	-0.000	-5.959	0.000	0.000	0.000		
	Min M _y	4.800	-13.596	0.000	-0.144	0.000	-14.647	0.000		
	KZ6	Max N	4.800	-7.061	0.000	2.247	0.000	-26.314	0.000	
		Min N	0.000	-17.400	-0.000	-13.216	0.000	0.000	0.000	
	Max M _y	0.000	-17.400	-0.000	-13.216	0.000	0.000	0.000		
	Min M _y	3.600	-9.652	-0.000	-1.617	0.000	-26.686	0.000		
	KZ7	Max N	4.800	-9.244	0.000	0.612	0.000	37.704	0.000	
		Min N	0.000	-19.549	0.000	15.101	0.000	0.000	0.000	
	Max M _y	4.800	-9.244	0.000	0.612	0.000	37.704	0.000		
	Min M _y	0.000	-19.549	0.000	15.101	0.000	0.000	0.000		
	KZ8	Max N	4.800	-11.297	0.000	-0.625	0.000	31.754	-0.000	
		Min N	0.000	-21.618	0.000	13.858	0.000	0.000	0.000	
	Max M _y	4.800	-11.297	0.000	-0.625	0.000	31.754	-0.000		
	Min M _y	0.000	-21.618	0.000	13.858	0.000	0.000	0.000		
	KZ9	Max N	4.800	-21.086	0.000	-3.958	0.000	-33.110	0.000	
		Min N	0.000	-31.428	0.000	-9.830	0.000	0.000	0.000	
	Max M _y	0.000	-31.428	0.000	-9.830	0.000	0.000	0.000		
	Min M _y	4.800	-21.086	0.000	-3.958	0.000	-33.110	0.000		
	KZ10	Max N	4.800	-13.888	0.000	-0.156	0.000	-14.705	0.000	
		Min N	0.000	-24.253	-0.000	-5.971	0.000	0.000	0.000	
	Max M _y	0.000	-24.253	-0.000	-5.971	0.000	0.000	0.000		
	Min M _y	4.800	-13.888	0.000	-0.156	0.000	-14.705	0.000		
	KZ11	Max N	4.800	4.331	0.000	6.684	0.000	-29.591	0.000	
		Min N	0.000	-5.988	0.000	-19.030	0.000	0.000	0.000	
Max M _y	0.000	-5.988	0.000	-19.030	0.000	0.000	0.000			
Min M _y	3.600	1.736	0.000	0.262	0.000	-33.753	0.000			
KZ12	Max N	4.800	4.190	0.000	6.683	0.000	-29.598	0.000		
	Min N	0.000	-6.131	-0.000	-19.031	0.000	-0.000	0.000		
Max M _y	0.000	-6.131	-0.000	-19.031	0.000	-0.000	0.000			
Min M _y	3.600	1.595	0.000	0.261	0.000	-33.759	0.000			
KZ13	Max N	4.800	0.451	0.000	3.839	0.000	76.241	-0.000		
	Min N	0.000	-9.679	0.000	27.950	0.000	0.000	0.000		
Max M _y	4.800	0.451	0.000	3.839	0.000	76.241	-0.000			
Min M _y	0.000	-9.679	0.000	27.950	0.000	0.000	0.000			
KZ14	Max N	4.800	0.358	0.000	3.867	0.000	76.378	-0.000		
	Min N	0.000	-9.771	0.000	27.979	0.000	0.000	0.000		
Max M _y	4.800	0.358	0.000	3.867	0.000	76.378	-0.000			
Min M _y	0.000	-9.771	0.000	27.979	0.000	0.000	0.000			
KZ15	Max N	4.800	-2.914	0.000	1.811	0.000	66.538	-0.000		
	Min N	0.000	-13.090	0.000	25.927	0.000	0.000	0.000		
Max M _y	4.800	-2.914	0.000	1.811	0.000	66.538	-0.000			
Min M _y	0.000	-13.090	0.000	25.927	0.000	0.000	0.000			
KZ16	Max N	4.800	-3.017	0.000	1.833	0.000	66.645	0.000		
	Min N	0.000	-13.191	0.000	25.950	0.000	0.000	0.000		
Max M _y	4.800	-3.017	0.000	1.833	0.000	66.645	0.000			
Min M _y	0.000	-13.191	0.000	25.950	0.000	0.000	0.000			
KZ17	Max N	4.800	-18.878	-0.000	-3.533	0.000	-40.366	0.000		
	Min N	0.000	-29.191	0.000	-13.279	0.000	0.000	0.000		
Max M _y	0.000	-29.191	0.000	-13.279	0.000	0.000	0.000			
Min M _y	4.800	-18.878	-0.000	-3.533	0.000	-40.366	0.000			
KZ18	Max N	4.800	-19.049	-0.000	-3.555	0.000	-40.472	0.000		
	Min N	0.000	-29.362	-0.000	-13.301	0.000	0.000	0.000		
Max M _y	0.000	-29.362	-0.000	-13.301	0.000	0.000	0.000			
Min M _y	4.800	-19.049	-0.000	-3.555	0.000	-40.472	0.000			
KZ19	Max N	4.800	-6.980	0.000	2.732	0.000	-10.052	0.000		
	Min N	0.000	-17.345	-0.000	-6.924	0.000	0.000	0.000		
Max M _y	0.000	-17.345	-0.000	-6.924	0.000	0.000	0.000			
Min M _y	3.600	-9.573	0.000	0.320	0.000	-11.880	0.000			
KZ20	Max N	4.800	-7.127	0.000	2.727	0.000	-10.080	0.000		
	Min N	0.000	-17.492	0.000	-6.929	0.000	0.000	0.000		
Max M _y	0.000	-17.492	0.000	-6.929	0.000	0.000	0.000			
Min M _y	3.600	-9.720	0.000	0.314	0.000	-11.901	0.000			
2	KZ1	Max N	6.248	13.106	0.000	11.165	0.000	27.548	-0.000	1 - IPE 400
		Min N	0.000	-3.763	0.000	6.070	0.000	-26.282	0.000	
Max M _y	6.248	13.106	0.000	11.165	0.000	27.548	-0.000			
Min M _y	0.000	-3.763	0.000	6.070	0.000	-26.282	0.000			
KZ2	Max N	6.248	10.328	0.000	-23.579	0.000	-17.637	0.000		
	Min N	0.000	-6.566	0.000	6.215	0.000	37.558	0.000		
Max M _y	0.000	-6.566	0.000	6.215	0.000	37.558	0.000			
Min M _y	6.248	10.328	0.000	-23.579	0.000	-17.637	0.000			
KZ3	Max N	6.248	7.971	-0.000	-23.220	0.000	-21.288	0.000		
	Min N	0.000	-8.918	0.000	6.580	0.000	31.646	0.000		
Max M _y	0.000	-8.918	0.000	6.580	0.000	31.646	0.000			
Min M _y	6.248	7.971	-0.000	-23.220	0.000	-21.288	0.000			



4.6 PRUTY - VNITŘNÍ SÍLY

Prut č.	ZS/KZ	Uzel č.	Místo x [m]	Síly [kN]			Momenty [kNm]			Průřez
				N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
2	KZ4	Max N	6.248	-5.004	0.000	-0.271	0.000	-10.424	0.000	
		Min N	0.000	-18.465	0.000	10.277	0.000	-32.955	0.000	
		Max M _y	6.248	-5.004	0.000	-0.271	0.000	-10.424	0.000	
		Min M _y	0.000	-18.465	0.000	10.277	0.000	-32.955	0.000	
	KZ5	Max N	6.248	6.337	-0.000	-3.675	0.000	-0.970	0.000	
		Min N	0.000	-10.535	0.000	8.595	0.000	-14.647	0.000	
		Max M _y	4.165	1.479	0.000	-0.211	0.000	0.713	0.000	
		Min M _y	0.000	-10.535	0.000	8.595	0.000	-14.647	0.000	
	KZ6	Max N	6.248	12.882	0.000	11.343	0.000	28.623	-0.000	
		Min N	0.000	-3.986	0.000	6.247	0.000	-26.314	0.000	
		Max M _y	6.248	12.882	0.000	11.343	0.000	28.623	-0.000	
		Min M _y	0.000	-3.986	0.000	6.247	0.000	-26.314	0.000	
	KZ7	Max N	6.248	10.173	-0.000	-23.413	0.000	-16.453	0.000	
		Min N	0.000	-6.721	0.000	6.382	0.000	37.704	0.000	
		Max M _y	0.000	-6.721	0.000	6.382	0.000	37.704	0.000	
		Min M _y	6.248	10.173	-0.000	-23.413	0.000	-16.453	0.000	
	KZ8	Max N	6.248	7.802	0.000	-23.052	0.000	-20.132	0.000	
		Min N	0.000	-9.087	0.000	6.748	0.000	31.754	-0.000	
		Max M _y	0.000	-9.087	0.000	6.748	0.000	31.754	-0.000	
		Min M _y	6.248	7.802	0.000	-23.052	0.000	-20.132	0.000	
	KZ9	Max N	6.248	-5.272	0.000	-0.090	0.000	-9.447	0.000	
		Min N	0.000	-18.733	0.000	10.459	0.000	-33.110	0.000	
		Max M _y	6.248	-5.272	0.000	-0.090	0.000	-9.447	0.000	
		Min M _y	0.000	-18.733	0.000	10.459	0.000	-33.110	0.000	
	KZ10	Max N	6.248	6.105	0.000	-3.498	0.000	0.079	0.000	
		Min N	0.000	-10.767	0.000	8.773	0.000	-14.705	0.000	
		Max M _y	4.165	1.246	0.000	-0.034	0.000	1.393	0.000	
		Min M _y	0.000	-10.767	0.000	8.773	0.000	-14.705	0.000	
	KZ11	Max N	6.248	21.709	0.000	22.530	0.000	48.093	0.000	
		Min N	0.000	7.608	0.000	2.362	0.000	-29.591	0.000	
		Max M _y	6.248	21.709	0.000	22.530	0.000	48.093	0.000	
		Min M _y	0.000	7.608	0.000	2.362	0.000	-29.591	0.000	
	KZ12	Max N	6.248	21.599	0.000	22.620	0.000	48.646	0.000	
		Min N	0.000	7.498	0.000	2.451	0.000	-29.598	0.000	
		Max M _y	6.248	21.599	0.000	22.620	0.000	48.646	0.000	
		Min M _y	0.000	7.498	0.000	2.451	0.000	-29.598	0.000	
	KZ13	Max N	6.248	16.957	-0.000	-35.292	0.000	-27.250	0.000	
		Min N	0.000	2.774	-0.000	2.651	0.000	76.241	-0.000	
		Max M _y	0.000	2.774	-0.000	2.651	0.000	76.241	-0.000	
		Min M _y	6.248	16.957	-0.000	-35.292	0.000	-27.250	0.000	
	KZ14	Max N	6.248	16.903	0.000	-35.211	0.000	-26.608	0.000	
		Min N	0.000	2.720	-0.000	2.732	0.000	76.378	-0.000	
		Max M _y	0.000	2.720	-0.000	2.732	0.000	76.378	-0.000	
		Min M _y	6.248	16.903	0.000	-35.211	0.000	-26.608	0.000	
	KZ15	Max N	6.248	13.064	0.000	-34.717	0.000	-33.302	0.000	
		Min N	0.000	-1.103	-0.000	3.250	0.000	66.538	-0.000	
		Max M _y	0.000	-1.103	-0.000	3.250	0.000	66.538	-0.000	
		Min M _y	6.248	13.064	0.000	-34.717	0.000	-33.302	0.000	
	KZ16	Max N	6.248	12.999	0.000	-34.635	0.000	-32.682	0.000	
		Min N	0.000	-1.168	0.000	3.333	0.000	66.645	0.000	
		Max M _y	0.000	-1.168	0.000	3.333	0.000	66.645	0.000	
		Min M _y	6.248	12.999	0.000	-34.635	0.000	-32.682	0.000	
	KZ17	Max N	6.248	-5.374	0.000	0.971	0.000	-14.896	0.000	
		Min N	0.000	-16.765	0.000	9.371	0.000	-40.366	0.000	
		Max M _y	6.248	-5.374	0.000	0.971	0.000	-14.896	0.000	
		Min M _y	0.000	-16.765	0.000	9.371	0.000	-40.366	0.000	
	KZ18	Max N	6.248	-5.519	0.000	1.064	0.000	-14.423	0.000	
		Min N	0.000	-16.911	0.000	9.464	0.000	-40.472	0.000	
		Max M _y	6.248	-5.519	0.000	1.064	0.000	-14.423	0.000	
		Min M _y	0.000	-16.911	0.000	9.464	0.000	-40.472	0.000	
KZ19	Max N	6.248	10.492	0.000	-2.213	0.000	0.717	-0.000		
	Min N	0.000	-3.612	0.000	6.568	0.000	-10.052	0.000		
	Max M _y	4.165	6.325	0.000	0.285	0.000	1.364	0.000		
	Min M _y	0.000	-3.612	0.000	6.568	0.000	-10.052	0.000		
KZ20	Max N	6.248	10.375	0.000	-2.123	0.000	1.249	-0.000		
	Min N	0.000	-3.729	0.000	6.658	0.000	-10.080	0.000		
	Max M _y	5.207	6.925	0.000	-0.221	0.000	1.790	-0.000		
	Min M _y	0.000	-3.729	0.000	6.658	0.000	-10.080	0.000		
3	KZ1	Max N	6.248	5.194	0.000	17.760	0.000	27.548	-0.000	1 - IPE 400
		Min N	0.000	-8.255	0.000	5.173	0.000	-34.735	0.000	
		Max M _y	6.248	5.194	0.000	17.760	0.000	27.548	-0.000	
		Min M _y	0.000	-8.255	0.000	5.173	0.000	-34.735	0.000	
	KZ2	Max N	6.248	-28.474	0.000	8.770	0.000	-17.637	0.000	
		Min N	0.000	-41.930	0.000	1.158	0.000	-37.654	0.000	
		Max M _y	6.248	-28.474	0.000	8.770	0.000	-17.637	0.000	
		Min M _y	0.000	-41.930	0.000	1.158	0.000	-37.654	0.000	
	KZ3	Max N	6.248	-24.271	0.000	3.661	0.000	-21.288	0.000	
		Min N	0.000	-41.146	0.000	-1.070	0.000	-27.233	0.000	
		Max M _y	6.248	-24.271	0.000	3.661	0.000	-21.288	0.000	
		Min M _y	3.124	-35.571	0.000	-1.557	0.000	-29.395	0.000	
	KZ4	Max N	6.248	-5.745	-0.000	-3.847	0.000	-10.424	0.000	
		Min N	0.000	-19.187	-0.000	-6.659	0.000	16.748	-0.000	
		Max M _y	0.000	-19.187	-0.000	-6.659	0.000	16.748	-0.000	
		Min M _y	6.248	-5.745	-0.000	-3.847	0.000	-10.424	0.000	
	KZ5	Max N	6.248	-4.756	0.000	5.572	0.000	-0.970	0.000	
		Min N	0.000	-21.623	0.000	-8.407	0.000	7.883	0.000	
		Max M _y	0.000	-21.623	0.000	-8.407	0.000	7.883	0.000	
		Min M _y	3.124	-16.050	0.000	-8.376	0.000	-15.498	0.000	
	KZ6	Max N	6.248	5.409	0.000	17.572	0.000	28.623	-0.000	
		Min N	0.000	-21.883	0.000	16.490	0.000	-50.494	0.000	
		Max M _y	6.248	5.409	0.000	17.572	0.000	28.623	-0.000	
		Min M _y	0.000	-21.883	0.000	16.490	0.000	-50.494	0.000	



4.6 PRUTY - VNITŘNÍ SÍLY

Prut č.	ZS/KZ	Uzel č.	Místo x [m]	Síly [kN]			Momenty [kNm]			Průřez
				N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
3	KZ7	Max N	6.248	-28.283	0.000	8.648	0.000	-16.453	0.000	
		Min N	0.000	-55.601	0.000	12.503	0.000	-53.699	0.000	
		Max M _y	6.248	-28.283	0.000	8.648	0.000	-16.453	0.000	
		Min M _y	0.000	-55.601	0.000	12.503	0.000	-53.699	0.000	
		Max N	6.248	-24.075	0.000	3.525	0.000	-20.132	0.000	
		Min N	0.000	-54.794	0.000	10.286	0.000	-43.219	0.000	
	KZ8	Max M _y	6.248	-24.075	0.000	3.525	0.000	-20.132	0.000	
		Min M _y	0.000	-54.794	0.000	10.286	0.000	-43.219	0.000	
		Max N	6.248	-5.518	-0.000	-4.078	0.000	-9.447	0.000	
		Min N	0.000	-32.792	0.000	4.620	0.000	1.175	0.000	
		Max M _y	1.041	-21.734	-0.000	0.084	0.000	1.577	0.000	
		Min M _y	6.248	-5.518	-0.000	-4.078	0.000	-9.447	0.000	
	KZ10	Max N	6.248	-4.540	0.000	5.375	0.000	0.079	0.000	
		Min N	0.000	-35.237	-0.000	2.907	0.000	-7.835	0.000	
		Max M _y	6.248	-4.540	0.000	5.375	0.000	0.079	0.000	
		Min M _y	3.124	-22.749	0.000	-2.810	0.000	-13.838	0.000	
		Max N	6.248	15.512	0.000	27.694	0.000	48.093	0.000	
		Min N	0.000	4.142	-0.000	-2.472	0.000	-22.750	0.000	
	KZ11	Max M _y	6.248	15.512	0.000	27.694	0.000	48.093	0.000	
		Min M _y	0.000	4.142	-0.000	-2.472	0.000	-22.750	0.000	
		Max N	6.248	15.620	0.000	27.603	0.000	48.646	0.000	
		Min N	0.000	-2.663	0.000	3.199	0.000	-30.633	0.000	
		Max M _y	6.248	15.620	0.000	27.603	0.000	48.646	0.000	
		Min M _y	0.000	-2.663	0.000	3.199	0.000	-30.633	0.000	
	KZ13	Max N	6.248	-40.498	0.000	12.603	0.000	-27.250	0.000	
		Min N	0.000	-51.864	0.000	-9.254	0.000	-26.983	0.000	
		Max M _y	0.000	-51.864	0.000	-9.254	0.000	-26.983	0.000	
		Min M _y	3.124	-47.003	0.000	-6.391	0.000	-44.326	0.000	
		Max N	6.248	-40.409	0.000	12.565	0.000	-26.608	0.000	
		Min N	0.000	-58.703	-0.000	-3.561	0.000	-35.099	0.000	
	KZ14	Max M _y	6.248	-40.409	0.000	12.565	0.000	-26.608	0.000	
		Min M _y	3.124	-50.372	-0.000	-3.547	0.000	-43.573	0.000	
		Max N	6.248	-36.497	0.000	6.598	0.000	-33.302	0.000	
		Min N	0.000	-50.594	-0.000	-12.936	0.000	-9.786	0.000	
		Max M _y	0.000	-50.594	-0.000	-12.936	0.000	-9.786	0.000	
		Min M _y	3.124	-45.735	-0.000	6.193	0.000	-38.723	0.000	
	KZ16	Max N	6.248	-36.405	0.000	6.549	0.000	-32.682	0.000	
		Min N	0.000	-57.421	0.000	-7.240	0.000	-17.855	0.000	
		Max M _y	0.000	-57.421	0.000	-7.240	0.000	-17.855	0.000	
		Min M _y	3.124	-49.090	0.000	-7.284	0.000	-37.956	0.000	
Max N		6.248	-2.756	-0.000	-8.198	0.000	-14.896	0.000		
Min N		0.000	-14.161	-0.000	-22.057	0.000	62.501	-0.000		
KZ18	Max M _y	0.000	-14.161	-0.000	-22.057	0.000	62.501	-0.000		
	Min M _y	6.248	-2.756	-0.000	-8.198	0.000	-14.896	0.000		
	Max N	6.248	-2.639	-0.000	-8.324	0.000	-14.423	0.000		
	Min N	0.000	-20.947	0.000	-16.416	0.000	54.768	0.000		
	Max M _y	0.000	-20.947	0.000	-16.416	0.000	54.768	0.000		
	Min M _y	6.248	-2.639	-0.000	-8.324	0.000	-14.423	0.000		
KZ19	Max N	6.248	-4.068	0.000	9.922	0.000	0.717	-0.000		
	Min N	0.000	-18.186	0.000	-25.024	0.000	47.939	0.000		
	Max M _y	0.000	-18.186	0.000	-25.024	0.000	47.939	0.000		
	Min M _y	3.124	-13.293	0.000	9.816	0.000	-15.872	0.000		
	Max N	6.248	-3.958	0.000	9.823	0.000	1.249	-0.000		
	Min N	0.000	-24.986	0.000	-19.362	0.000	40.089	0.000		
KZ20	Max M _y	0.000	-24.986	0.000	-19.362	0.000	40.089	0.000		
	Min M _y	3.124	-16.641	0.000	12.598	0.000	-15.032	0.000		
	Max N	4.800	-45.335	-0.000	-8.808	0.000	-42.694	0.000	2 - HEA 300	
	Min N	0.000	-51.034	0.000	-8.941	0.000	0.000	0.000		
	Max M _y	0.000	-51.034	0.000	-8.941	0.000	0.000	0.000		
	Min M _y	4.800	-45.335	-0.000	-8.808	0.000	-42.694	0.000		
KZ2	Max N	4.800	-72.173	0.000	-0.009	0.000	-0.006	0.000		
	Min N	0.000	-77.896	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000		
	Max M _y	0.000	-77.896	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000		
	Min M _y	4.800	-72.173	0.000	-0.009	0.000	-0.006	0.000		
	Max N	4.800	-72.713	-0.000	-3.131	0.000	-15.236	0.000		
	Min N	0.000	-78.433	-0.000	-3.193	0.000	0.000	0.000		
KZ3	Max M _y	0.000	-78.433	-0.000	-3.193	0.000	0.000	0.000		
	Min M _y	4.800	-72.713	-0.000	-3.131	0.000	-15.236	0.000		
	Max N	4.800	-66.747	-0.000	-21.662	0.000	-105.491	0.000		
	Min N	0.000	-72.325	-0.000	-22.141	0.000	-0.000	0.000		
	Max M _y	0.000	-72.325	-0.000	-22.141	0.000	-0.000	0.000		
	Min M _y	4.800	-66.747	-0.000	-21.662	0.000	-105.491	0.000		
KZ5	Max N	4.800	-50.252	0.000	-11.512	0.000	-55.864	0.000		
	Min N	0.000	-55.934	-0.000	-11.705	0.000	-0.000	0.000		
	Max M _y	0.000	-55.934	-0.000	-11.705	0.000	-0.000	0.000		
	Min M _y	4.800	-50.252	0.000	-11.512	0.000	-55.864	0.000		
	Max N	4.800	-81.531	-0.000	-9.910	0.000	-48.394	0.000		
	Min N	0.000	-87.223	-0.000	-10.168	0.000	-0.000	0.000		
KZ6	Max M _y	0.000	-87.223	-0.000	-10.168	0.000	-0.000	0.000		
	Min M _y	4.800	-81.531	-0.000	-9.910	0.000	-48.394	0.000		
	Max N	4.800	-108.411	0.000	-1.084	0.000	-5.285	0.000		
	Min N	0.000	-114.133	-0.000	-1.105	0.000	0.000	0.000		
	Max M _y	0.000	-114.133	-0.000	-1.105	0.000	0.000	0.000		
	Min M _y	4.800	-108.411	0.000	-1.084	0.000	-5.285	0.000		
KZ8	Max N	4.800	-108.944	-0.000	-4.204	0.000	-20.620	0.000		
	Min N	0.000	-114.661	0.000	-4.338	0.000	0.000	0.000		
	Max M _y	0.000	-114.661	0.000	-4.338	0.000	0.000	0.000		
	Min M _y	4.800	-108.944	-0.000	-4.204	0.000	-20.620	0.000		
	Max N	4.800	-102.927	0.000	-22.738	0.000	-111.576	0.000		
	Min N	0.000	-108.487	0.000	-23.497	0.000	-0.000	0.000		
KZ9	Max M _y	0.000	-108.487	0.000	-23.497	0.000	-0.000	0.000		
	Min M _y	4.800	-102.927	0.000	-22.738	0.000	-111.576	0.000		

4.6 PRUTY - VNITŘNÍ SÍLY

Prut č.	ZS/KZ	Uzel č.	Místo x [m]	Síly [kN]			Momenty [kNm]			Průřez
				N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
4	KZ10	Max N	4.800	-86.447	-0.000	-12.613	0.000	-61.666	0.000	
		Min N	0.000	-92.120	-0.000	-12.965	0.000	-0.000	0.000	
		Max M _y	4.800	-92.120	-0.000	-12.965	0.000	-0.000	0.000	
	Min M _y	4.800	-86.447	-0.000	-12.613	0.000	-61.666	0.000		
	KZ11	Max N	4.800	9.893	0.000	2.179	0.000	10.440	-0.000	
		Min N	0.000	4.172	0.000	2.175	0.000	0.000	0.000	
		Max M _y	4.800	9.893	0.000	2.179	0.000	10.440	-0.000	
	Min M _y	0.000	4.172	0.000	2.175	0.000	0.000	0.000		
	KZ12	Max N	4.800	-8.202	0.000	1.590	0.000	7.646	0.000	
		Min N	0.000	-13.924	0.000	1.596	0.000	-0.000	0.000	
		Max M _y	4.800	-8.202	0.000	1.590	0.000	7.646	0.000	
	Min M _y	0.000	-13.924	0.000	1.596	0.000	-0.000	0.000		
	KZ13	Max N	4.800	-34.696	0.000	16.699	0.000	80.820	0.000	
		Min N	0.000	-40.334	0.000	16.919	0.000	-0.000	0.000	
		Max M _y	4.800	-34.696	0.000	16.699	0.000	80.820	0.000	
	Min M _y	0.000	-40.334	0.000	16.919	0.000	-0.000	0.000		
	KZ14	Max N	4.800	-52.825	0.000	16.131	0.000	78.370	-0.000	
		Min N	0.000	-58.468	0.000	16.435	0.000	-0.000	0.000	
		Max M _y	4.800	-52.825	0.000	16.131	0.000	78.370	-0.000	
	Min M _y	0.000	-58.468	0.000	16.435	0.000	-0.000	0.000		
KZ15	Max N	4.800	-35.636	0.000	11.514	0.000	55.743	-0.000		
	Min N	0.000	-41.318	0.000	11.672	0.000	-0.000	0.000		
	Max M _y	4.800	-35.636	0.000	11.514	0.000	55.743	-0.000		
Min M _y	0.000	-41.318	0.000	11.672	0.000	-0.000	0.000			
KZ16	Max N	4.800	-53.760	0.000	10.948	0.000	53.207	0.000		
	Min N	0.000	-59.445	0.000	11.161	0.000	-0.000	0.000		
	Max M _y	4.800	-53.760	0.000	10.948	0.000	53.207	0.000		
Min M _y	0.000	-59.445	0.000	11.161	0.000	-0.000	0.000			
KZ17	Max N	4.800	-25.848	-0.000	-19.257	0.000	-93.006	0.000		
	Min N	0.000	-31.458	0.000	-19.449	0.000	-0.000	0.000		
	Max M _y	0.000	-31.458	0.000	-19.449	0.000	-0.000	0.000		
Min M _y	4.800	-25.848	-0.000	-19.257	0.000	-93.006	0.000			
KZ18	Max N	4.800	-43.930	0.000	-19.827	0.000	-96.113	0.000		
	Min N	0.000	-49.532	-0.000	-20.133	0.000	-0.000	0.000		
	Max M _y	0.000	-49.532	-0.000	-20.133	0.000	-0.000	0.000		
Min M _y	4.800	-43.930	0.000	-19.827	0.000	-96.113	0.000			
KZ19	Max N	4.800	1.649	0.000	-2.287	0.000	-10.988	0.000		
	Min N	0.000	-4.072	0.000	-2.294	0.000	-0.000	0.000		
	Max M _y	0.000	-4.072	0.000	-2.294	0.000	-0.000	0.000		
Min M _y	4.800	1.649	0.000	-2.287	0.000	-10.988	0.000			
KZ20	Max N	4.800	-16.445	0.000	-2.875	0.000	-13.864	0.000		
	Min N	0.000	-22.166	0.000	-2.898	0.000	0.000	0.000		
	Max M _y	0.000	-22.166	0.000	-2.898	0.000	0.000	0.000		
Min M _y	4.800	-16.445	0.000	-2.875	0.000	-13.864	0.000			
5	KZ1	Max N	11.092	10.546	0.000	-5.735	0.000	45.245	0.000	1 - IPE 400
		Min N	0.000	-24.566	0.000	27.786	0.000	-77.429	0.000	
		Max M _y	8.874	6.350	0.000	-0.972	0.000	49.377	-0.000	
	Min M _y	0.000	-24.566	0.000	27.786	0.000	-77.429	0.000		
	KZ2	Max N	11.092	-5.287	0.000	-14.793	0.000	14.074	0.000	
		Min N	0.000	-40.386	0.000	24.114	0.000	-37.660	0.000	
		Max M _y	6.655	-22.437	0.000	10.623	0.000	43.485	-0.000	
	Min M _y	0.000	-40.386	0.000	24.114	0.000	-37.660	0.000		
	KZ3	Max N	11.092	-10.309	-0.000	-14.357	0.000	14.285	-0.000	
		Min N	0.000	-45.410	0.000	24.561	0.000	-42.469	0.000	
		Max M _y	6.655	-27.453	0.000	11.076	0.000	41.729	-0.000	
	Min M _y	0.000	-45.410	0.000	24.561	0.000	-42.469	0.000		
	KZ4	Max N	11.092	-24.426	0.000	-14.486	0.000	13.131	0.000	
		Min N	0.000	-59.564	0.000	33.825	0.000	-88.743	0.000	
		Max M _y	6.655	-41.549	0.000	12.829	0.000	36.072	0.000	
	Min M _y	0.000	-59.564	0.000	33.825	0.000	-88.743	0.000		
	KZ5	Max N	11.092	-10.445	-0.000	-8.020	0.000	16.055	-0.000	
		Min N	0.000	-45.571	0.000	21.414	0.000	-47.981	0.000	
		Max M _y	7.765	-21.114	0.000	0.131	0.000	23.810	-0.000	
	Min M _y	0.000	-45.571	0.000	21.414	0.000	-47.981	0.000		
KZ6	Max N	11.092	10.106	0.000	-7.493	0.000	42.383	0.000		
	Min N	0.000	-33.591	0.000	43.954	0.000	-98.888	0.000		
	Max M _y	8.874	6.528	0.000	-4.031	0.000	53.301	-0.000		
Min M _y	0.000	-33.591	0.000	43.954	0.000	-98.888	0.000			
KZ7	Max N	11.092	-5.729	0.000	-16.581	0.000	11.120	0.000		
	Min N	0.000	-49.399	0.000	40.279	0.000	-58.983	0.000		
	Max M _y	6.655	-23.360	0.000	9.810	0.000	54.376	0.000		
Min M _y	0.000	-49.399	0.000	40.279	0.000	-58.983	0.000			
KZ8	Max N	11.092	-10.749	0.000	-16.142	0.000	11.353	0.000		
	Min N	0.000	-54.423	0.000	40.731	0.000	-63.839	0.000		
	Max M _y	6.655	-28.375	0.000	10.268	0.000	52.626	-0.000		
Min M _y	0.000	-54.423	0.000	40.731	0.000	-63.839	0.000			
KZ9	Max N	11.092	-24.857	0.000	-16.240	0.000	10.346	0.000		
	Min N	0.000	-68.587	0.000	50.023	0.000	-110.401	0.000		
	Max M _y	6.655	-42.459	0.000	12.058	0.000	46.976	0.000		
Min M _y	0.000	-68.587	0.000	50.023	0.000	-110.401	0.000			
KZ10	Max N	11.092	-10.887	0.000	-9.783	0.000	13.200	0.000		
	Min N	0.000	-54.601	0.000	37.593	0.000	-69.501	0.000		
	Max M _y	6.655	-28.485	0.000	12.843	0.000	34.038	-0.000		
Min M _y	0.000	-54.601	0.000	37.593	0.000	-69.501	0.000			
KZ11	Max N	11.092	28.303	0.000	13.929	0.000	46.601	0.000		
	Min N	0.000	4.862	-0.000	-3.355	0.000	-12.310	0.000		
	Max M _y	11.092	28.303	0.000	13.929	0.000	46.601	0.000		
Min M _y	2.218	7.890	-0.000	-3.060	0.000	-17.106	0.000			
KZ12	Max N	11.092	28.073	0.000	13.052	0.000	45.143	0.000		
	Min N	0.000	0.334	0.000	4.718	0.000	-22.987	0.000		
	Max M _y	11.092	28.073	0.000	13.052	0.000	45.143	0.000		
Min M _y	0.000	0.334	0.000	4.718	0.000	-22.987	0.000			



4.6 PRUTY - VNITŘNÍ SÍLY

Prut č.	ZS/KZ	Uzel č.	Místo x [m]	Síly [kN]			Momenty [kNm]			Průřez
				N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
5	KZ13	Max N	11.092	1.850	0.000	-1.087	0.000	-5.272	0.000	
		Min N	0.000	-21.621	0.000	-9.523	0.000	53.837	0.000	
		Max M _y	0.000	-21.621	0.000	-9.523	0.000	53.837	0.000	
	KZ14	Min M _y	11.092	-0.316	0.000	-2.298	0.000	-5.273	0.000	
		Max N	11.092	1.618	0.000	-1.988	0.000	-6.806	0.000	
		Min N	0.000	-26.138	-0.000	-1.453	0.000	43.271	-0.000	
	KZ15	Max M _y	0.000	-26.138	-0.000	-1.453	0.000	43.271	-0.000	
		Min M _y	11.092	-0.242	0.000	1.885	0.000	-6.806	0.000	
		Max N	11.092	-6.498	0.000	-0.353	0.000	-4.958	0.000	
	KZ16	Min N	0.000	-29.964	-0.000	-8.775	0.000	45.957	-0.000	
		Max M _y	0.000	-29.964	-0.000	-8.775	0.000	45.957	-0.000	
		Min M _y	11.092	-8.666	0.000	-1.565	0.000	-4.960	0.000	
	KZ17	Max N	11.092	-6.729	0.000	-1.252	0.000	-6.474	0.000	
		Min N	0.000	-34.482	0.000	-0.701	0.000	35.352	0.000	
		Max M _y	0.000	-34.482	0.000	-0.701	0.000	35.352	0.000	
	KZ18	Min M _y	11.092	-8.584	0.000	-3.113	0.000	-6.475	0.000	
		Max N	11.092	-29.932	0.000	-0.567	0.000	-7.037	0.000	
		Min N	0.000	-53.397	0.000	6.639	0.000	-30.505	0.000	
	KZ19	Max M _y	9.983	-32.538	0.000	-0.201	0.000	-6.324	0.000	
		Min M _y	0.000	-53.397	0.000	6.639	0.000	-30.505	0.000	
		Max N	11.092	-30.155	0.000	-1.441	0.000	-8.432	0.000	
	KZ20	Min N	0.000	-57.922	0.000	14.736	0.000	-41.344	0.000	
		Max M _y	6.655	-41.681	0.000	8.426	0.000	-1.619	0.000	
		Min M _y	0.000	-57.922	0.000	14.736	0.000	-41.344	0.000	
	KZ21	Max N	11.092	-6.597	0.000	10.186	0.000	-1.893	0.000	
		Min N	0.000	-30.060	0.000	-13.989	0.000	36.951	0.000	
		Max M _y	0.000	-30.060	0.000	-13.989	0.000	36.951	0.000	
	KZ22	Min M _y	6.655	-17.915	0.000	-4.991	0.000	-28.353	0.000	
		Max N	11.092	-6.829	0.000	9.305	0.000	-3.346	0.000	
		Min N	0.000	-34.592	0.000	-5.907	0.000	26.225	0.000	
	KZ23	Max M _y	0.000	-34.592	0.000	-5.907	0.000	26.225	0.000	
		Min M _y	6.655	-18.374	0.000	-5.385	0.000	-22.943	0.000	
		KZ24	Max N	7.684	-4.578	0.000	17.017	0.000	45.245	0.000
	Min N		0.000	-27.082	0.000	20.318	0.000	-78.266	0.000	
	Max M _y		7.684	-4.578	0.000	17.017	0.000	45.245	0.000	
	KZ25	Min M _y	0.000	-27.082	0.000	20.318	0.000	-78.266	0.000	
		Max N	7.684	-19.603	0.000	6.680	0.000	14.074	0.000	
		Min N	0.000	-42.132	0.000	27.013	0.000	-91.864	0.000	
	KZ26	Max M _y	7.684	-19.603	0.000	6.680	0.000	14.074	0.000	
		Min M _y	0.000	-42.132	0.000	27.013	0.000	-91.864	0.000	
		KZ27	Max N	7.684	-17.384	0.000	-3.045	0.000	14.285	-0.000
	Min N		0.000	-43.890	0.000	29.973	0.000	-89.631	0.000	
	Max M _y		7.684	-17.384	0.000	-3.045	0.000	14.285	-0.000	
	KZ28	Min M _y	0.000	-43.890	0.000	29.973	0.000	-89.631	0.000	
		Max N	7.684	-23.634	0.000	-15.719	0.000	13.131	0.000	
Min N		0.000	-50.044	0.000	33.820	0.000	-51.983	0.000		
KZ29	Max M _y	5.122	-36.144	0.000	2.415	0.000	31.962	0.000		
	Min M _y	0.000	-50.044	0.000	33.820	0.000	-51.983	0.000		
	KZ30	Max N	7.684	-11.746	-0.000	-5.926	0.000	16.055	-0.000	
Min N		0.000	-38.211	0.000	20.966	0.000	-46.075	0.000		
Max M _y		5.488	-16.979	0.000	0.207	0.000	17.284	0.000		
KZ31	Min M _y	0.000	-38.211	0.000	20.966	0.000	-46.075	0.000		
	Max N	7.684	-6.351	0.000	17.385	0.000	42.383	0.000		
	Min N	0.000	-28.868	0.000	20.674	0.000	-83.966	0.000		
KZ32	Max M _y	7.684	-6.351	0.000	17.385	0.000	42.383	0.000		
	Min M _y	0.000	-28.868	0.000	20.674	0.000	-83.966	0.000		
	KZ33	Max N	7.684	-21.404	0.000	7.060	0.000	11.120	0.000	
Min N		0.000	-43.943	0.000	27.366	0.000	-97.689	0.000		
Max M _y		7.684	-21.404	0.000	7.060	0.000	11.120	0.000		
KZ34	Min M _y	0.000	-43.943	0.000	27.366	0.000	-97.689	0.000		
	Max N	7.684	-19.194	0.000	-2.676	0.000	11.353	0.000		
	Min N	0.000	-41.691	0.000	25.323	0.000	-95.436	0.000		
KZ35	Max M _y	7.684	-19.194	0.000	-2.676	0.000	11.353	0.000		
	Min M _y	0.000	-41.691	0.000	25.323	0.000	-95.436	0.000		
	KZ36	Max N	7.684	-25.398	0.000	-15.344	0.000	10.346	0.000	
Min N		0.000	-51.807	0.000	34.176	0.000	-57.623	0.000		
Max M _y		5.122	-37.901	0.000	2.790	0.000	28.210	0.000		
KZ37	Min M _y	0.000	-51.807	0.000	34.176	0.000	-57.623	0.000		
	Max N	7.684	-13.522	0.000	-5.556	0.000	13.200	0.000		
	Min N	0.000	-39.990	0.000	21.321	0.000	-51.755	0.000		
KZ38	Max M _y	6.586	-18.142	0.000	-0.202	0.000	13.829	0.000		
	Min M _y	0.000	-39.990	0.000	21.321	0.000	-51.755	0.000		
	KZ39	Max N	7.684	22.059	0.000	22.929	0.000	46.601	0.000	
Min N		0.000	5.759	0.000	1.988	0.000	-34.158	0.000		
Max M _y		7.684	22.059	0.000	22.929	0.000	46.601	0.000		
KZ40	Min M _y	0.000	5.759	0.000	1.988	0.000	-34.158	0.000		
	Max N	7.684	21.170	0.000	23.103	0.000	45.143	0.000		
	Min N	0.000	4.864	0.000	2.167	0.000	-36.987	0.000		
KZ41	Max M _y	7.684	21.170	0.000	23.103	0.000	45.143	0.000		
	Min M _y	0.000	4.864	0.000	2.167	0.000	-36.987	0.000		
	KZ42	Max N	7.684	-2.941	0.000	5.606	0.000	-5.272	0.000	
Min N		0.000	-19.273	0.000	13.159	0.000	-56.326	0.000		
Max M _y		7.684	-2.941	0.000	5.606	0.000	-5.272	0.000		
KZ43	Min M _y	0.000	-19.273	0.000	13.159	0.000	-56.326	0.000		
	Max N	7.684	-3.853	0.000	5.789	0.000	-6.806	0.000		
	Min N	0.000	-20.188	0.000	13.336	0.000	-59.256	0.000		
KZ44	Max M _y	7.684	-3.853	0.000	5.789	0.000	-6.806	0.000		
	Min M _y	0.000	-20.188	0.000	13.336	0.000	-59.256	0.000		
	KZ45	Max N	7.684	-3.133	0.000	-5.699	0.000	-4.958	0.000	
Min N		0.000	-22.219	0.000	18.082	0.000	-52.673	0.000		
Max M _y		5.122	-7.334	0.000	-0.446	0.000	-1.527	0.000		
	Min M _y	0.000	-22.219	0.000	18.082	0.000	-52.673	0.000		

4.6 PRUTY - VNITŘNÍ SÍLY

Prut č.	ZS/KZ	Uzel č.	Místo x [m]	Síly [kN]			Momenty [kNm]			Průřez
				N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
6	KZ16	Max N	7.684	-4.044	0.000	-5.518	0.000	-6.474	0.000	2 - HEA 300
		Min N	0.000	-20.363	0.000	14.800	0.000	-55.588	0.000	
		Max M _y	5.122	-8.243	0.000	-0.263	0.000	-3.513	0.000	
		Min M _y	0.000	-20.363	0.000	14.800	0.000	-55.588	0.000	
		Max N	7.684	-13.501	-0.000	-26.734	0.000	-7.037	0.000	
		Min N	0.000	-32.540	0.000	24.480	0.000	9.521	-0.000	
	KZ17	Max M _y	2.561	-23.783	0.000	-1.703	0.000	46.664	-0.000	
		Min M _y	7.684	-13.501	-0.000	-26.734	0.000	-7.037	0.000	
		Max N	7.684	-14.383	0.000	-26.554	0.000	-8.432	0.000	
		Min N	0.000	-33.417	0.000	24.657	0.000	6.740	0.000	
		Max M _y	2.561	-24.659	0.000	-1.523	0.000	44.342	0.000	
		Min M _y	7.684	-14.383	0.000	-26.554	0.000	-8.432	0.000	
	KZ18	Max N	7.684	6.306	0.000	-10.371	0.000	-1.893	0.000	
		Min N	0.000	-12.762	0.000	3.087	0.000	19.208	0.000	
		Max M _y	2.195	-8.769	0.000	-0.078	0.000	20.733	0.000	
		Min M _y	7.684	6.306	0.000	-10.371	0.000	-1.893	0.000	
		Max N	7.684	5.414	0.000	-10.196	0.000	-3.346	0.000	
		Min N	0.000	-13.652	0.000	3.264	0.000	16.395	-0.000	
	KZ19	Max M _y	2.195	-9.659	0.000	0.100	0.000	18.309	-0.000	
		Min M _y	7.684	5.414	0.000	-10.196	0.000	-3.346	0.000	
Max N		4.800	-32.783	0.000	8.455	0.000	78.266	0.000		
Min N		0.000	-43.026	0.000	24.116	0.000	0.000	0.000		
Max M _y		4.800	-32.783	0.000	8.455	0.000	78.266	0.000		
Min M _y		0.000	-43.026	0.000	24.116	0.000	0.000	0.000		
KZ20	Max N	4.800	-47.413	0.000	16.025	0.000	91.864	0.000		
	Min N	0.000	-57.647	0.000	22.170	0.000	0.000	0.000		
	Max M _y	4.800	-47.413	0.000	16.025	0.000	91.864	0.000		
	Min M _y	0.000	-57.647	0.000	22.170	0.000	0.000	0.000		
	Max N	4.800	-50.823	0.000	15.554	0.000	89.631	0.000		
	Min N	0.000	-61.066	0.000	21.705	0.000	0.000	0.000		
KZ21	Max M _y	4.800	-50.823	0.000	15.554	0.000	89.631	0.000		
	Min M _y	0.000	-61.066	0.000	21.705	0.000	0.000	0.000		
	Max N	4.800	-57.667	0.000	17.930	0.000	51.983	-0.000		
	Min N	0.000	-68.000	0.000	3.667	0.000	-0.000	0.000		
	Max M _y	4.800	-57.667	0.000	17.930	0.000	51.983	-0.000		
	Min M _y	0.000	-68.000	0.000	3.667	0.000	-0.000	0.000		
KZ22	Max N	4.800	-40.243	0.000	16.735	0.000	46.075	-0.000		
	Min N	0.000	-50.601	0.000	2.425	0.000	0.000	0.000		
	Max M _y	4.800	-40.243	0.000	16.735	0.000	46.075	-0.000		
	Min M _y	0.000	-50.601	0.000	2.425	0.000	0.000	0.000		
	Max N	4.800	-34.177	0.000	9.627	0.000	83.966	0.000		
	Min N	0.000	-44.401	0.000	25.313	0.000	-0.000	0.000		
KZ23	Max M _y	4.800	-34.177	0.000	9.627	0.000	83.966	0.000		
	Min M _y	0.000	-44.401	0.000	25.313	0.000	-0.000	0.000		
	Max N	4.800	-48.820	0.000	17.218	0.000	97.689	0.000		
	Min N	0.000	-59.037	0.000	23.395	0.000	0.000	0.000		
	Max M _y	4.800	-48.820	0.000	17.218	0.000	97.689	0.000		
	Min M _y	0.000	-59.037	0.000	23.395	0.000	0.000	0.000		
KZ24	Max N	4.800	-52.227	0.000	16.743	0.000	95.436	-0.000		
	Min N	0.000	-62.453	0.000	22.927	0.000	0.000	0.000		
	Max M _y	4.800	-52.227	0.000	16.743	0.000	95.436	-0.000		
	Min M _y	0.000	-62.453	0.000	22.927	0.000	0.000	0.000		
	Max N	4.800	-59.046	0.000	19.086	0.000	57.623	0.000		
	Min N	0.000	-69.376	0.000	4.853	0.000	-0.000	0.000		
KZ25	Max M _y	4.800	-59.046	0.000	19.086	0.000	57.623	0.000		
	Min M _y	0.000	-69.376	0.000	4.853	0.000	-0.000	0.000		
	Max N	4.800	-41.631	0.000	17.904	0.000	51.755	0.000		
	Min N	0.000	-51.988	0.000	3.617	0.000	0.000	0.000		
	Max M _y	4.800	-41.631	0.000	17.904	0.000	51.755	0.000		
	Min M _y	0.000	-51.988	0.000	3.617	0.000	0.000	0.000		
KZ26	Max N	4.800	2.045	-0.000	-5.739	0.000	34.158	-0.000		
	Min N	0.000	-8.258	0.000	19.987	0.000	0.000	0.000		
	Max M _y	3.600	-0.547	-0.000	0.686	0.000	37.183	-0.000		
	Min M _y	0.000	-8.258	0.000	19.987	0.000	0.000	0.000		
	Max N	4.800	1.346	-0.000	-5.152	0.000	36.987	-0.000		
	Min N	0.000	-8.949	0.000	20.579	0.000	-0.000	0.000		
KZ27	Max M _y	3.600	-1.244	-0.000	1.274	0.000	39.306	-0.000		
	Min M _y	0.000	-8.949	0.000	20.579	0.000	-0.000	0.000		
	Max N	4.800	-22.315	0.000	6.829	0.000	56.326	0.000		
	Min N	0.000	-32.595	0.000	16.624	0.000	0.000	0.000		
	Max M _y	4.800	-22.315	0.000	6.829	0.000	56.326	0.000		
	Min M _y	0.000	-32.595	0.000	16.624	0.000	0.000	0.000		
KZ28	Max N	4.800	-23.025	0.000	7.434	0.000	59.256	0.000		
	Min N	0.000	-33.298	0.000	17.239	0.000	0.000	0.000		
	Max M _y	4.800	-23.025	0.000	7.434	0.000	59.256	0.000		
	Min M _y	0.000	-33.298	0.000	17.239	0.000	0.000	0.000		
	Max N	4.800	-28.000	0.000	6.063	0.000	52.673	0.000		
	Min N	0.000	-38.296	0.000	15.863	0.000	0.000	0.000		
KZ29	Max M _y	4.800	-28.000	0.000	6.063	0.000	52.673	0.000		
	Min M _y	0.000	-38.296	0.000	15.863	0.000	0.000	0.000		
	Max N	4.800	-28.706	0.000	6.664	0.000	55.588	-0.000		
	Min N	0.000	-38.997	0.000	16.474	0.000	0.000	0.000		
	Max M _y	4.800	-28.706	0.000	6.664	0.000	55.588	-0.000		
	Min M _y	0.000	-38.997	0.000	16.474	0.000	0.000	0.000		
KZ30	Max N	4.800	-39.432	0.000	10.088	0.000	-9.521	0.000		
	Min N	0.000	-49.702	-0.000	-14.055	0.000	-0.000	0.000		
	Max M _y	0.000	-49.702	-0.000	-14.055	0.000	-0.000	0.000		
	Min M _y	2.400	-44.578	-0.000	-1.985	0.000	-19.232	0.000		
	Max N	4.800	-40.118	0.000	10.663	0.000	-6.740	0.000		
	Min N	0.000	-50.394	-0.000	-13.472	0.000	-0.000	0.000		
KZ31	Max M _y	0.000	-50.394	-0.000	-13.472	0.000	-0.000	0.000		
	Min M _y	2.400	-45.266	-0.000	-1.405	0.000	-17.837	0.000		

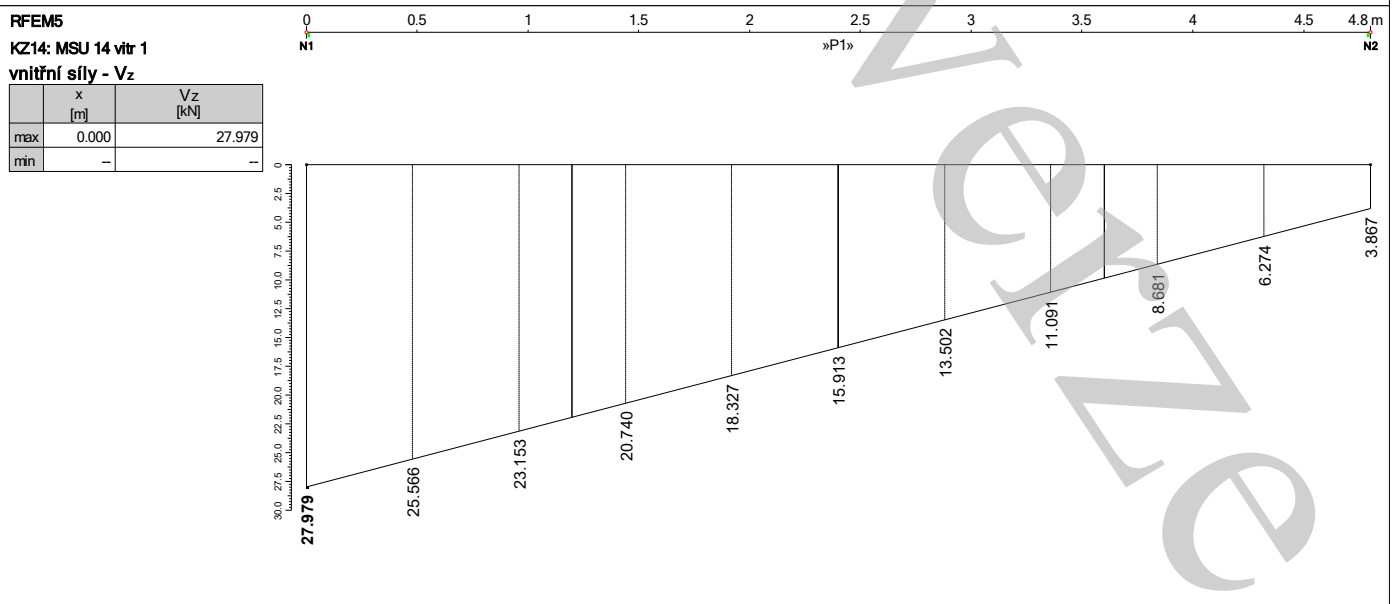
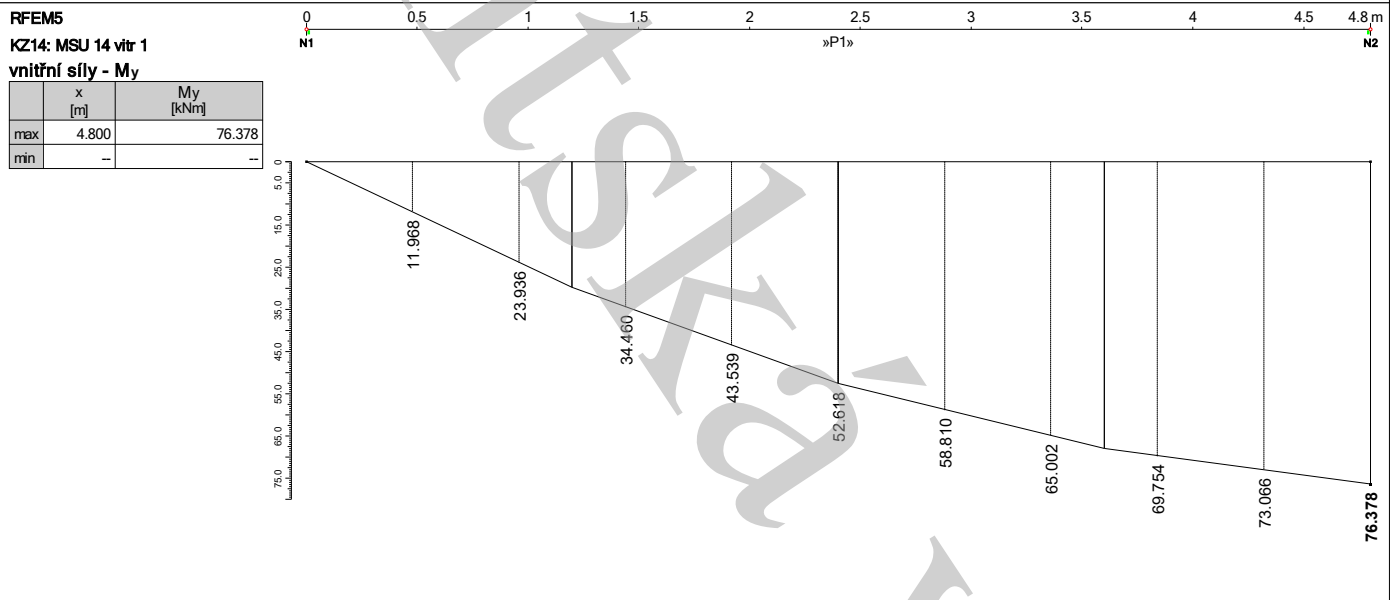
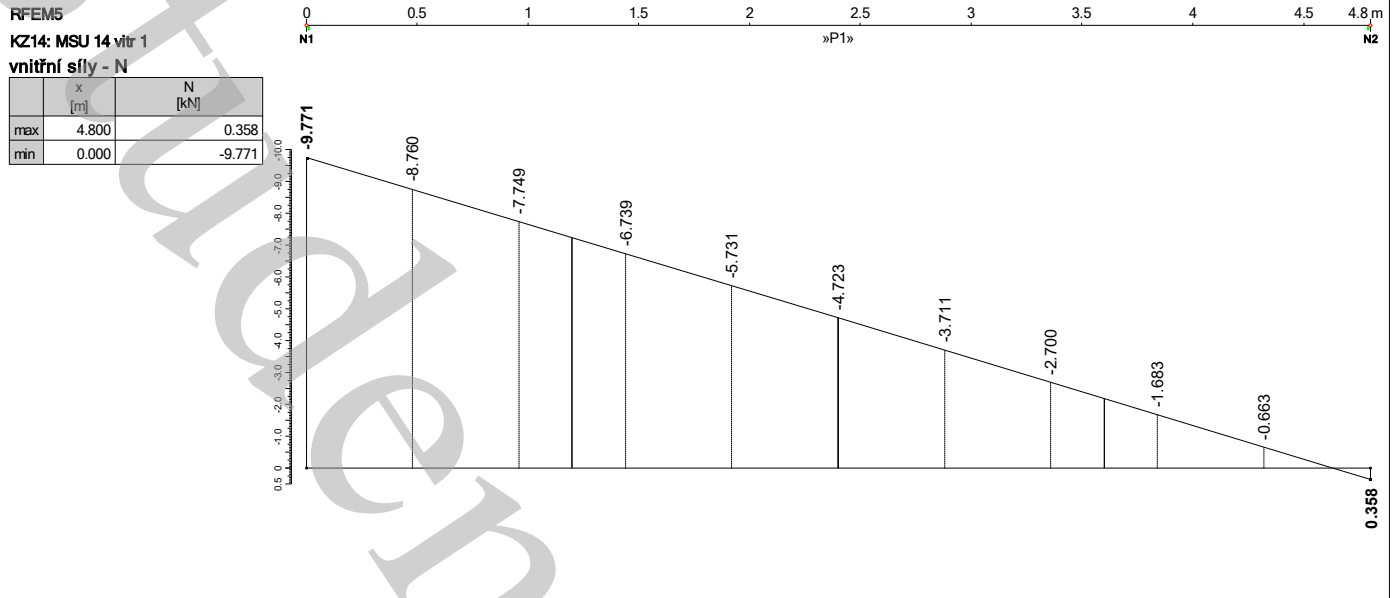


4.6 PRUTY - VNITŘNÍ SÍLY

Prut č.	ZS/KZ	Uzel č.	Místo x [m]	Síly [kN]			Momenty [kNm]			Průřez	
				N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z		
7	KZ19	Max N	4.800	-10.383	0.000	8.034	0.000	-19.208	0.000		
		Min N	0.000	-20.700	-0.000	-16.043	0.000	-0.000	0.000		
		Max M _y	0.000	-20.700	-0.000	-16.043	0.000	-0.000	0.000		
		Min M _y	3.600	-12.974	-0.000	2.018	0.000	-25.232	0.000		
	KZ20	Max N	4.800	-11.077	0.000	8.619	0.000	-16.395	0.000		
		Min N	0.000	-21.400	0.000	-15.456	0.000	0.000	0.000		
		Max M _y	0.000	-21.400	0.000	-15.456	0.000	0.000	0.000		
		Min M _y	3.600	-13.668	0.000	2.604	0.000	-23.121	0.000		

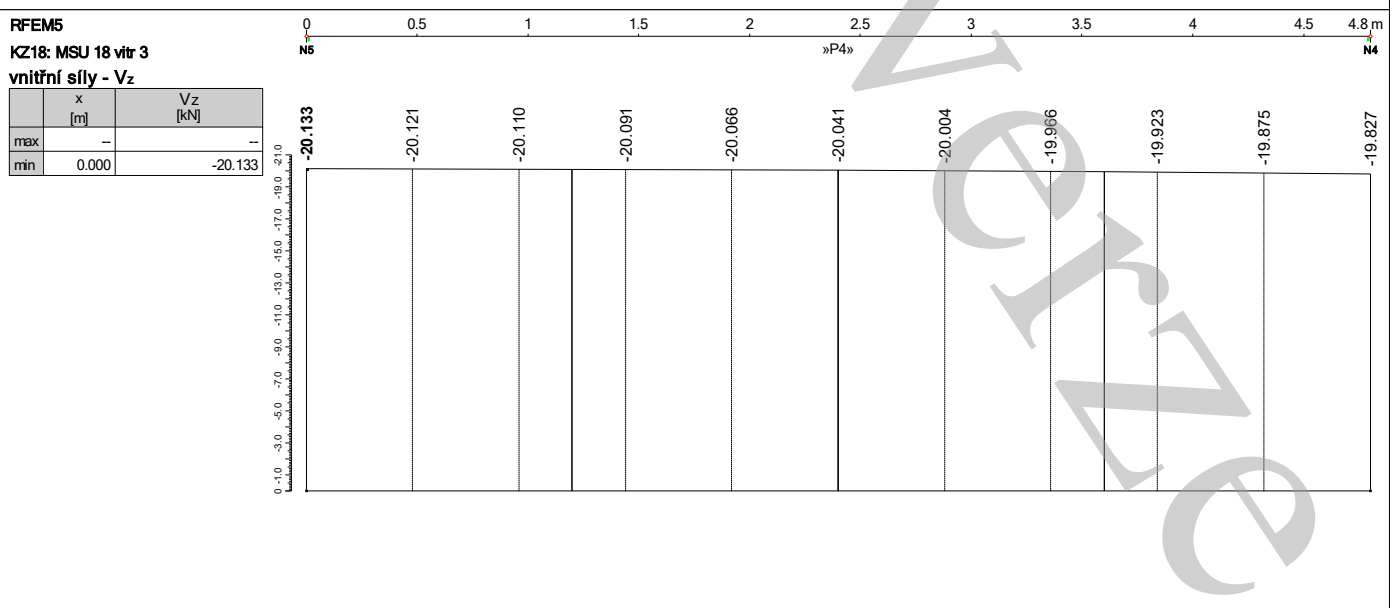
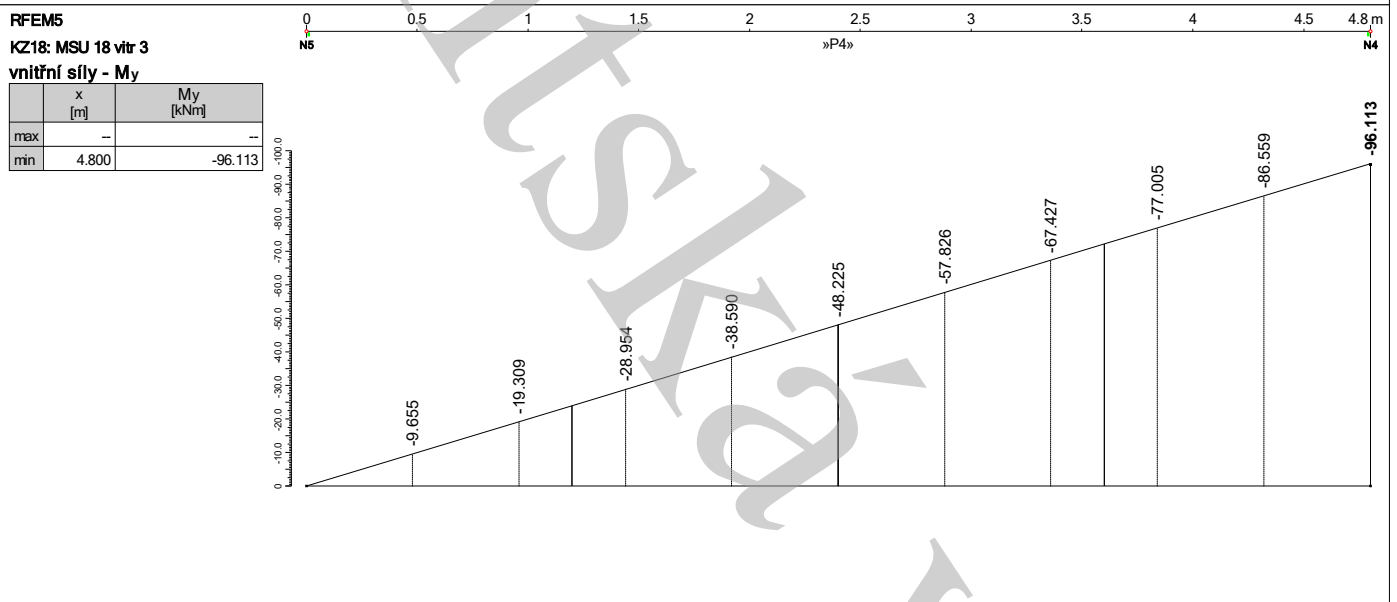
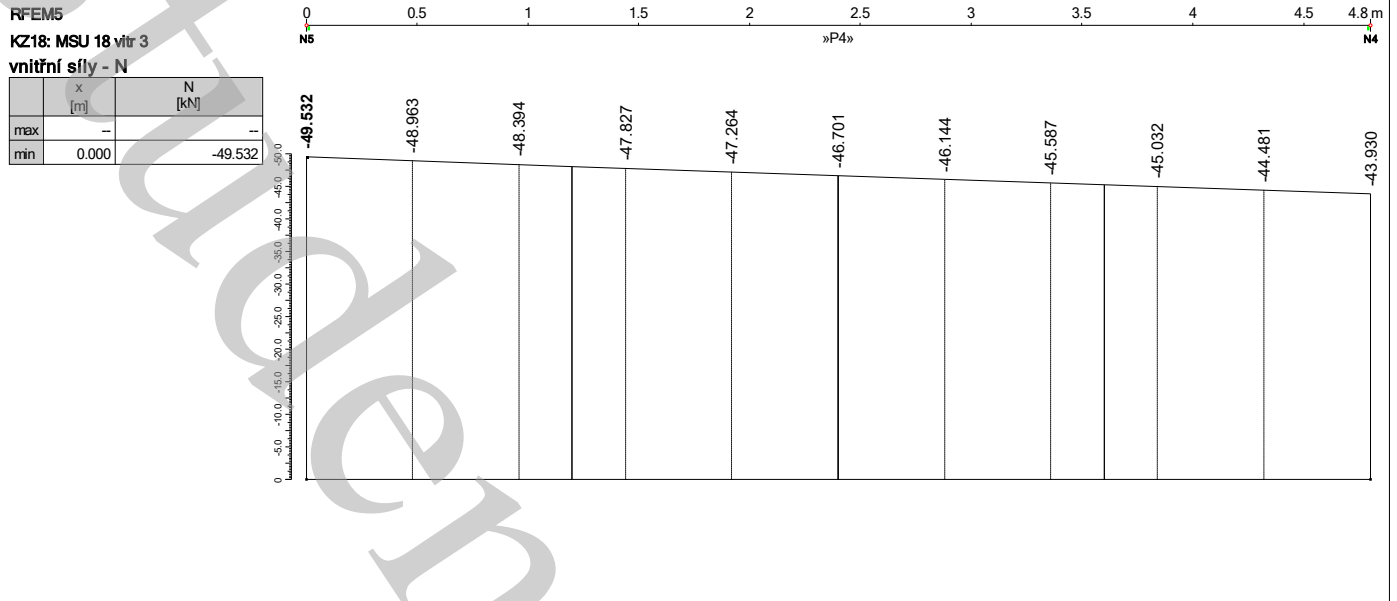


PRŮBĚHY VÝSLEDKŮ NA RÁMOVÉM SLOUPU Č.1



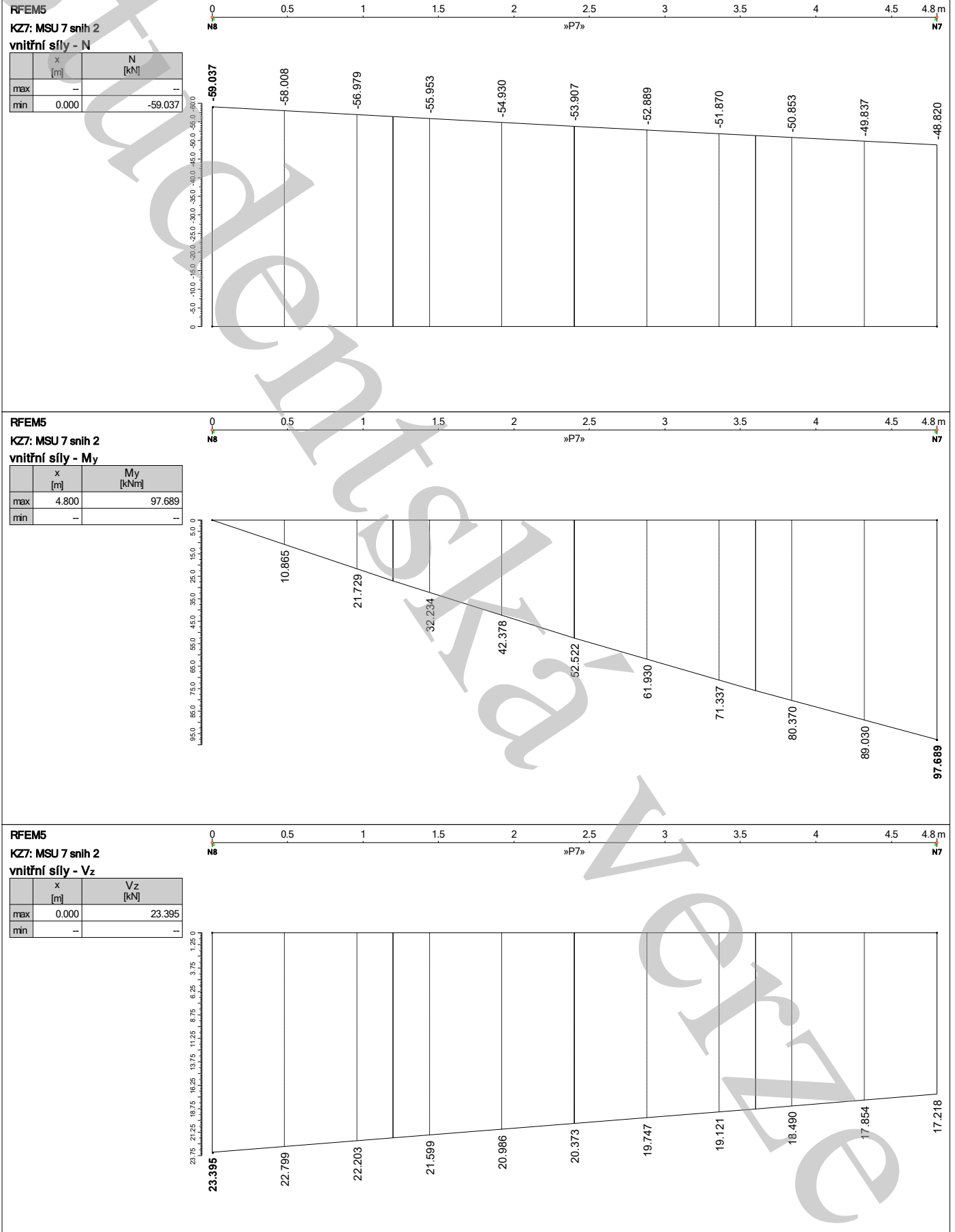


■ PRŮBĚHY VÝSLEDKŮ NA RÁMOVÉM SLOUPU Č.2



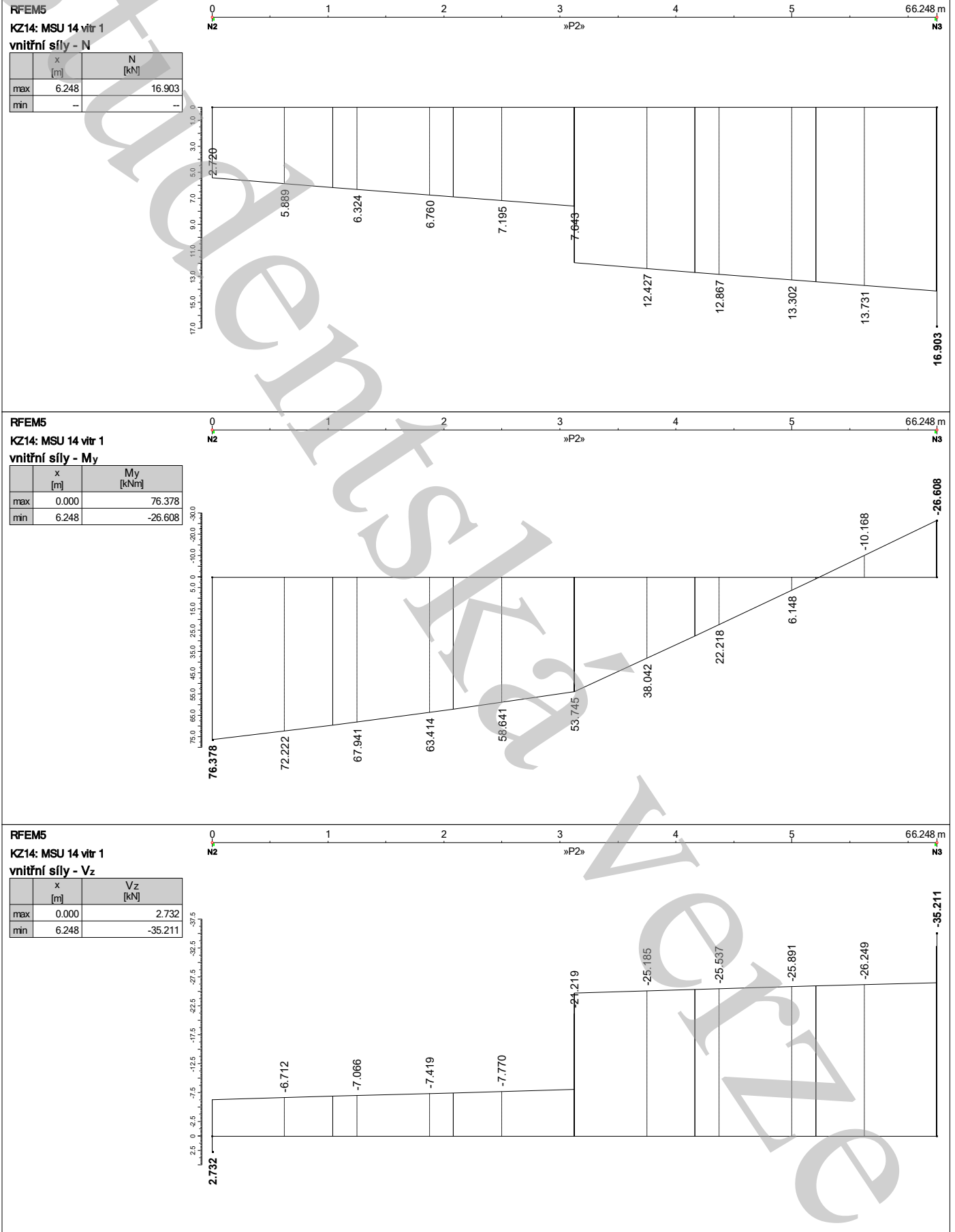


■ PRŮBĚHY VÝSLEDKŮ NA RÁMOVÉM SLOUPU Č.3



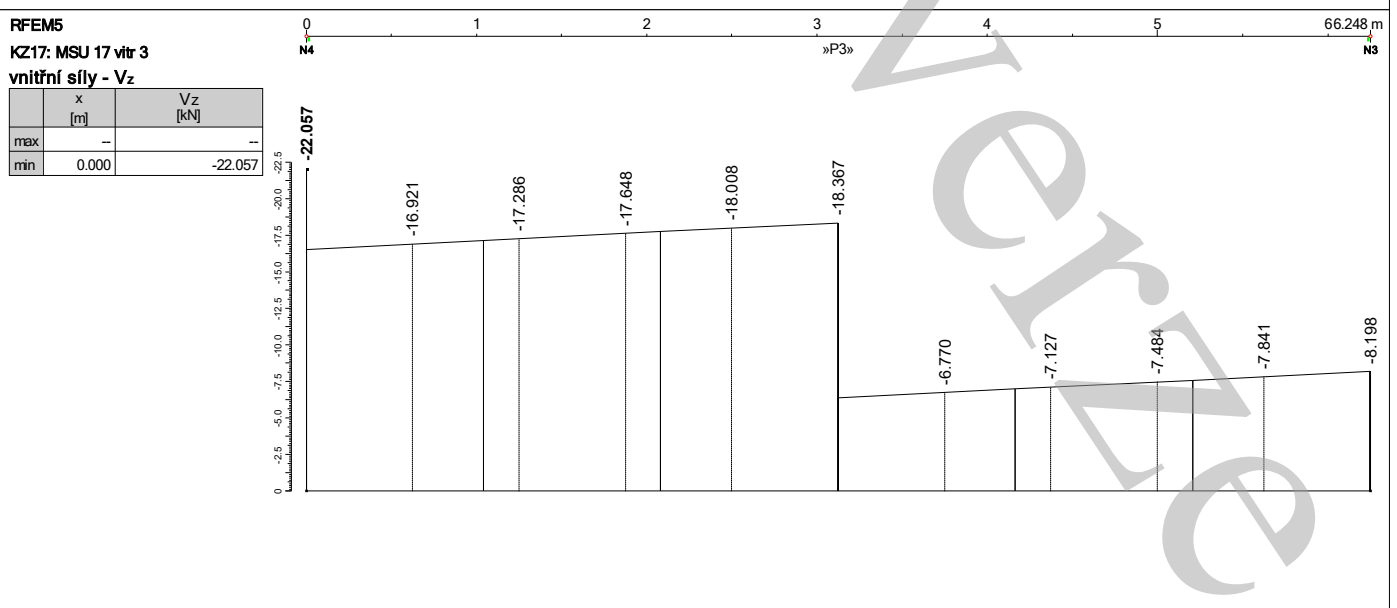
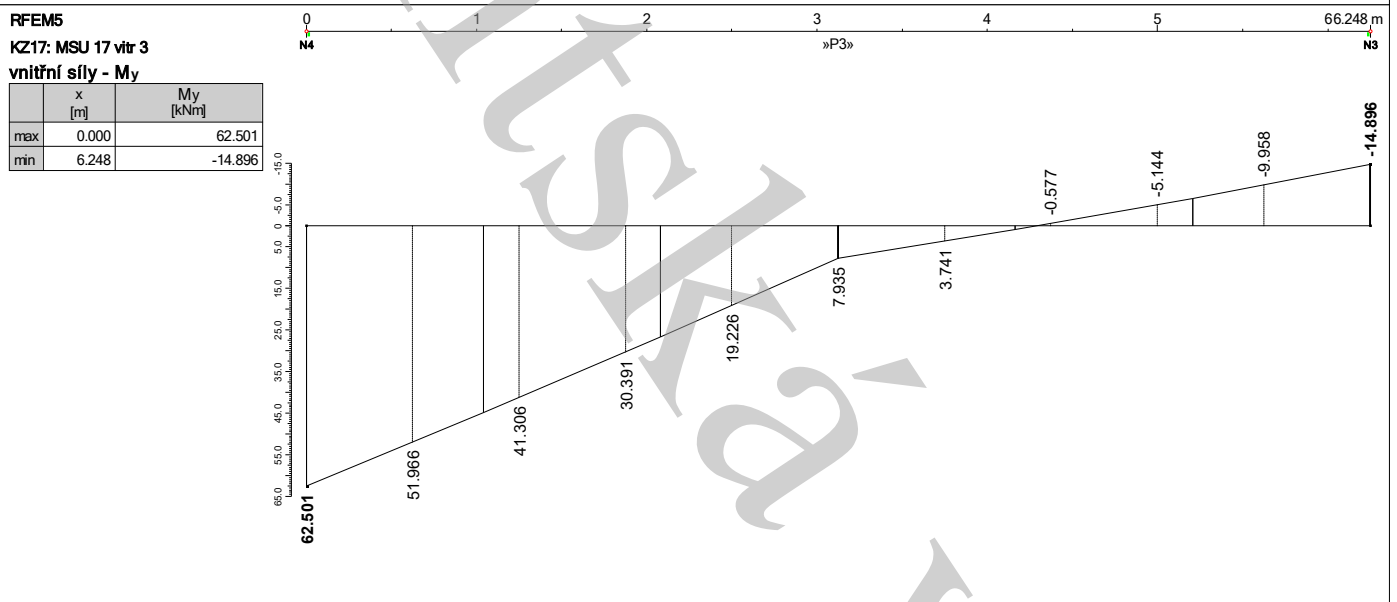
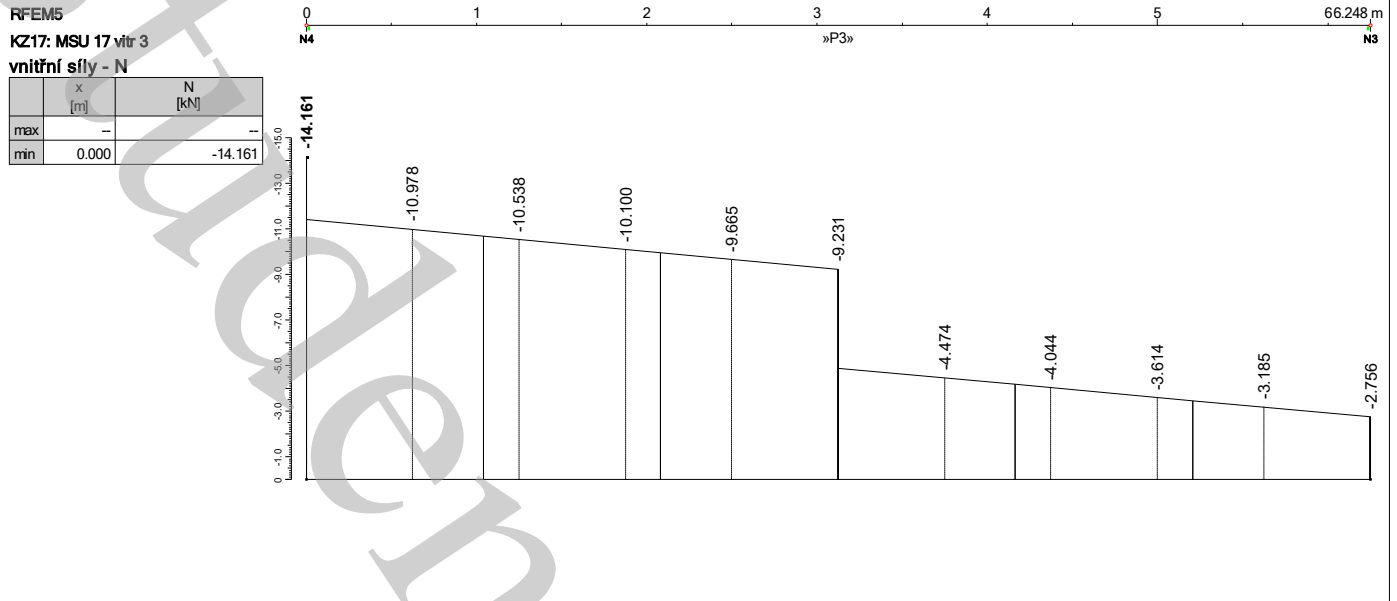


■ PRŮBĚHY VÝSLEDKŮ NA RÁMOVÉ PŘÍČLI Č.1



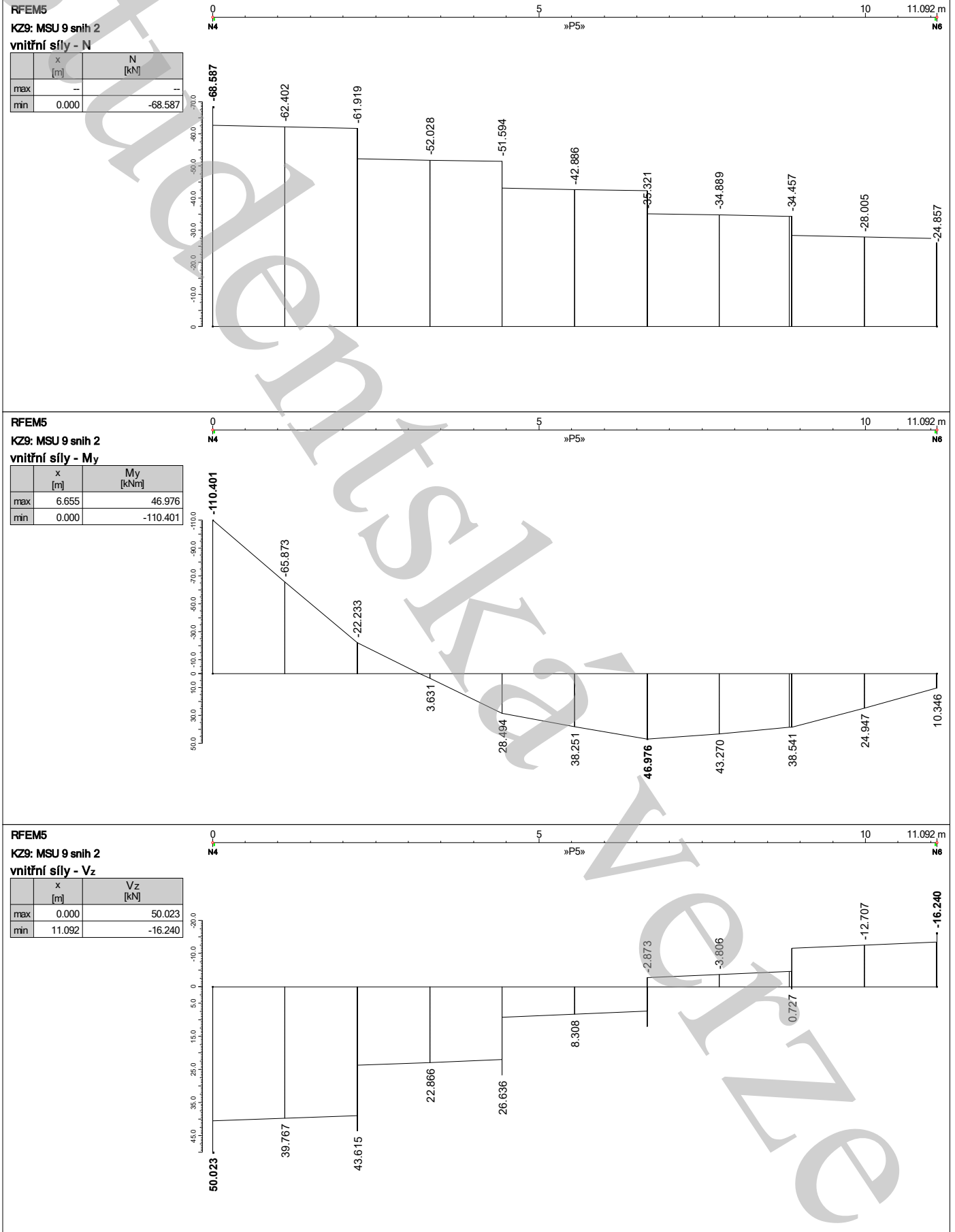


PRŮBĚHY VÝSLEDKŮ NA RÁMOVÉ PŘÍČLI Č.2



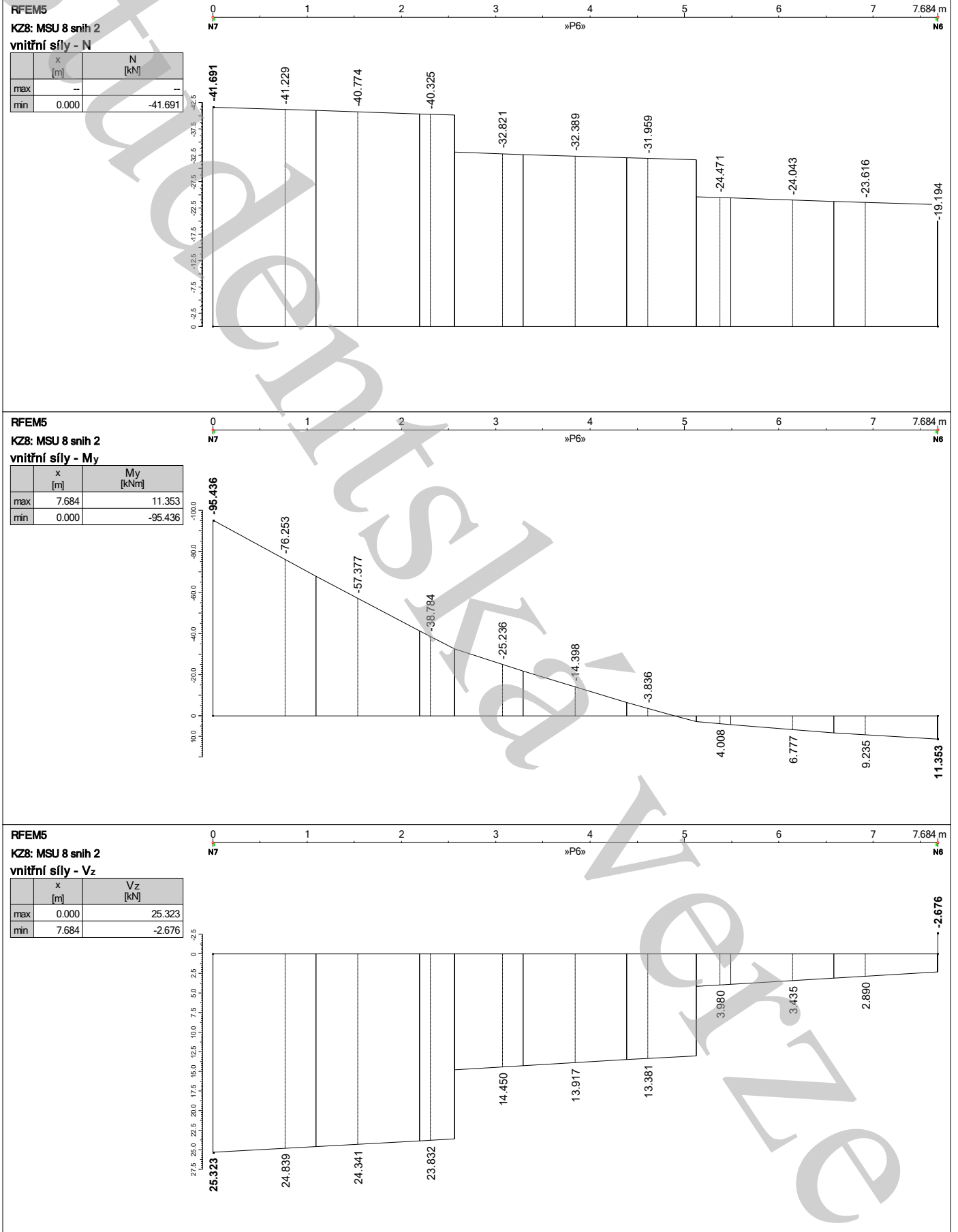


■ PRŮBĚHY VÝSLEDKŮ NA RÁMOVÉ PŘÍČLI Č.3



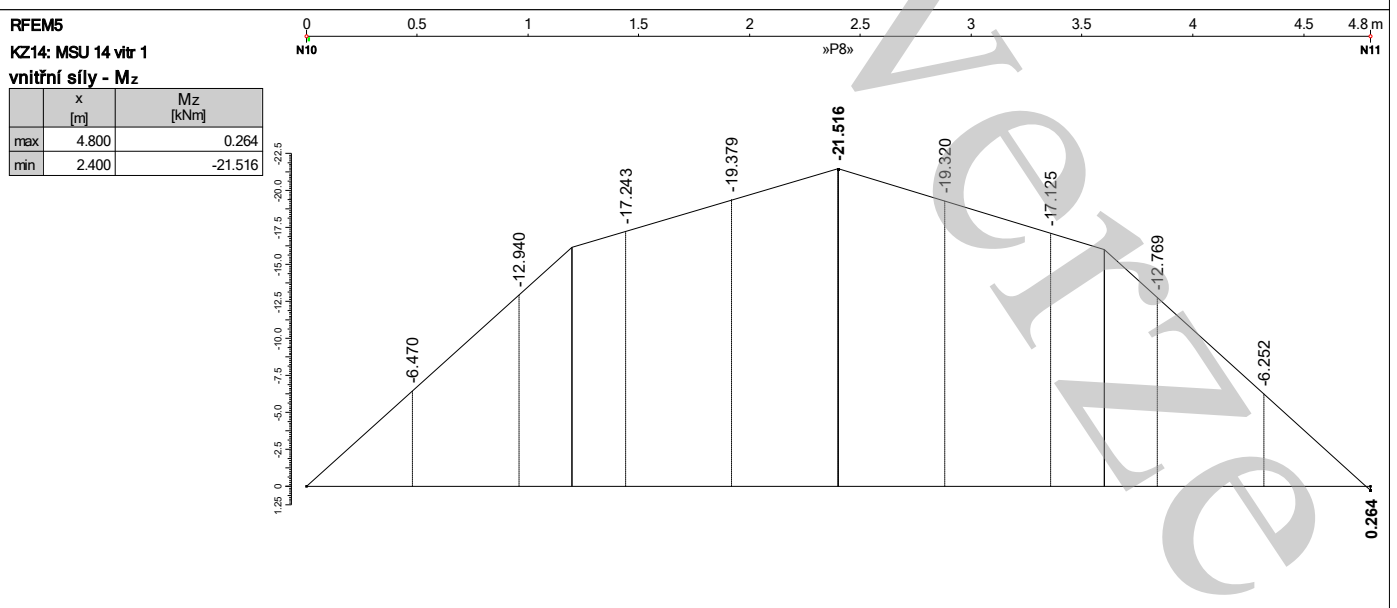
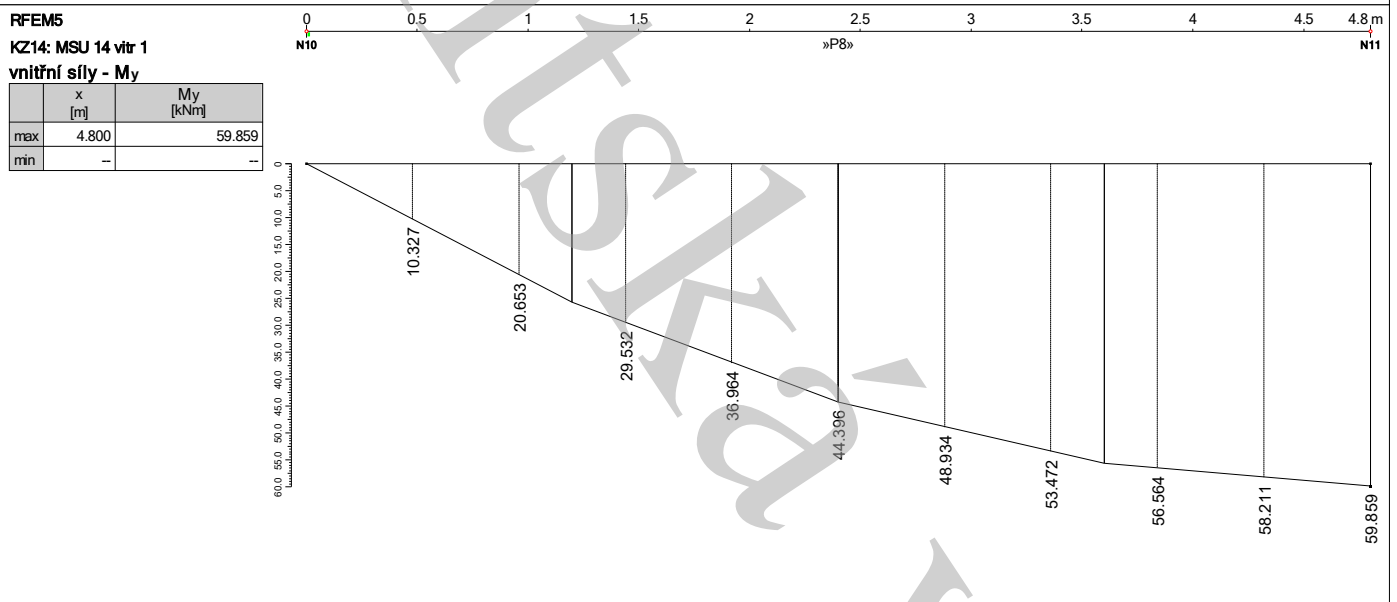
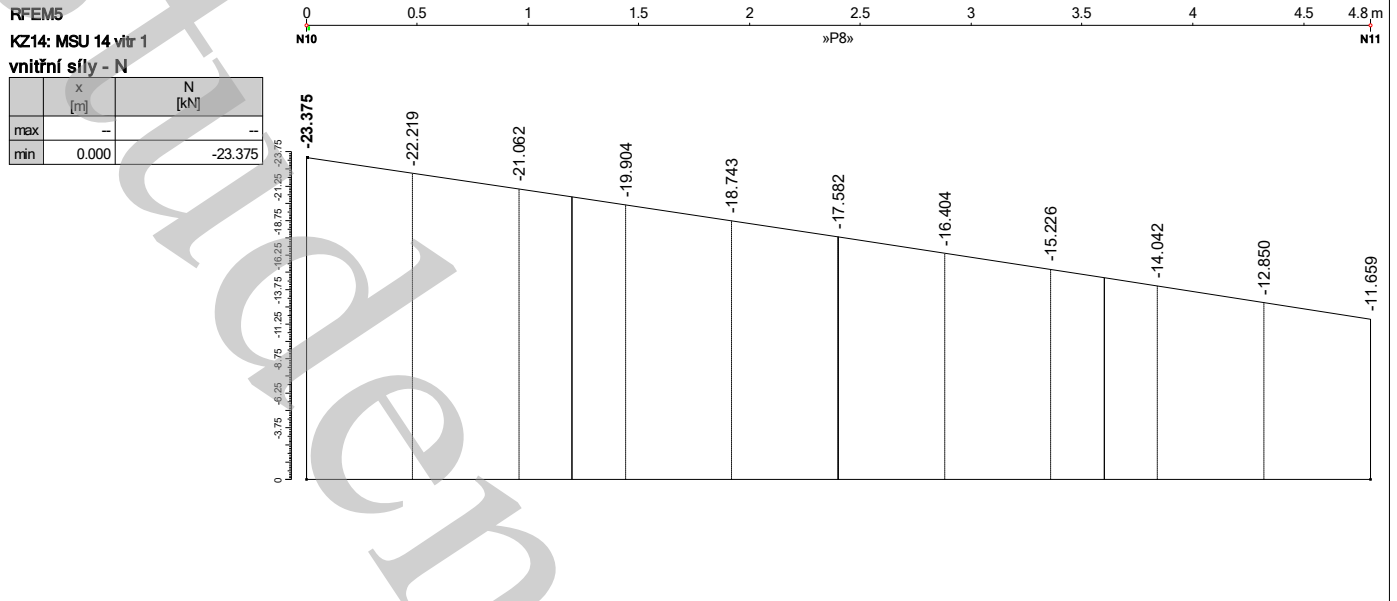


■ PRŮBĚHY VÝSLEDKŮ NA RÁMOVÉ PŘÍČLI Č.4



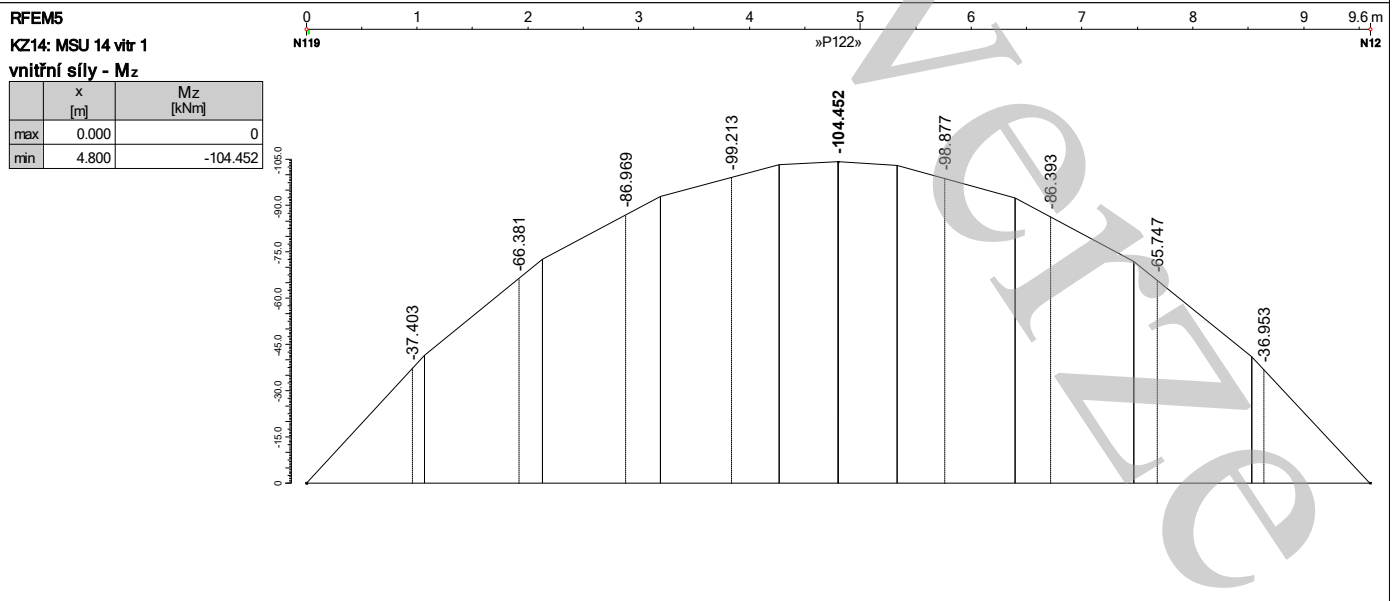
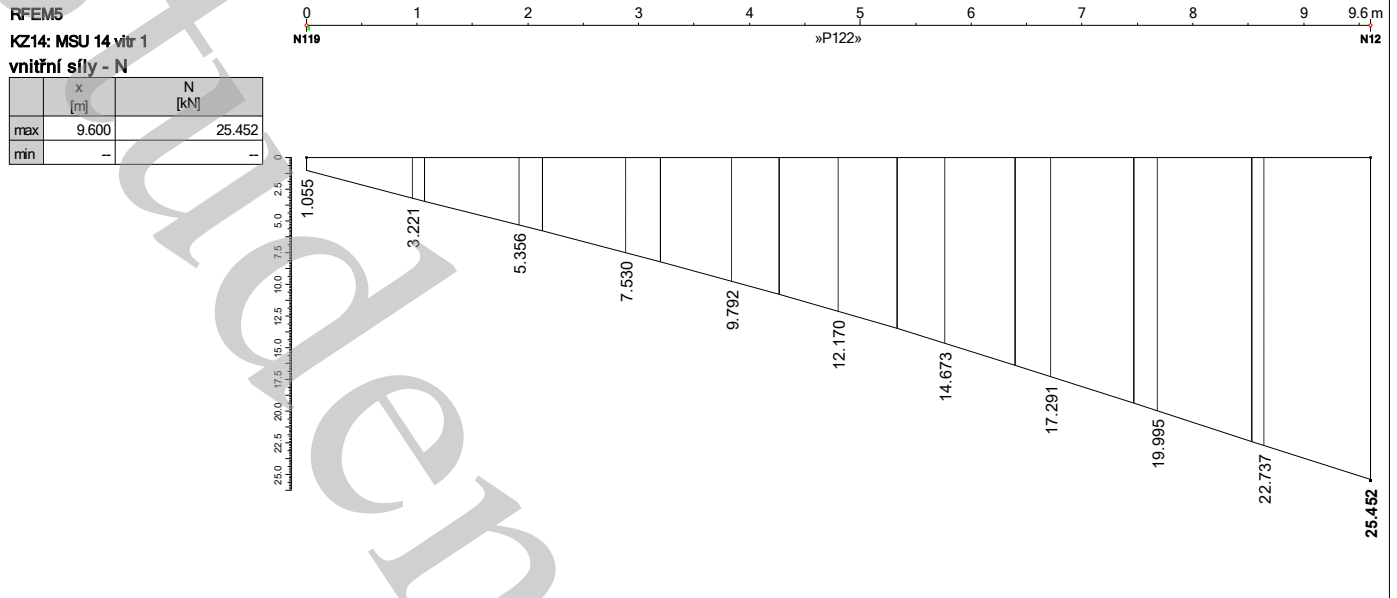


■ PRŮBĚHY VÝSLEDKŮ NA SLOUPU Č.1 - ŠTÍT



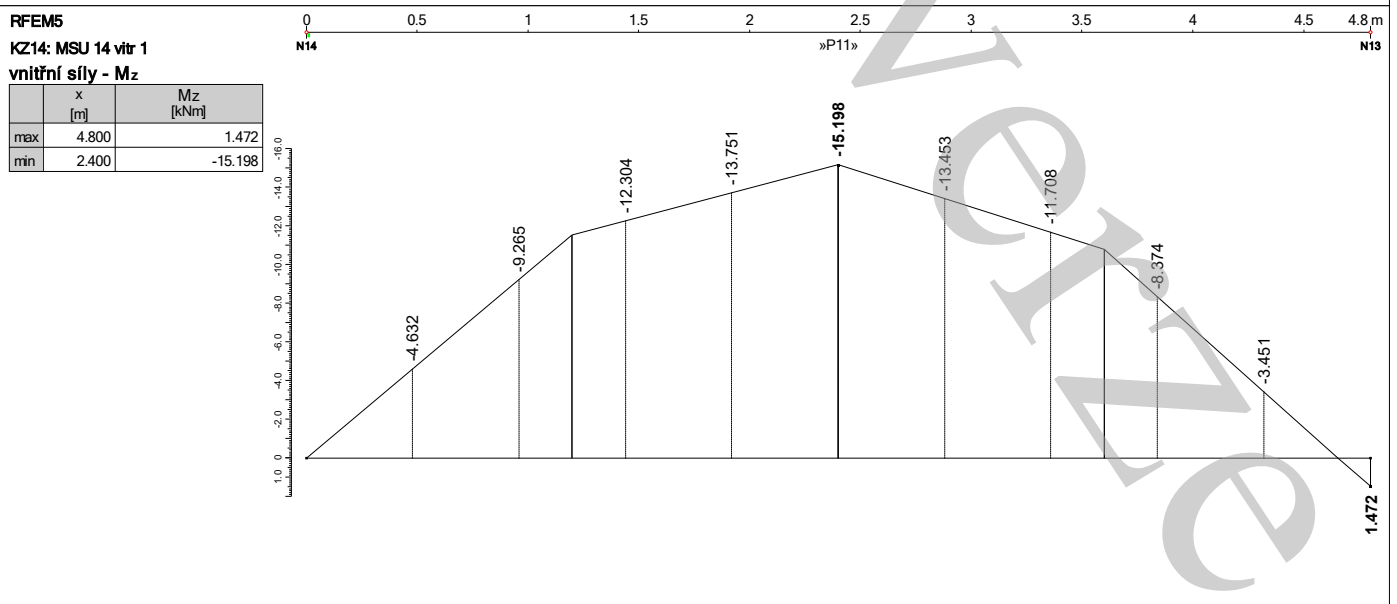
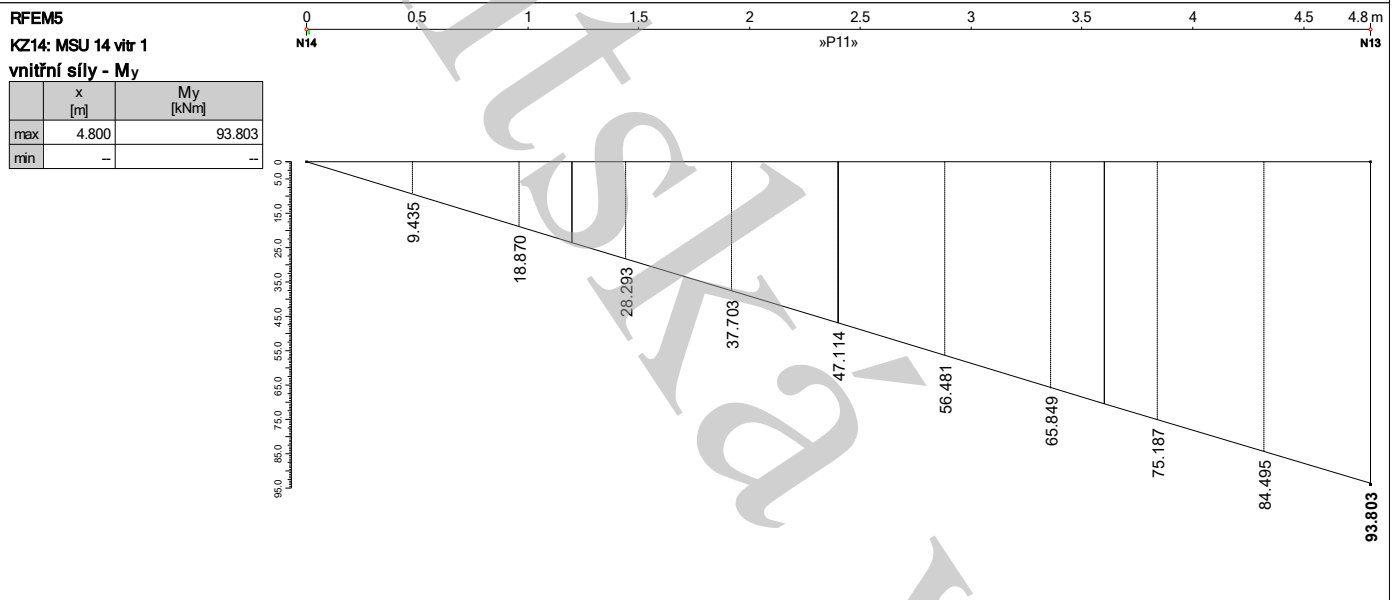
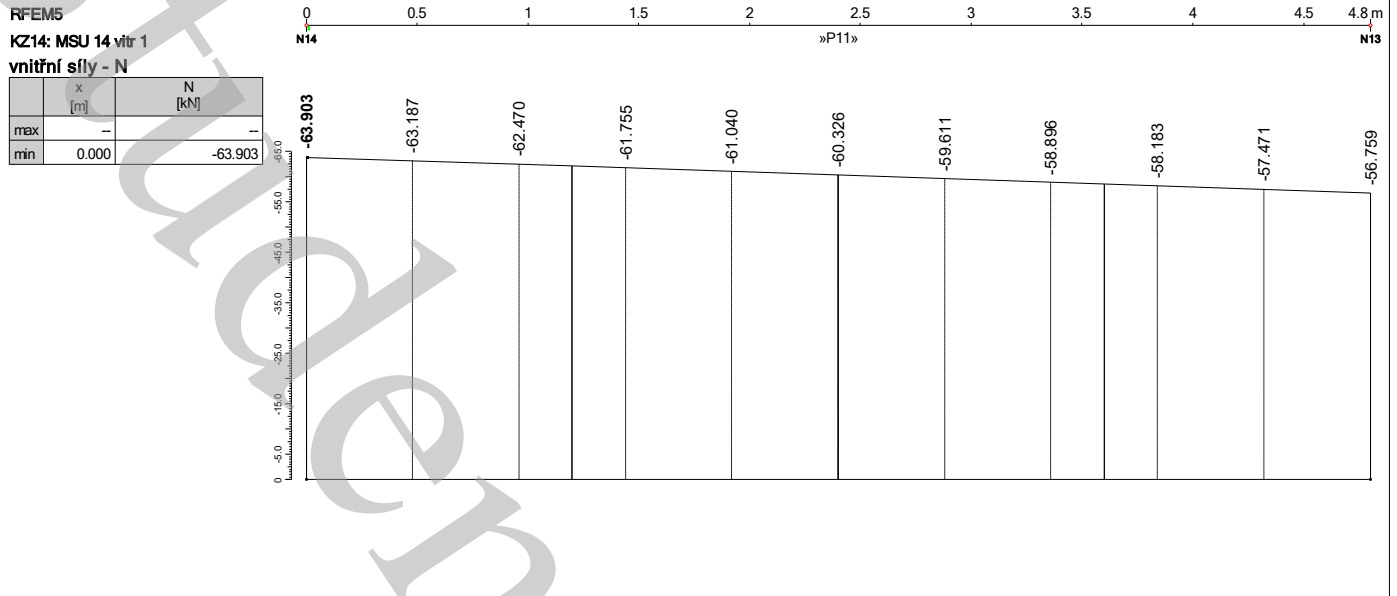


PRŮBĚHY VÝSLEDKŮ NA SLOUPU Č.2 - ŠTÍT



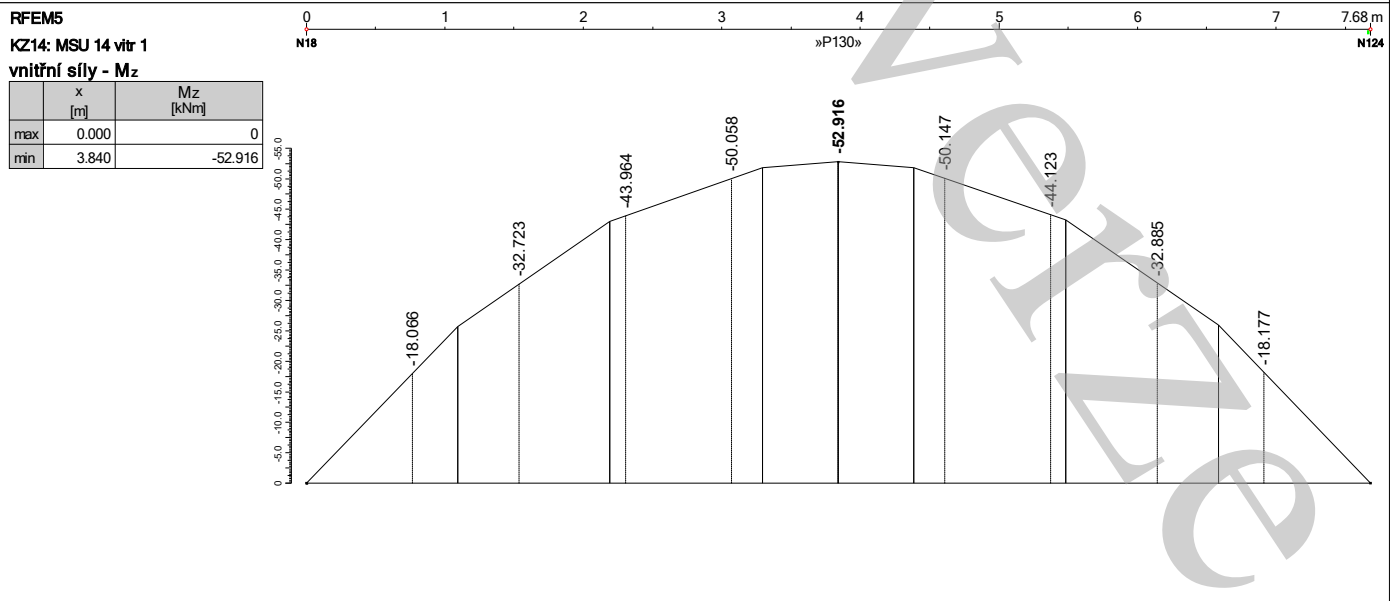
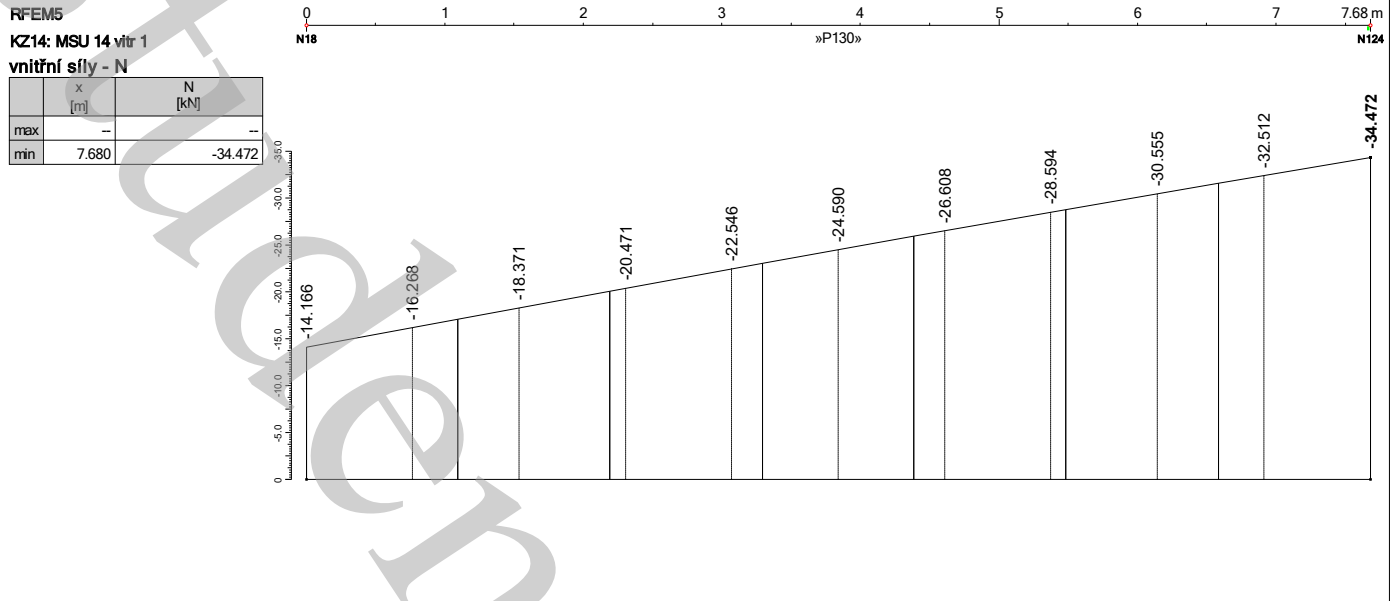


PRŮBĚHY VÝSLEDKŮ NA SLOUPU Č.3 - ŠTÍT



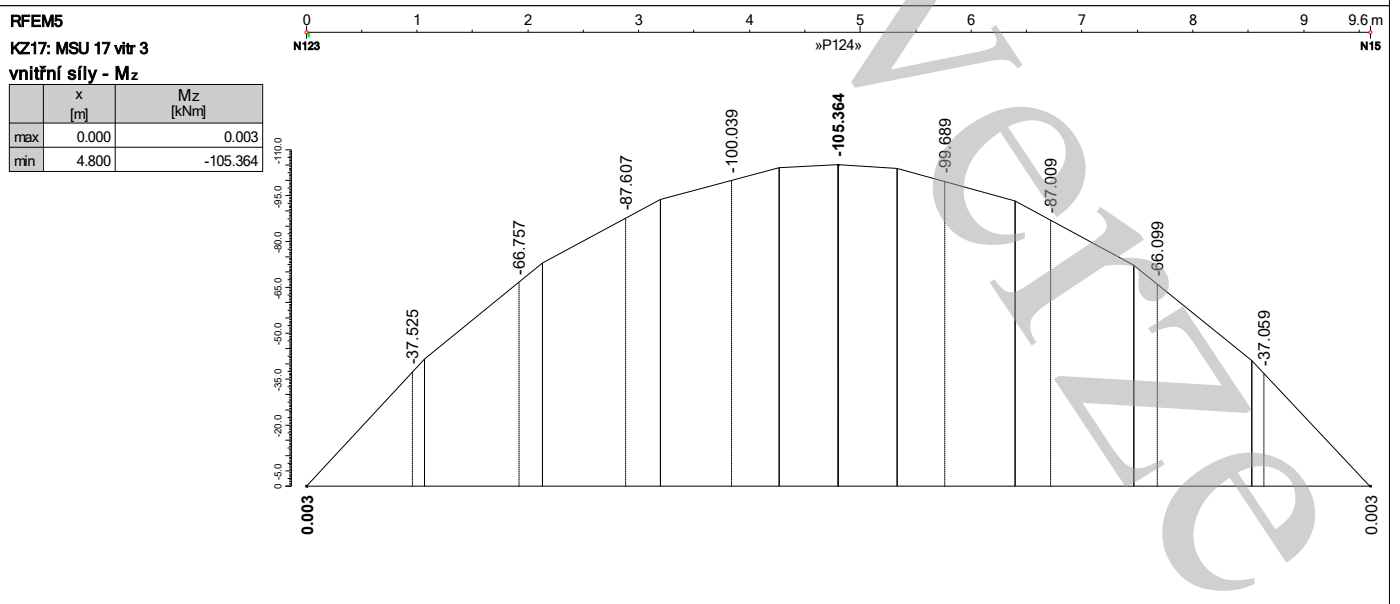
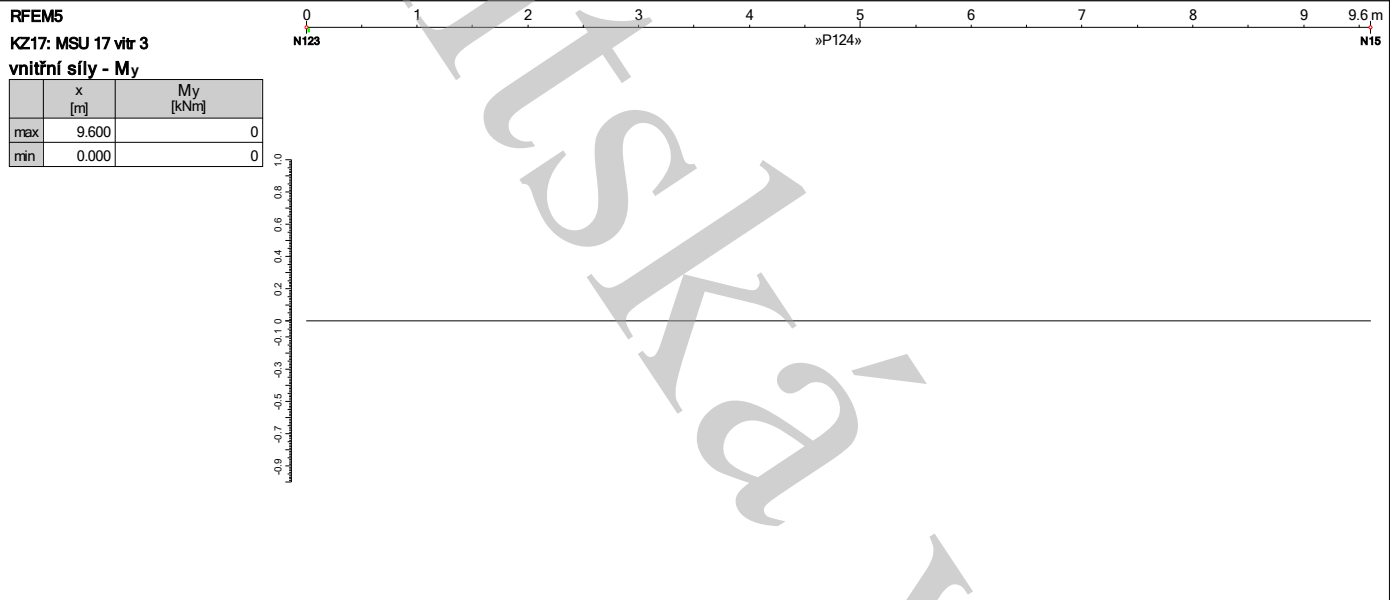
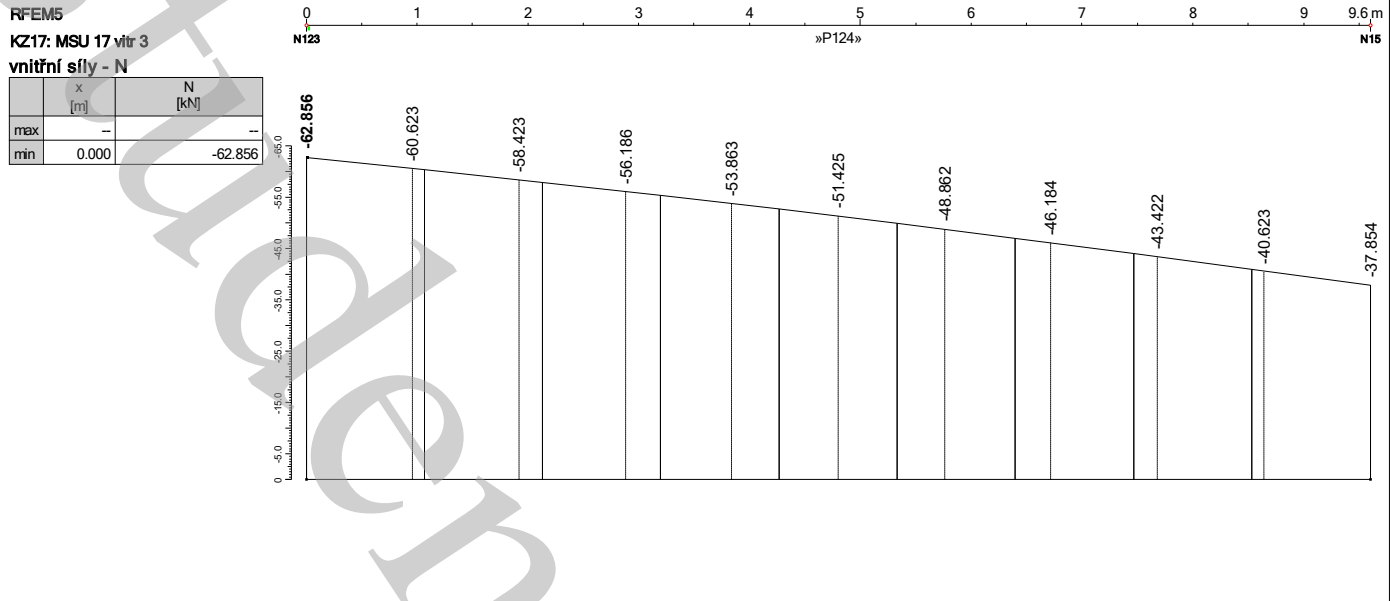


PRŮBĚHY VÝSLEDKŮ NA SLOUPU Č.4 - ŠTÍT





■ PRŮBĚHY VÝSLEDKŮ NA SLOUPU Č.5 - ŠTÍT





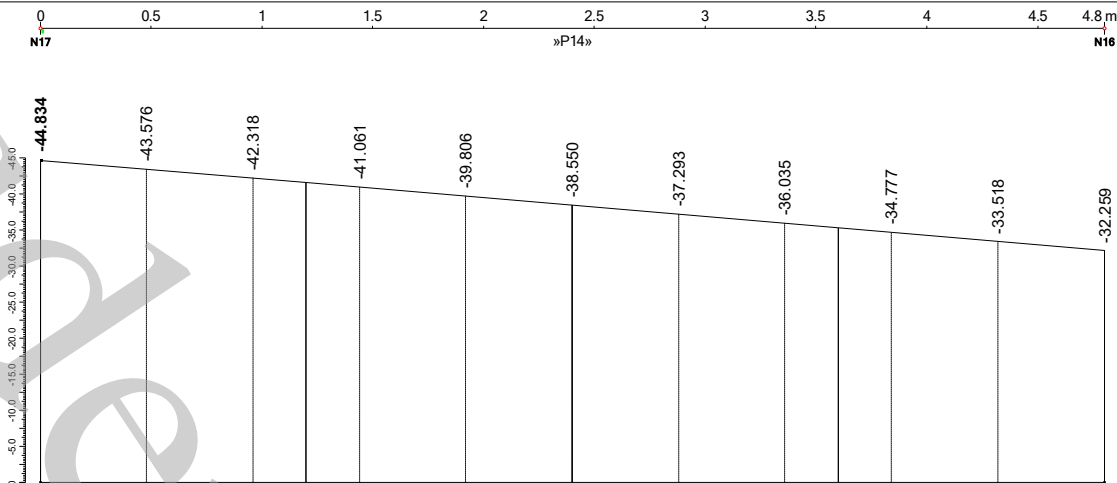
■ PRŮBĚHY VÝSLEDKŮ NA SLOUPU Č.6 - ŠTÍT

RFEM5

KZ13: MSU 13 vítr 1

vnitřní síly - N

	x [m]	N [kN]
max	-	-
min	0.000	-44.834

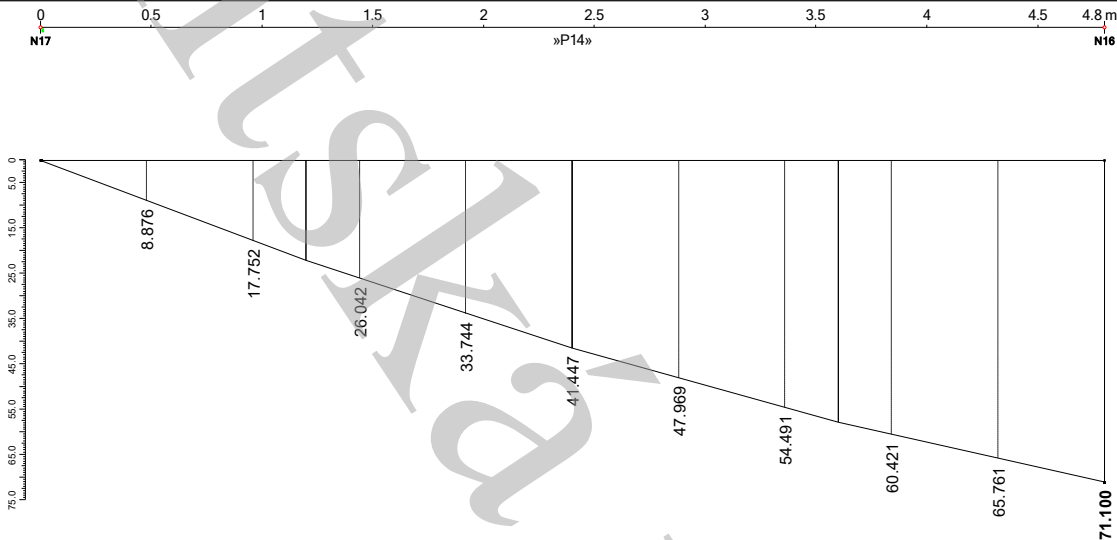


RFEM5

KZ13: MSU 13 vítr 1

vnitřní síly - My

	x [m]	My [kNm]
max	4.800	71.100
min	0.000	0

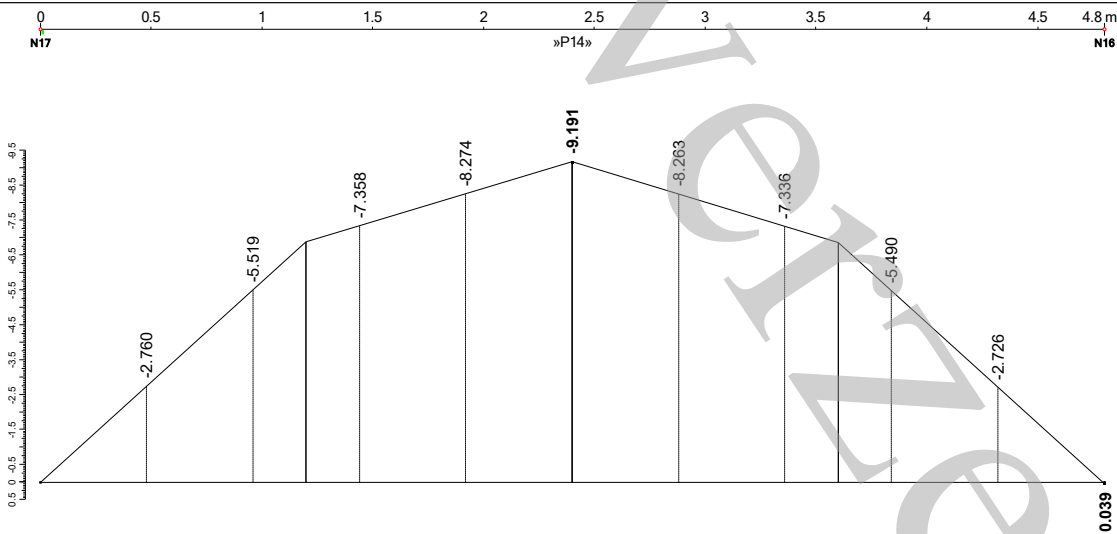


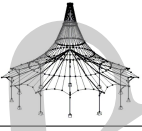
RFEM5

KZ13: MSU 13 vítr 1

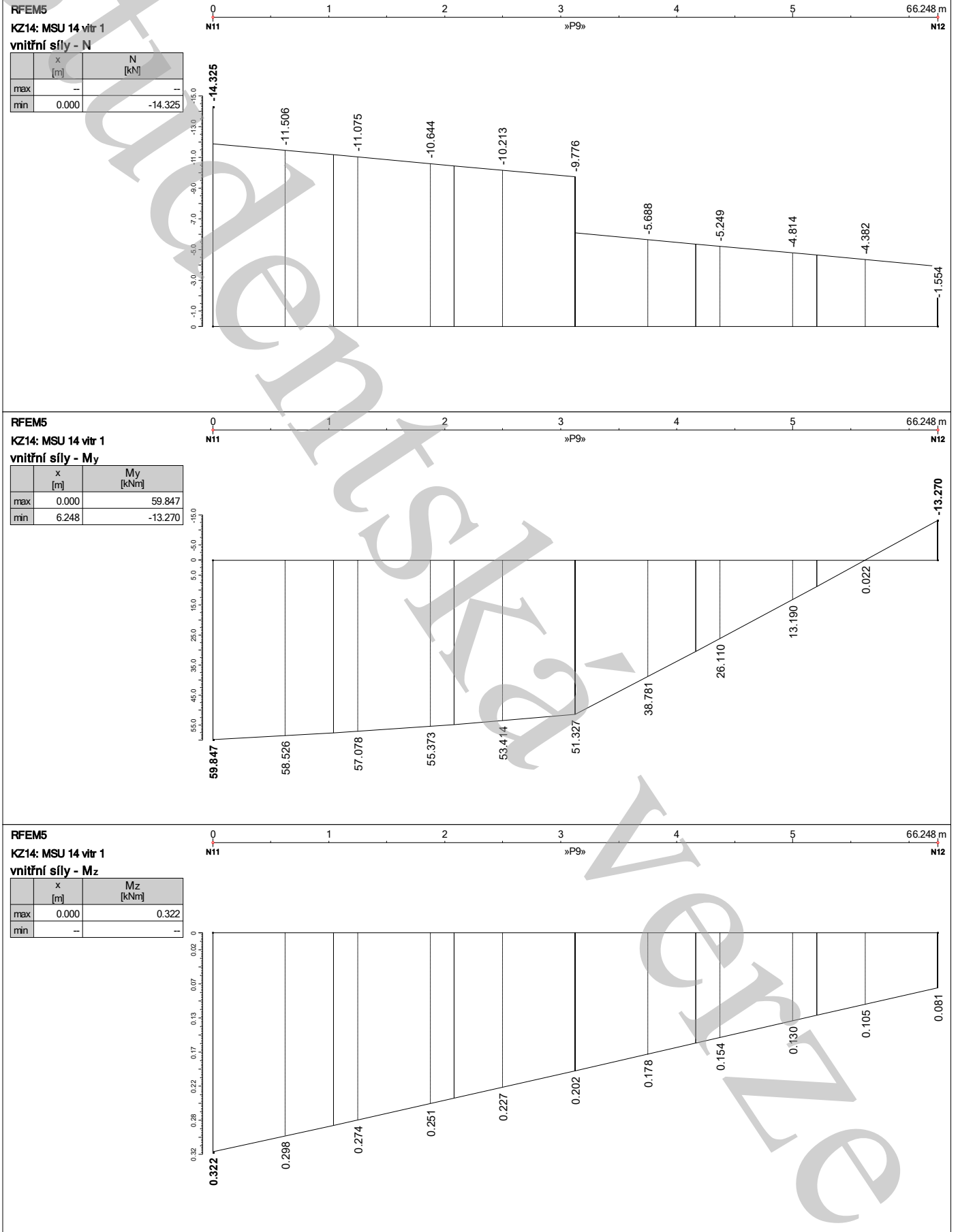
vnitřní síly - Mz

	x [m]	Mz [kNm]
max	4.800	0.039
min	2.400	-9.191



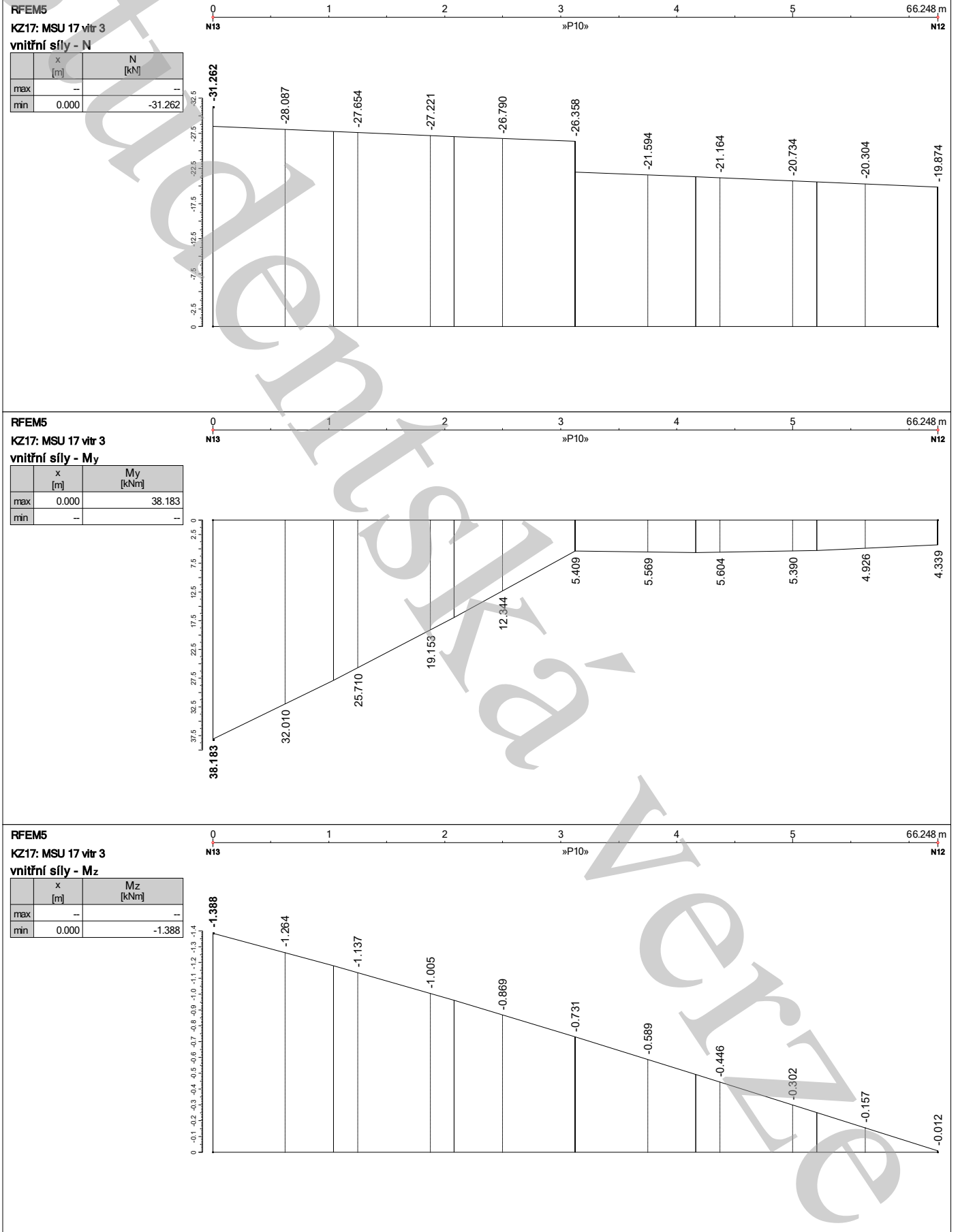


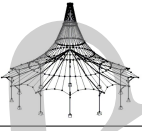
■ PRŮBĚHY VÝSLEDKŮ NA PŘÍČLI Č.1 - ŠTÍT



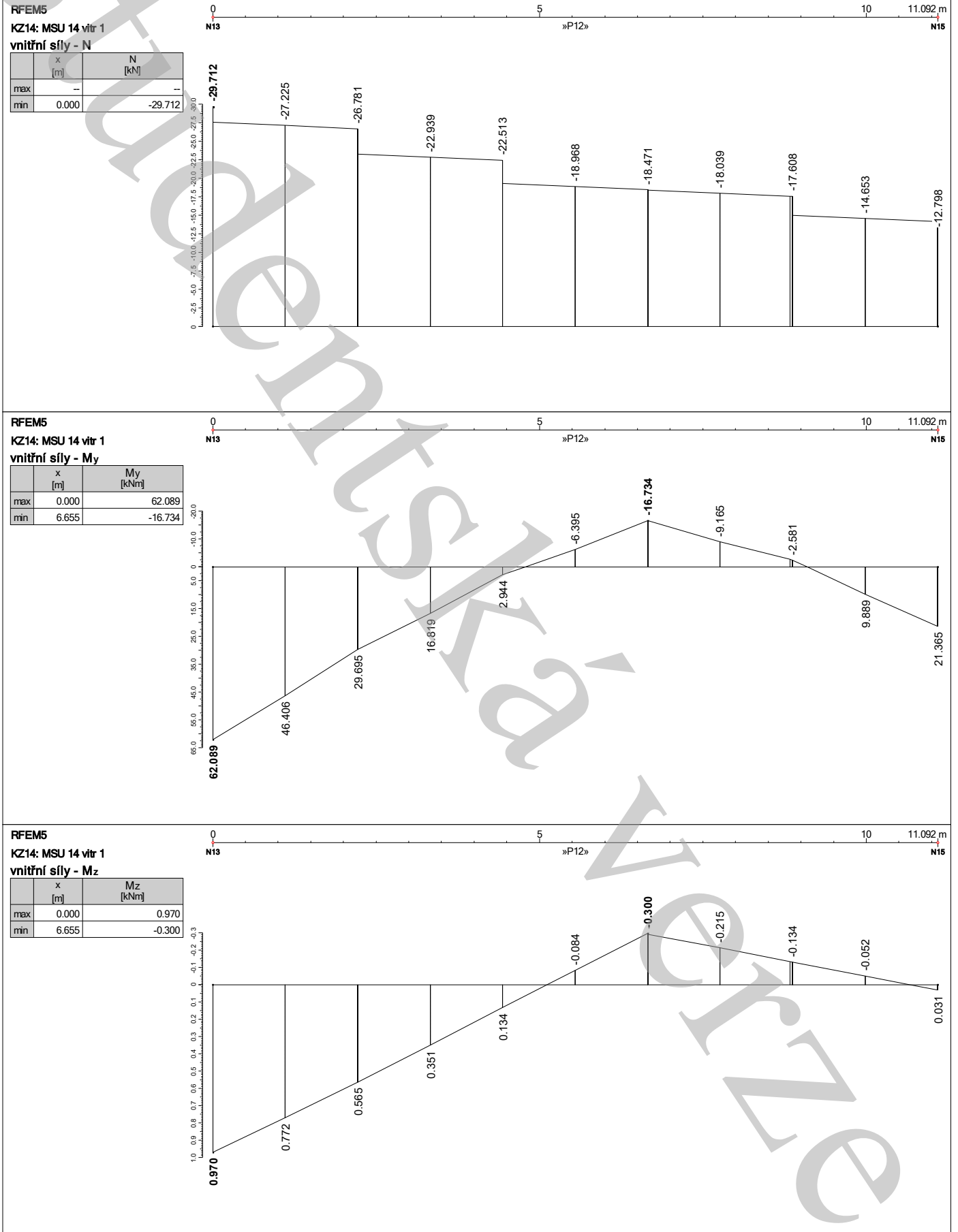


■ PRŮBĚHY VÝSLEDKŮ NA PŘÍČLI Č.2 - ŠTÍT



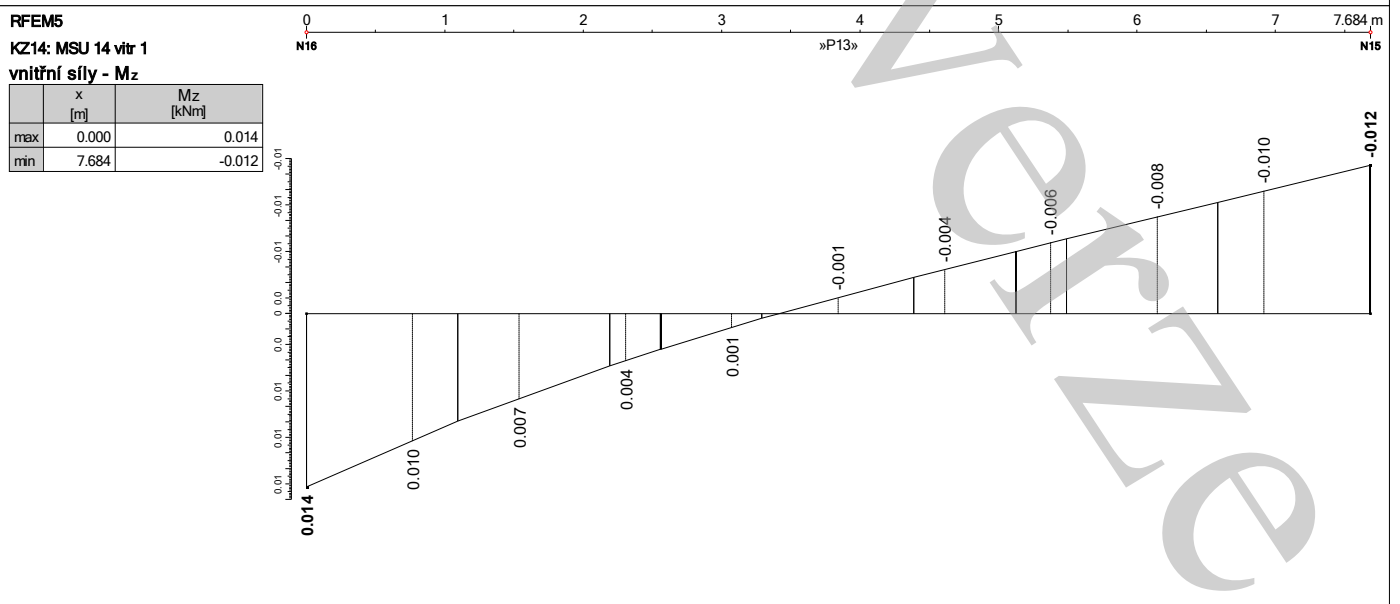
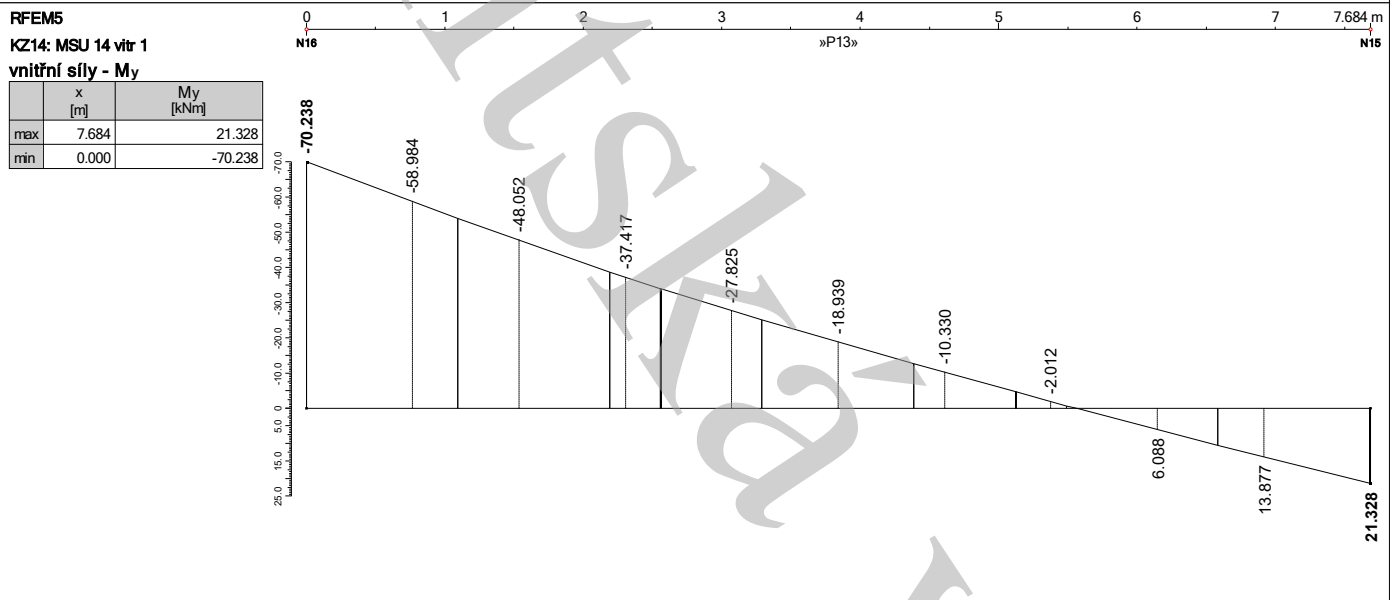
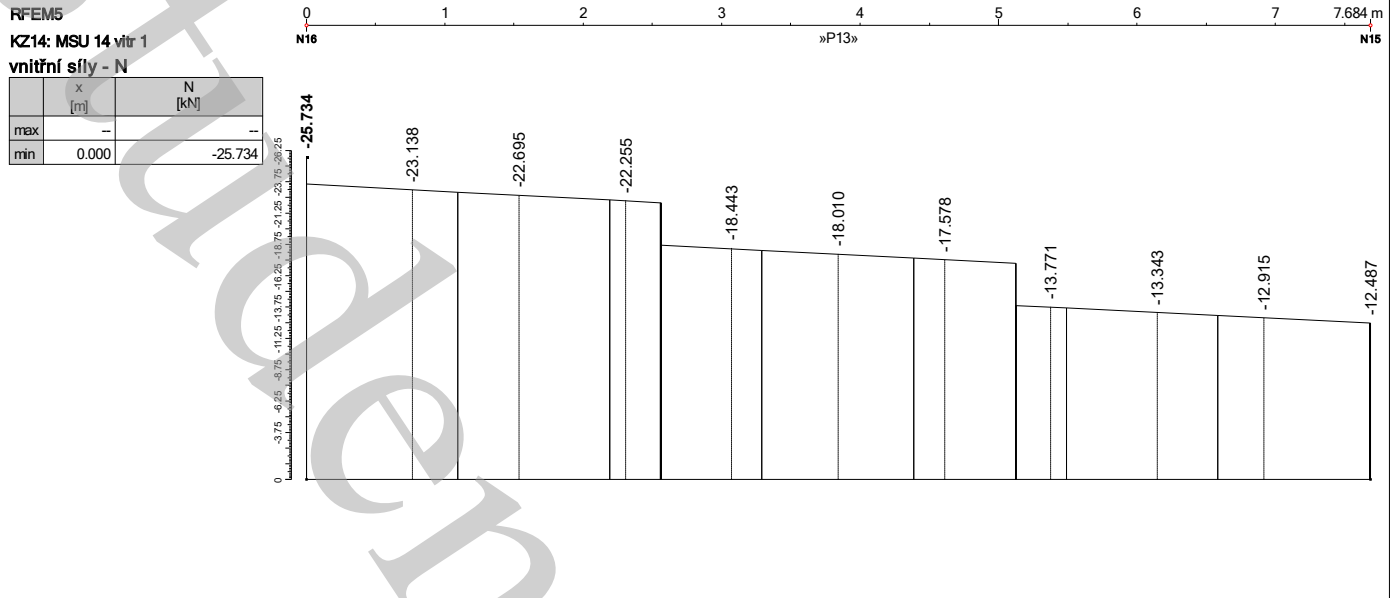


PRŮBĚHY VÝSLEDKŮ NA PŘÍČLI Č.3 - ŠTÍT



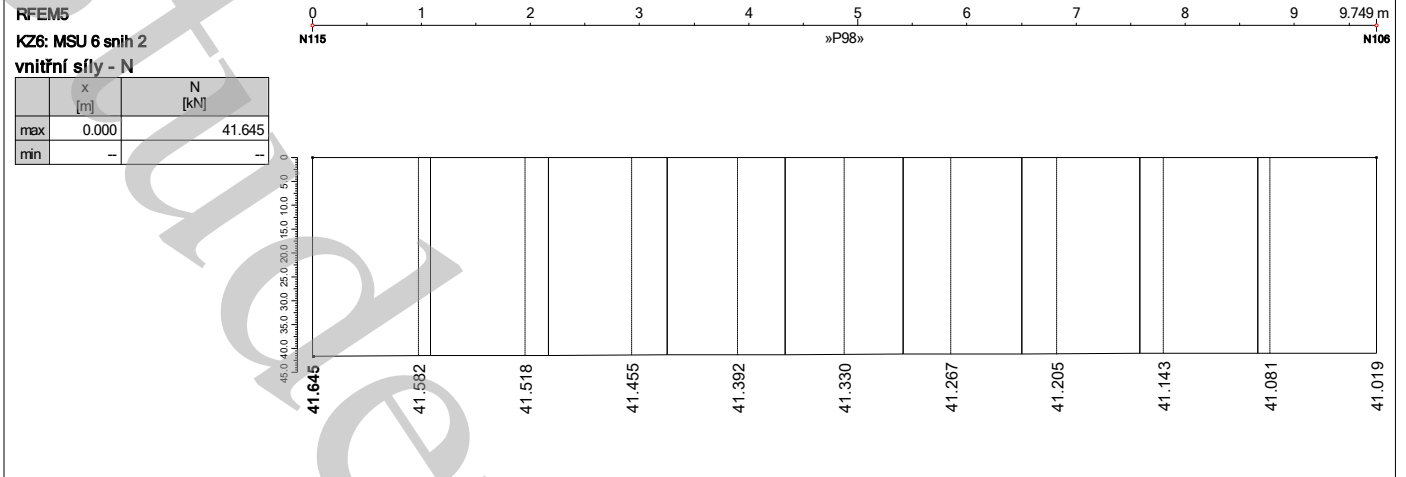


PRŮBĚHY VÝSLEDKŮ NA PŘÍČLI Č.4 - ŠTÍT

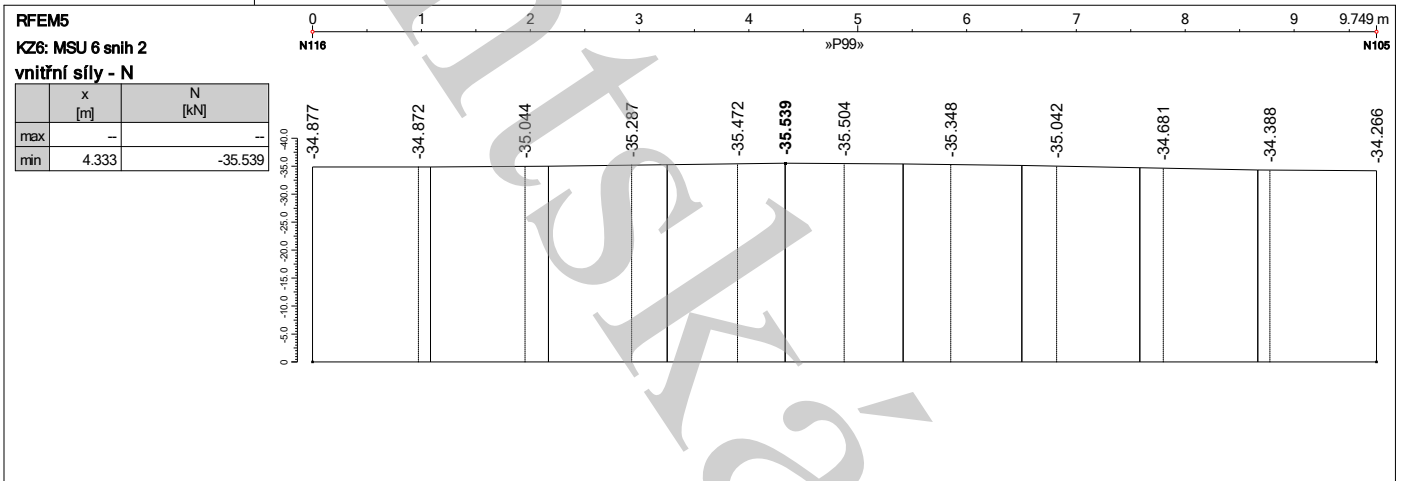




■ PRŮBĚHY VÝSLEDKŮ NA DIAGONÁLE ZTUŽIDLA - TAH



■ PRŮBĚHY VÝSLEDKŮ NA DIAGONÁLE ZTUŽIDLA - TLAK



I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length :

L = 6,248 m

Initial discretization of the beam :

n_{el} = 100 elements

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes :	1
Blocked moment diagram :	No
Blocked axial force diagram :	Yes

II.1 - LTB modes

Table 1 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	5,81	443,77	0	0	0

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 2 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	5,81	443,77	0	0	0

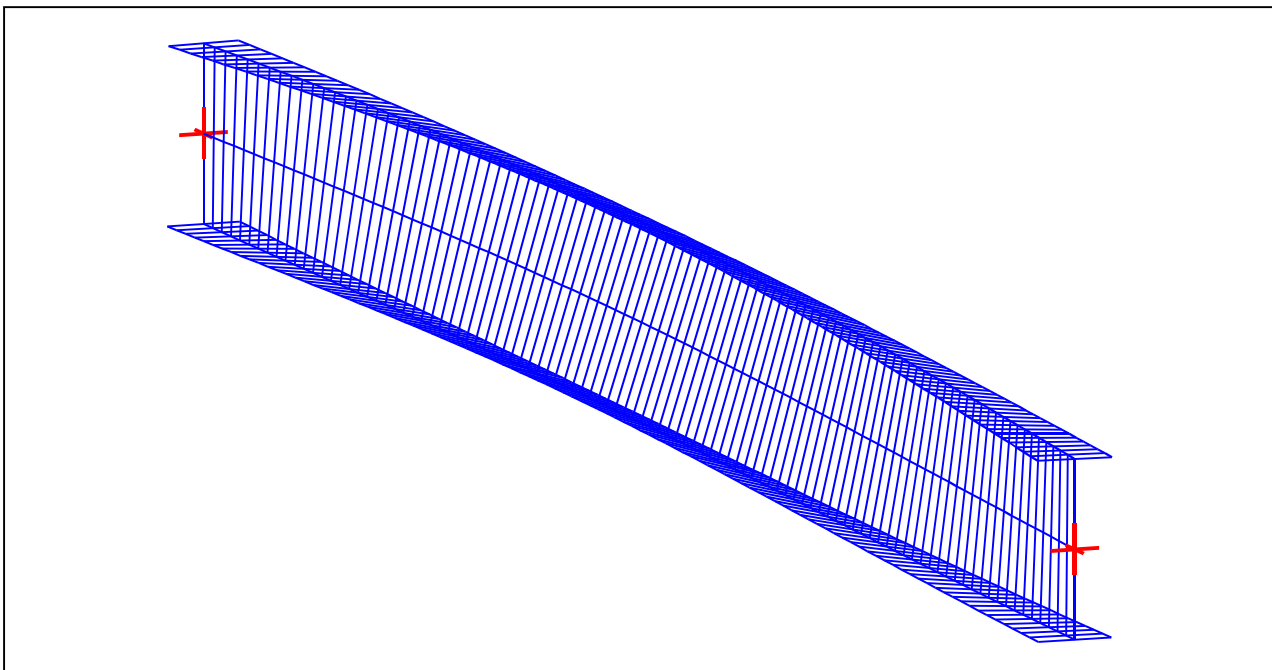


Figure 1 : Mode shape in 3D (Mode 1).

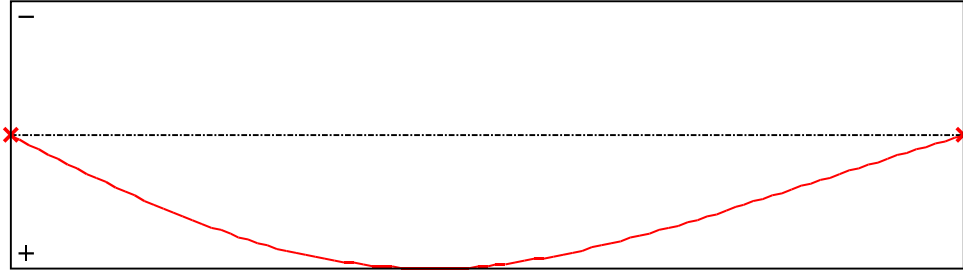


Figure 2 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

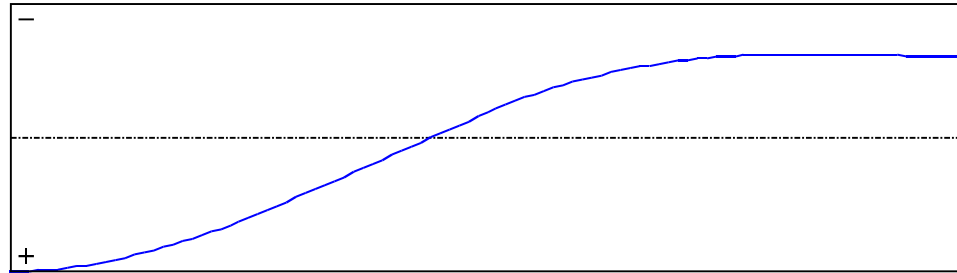


Figure 3 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

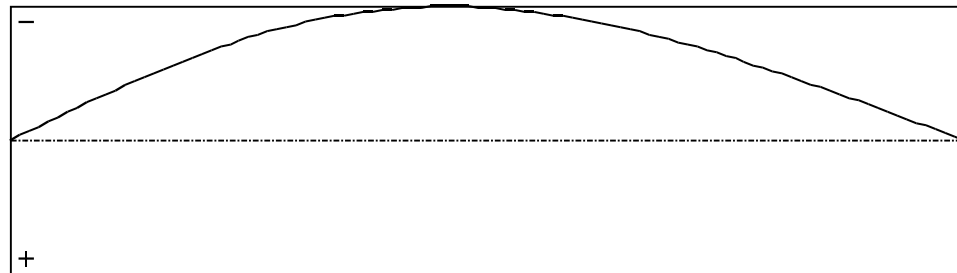


Figure 4 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

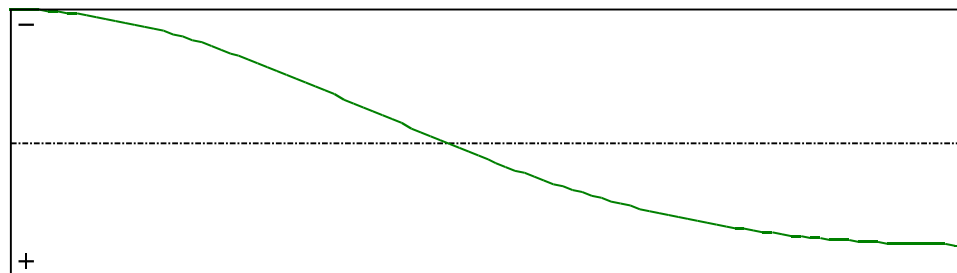


Figure 5 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

TABLE OF CONTENTS

I - PARAMETERS	p.1
<i>I.1 - General parameters</i>	<i>p.1</i>
II - LTB CALCULATION	p.2
<i>II.1 - LTB modes</i>	<i>p.2</i>
<i>II.2 - Mode shapes</i>	<i>p.2</i>
- <i>Mode 1</i>	<i>p.2</i>

WARNING !

The following software may be used for working out technical solutions during preparatory engineering studies.

Because of the complexity of the calculations involved, the software is only for users who are able to make themselves an accurate idea of its possibilities, its limitations and adequacy to the various practical applications. The user will use it under his own responsibilities at his own risk.

This software is available free of charge. No rights are conferred on the user of the present software. The property and all intellectual rights of the latter continue belonging exclusively to CTICM. The use of this software involves no guarantee for the profit of the user who is committed to keep CTICM released and unharmed from any direct or indirect recourse and damage resulting from an incorrect or improper use or from a use for inadequate or inappropriate ends.

I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length :

L = 6,248 m

Initial discretization of the beam :

n_{el} = 100 elements

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes :	1
Blocked moment diagram :	No
Blocked axial force diagram :	Yes

II.1 - LTB modes

Table 1 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	14,11	881,71	6,248	0	6,248

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 2 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	14,11	881,71	6,248	0	6,248

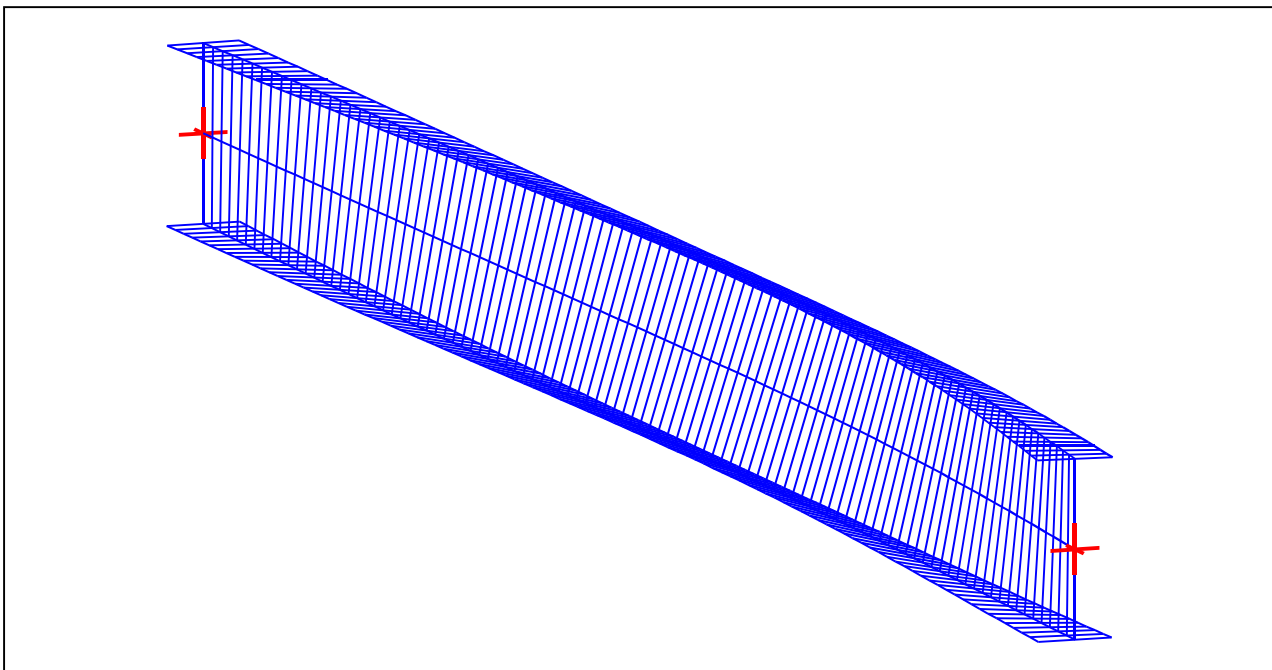


Figure 1 : Mode shape in 3D (Mode 1).

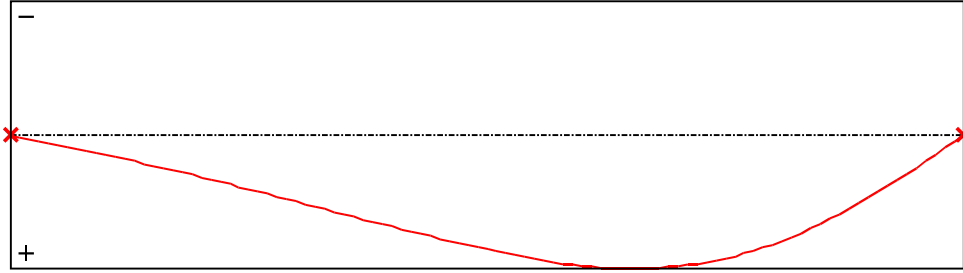


Figure 2 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

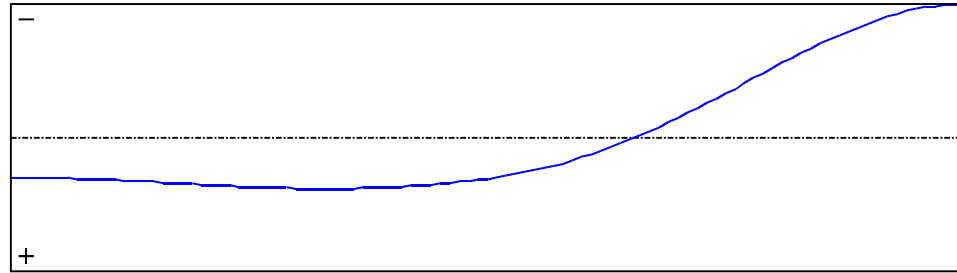


Figure 3 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

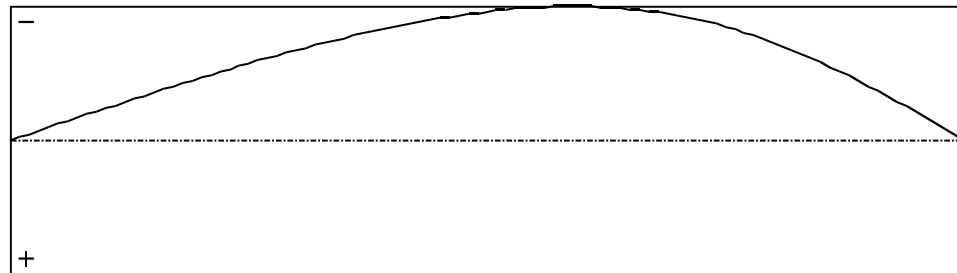


Figure 4 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

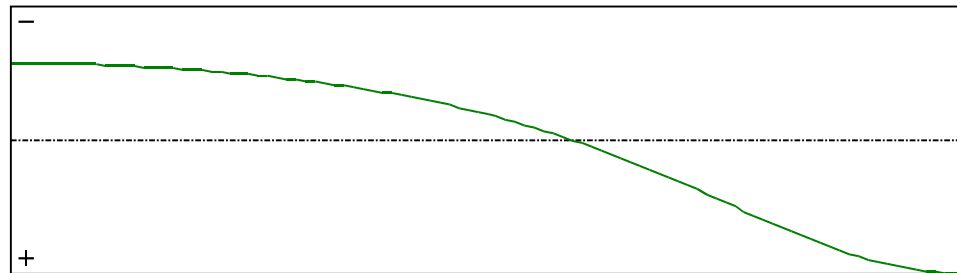


Figure 5 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length :

L = 11,09 m

Initial discretization of the beam :

n_{el} = 100 elements

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes :	1
Blocked moment diagram :	No
Blocked axial force diagram :	Yes

II.1 - LTB modes

Table 1 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	6,323	-698,05	0	0	0

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 2 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	6,323	-698,05	0	0	0

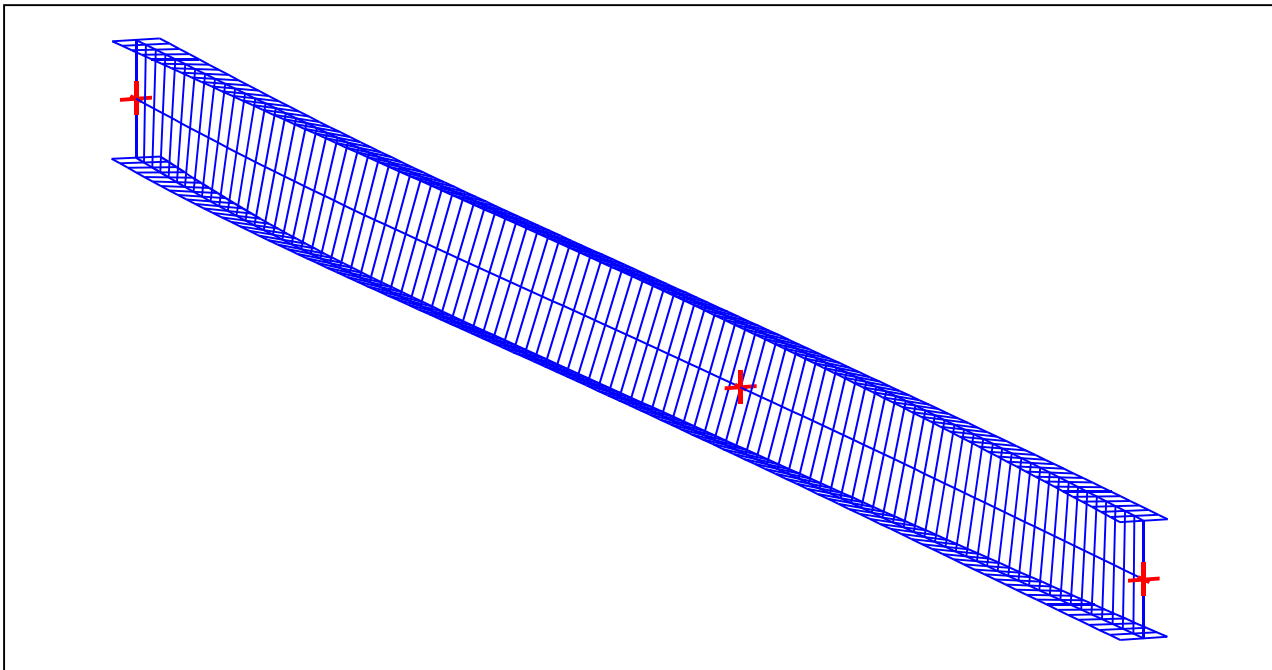


Figure 1 : Mode shape in 3D (Mode 1).

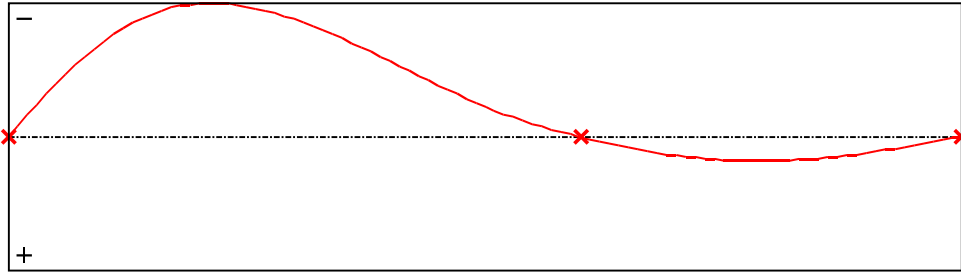


Figure 2 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

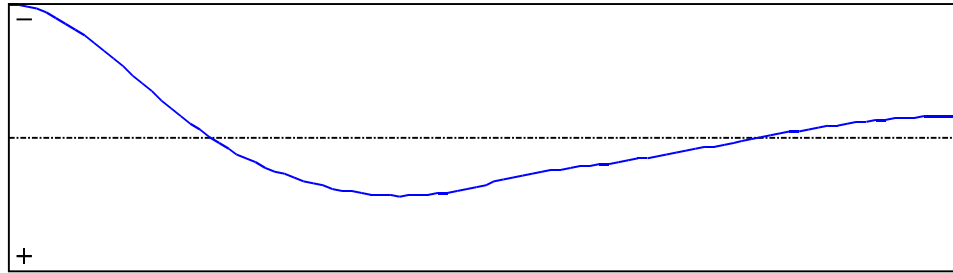


Figure 3 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

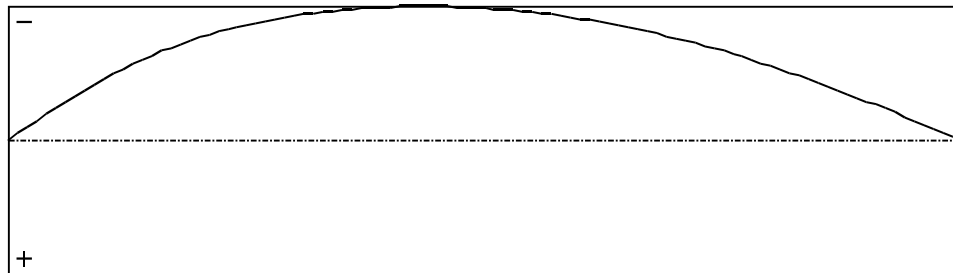


Figure 4 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

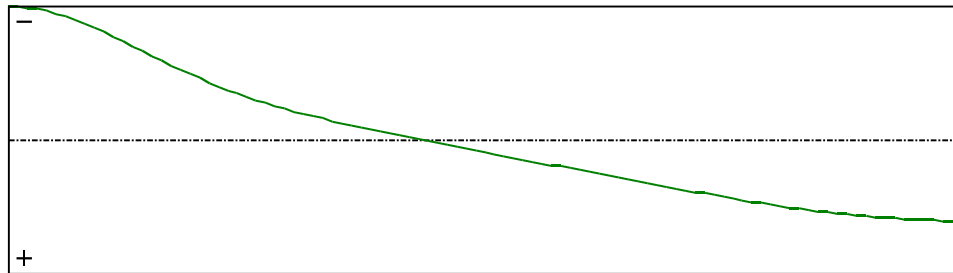


Figure 5 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length :

$L = 7,684 \text{ m}$

Initial discretization of the beam :

$n_{el} = 100 \text{ elements}$

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes :	1
Blocked moment diagram :	No
Blocked axial force diagram :	Yes

II.1 - LTB modes

Table 1 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	7,395	-705,75	0	0	0

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 2 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	7,395	-705,75	0	0	0

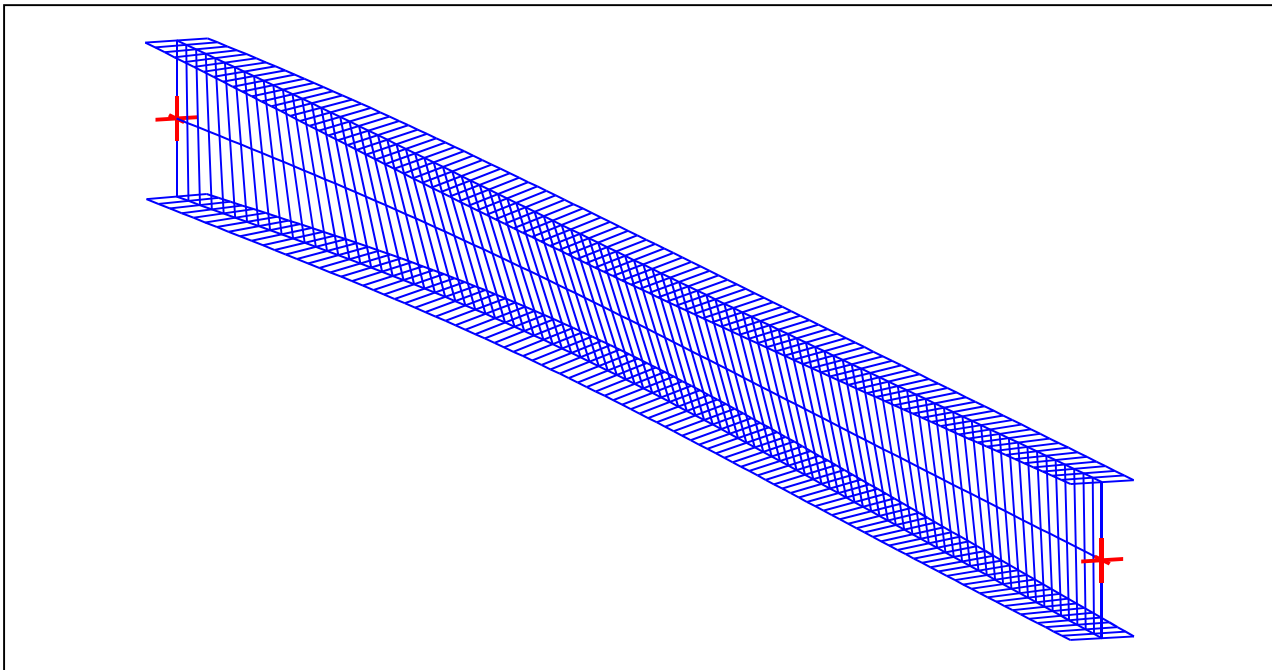


Figure 1 : Mode shape in 3D (Mode 1).

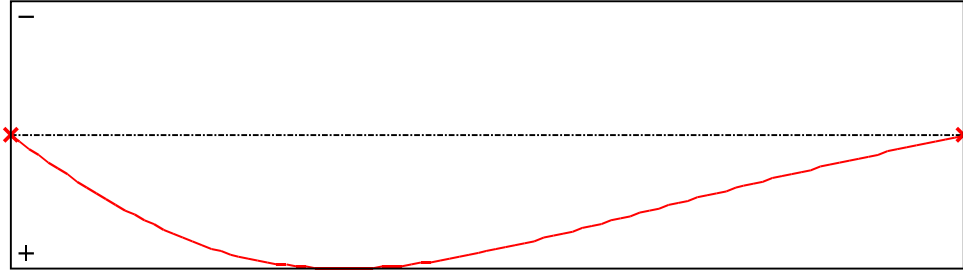


Figure 2 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

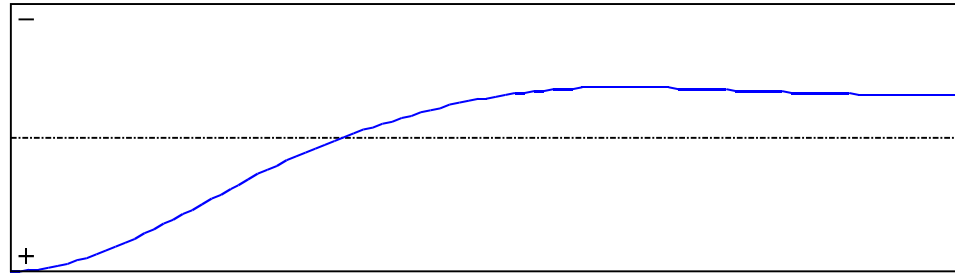


Figure 3 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

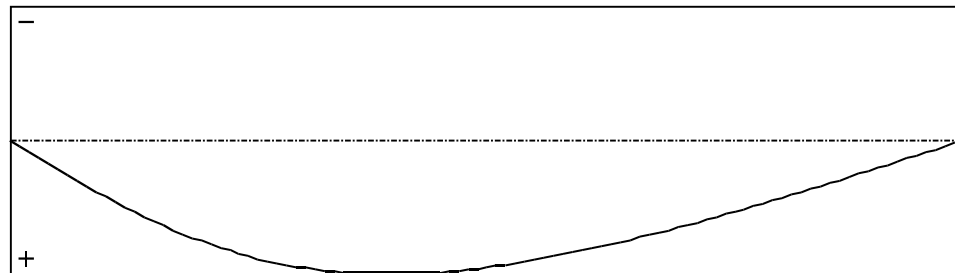


Figure 4 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

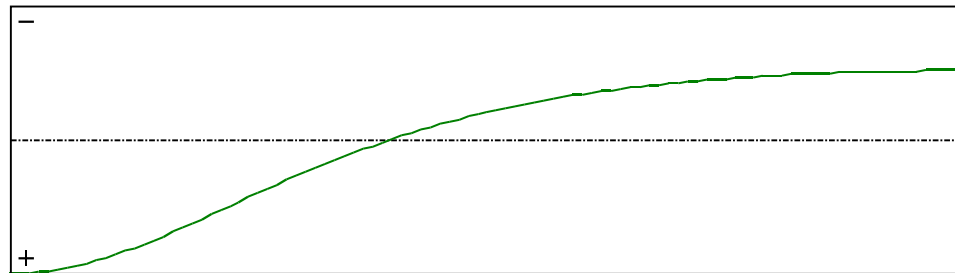


Figure 5 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length :

$L = 4,8 \text{ m}$

Initial discretization of the beam :

$n_{el} = 100 \text{ elements}$

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes :	1
Blocked moment diagram :	No
Blocked axial force diagram :	Yes

II.1 - LTB modes

Table 1 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	29,31	2246,5	4,8	0	4,8

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 2 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	29,31	2246,5	4,8	0	4,8

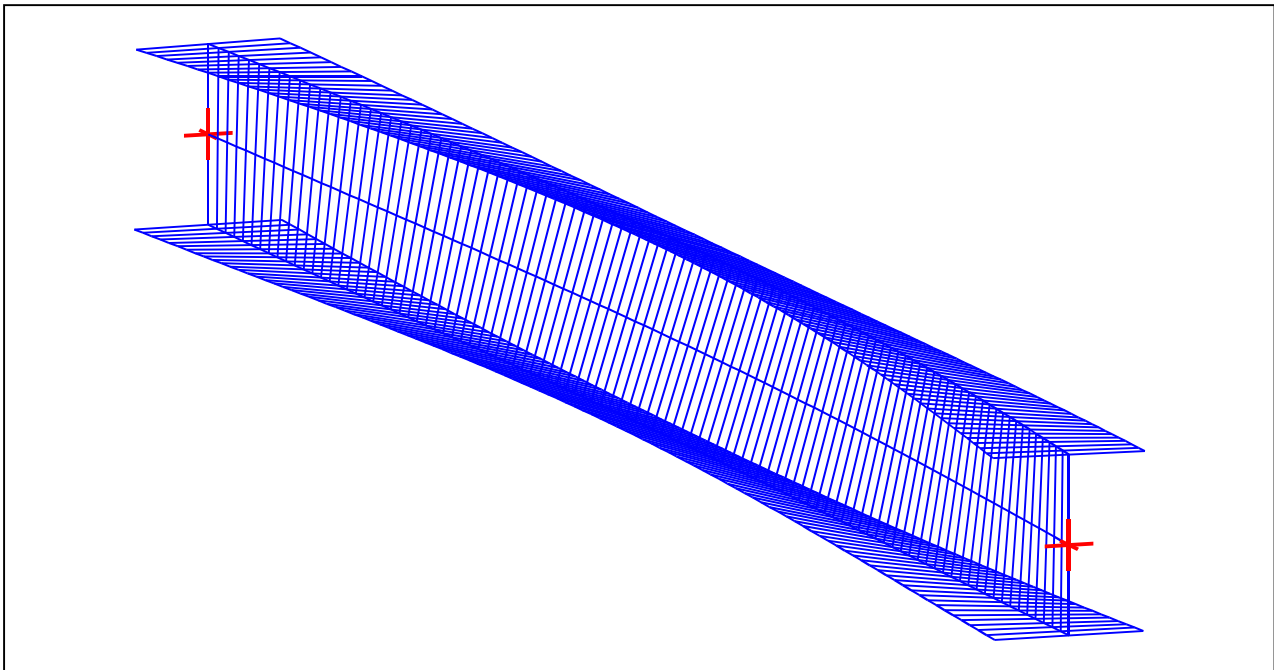


Figure 1 : Mode shape in 3D (Mode 1).

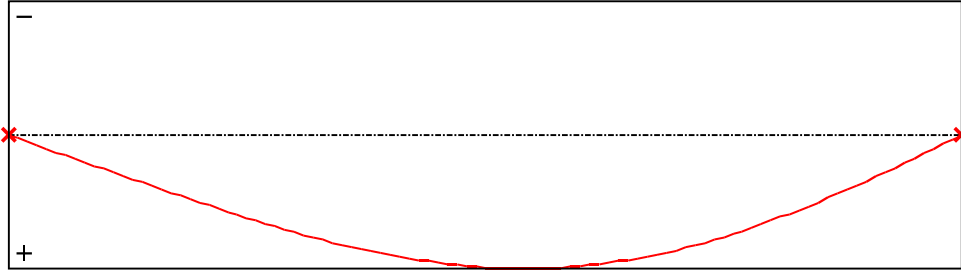


Figure 2 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

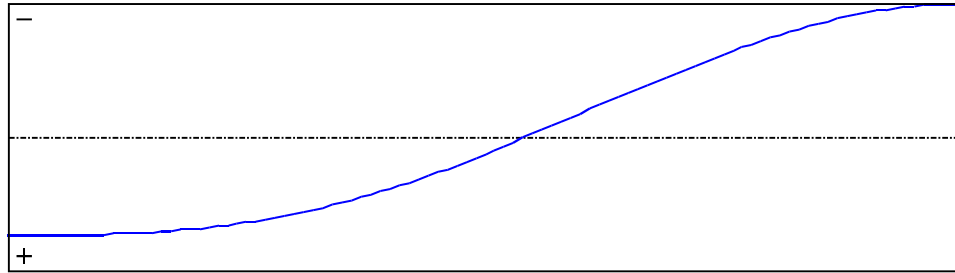


Figure 3 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

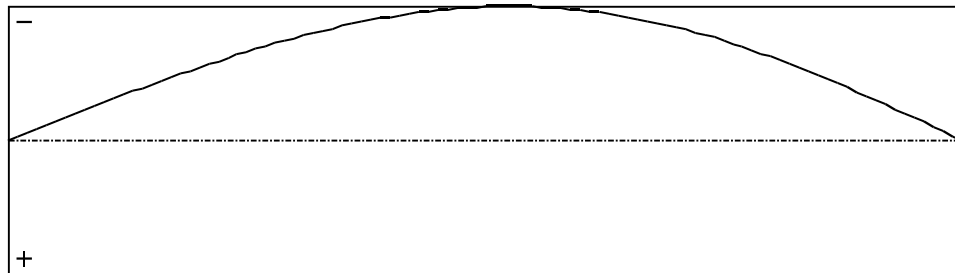


Figure 4 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

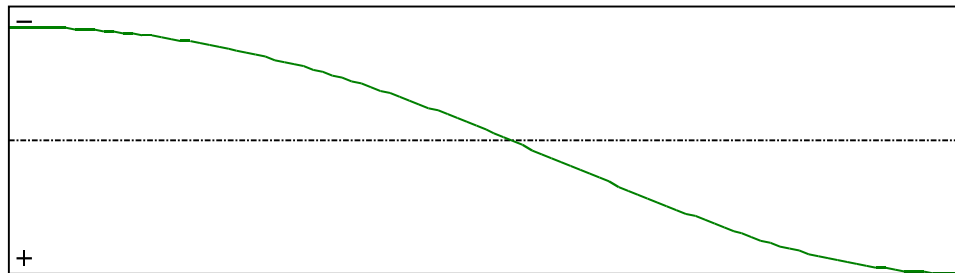


Figure 5 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length :

$L = 4,8 \text{ m}$

Initial discretization of the beam :

$n_{el} = 100 \text{ elements}$

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes : 1
 Blocked moment diagram : No
 Blocked axial force diagram : Yes

II.1 - LTB modes

Table 1 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	28,71	2759	4,8	0	4,8

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 2 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	28,71	2759	4,8	0	4,8

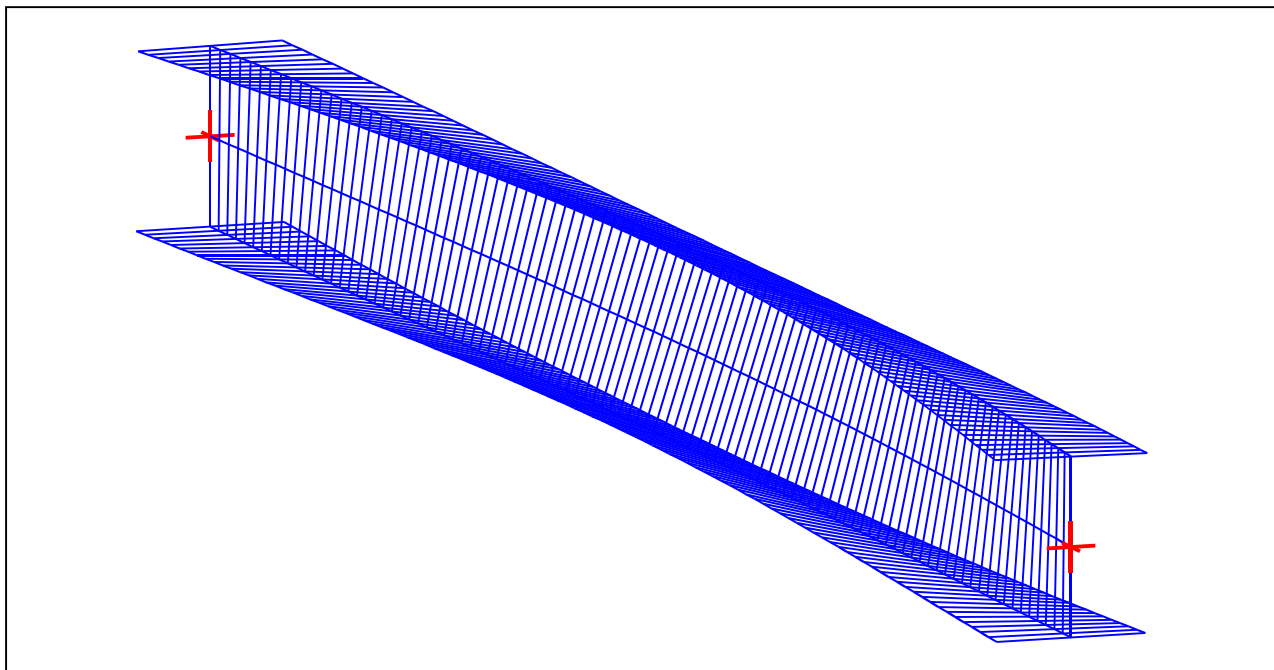


Figure 1 : Mode shape in 3D (Mode 1).

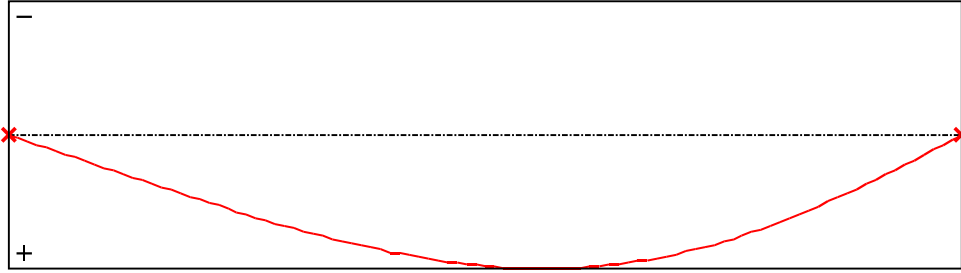


Figure 2 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

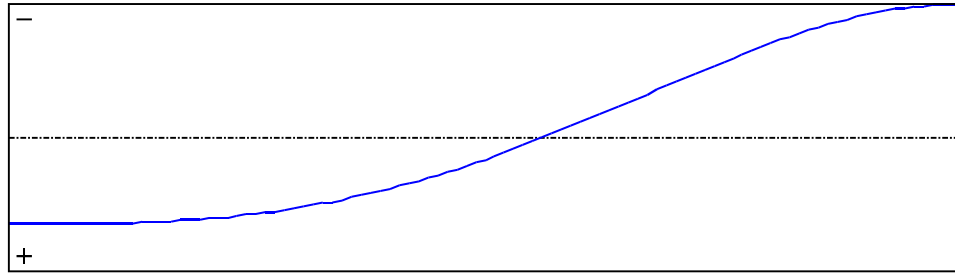


Figure 3 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

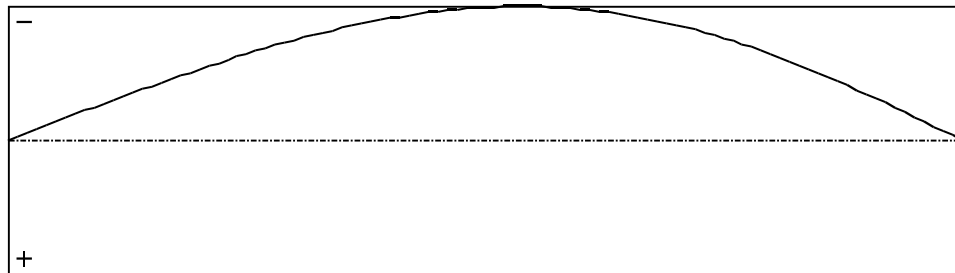


Figure 4 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

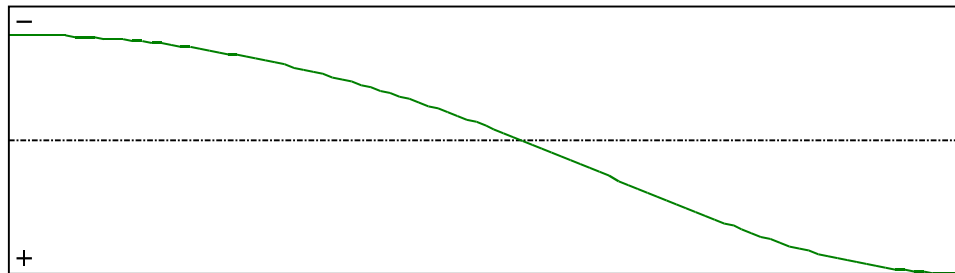


Figure 5 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length :

$L = 4,8 \text{ m}$

Initial discretization of the beam :

$n_{el} = 100 \text{ elements}$

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes :	1
Blocked moment diagram :	No
Blocked axial force diagram :	Yes

II.1 - LTB modes

Table 1 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	28,32	2766,1	4,8	0	4,8

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 2 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	28,32	2766,1	4,8	0	4,8

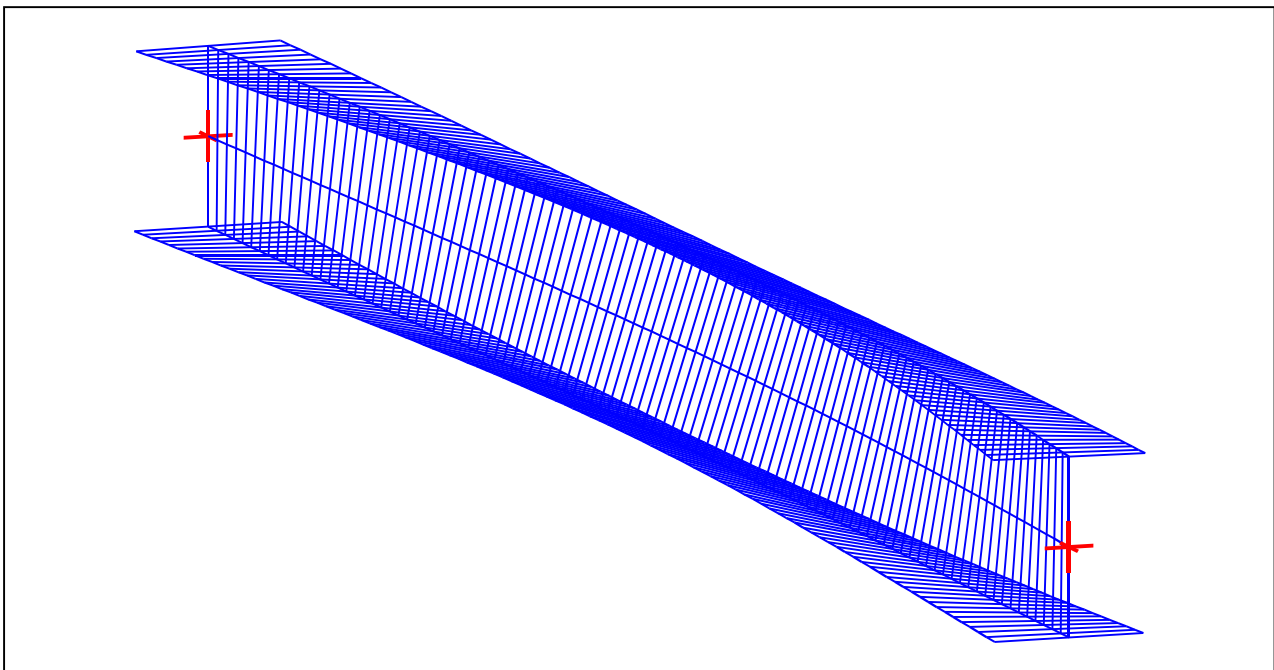


Figure 1 : Mode shape in 3D (Mode 1).

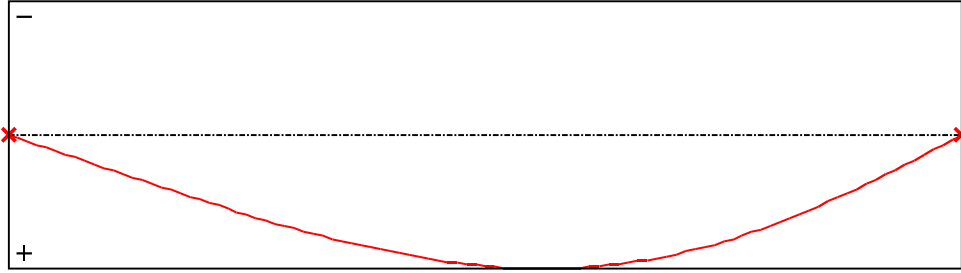


Figure 2 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

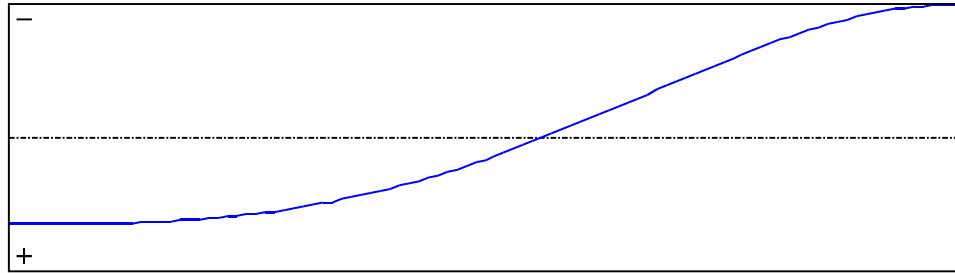


Figure 3 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

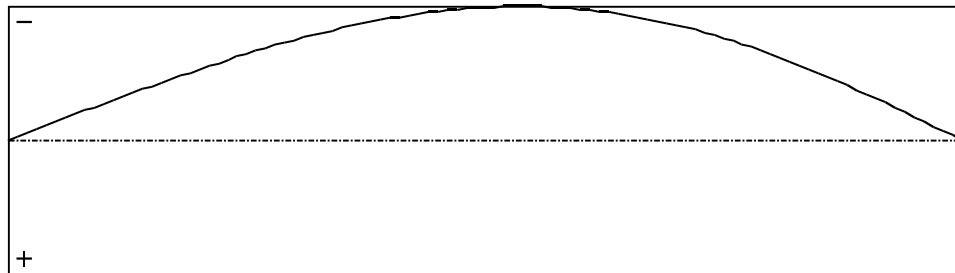


Figure 4 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

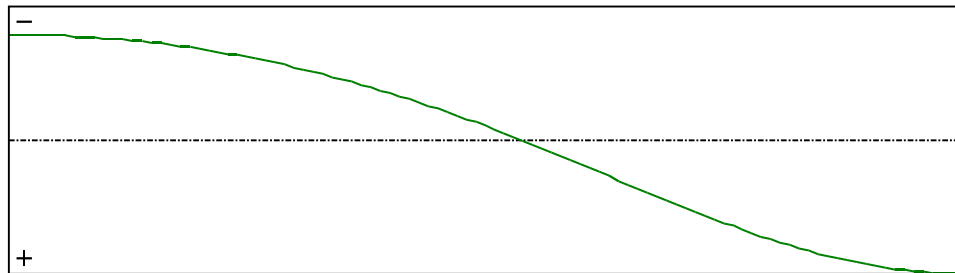


Figure 5 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length :

L = 6,248 m

Initial discretization of the beam :

n_{el} = 100 elements

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes : 1

Blocked moment diagram : No

Blocked axial force diagram : Yes

II.1 - LTB modes

Table 1 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	4,691	283,28	0	0	0

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 2 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	4,691	283,28	0	0	0

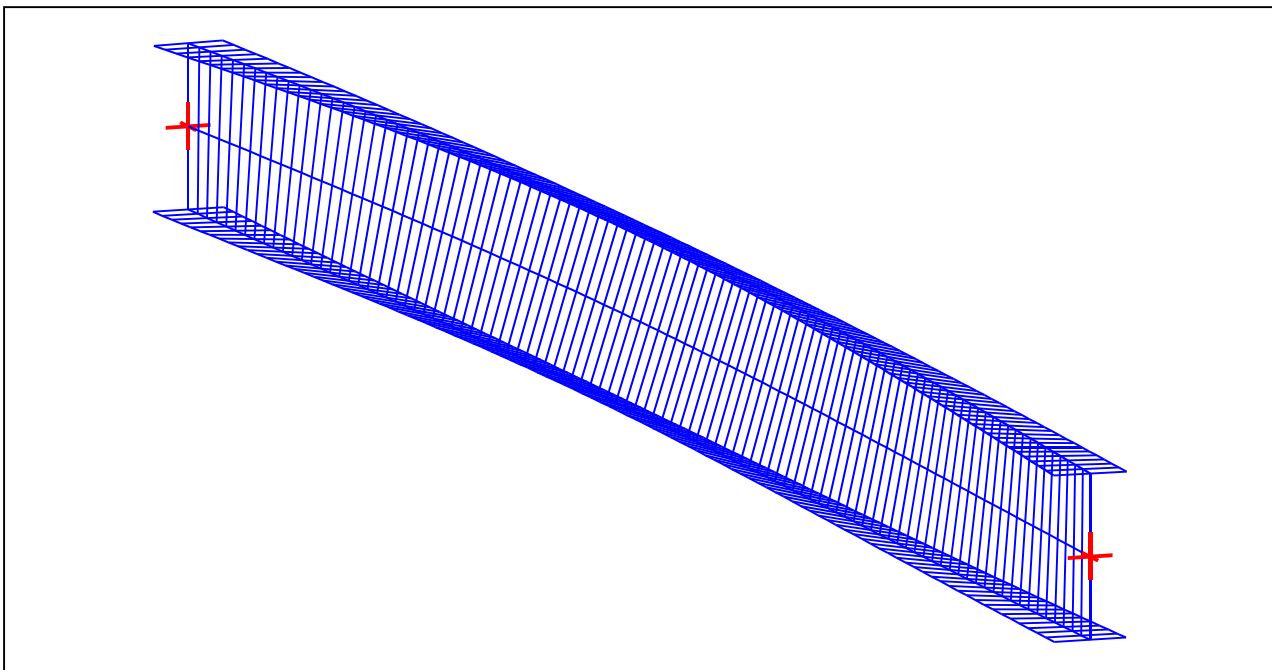


Figure 1 : Mode shape in 3D (Mode 1).

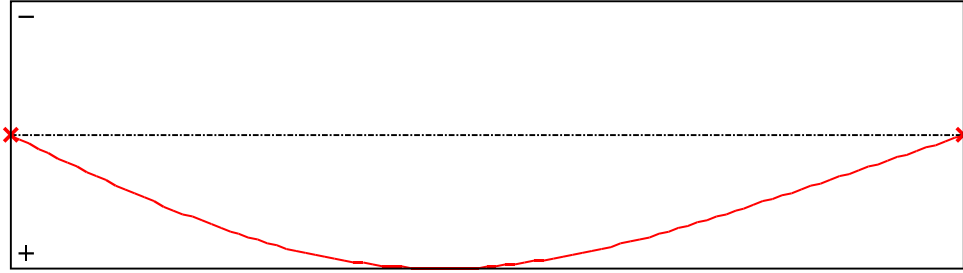


Figure 2 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

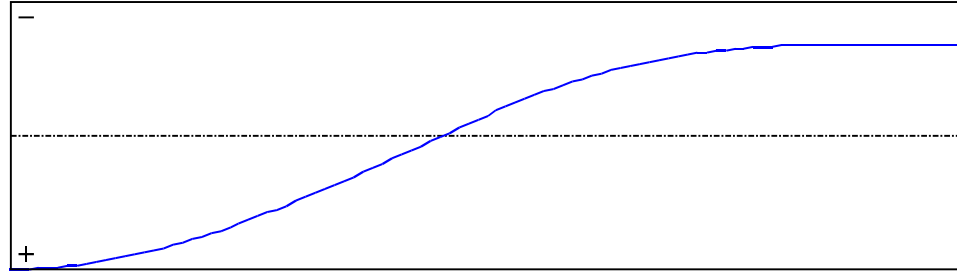


Figure 3 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

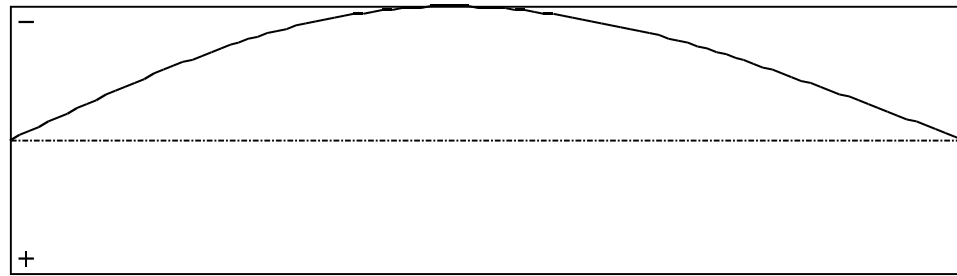


Figure 4 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

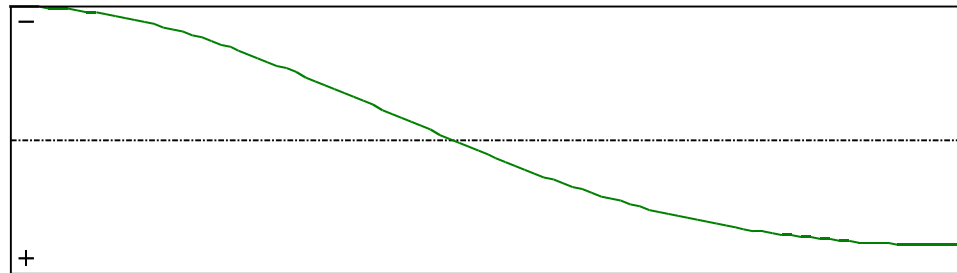


Figure 5 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length :

L = 6,348 m

Initial discretization of the beam :

n_{el} = 100 elements

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes :	1
Blocked moment diagram :	No
Blocked axial force diagram :	Yes

II.1 - LTB modes

Table 1 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	16,29	614,85	0	0	0

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 2 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	16,29	614,85	0	0	0

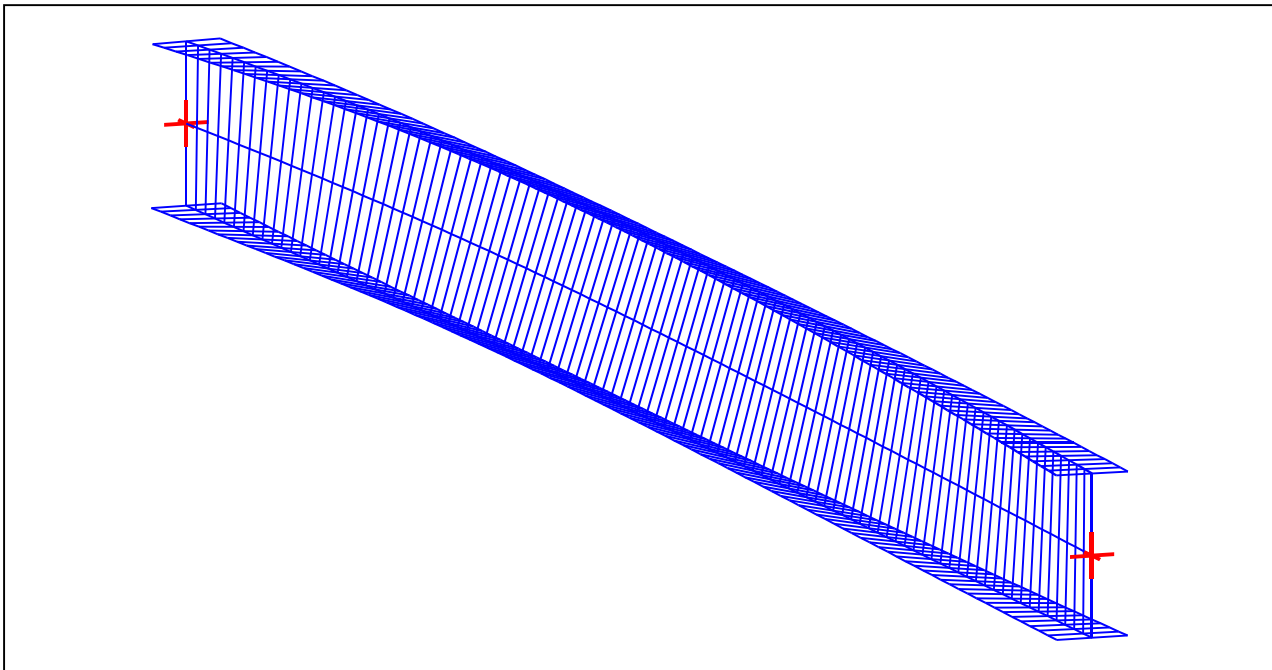


Figure 1 : Mode shape in 3D (Mode 1).

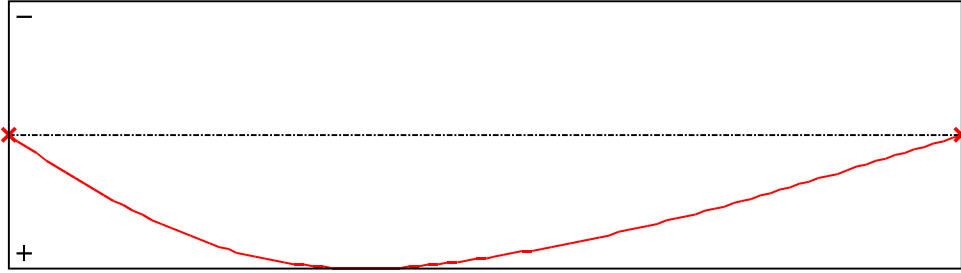


Figure 2 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

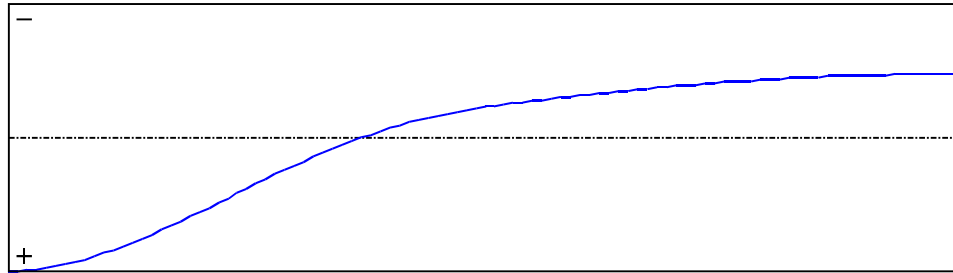


Figure 3 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

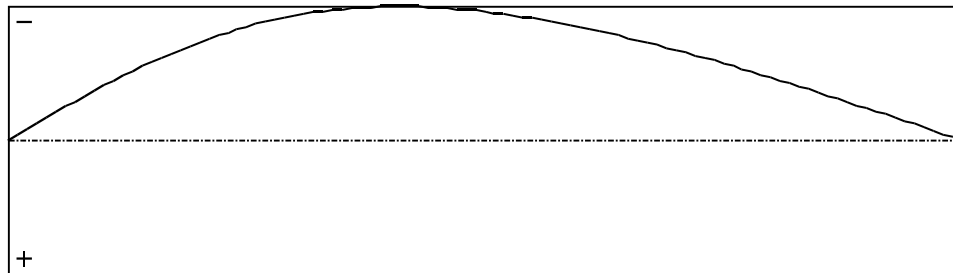


Figure 4 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

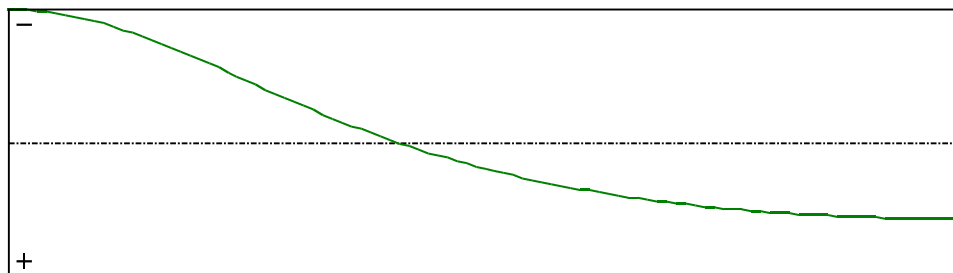


Figure 5 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length :

L = 11,09 m

Initial discretization of the beam :

n_{el} = 100 elements

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes :	1
Blocked moment diagram :	No
Blocked axial force diagram :	Yes

II.1 - LTB modes

Table 1 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	8,472	526,03	0	0	0

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 2 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	8,472	526,03	0	0	0

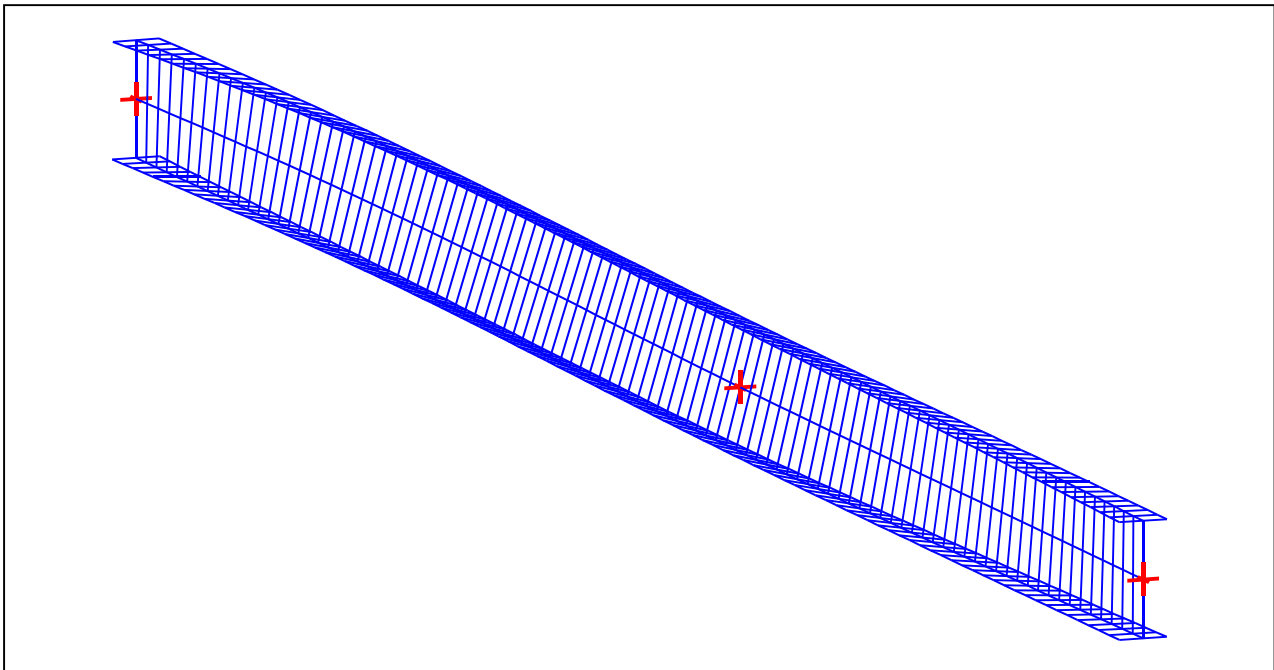


Figure 1 : Mode shape in 3D (Mode 1).

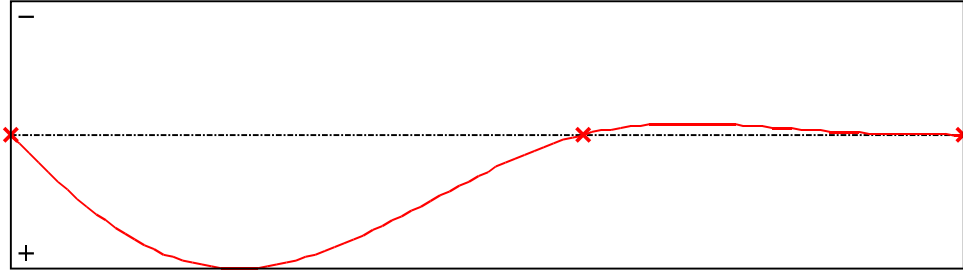


Figure 2 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

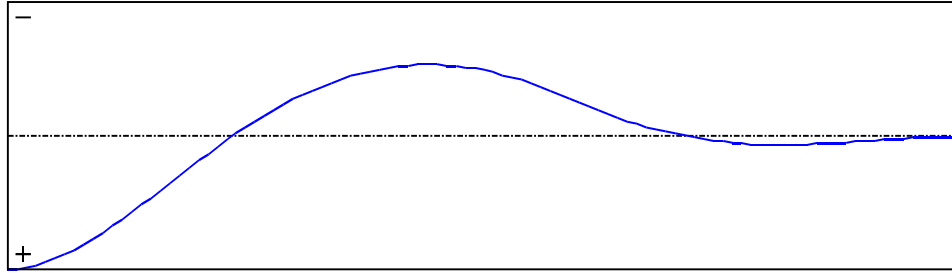


Figure 3 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

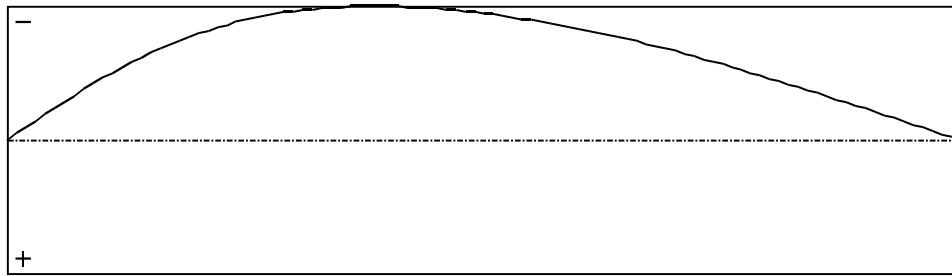


Figure 4 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

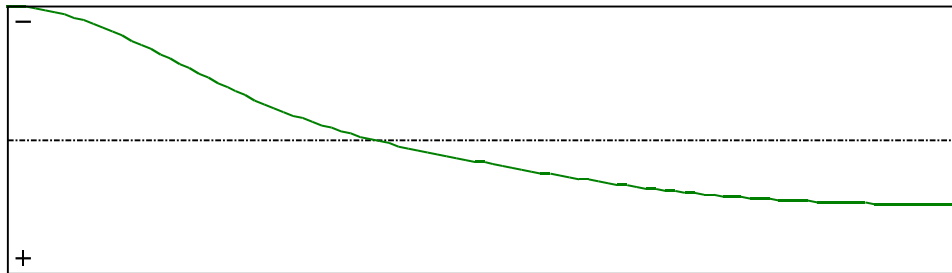


Figure 5 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length :

$L = 7,684 \text{ m}$

Initial discretization of the beam :

$n_{el} = 100 \text{ elements}$

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes :	1
Blocked moment diagram :	No
Blocked axial force diagram :	Yes

II.1 - LTB modes

Table 1 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	7,949	-558,32	0	0	0

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 2 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	7,949	-558,32	0	0	0

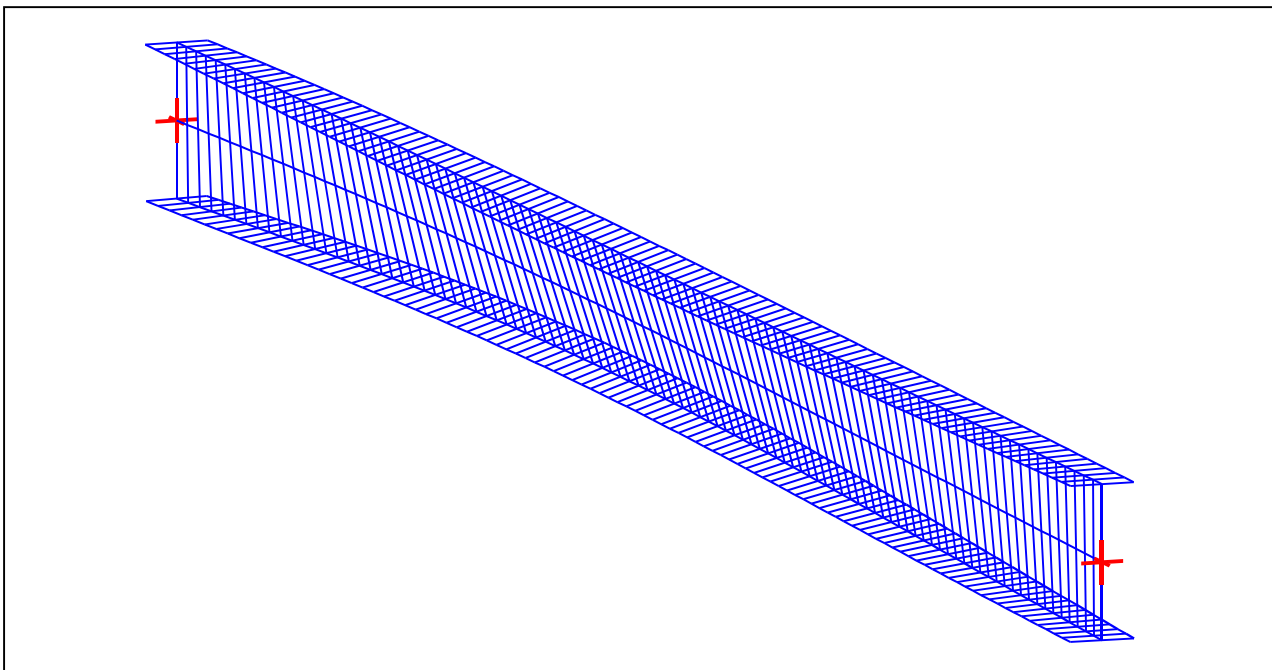


Figure 1 : Mode shape in 3D (Mode 1).

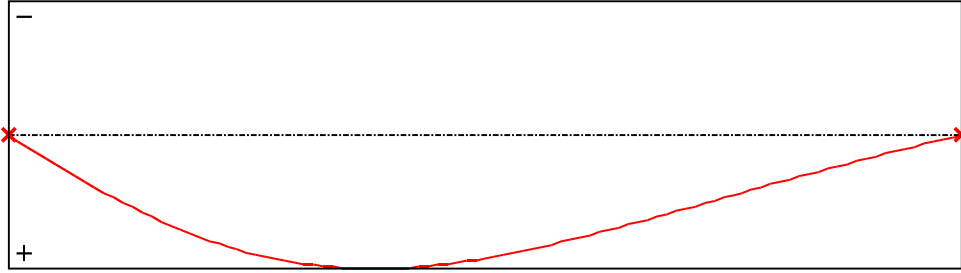


Figure 2 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

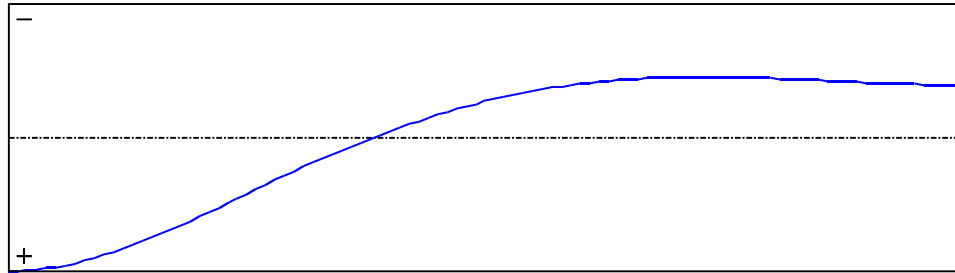


Figure 3 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

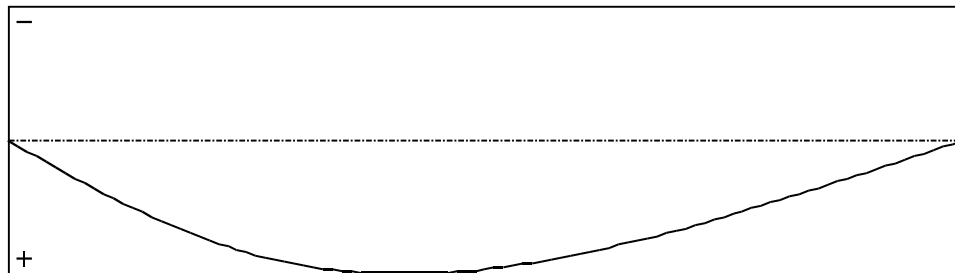


Figure 4 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

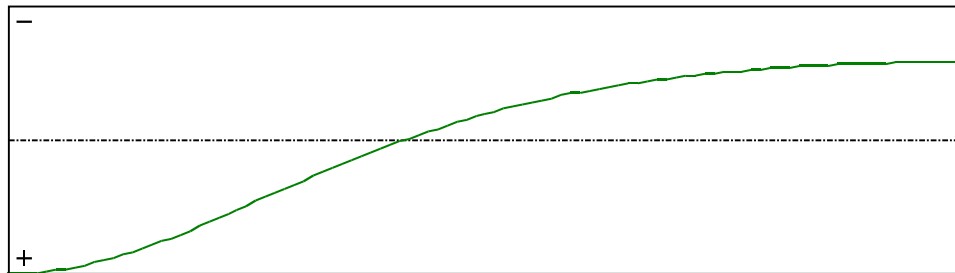


Figure 5 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length :

$L = 4,8 \text{ m}$

Initial discretization of the beam :

$n_{el} = 100 \text{ elements}$

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes :	1
Blocked moment diagram :	No
Blocked axial force diagram :	Yes

II.1 - LTB modes

Table 1 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	22,6	1366,9	4,8	0	4,8

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 2 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	22,6	1366,9	4,8	0	4,8

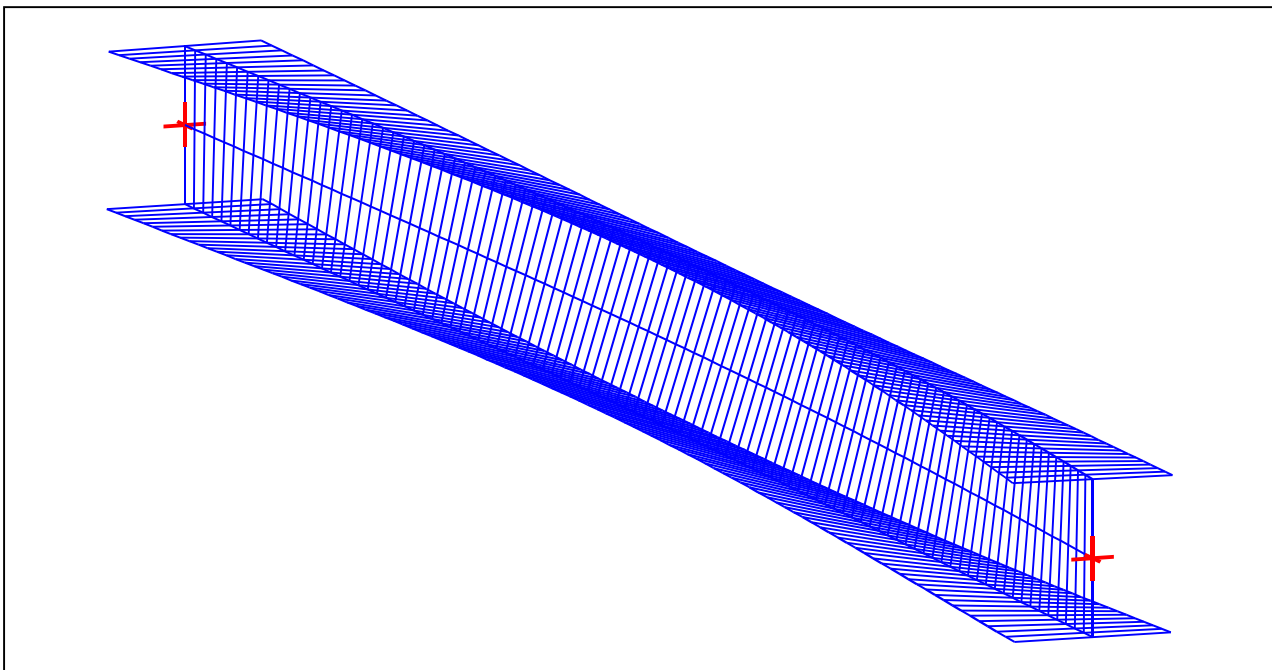


Figure 1 : Mode shape in 3D (Mode 1).

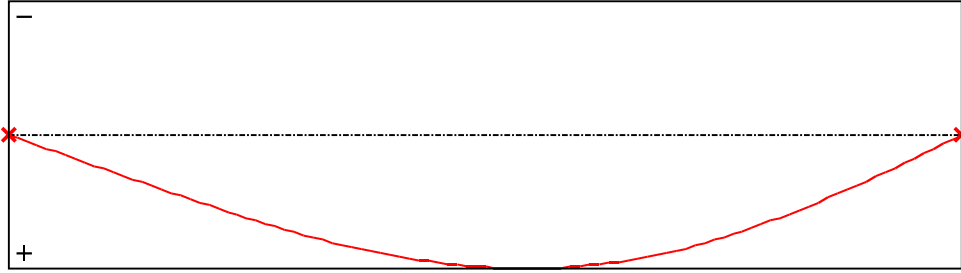


Figure 2 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

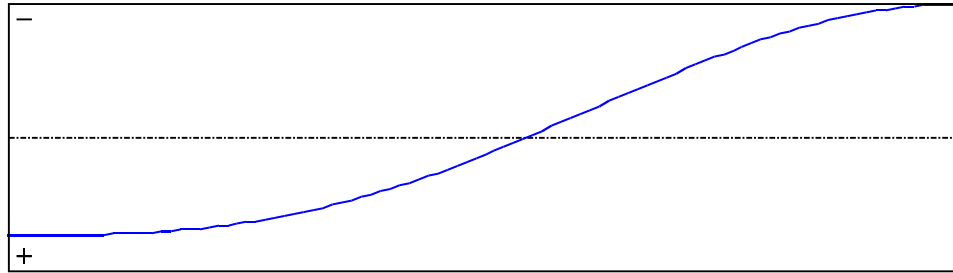


Figure 3 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

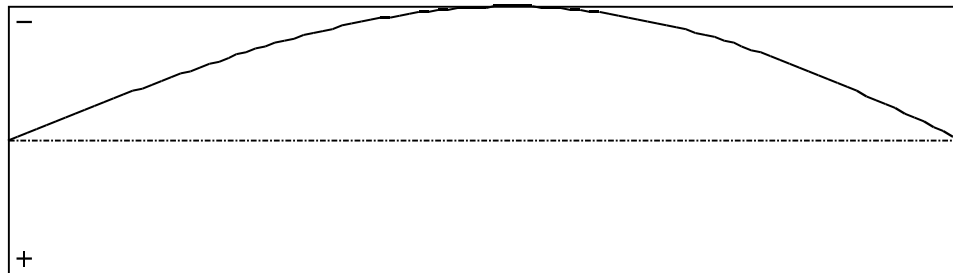


Figure 4 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

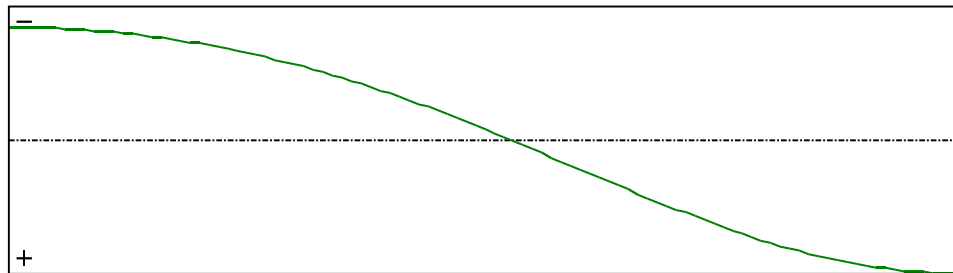


Figure 5 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length :

$L = 4,8 \text{ m}$

Initial discretization of the beam :

$n_{el} = 100 \text{ elements}$

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes :	1
Blocked moment diagram :	No
Blocked axial force diagram :	Yes

II.1 - LTB modes

Table 1 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	19,47	1839,1	4,8	0	4,8

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 2 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	19,47	1839,1	4,8	0	4,8

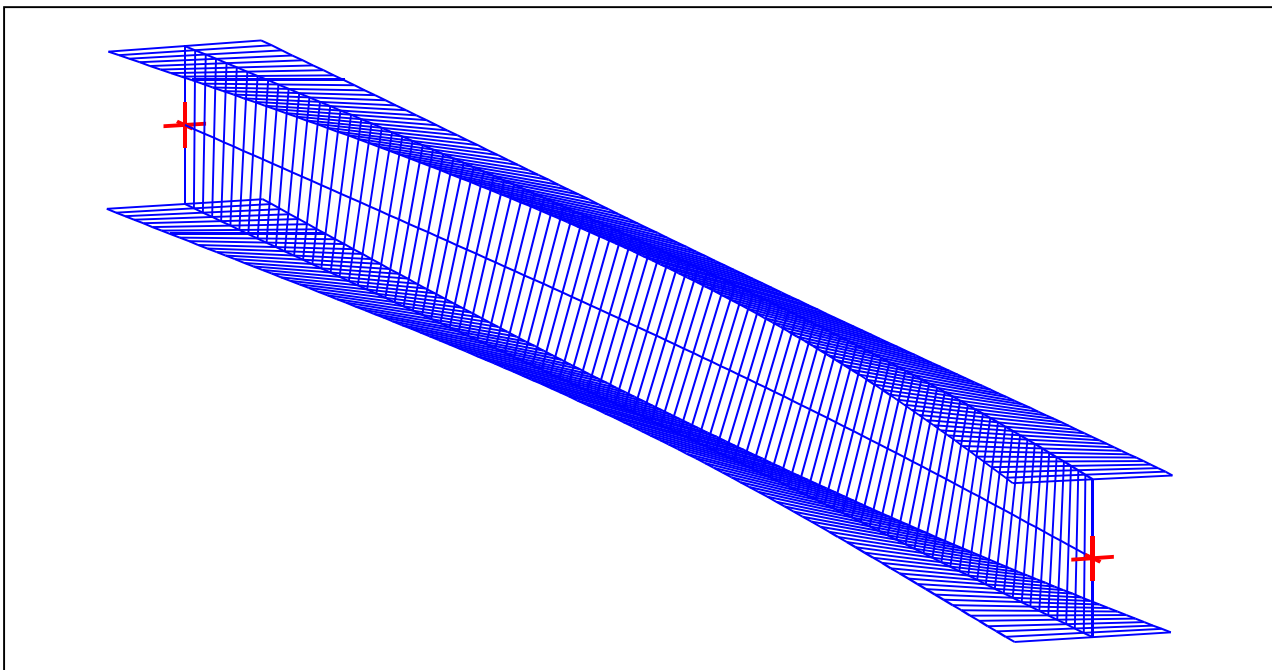


Figure 1 : Mode shape in 3D (Mode 1).

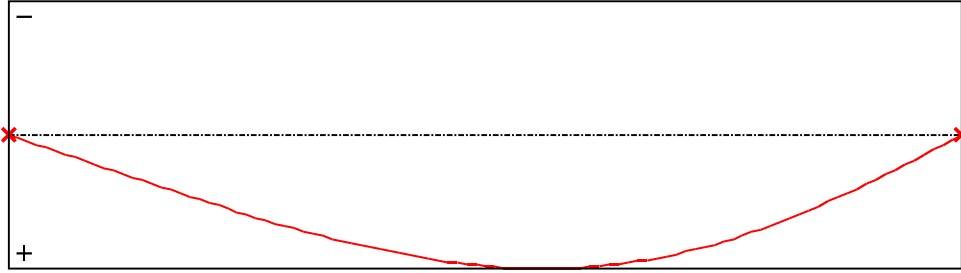


Figure 2 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

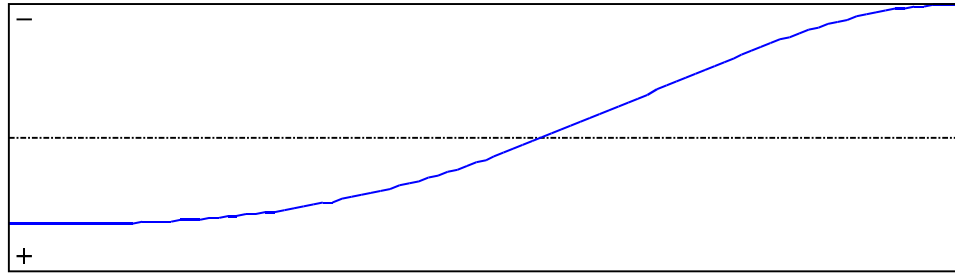


Figure 3 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

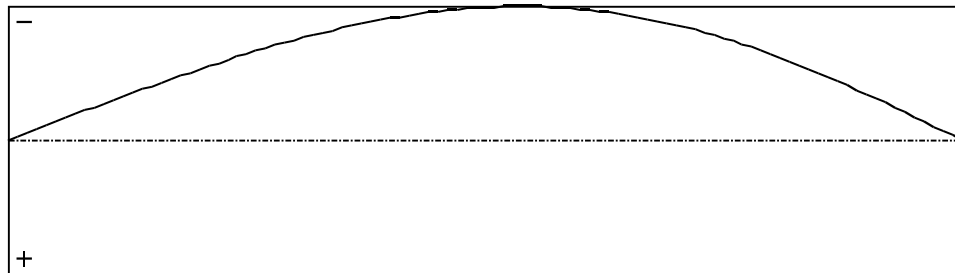


Figure 4 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

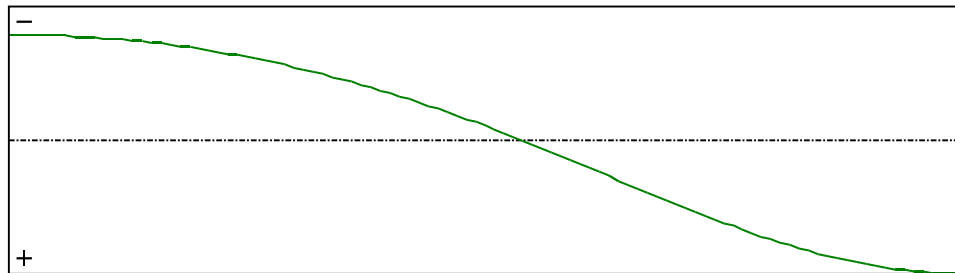


Figure 5 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length :

$L = 4,8 \text{ m}$

Initial discretization of the beam :

$n_{el} = 100 \text{ elements}$

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes :	1
Blocked moment diagram :	No
Blocked axial force diagram :	Yes

II.1 - LTB modes

Table 1 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	25,87	1839,1	4,8	0	4,8

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 2 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	25,87	1839,1	4,8	0	4,8

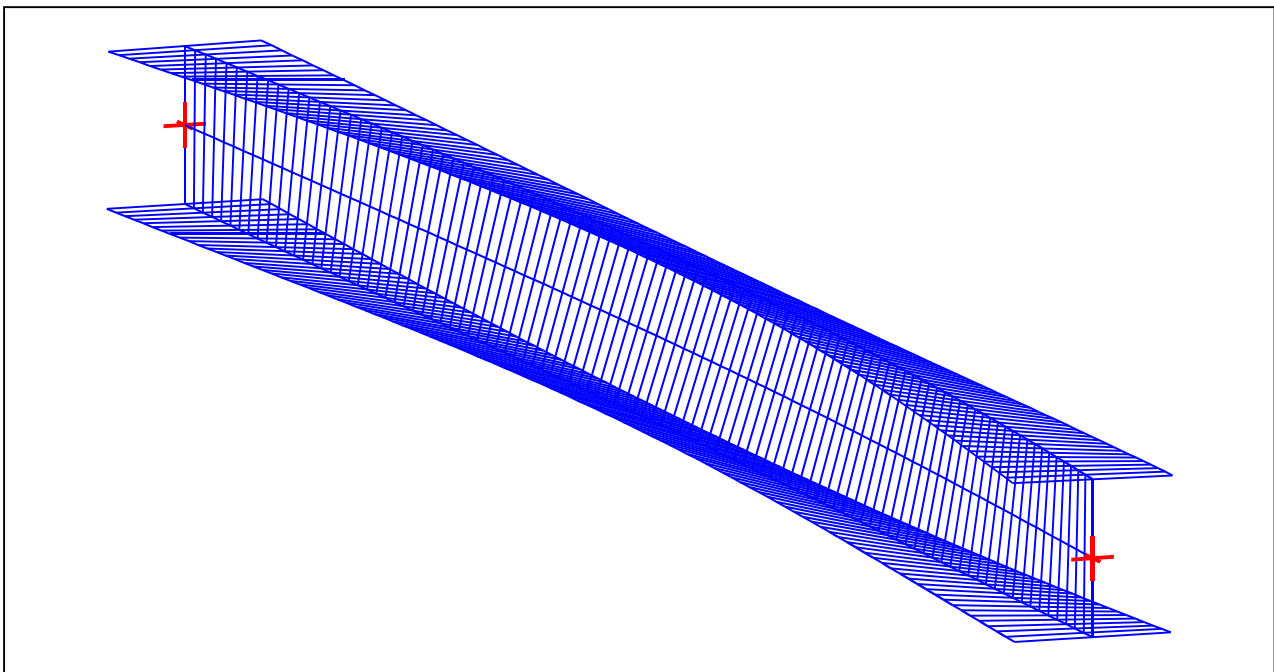


Figure 1 : Mode shape in 3D (Mode 1).

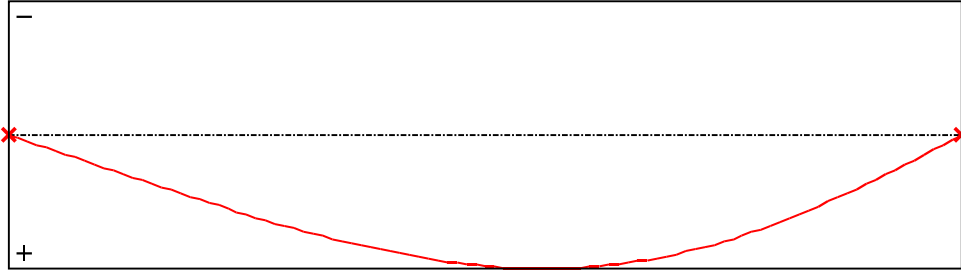


Figure 2 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

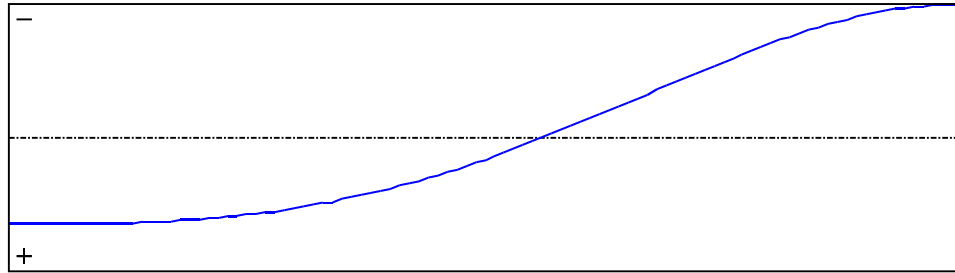


Figure 3 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

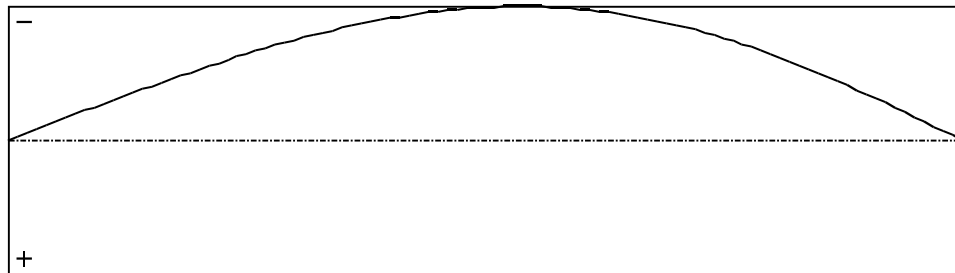


Figure 4 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

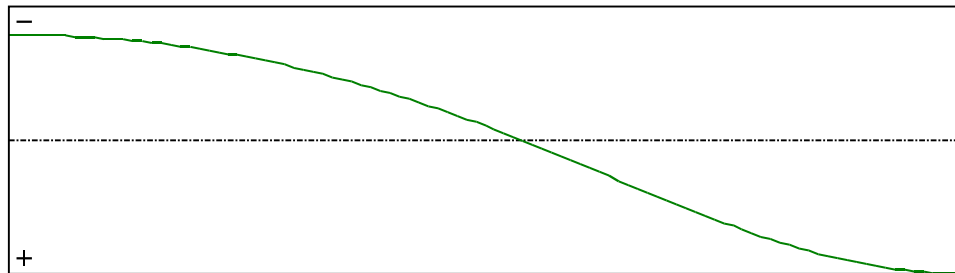


Figure 5 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

Projekt:
Číslo projektu:
Autor:

Materiál

Ocel S 235, S 355

Položka projektu ram roh 3

Návrh

Název ram roh 3
Popis
Výpočet Napětí, přetvoření/ zatížení v rovnováze

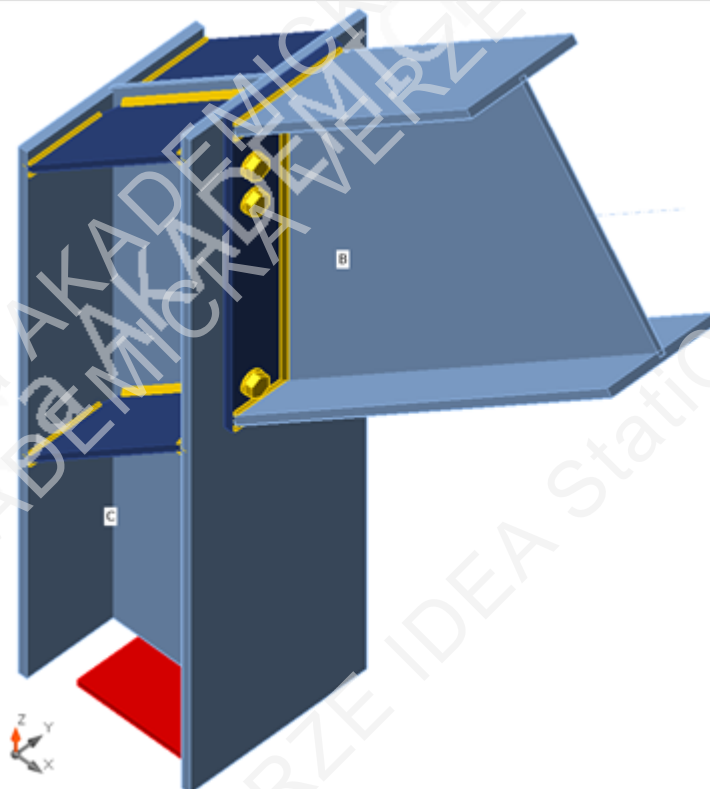
Prvky

Geometrie

Název	Průřez	β - Směr [°]	γ - Sklon [°]	α - Pootočení [°]	Odsazení ex [mm]	Odsazení ey [mm]	Odsazení ez [mm]
C	1 - HEA300	0,0	-90,0	0,0	0	0	0
B	2 - IPE400	0,0	38,0	0,0	0	0	0

Podpory a síly

Název	Podpora	Síly v	X [mm]
C / konec	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Uzel	0
B / konec		Uzel	0



Projekt:
 Číslo projektu:
 Autor:

Průřezy

Název	Materiál
1 - HEA300	S 235
2 - IPE400	S 235

Šrouby

Název	Sestava šroubů	Průměr [mm]	f_u [MPa]	Plocha [mm ²]
M20 8.8	M20 8.8	20	800,0	314

Účinky zatížení (síly v rovnováze)

Název	Prvek	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	C / Konec	-52,2	0,0	16,7	0,0	95,4	0,0
	B / Konec	-41,6	0,0	25,3	0,0	-95,4	0,0

Nevyvážené síly

Název	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	-31,6	0,0	46,6	0,0	0,0	0,0

Posudek

Souhrn

Název	Hodnota	Status posudku
Výpočet	100,0%	OK
Plechy	0,5 < 5,0%	OK
Šrouby	80,8 < 100%	OK
Svary	81,1 < 100%	OK
Boulení	Nespočteno	

Plechy

Název	t_p [mm]	Zatížení	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
C-bfl 1	14,0	LE1	227,1	0,0	0,0	OK
C-tfl 1	14,0	LE1	236,0	0,5	116,6	OK
C-w 1	8,5	LE1	235,2	0,1	0,0	OK
B-bfl 1	13,5	LE1	235,1	0,0	0,0	OK
B-tfl 1	13,5	LE1	118,8	0,0	0,0	OK
B-w 1	8,6	LE1	187,6	0,0	0,0	OK
EP2	14,0	LE1	235,7	0,3	116,6	OK
STIFF2a	10,0	LE1	145,8	0,0	0,0	OK
STIFF2b	10,0	LE1	145,8	0,0	0,0	OK
STIFF2c	10,0	LE1	181,3	0,0	0,0	OK
STIFF2d	10,0	LE1	184,1	0,0	0,0	OK

Projekt:

Číslo projektu:

Autor:

Návrhová data

Materiál	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [%]
S 235	235,0	5,0

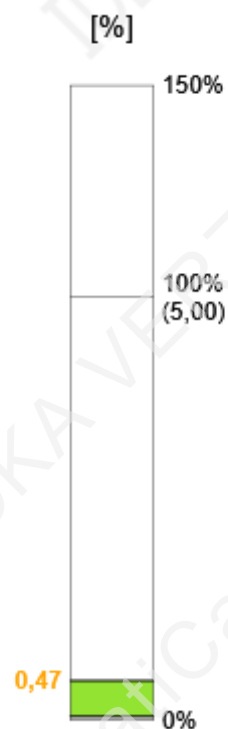
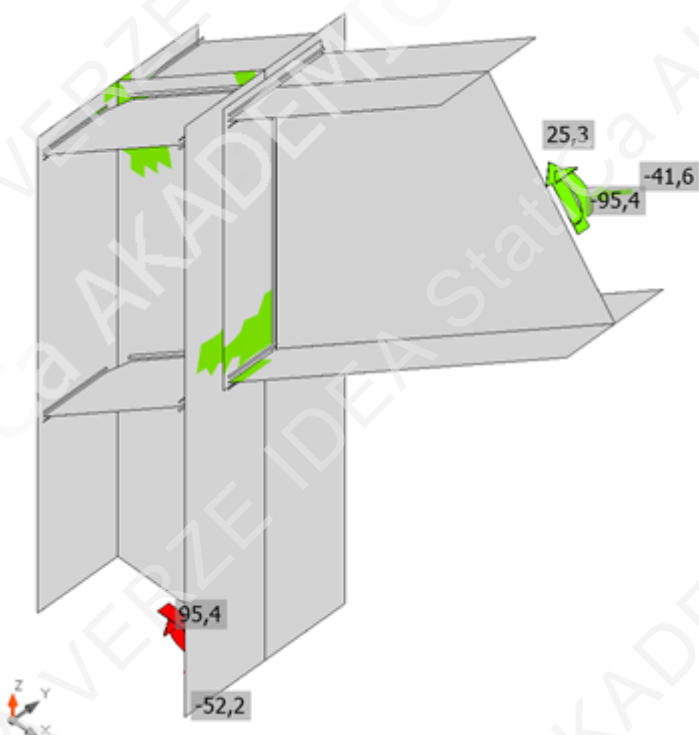
Vysvětlení symbolů

t_p	Tloušťka plechu
σ_{Ed}	Ekvivalentní napětí
ϵ_{pl}	Plastická deformace
$\sigma_{c,Ed}$	Kontaktní napětí
f_y	Mez kluzu
ϵ_{lim}	Mezní plastické přetvoření

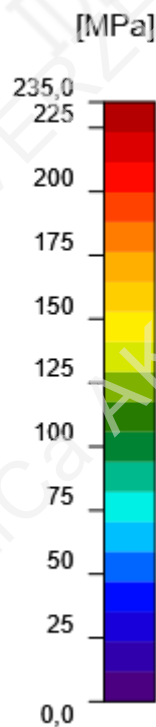
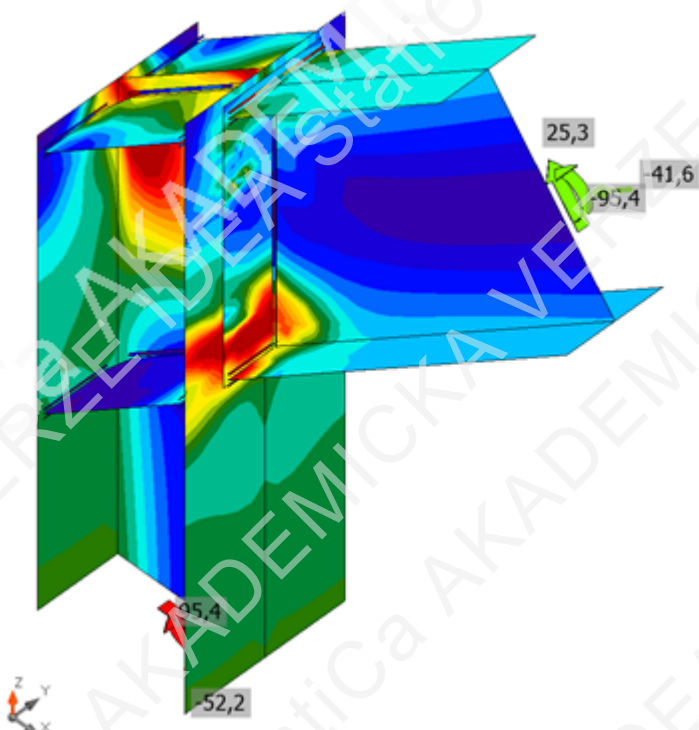


Souhrnný posudek, LE1

Projekt:
Číslo projektu:
Autor:




Posudek přetvoření, LE1



Ekvivalentní napětí, LE1

Projekt:
 Číslo projektu:
 Autor:

Šrouby

Tvar	Položka	Třída	Zatížení	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	U_t [%]	U_s [%]	U_{ts} [%]	Status
	B7	M20 8.8 - 1	LE1	1,6	5,1	132,9	1,2	5,4	6,3	OK
	B8	M20 8.8 - 1	LE1	1,4	5,1	132,9	1,0	5,4	6,2	OK
	B9	M20 8.8 - 1	LE1	18,8	2,8	132,9	13,3	2,9	12,4	OK
	B10	M20 8.8 - 1	LE1	18,6	2,8	132,9	13,2	2,9	12,3	OK
	B11	M20 8.8 - 1	LE1	114,0	4,6	193,5	80,8	4,9	62,6	OK
	B12	M20 8.8 - 1	LE1	114,0	4,6	193,5	80,8	4,9	62,6	OK

Návrhová data

Třída	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M20 8.8 - 1	141,1	241,4	94,1

Vysvětlení symbolů

- $F_{t,Ed}$ Tahová síla
- $F_{v,Ed}$ Výslednice smykových sil ve šroubu V_y a V_z v rovinách smyku
- $F_{b,Rd}$ Únosnost plechu v otláčení podle EN 1993-1-3 tabulka 3.4
- U_t Využití v tahu
- U_s Využití ve smyku
- U_{ts} Interakce tahu a smyku podle EN 1993-1-8 tabulka 3.4
- $F_{t,Rd}$ Tahová únosnost šroubu EN 1993-1-8 tab. 3.4
- $B_{p,Rd}$ Únosnost v protlačení EN 1993-1-8 tabulka 3.4
- $F_{v,Rd}$ Únosnost šroubu ve stříhu EN 1993-1-8 tabulka 3.4

Projekt:

Číslo projektu:

Autor:

Svary

Položka	Hrana	T _w [mm]	L [mm]	Zatížení	σ _{w,Ed} [MPa]	ε _{pl} [%]	σ _⊥ [MPa]	τ [MPa]	τ _⊥ [MPa]	U _t [%]	U _{t,c} [%]	Status
EP2	B-bfl 1	▲ 6,0 ▲	180	LE1	289,1	0,0	182,2	106,8	73,4	66,4	55,2	OK
		▲ 6,0 ▲	179	LE1	212,1	0,0	-19,7	118,6	28,5	48,7	32,7	OK
EP2	B-tfl 1	▲ 6,0 ▲	180	LE1	332,9	0,0	-51,2	-30,7	-187,4	76,4	47,2	OK
		▲ 6,0 ▲	180	LE1	189,2	0,0	-95,7	63,9	69,2	43,4	29,3	OK
EP2	B-w 1	▲ 5,0 ▲	489	LE1	208,7	0,0	73,9	60,5	95,1	58,0	22,9	OK
		▲ 5,0 ▲	489	LE1	207,8	0,0	71,1	-65,5	-91,7	57,7	23,0	OK
C-bfl 1	STIFF2a	▲ 5,0 ▲	118	LE1	18,3	0,0	2,7	-10,1	2,8	4,2	2,2	OK
		▲ 5,0 ▲	118	LE1	27,1	0,0	7,8	-10,4	10,8	6,2	3,3	OK
C-w 1	STIFF2a	▲ 5,0 ▲	270	LE1	88,2	0,0	2,8	-50,3	-7,7	20,2	8,8	OK
		▲ 5,0 ▲	270	LE1	107,6	0,0	-41,6	48,1	31,1	24,7	7,9	OK
C-tfl 1	STIFF2a	▲ 5,0 ▲	118	LE1	160,4	0,0	-5,2	-12,0	91,8	36,8	21,1	OK
		▲ 5,0 ▲	118	LE1	153,5	0,0	19,3	-67,8	-55,9	35,2	19,9	OK
C-bfl 1	STIFF2b	▲ 5,0 ▲	119	LE1	27,4	0,0	7,8	10,6	-10,9	6,3	3,3	OK
		▲ 5,0 ▲	119	LE1	18,5	0,0	2,7	10,1	-2,9	4,2	2,2	OK
C-w 1	STIFF2b	▲ 5,0 ▲	270	LE1	107,2	0,0	-41,7	-47,8	-31,2	24,6	7,9	OK
		▲ 5,0 ▲	270	LE1	88,5	0,0	2,8	50,5	7,8	20,3	8,8	OK
C-tfl 1	STIFF2b	▲ 5,0 ▲	118	LE1	137,1	0,0	20,7	58,9	51,5	31,5	19,4	OK
		▲ 5,0 ▲	118	LE1	150,6	0,0	3,6	8,7	-86,5	34,6	20,7	OK
C-bfl 1	STIFF2c	▲ 5,0 ▲	118	LE1	279,7	0,0	-167,5	-46,7	-120,6	64,2	18,9	OK
		▲ 5,0 ▲	118	LE1	353,0	0,2	-2,1	147,1	141,1	81,1	22,8	OK
C-w 1	STIFF2c	▲ 5,0 ▲	270	LE1	193,3	0,0	51,3	106,8	13,4	44,4	19,6	OK
		▲ 5,0 ▲	270	LE1	246,7	0,0	-98,1	-116,0	60,2	56,6	16,3	OK
C-tfl 1	STIFF2c	▲ 5,0 ▲	118	LE1	353,2	0,3	-82,8	30,9	-195,8	81,1	40,9	OK
		▲ 5,0 ▲	118	LE1	313,8	0,0	-218,0	1,3	130,3	72,1	30,2	OK
C-bfl 1	STIFF2d	▲ 5,0 ▲	119	LE1	353,0	0,2	-2,3	-147,3	-140,9	81,1	22,8	OK
		▲ 5,0 ▲	119	LE1	280,0	0,0	-167,9	46,6	120,7	64,3	18,9	OK
C-w 1	STIFF2d	▲ 5,0 ▲	270	LE1	246,7	0,0	-98,2	116,0	-60,3	56,7	16,3	OK
		▲ 5,0 ▲	270	LE1	193,2	0,0	51,2	-106,8	-13,3	44,4	19,6	OK
C-tfl 1	STIFF2d	▲ 5,0 ▲	119	LE1	325,8	0,0	-231,6	-0,4	-132,3	74,8	30,1	OK
		▲ 5,0 ▲	119	LE1	353,3	0,3	-87,6	-26,5	195,8	81,1	40,5	OK

Návrhová data

Materiál	β _w [-]	σ _{w,Rd} [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 355	0,90	435,6	352,8

Projekt:

Číslo projektu:

Autor:

Vysvětlení symbolů

T_w	Tloušťka svaru a
L	Délka
$\sigma_{w,Ed}$	Ekvivalentní napětí
ϵ_{pl}	Přetvoření
σ_{\perp}	Kolmé napětí
T_{\parallel}	Smykové napětí rovnoběžné s osou svaru
T_{\perp}	Smykové napětí kolmé k ose svaru
Ut	Využití
Ut _c	Využití únosnosti svaru
β_w	Korelační součinitel EN 1993-1-8 tabulka 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Únosnost na srovnávací napětí
0.9 σ	Únosnost na kolmé napětí - 0.9*fu/γM2
▲	Koutový svar

Boulení

Analýza boulení nebyla provedena.

Projekt:
Číslo projektu:
Autor:

Materiál

Ocel S 235

Položka projektu CON1

Návrh

Název CON1
Popis
Výpočet Napětí, přetvoření/ zatížení v rovnováze

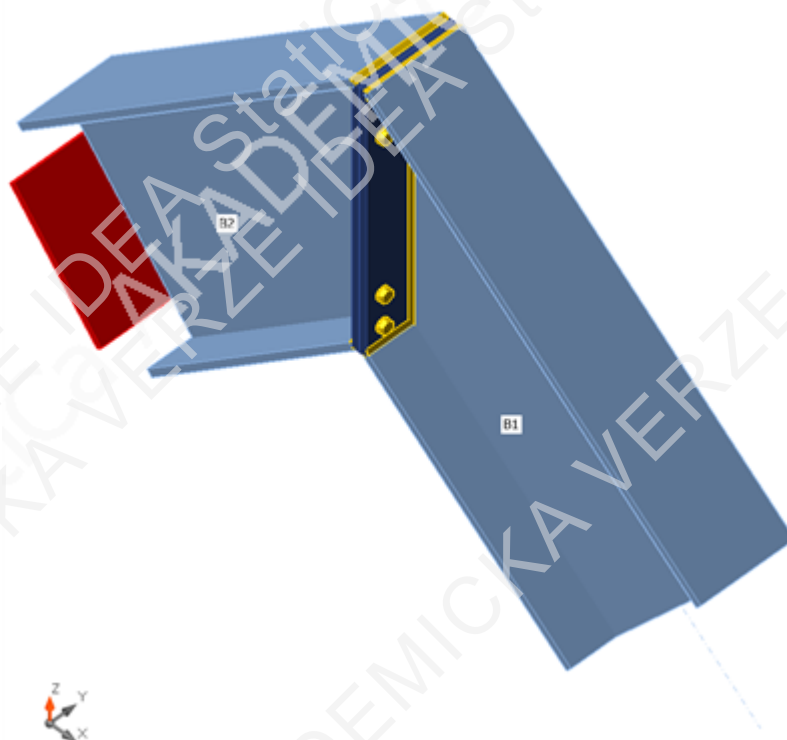
Prvky

Geometrie

Název	Průřez	β – Směr [°]	γ - Sklon [°]	α - Pootočení [°]	Odsazení ex [mm]	Odsazení ey [mm]	Odsazení ez [mm]
B1	1 - IPE400	0,0	-40,0	0,0	0	0	0
B2	1 - IPE400	180,0	-40,0	0,0	0	0	0

Podpory a síly

Název	Podpora	Síly v	X [mm]
B1 / konec		Uzel	0
B2 / konec	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Uzel	0



Projekt:
 Číslo projektu:
 Autor:

Průřezy

Název	Materiál
1 - IPE400	S 235

Šrouby

Název	Sestava šroubů	Průměr [mm]	f_u [MPa]	Plocha [mm ²]
M14 8.8	M14 8.8	14	800,0	154

Účinky zatížení (síly v rovnováze)

Název	Prvek	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
LE1	B1 / Konec	19,0	0,0	24,8	0,0	48,1	0,0
	B2 / Konec	15,5	0,0	27,7	0,0	48,1	0,0

Nevyvážené síly

Název	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
LE1	0,8	0,0	18,1	0,0	0,0	0,0

Posudek

Souhrn

Název	Hodnota	Status posudku
Výpočet	100,0%	OK
Plech	0,1 < 5,0%	OK
Šrouby	80,1 < 100%	OK
Svary	77,5 < 100%	OK
Boulení	Nespočteno	

Plech

Název	t_p [mm]	Zatížení	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
B1-bfl 1	13,5	LE1	64,2	0,0	0,0	OK
B1-tfl 1	13,5	LE1	189,8	0,0	0,0	OK
B1-w 1	8,6	LE1	109,7	0,0	0,0	OK
B2-bfl 1	13,5	LE1	64,5	0,0	0,0	OK
B2-tfl 1	13,5	LE1	189,5	0,0	0,0	OK
B2-w 1	8,6	LE1	109,7	0,0	0,0	OK
PP1a	14,0	LE1	235,2	0,1	62,0	OK
PP1b	14,0	LE1	235,2	0,1	62,0	OK

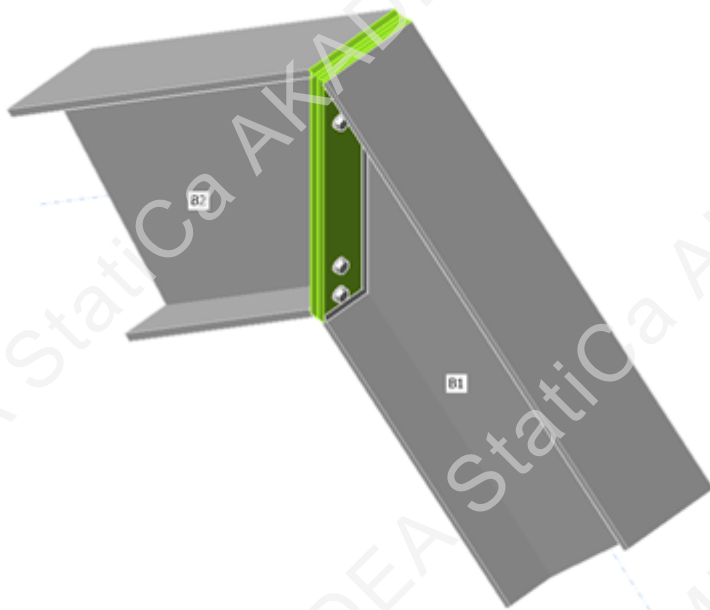
Návrhová data

Materiál	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [%]
S 235	235,0	5,0

Projekt:
Číslo projektu:
Autor:

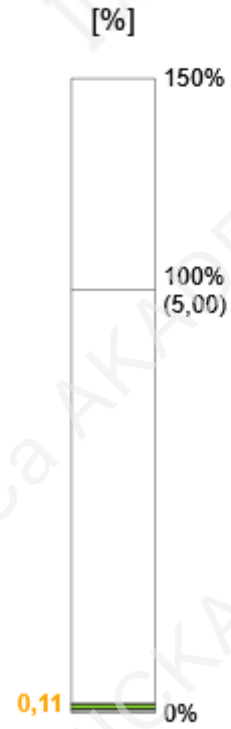
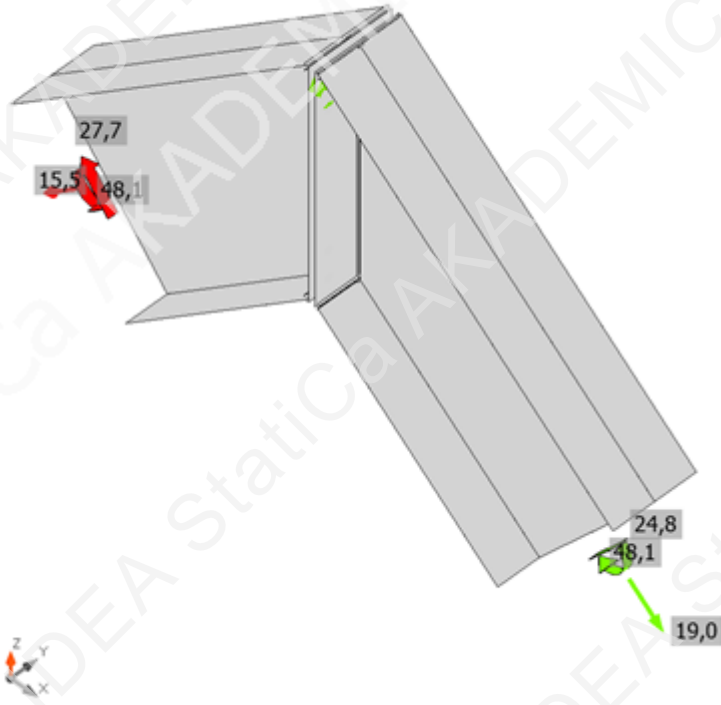
Vysvětlení symbolů

t_p	Tloušťka plechu
σ_{Ed}	Ekvivalentní napětí
ϵ_{pl}	Plastická deformace
$\sigma_{c,Ed}$	Kontaktní napětí
f_y	Mez kluzu
ϵ_{lim}	Mezní plastické přetvoření

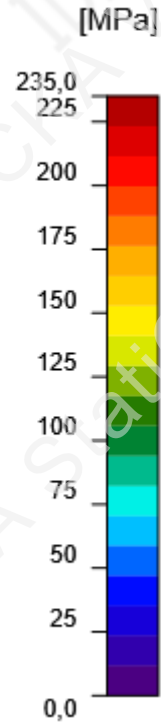
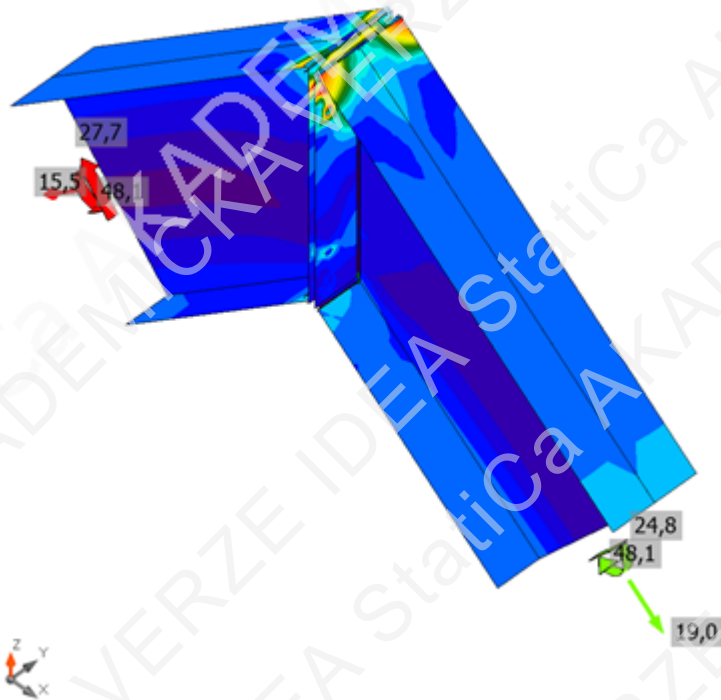


Souhrnný posudek, LE1

Projekt:
Číslo projektu:
Autor:

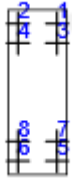


Posudek přetvoření, LE1



Ekvivalentní napětí, LE1

Šrouby

Tvar	Položka	Třída	Zatížení	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	U_{t_t} [%]	U_{t_s} [%]	$U_{t_{ts}}$ [%]	Status
	B1	M14 8.8 - 1	LE1	53,2	0,8	123,5	80,1	1,7	58,9	OK
	B2	M14 8.8 - 1	LE1	53,2	0,8	123,5	80,0	1,7	58,9	OK
	B3	M14 8.8 - 1	LE1	30,6	0,8	141,1	46,0	1,8	34,6	OK
	B4	M14 8.8 - 1	LE1	30,6	0,8	141,1	46,1	1,8	34,7	OK
	B5	M14 8.8 - 1	LE1	1,6	0,9	123,5	2,4	2,1	3,8	OK
	B6	M14 8.8 - 1	LE1	1,7	0,9	123,5	2,5	2,1	3,9	OK
	B7	M14 8.8 - 1	LE1	9,7	0,9	141,1	14,5	2,1	12,4	OK
	B8	M14 8.8 - 1	LE1	9,7	0,9	141,1	14,6	2,1	12,5	OK

Návrhová data

Třída	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M14 8.8 - 1	66,5	168,6	44,3

Vysvětlení symbolů

$F_{t,Ed}$	Tahová síla
$F_{v,Ed}$	Výslednice smykových sil ve šroubu Vy a Vz v rovinách smyku
$F_{b,Rd}$	Únosnost plechu v otažení podle EN 1993-1-8 tabulka 3.4
U_{t_t}	Využití v tahu
U_{t_s}	Využití ve smyku
$U_{t_{ts}}$	Interakce tahu a smyku podle EN 1993-1-8 tabulka 3.4
$F_{t,Rd}$	Tahová únosnost šroubu EN 1993-1-8 tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Únosnost v protlačení EN 1993-1-8 tabulka 3.4
$F_{v,Rd}$	Únosnost šroubu ve střihu EN 1993-1-8 tabulka 3.4

Svary

Položka	Hrana	T_w [mm]	L [mm]	Zatížení	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{pl} [%]	σ_{\perp} [MPa]	τ_{\parallel} [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	U_t [%]	U_{t_c} [%]	Status
PP1a	B1-bfl 1	▲ 4,0 ▼	179	LE1	41,3	0,0	-30,0	0,0	-16,3	11,6	8,5	OK
		▲ 4,0 ▼	179	LE1	205,1	0,0	-124,9	-0,9	-93,9	57,0	48,4	OK
PP1a	B1-tfl 1	▲ 4,0 ▼	179	LE1	107,3	0,0	-51,4	-40,9	35,8	29,8	18,9	OK
		▲ 4,0 ▼	180	LE1	278,9	0,0	155,0	-34,7	-129,3	77,5	48,3	OK
PP1a	B1-w 1	▲ 4,0 ▼	503	LE1	176,7	0,0	75,1	-45,5	80,4	49,1	14,2	OK
		▲ 4,0 ▼	503	LE1	171,0	0,0	82,8	37,9	-77,6	47,5	14,1	OK
PP1b	B2-bfl 1	▲ 4,0 ▼	179	LE1	35,2	0,0	-24,2	0,1	-14,8	9,8	7,6	OK
		▲ 4,0 ▼	179	LE1	204,5	0,0	-115,3	1,1	-97,5	56,8	47,9	OK
PP1b	B2-tfl 1	▲ 4,0 ▼	179	LE1	107,3	0,0	-51,5	41,0	35,7	29,8	18,9	OK
		▲ 4,0 ▼	180	LE1	278,3	0,0	154,8	34,7	-128,9	77,3	48,0	OK
PP1b	B2-w 1	▲ 4,0 ▼	503	LE1	171,7	0,0	83,0	-38,7	77,7	47,7	14,5	OK
		▲ 4,0 ▼	503	LE1	177,5	0,0	75,2	46,3	-80,4	49,3	14,5	OK

Projekt:
Číslo projektu:
Autor:

Návrhová data

Materiál	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9σ [MPa]
S 235	0,80	360,0	259,2

Vysvětlení symbolů

T_w	Tloušťka svaru a
L	Délka
$\sigma_{w,Ed}$	Ekvivalentní napětí
ϵ_{pl}	Přetvoření
σ_{\perp}	Kolmé napětí
$T_{ }$	Smykové napětí rovnoběžné s osou svaru
T_{\perp}	Smykové napětí kolmé k ose svaru
Ut	Využití
U_{t_c}	Využití únosnosti svaru
β_w	Korelační součinitel EN 1993-1-8 tabulka 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Únosnost na srovnávací napětí
0.9σ	Únosnost na kolmé napětí - $0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$
▲	Koutový svar

Boulení

Analýza boulení nebyla provedena.

Projekt:
Číslo projektu:
Autor:

Materiál

Ocel S 235, S 355

Položka projektu CON2

Návrh

Název CON2
Popis
Výpočet Napětí, přetvoření/ zatížení v rovnováze

Prvky

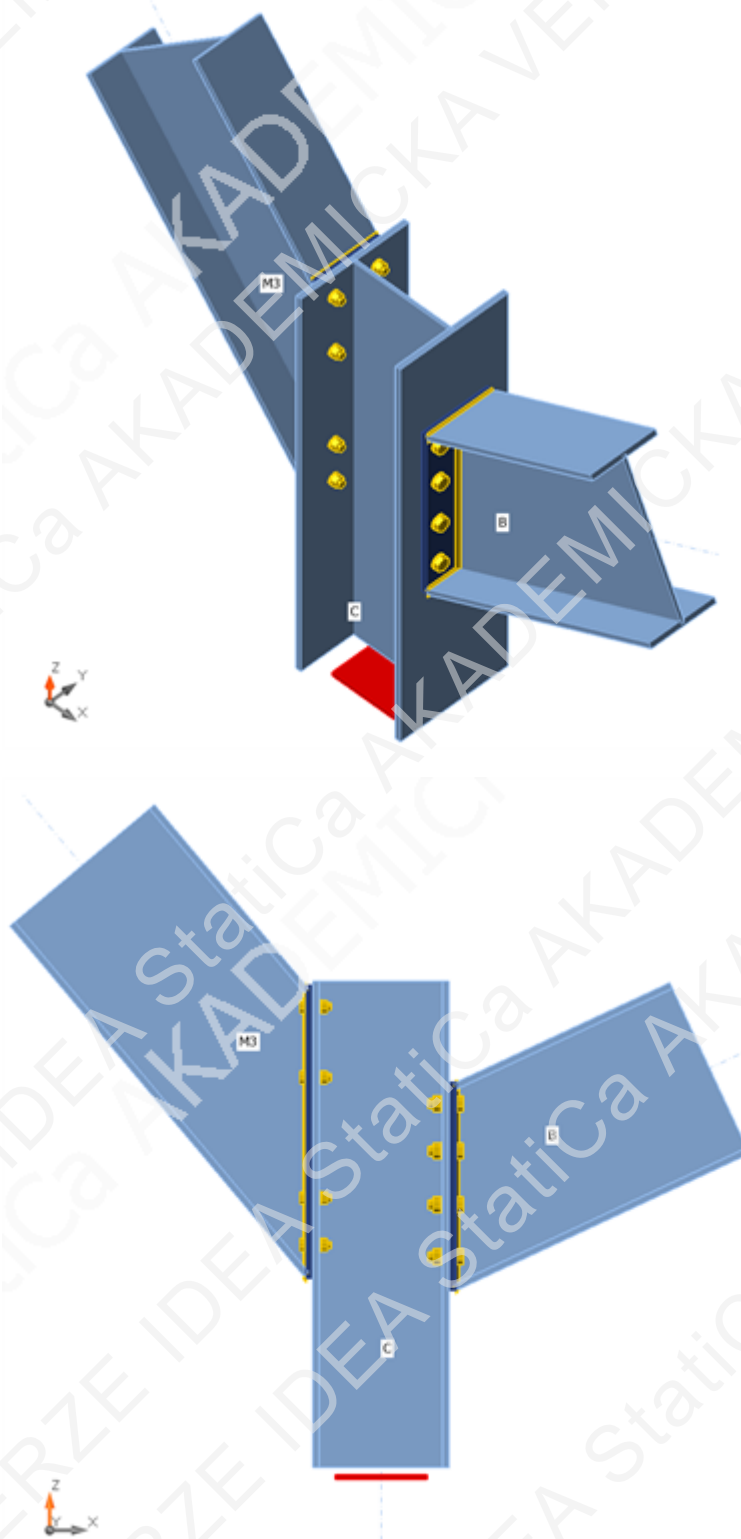
Geometrie

Název	Průřez	β - Směr [°]	γ - Sklon [°]	α - Pootočení [°]	Odsazení ex [mm]	Odsazení ey [mm]	Odsazení ez [mm]
C	1 - HEA300	0,0	-90,0	0,0	0	0	0
B	2 - IPE400	0,0	25,0	0,0	0	0	0
M3	2 - IPE400	180,0	50,0	0,0	0	0	0

Podpory a síly

Název	Podpora	Síly v	X [mm]
C / konec	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Uzel	0
B / konec		Uzel	0
M3 / konec		Uzel	0

Projekt:
Číslo projektu:
Autor:



Průřezy

Název	Materiál
1 - HEA300	S 235
2 - IPE400	S 235

Projekt:
Číslo projektu:
Autor:

Šrouby

Název	Sestava šroubů	Průměr [mm]	f_u [MPa]	Plocha [mm ²]
M20 8.8	M20 8.8	20	800,0	314
M16 8.8	M16 8.8	16	800,0	201

Účinky zatížení (síly v rovnováze)

Název	Prvek	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	C / Konec	-34,7	0,0	16,7	0,0	80,8	0,0
	B / Konec	-21,6	0,0	-90,0	0,0	53,8	0,0
	M3 / Konec	-51,9	0,0	-9,3	0,0	-26,9	0,0
LE2	C / Konec	-66,7	0,0	-21,7	0,0	-105,5	0,0
	B / Konec	-59,6	0,0	33,8	0,0	-88,7	0,0
	M3 / Konec	-19,2	0,0	-6,7	0,0	16,7	0,0
LE3	C / Konec	-102,9	0,0	-22,7	0,0	-111,6	0,0
	B / Konec	-68,6	0,0	50,0	0,0	-110,4	0,0
	M3 / Konec	-32,8	0,0	4,6	0,0	1,6	0,0

Nevyvážené síly

Název	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	61,4	0,0	-101,7	0,0	161,5	0,0
LE2	-82,7	0,0	53,2	0,0	-211,0	0,0
LE3	-81,4	0,0	97,1	0,0	-223,6	0,0

Posudek

Souhrn

Název	Hodnota	Status posudku
Výpočet	100,0%	OK
Plechý	1,5 < 5,0%	OK
Šrouby	84,1 < 100%	OK
Svary	81,7 < 100%	OK
Boulení	Nespočteno	

Projekt:
Číslo projektu:
Autor:

Plechý

Název	t_p [mm]	Zatížení	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
C-bfl 1	14,0	LE1	159,7	0,0	32,6	OK
C-tfl 1	14,0	LE3	236,5	0,7	105,9	OK
C-w 1	8,5	LE3	238,1	1,5	0,0	OK
B-bfl 1	13,5	LE3	235,1	0,0	0,0	OK
B-tfl 1	13,5	LE3	232,0	0,0	0,0	OK
B-w 1	8,6	LE3	211,0	0,0	0,0	OK
M3-bfl 1	13,5	LE1	42,0	0,0	0,0	OK
M3-tfl 1	13,5	LE1	62,9	0,0	0,0	OK
M3-w 1	8,6	LE1	49,2	0,0	0,0	OK
EP1	14,0	LE3	236,2	0,6	239,9	OK
ČD2	14,0	LE1	100,0	0,0	43,3	OK

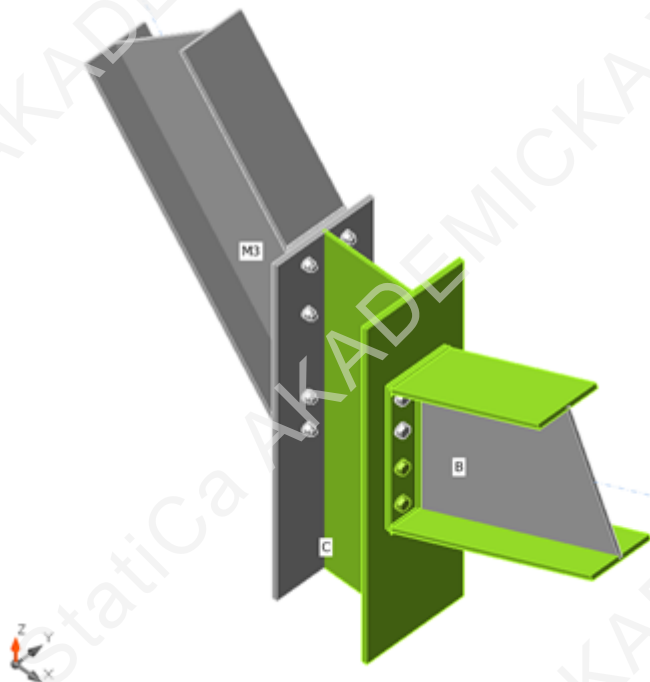
Návrhová data

Materiál	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [%]
S 235	235,0	5,0

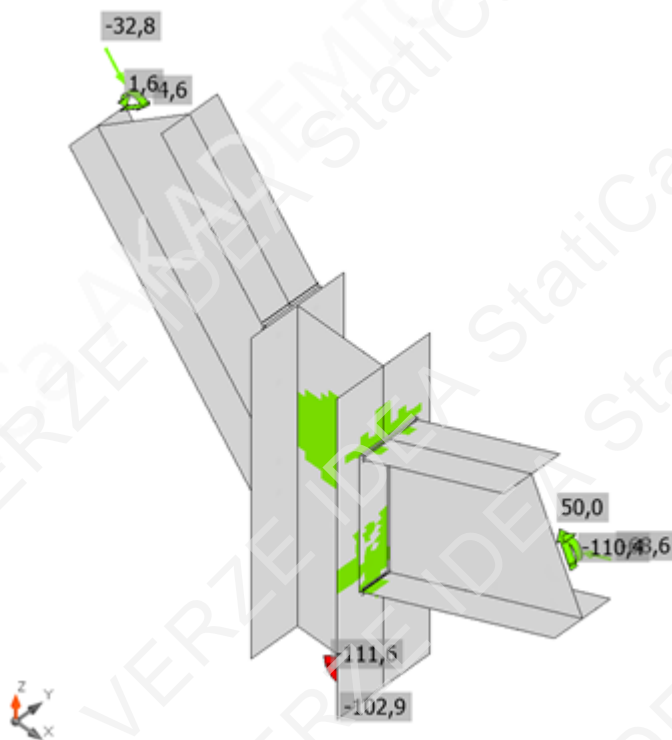
Vysvětlení symbolů

t_p	Tloušťka plechu
σ_{Ed}	Ekvivalentní napětí
ϵ_{pl}	Plastická deformace
$\sigma_{c,Ed}$	Kontaktní napětí
f_y	Mez kluzu
ϵ_{lim}	Mezní plastické přetvoření

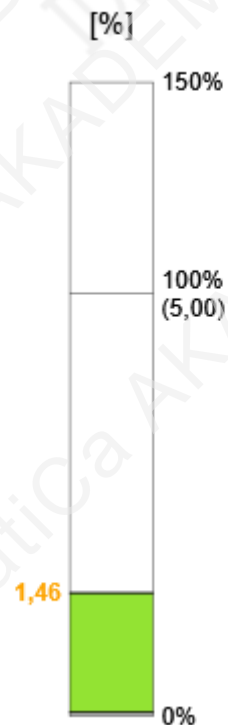
Projekt:
Číslo projektu:
Autor:



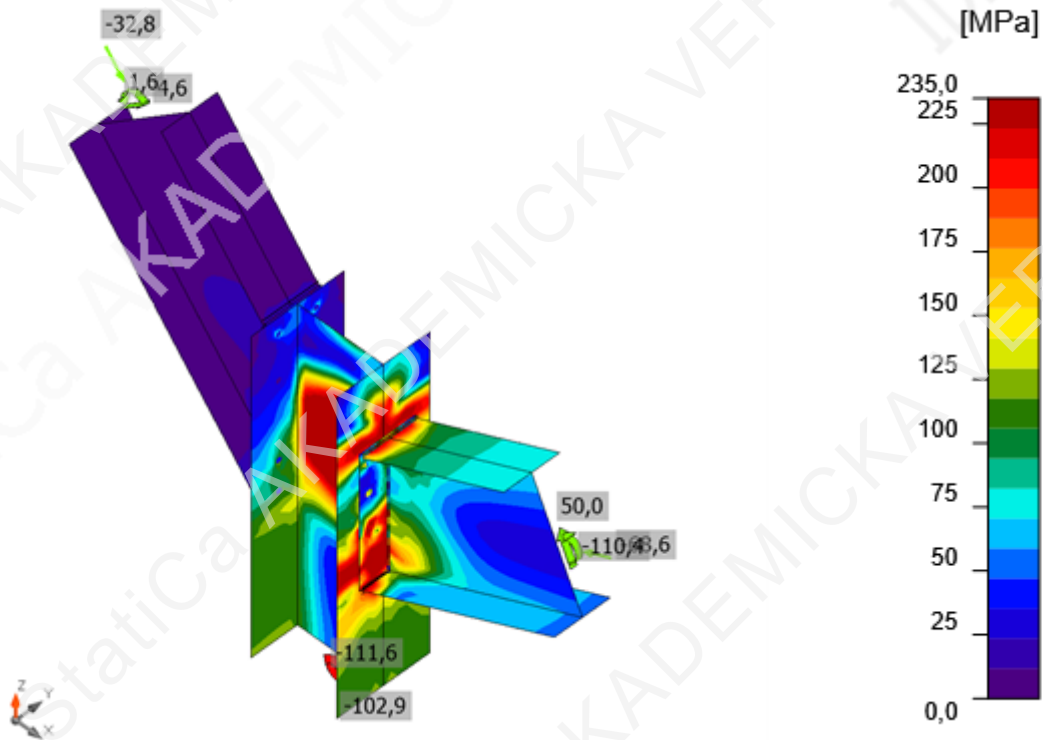
Souhrnný posudek, LE3



Posudek přetvoření, LE3



Projekt:
 Číslo projektu:
 Autor:



Ekvivalentní napětí, LE3

Šrouby

Tvar	Položka	Třída	Zatížení	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	U_{t_t} [%]	U_{t_s} [%]	$U_{t_{ts}}$ [%]	Status
	B7	M20 8.8 - 1	LE1	59,6	8,5	116,9	42,2	9,0	39,2	OK
	B8	M20 8.8 - 1	LE1	59,7	8,5	116,9	42,3	9,0	39,2	OK
	B9	M20 8.8 - 1	LE3	93,6	4,6	199,9	66,4	4,8	52,2	OK
	B10	M20 8.8 - 1	LE3	93,4	4,6	199,5	66,2	4,9	52,1	OK
	B11	M20 8.8 - 1	LE1	31,5	9,9	170,8	22,3	10,6	26,5	OK
	B12	M20 8.8 - 1	LE1	31,4	9,9	170,8	22,3	10,6	26,5	OK
	B13	M20 8.8 - 1	LE3	118,7	5,4	187,4	84,1	5,8	65,8	OK
	B14	M20 8.8 - 1	LE3	118,5	5,5	186,7	84,0	5,9	65,9	OK
	B21	M16 8.8 - 2	LE2	15,1	0,6	150,7	16,7	1,0	12,9	OK
	B22	M16 8.8 - 2	LE2	15,1	0,6	150,6	16,7	1,1	13,0	OK
	B23	M16 8.8 - 2	LE1	13,1	4,7	161,3	14,4	7,8	18,1	OK
	B24	M16 8.8 - 2	LE1	12,9	4,7	161,3	14,3	7,8	18,0	OK
	B25	M16 8.8 - 2	LE1	5,1	6,8	161,3	5,6	11,3	15,3	OK
	B26	M16 8.8 - 2	LE1	5,1	6,8	161,3	5,7	11,3	15,4	OK
	B27	M16 8.8 - 2	LE1	17,7	3,5	161,3	19,5	5,8	19,7	OK
	B28	M16 8.8 - 2	LE1	17,7	3,5	161,3	19,6	5,7	19,7	OK

Projekt:
Číslo projektu:
Autor:

Návrhová data

Třída	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M20 8.8 - 1	141,1	241,4	94,1
M16 8.8 - 2	90,4	192,9	60,3

Vysvětlení symbolů

$F_{t,Ed}$	Tahová síla
$F_{v,Ed}$	Výslednice smykových sil ve šroubu Vy a Vz v rovinách smyku
$F_{b,Rd}$	Únosnost plechu v otláčení podle EN 1993-1-8 tabulka 3.4
U_{t_t}	Využití v tahu
U_{t_s}	Využití ve smyku
U_{t_s}	Interakce tahu a smyku podle EN 1993-1-8 tabulka 3.4
$F_{t,Rd}$	Tahová únosnost šroubu EN 1993-1-8 tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Únosnost v protlačení EN 1993-1-8 tabulka 3.4
$F_{v,Rd}$	Únosnost šroubu ve stříhu EN 1993-1-8 tabulka 3.4

Svary

Položka	Hrana	T_w [mm]	L [mm]	Zatížení	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{pl} [%]	σ_{\perp} [MPa]	τ_{\parallel} [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	Ut [%]	U_{t_c} [%]	Status
EP1	B-bfl 1	▲ 5,0 ▼	180	LE3	305,3	0,0	195,1	-100,7	90,8	70,1	58,8	OK
		▲ 5,0 ▼	179	LE3	230,3	0,0	-33,0	-122,6	47,8	52,9	41,8	OK
EP1	B-tfl 1	▲ 5,0 ▼	179	LE3	355,7	2,0	-216,5	24,5	-161,1	81,7	68,1	OK
		▲ 5,0 ▼	179	LE3	353,4	0,4	-152,6	-50,7	176,9	81,1	41,3	OK
EP1	B-w 1	▲ 5,0 ▼	426	LE3	353,5	0,5	-160,9	86,3	-159,9	81,2	32,5	OK
		▲ 5,0 ▼	426	LE3	353,5	0,5	-159,2	-86,7	160,3	81,2	33,1	OK
ČD2	M3-bfl 1	▲ 5,0 ▼	179	LE2	111,4	0,0	-25,4	-13,6	-61,1	30,9	16,4	OK
		▲ 5,0 ▼	179	LE2	57,7	0,0	-24,0	13,2	27,2	16,0	8,3	OK
ČD2	M3-tfl 1	▲ 5,0 ▼	179	LE1	197,0	0,0	-56,8	-35,2	-103,0	54,7	30,4	OK
		▲ 5,0 ▼	179	LE1	111,0	0,0	-42,4	-20,2	55,7	30,8	14,7	OK
ČD2	M3-w 1	▲ 4,0 ▼	599	LE3	69,8	0,0	-35,0	1,1	-34,9	19,4	9,0	OK
		▲ 4,0 ▼	599	LE3	69,8	0,0	-34,8	-1,0	34,9	19,4	9,0	OK

Návrhová data

Materiál	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9σ [MPa]
S 355	0,90	435,6	352,8

Projekt:

Číslo projektu:

Autor:

Vysvětlení symbolů

T_w	Tloušťka svaru a
L	Délka
$\sigma_{w,Ed}$	Ekvivalentní napětí
ϵ_{pl}	Přetvoření
σ_{\perp}	Kolmé napětí
$T_{ }$	Smykové napětí rovnoběžné s osou svaru
T_{\perp}	Smykové napětí kolmé k ose svaru
Ut	Využití
Ut _c	Využití únosnosti svaru
β_w	Korelační součinitel EN 1993-1-8 tabulka 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Únosnost na srovnávací napětí
0.9 σ	Únosnost na kolmé napětí - 0.9*fu/γM2
▲	Koutový svar

Boulení

Analýza boulení nebyla provedena.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
ZAHRADNÍ CENTRUM PLANTEX
GARDEN CENTER PLANTEX

2023

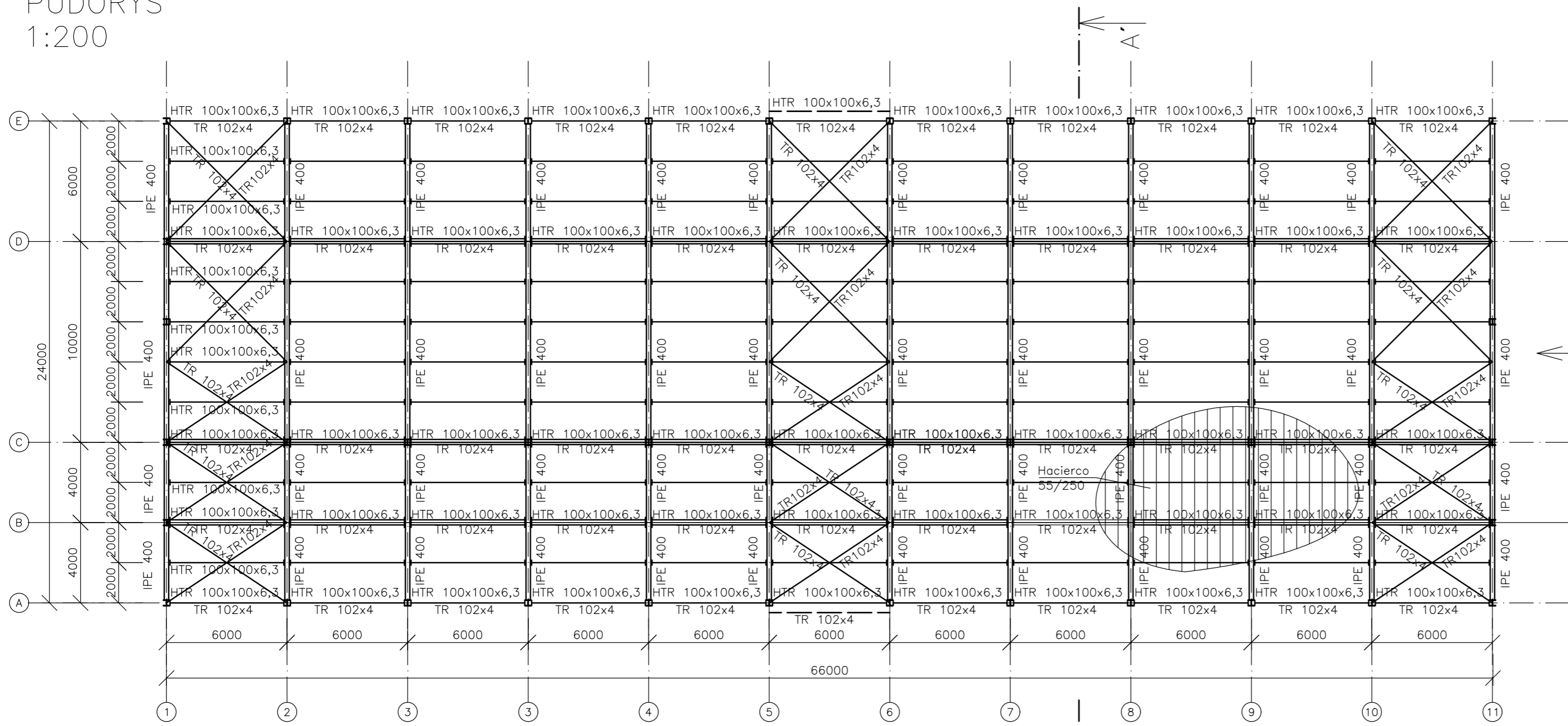
VÝKRESOVÁ ČÁST

Autor: Hanna Siarko
Vedoucí práce: Ing. Matyáš Kožich

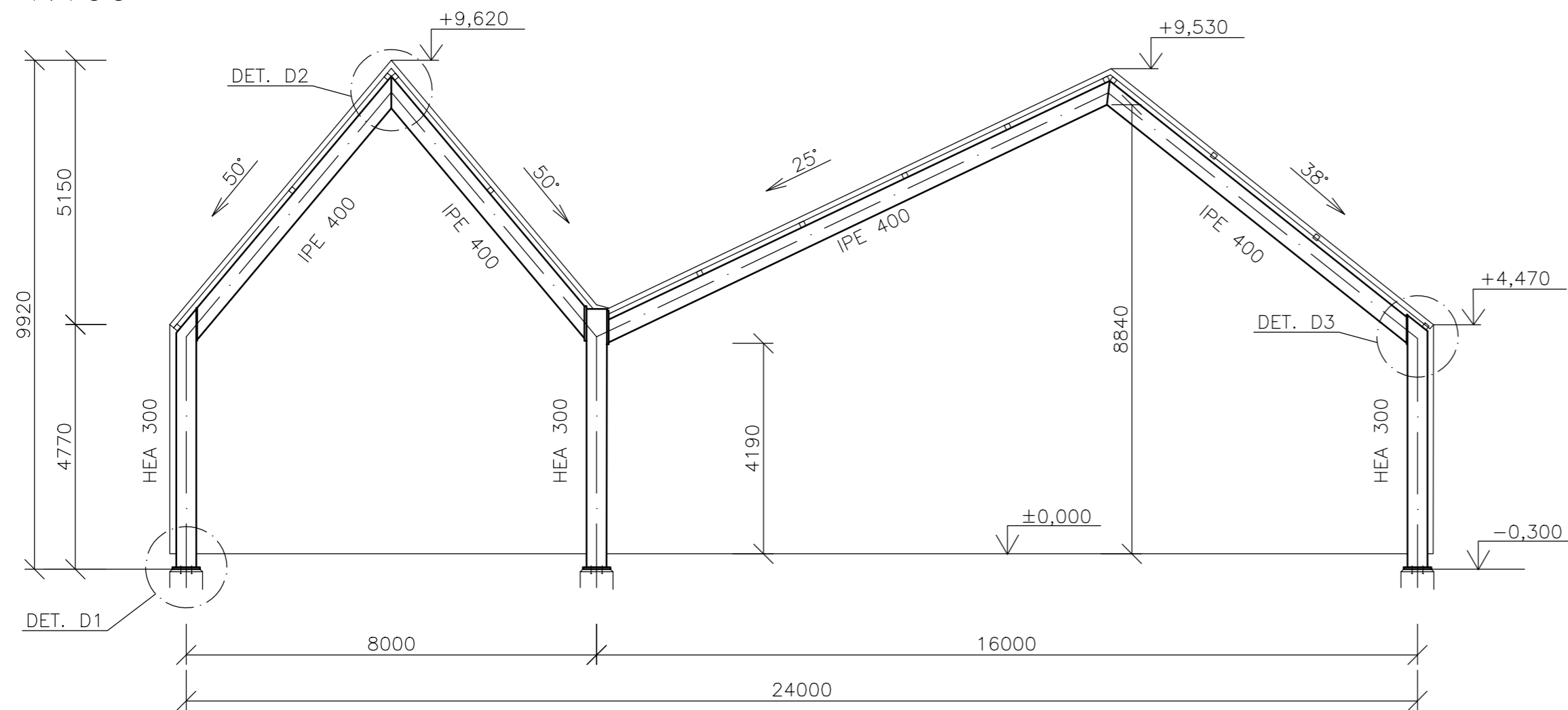
Obsah:

1. Dispoziční výkresy – půdorys, řez A-A', pohled na štítovou stěnu – 1:200, 1:100
2. Detaily – 1:10

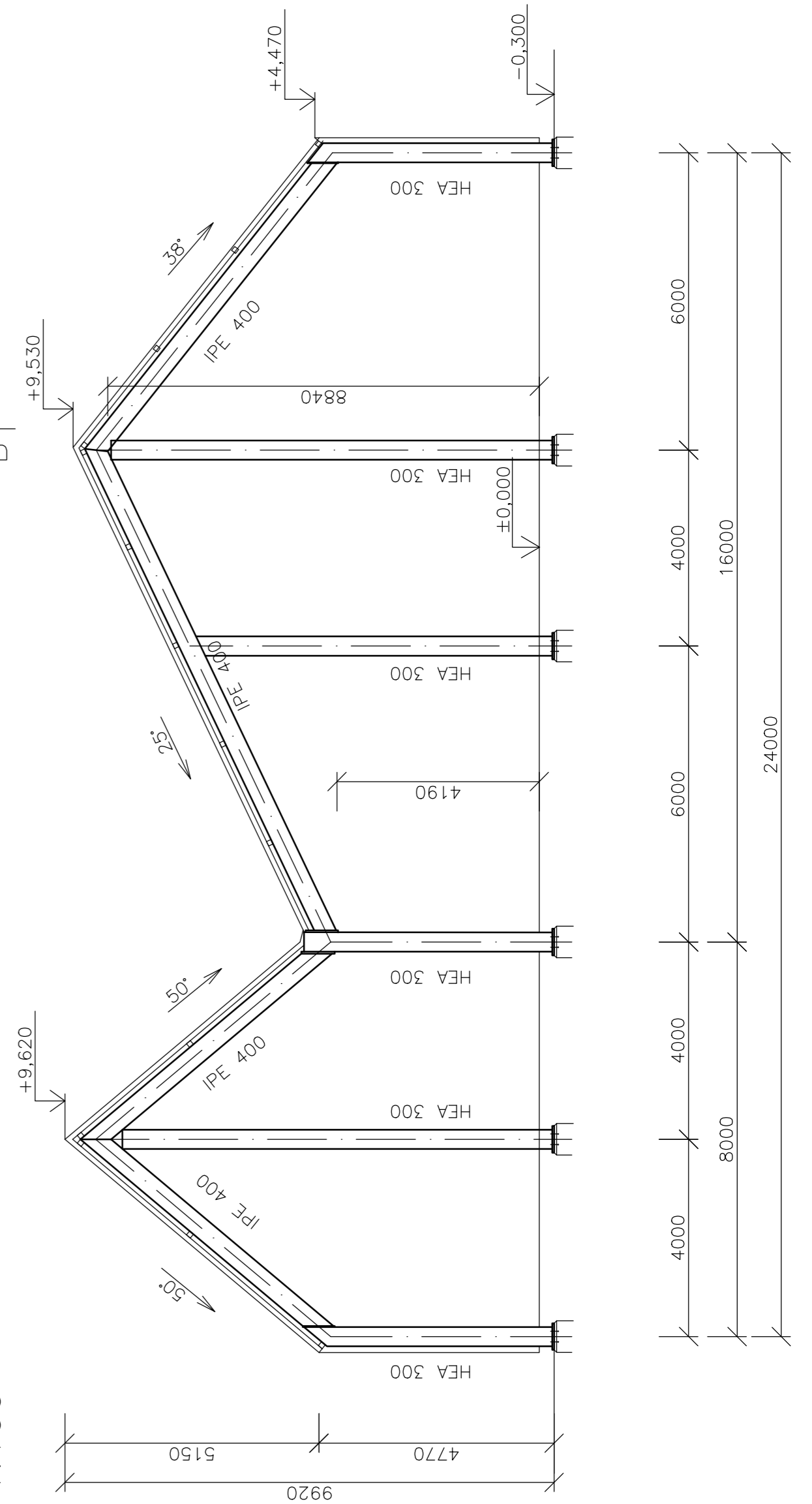
PŮDORYS
1:200



ŘEZ A-A'
1:100



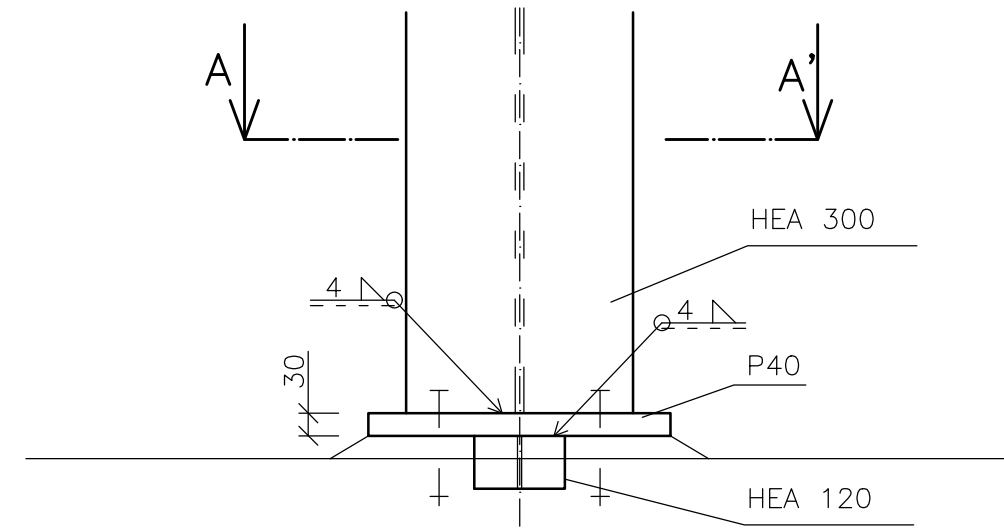
POHLED B
1:100



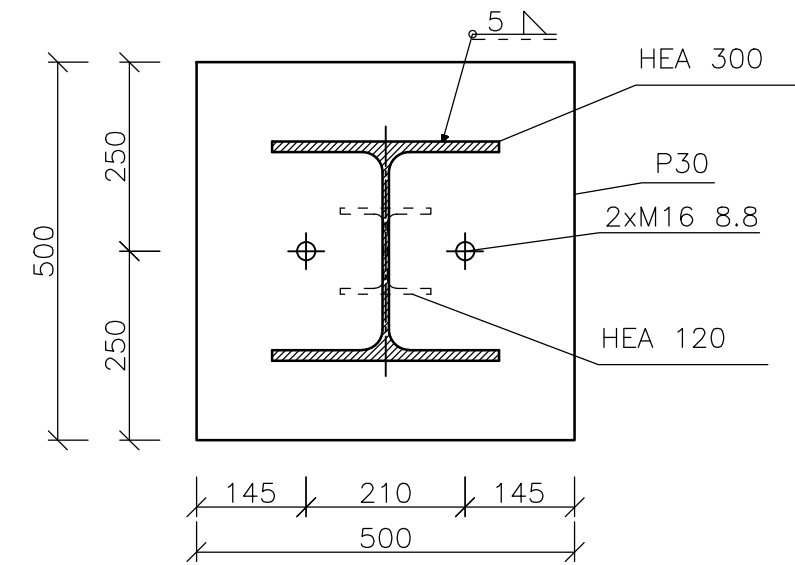
OCEL: S235 JR
S355 JR – SVÁRY
BETON: C16/20
TŘÍDA PŘEVODNÍ: EXC2

OBOR	VYUČJÍCÍ	JMENO STUDENTA	
C	Ing. Matyáš Kožich	HANNA SIARKO	
ROČNÍK			
4.			
PŘEDMĚT :			FORMÁT
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			A2
			MĚŘÍTKO
			1:200, 1:100
			DATUM
			Č. VÝKR.
OBSAH :			1
HALA – PŮDORYS, ŘEZ A-A', POHLED B			

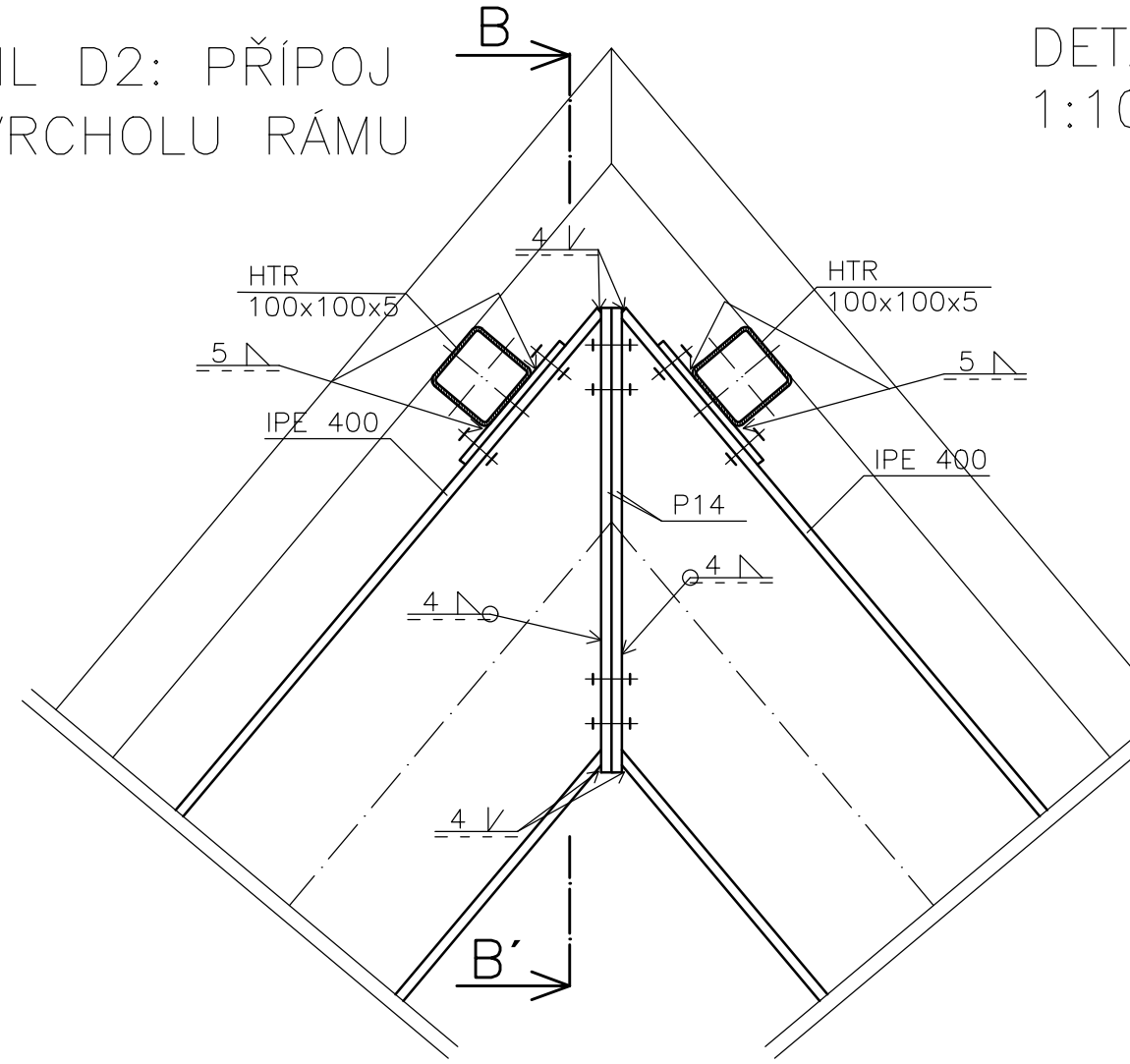
DETAIL D1: PATKA
BĚŽNÉHO SLOUPU
1:10



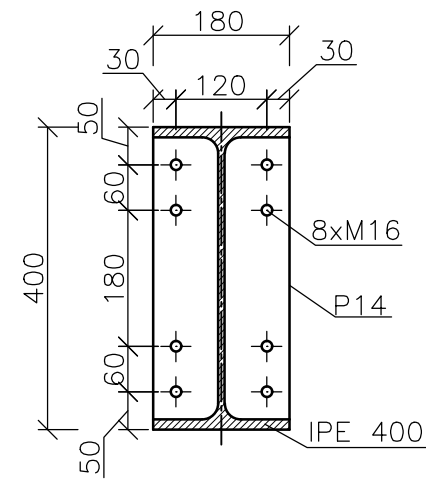
ŘEZ A-A'
1:10



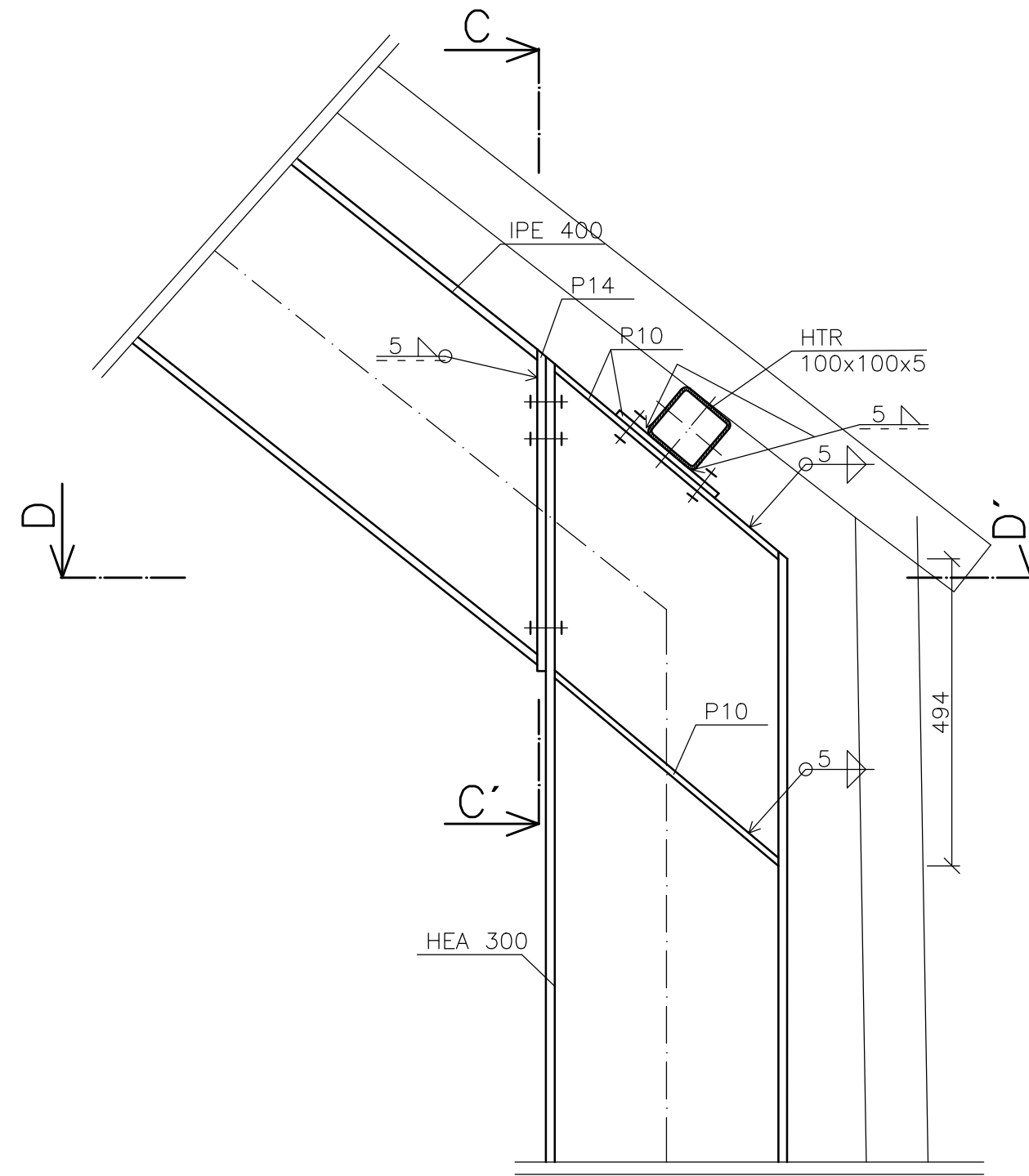
DETAIL D2: PŘÍPOJ
VE VRCHOLU RÁMU
1:10



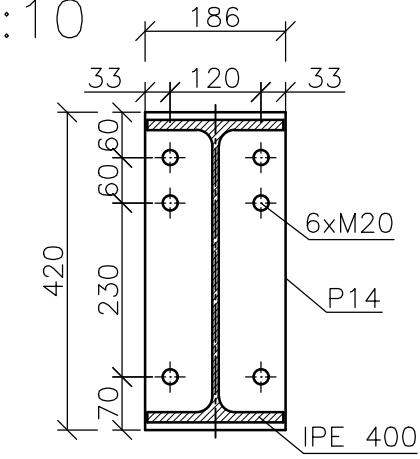
ŘEZ B-B'
1:10



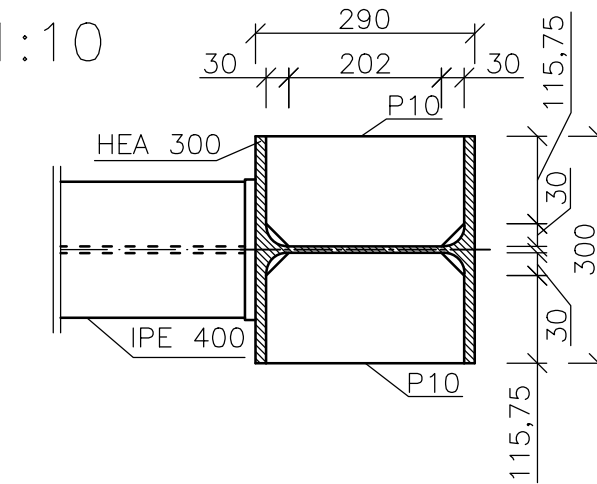
DETAIL D2: RÁMOVÝ ROH
1:10



ŘEZ C-C'
1:10



ŘEZ D-D'
1:10



OCEL: S235 JR
S355 JR - SVÁRY
BETON: C16/20
TRÍDA PROVEDENÍ: EXC2

OBOR	VYUČUJÍCÍ	JMÉNO STUDENTA		
C	Ing. Matyáš	HANNA		
ROČNÍK	Kožich	SIARKO		
4.				
PŘEDMĚT :				
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			FORMÁT	-
			MĚŘÍTKO	1:10
			DATUM	
OBSAH : HALA - DETAILS D1, D2, D3			Č. VÝKR.	2