



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Jeřábová hala ve Zbuzanech u Prahy

Crane hall Zbuzany near Prague

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Jakub Fribert

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

Praha, 2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Fribert Jméno: Jakub Osobní číslo: 458575
Zadávající katedra: Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí
Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Truck servis
Název diplomové práce anglicky: Truck service

Pokyny pro vypracování:

Návrh a posouzení nosné ocelové konstrukce haly se zázemím pro truck servis - zpracování statického výpočtu hlavních prvků nosné konstrukce haly s jeřábem a konstrukce zázemí včetně posouzení významných detailů, zpracování výkresové dokumentace - dispoziční výkresy v měřítku 1:100 a 1:200, výkresy řešených detailů 1:10, technická zpráva.

Seznam doporučené literatury:

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 21.9.2020 Termín odevzdání diplomové práce: 4.1.2021
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové 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“.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Jeřábová hala ve Zbuzanech u Prahy** zpracoval(a) samostatně za použití uvedené literatury a pramenů.

Dále prohlašuji, že nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne

.....

Jméno Příjmení

Poděkování:

Děkuji docentce Eliášové za její odborné vedení a užitečné rady při zpracování diplomové práce. Dále pak za všechny zbylé rady ať už v rámci studií nebo života. Děkuji!

Anotace:

Tématem diplomové práce je statické a konstrukční řešení ocelové jeřábové haly ve Zbuzanech u Prahy. Výsledná varianta konstrukčního řešení ocelové konstrukce byla vybrána na základě posouzení předběžných variant. Pro vybrané řešení bylo stanoveno zatížení, které bylo použito při výpočtu vnitřních sil za použití komplexního třírozměrného a menšího dvourozměrného modelu. Na tyto vnitřní síly byla konstrukce pro rozhodující kombinace zatížení navržena a posouzena včetně významných detailů. Statický výpočet byl doplněn výkresovou dokumentací a technickou zprávou.

Klíčová slova:

Dvoulodní hala, jeřábová dráha, rámová konstrukce, příhradový vazník, prostorové ztužení

Annotation:

The subject of the dissertation is static and structural design of steel crane hall in Zbuzany near Prague. The final design variant of steel structure was selected based on the assessment of preliminary variants. The load was determined for the selected solution, which was used in the calculation of internal forces using a complex three-dimensional and smaller two-dimensional model. Based on those forces in critical load combinations structure was designed and assessed including important details. The static calculation was supplemented by drawing documentation and a technical report.

Keywords:

Two-nave hall, crane track, frame construction, lattice truss, spatial stiffening

Obsah diplomové práce:

1) Výpočtová část

- a. Statický výpočet
- b. Příloha A ke statickému výpočtu: výstup z programu SPANer
- c. Příloha B ke statickému výpočtu: výstup z programu LTBeamN
- d. Příloha C – tabulky únosnosti výrobce tenkostěnných Z-profilů

2) Výkresová část

- a. Půdorys střechy 1:250
- b. Půdorys mezipatra 1:250
- c. Půdorys kotvení 1:250
- d. Příčné řezy a pohled 1:100
- e. Podélný řez a pohled 1:200
- f. Detaily 1-14 1:10

3) Textová část

- a. Technická zpráva

Diplomová práce

Statický výpočet

Návrh a posouzení jeřábové haly ve Zbuzanech u Prahy

Jakub Fribert
13.12.2020

Obsah

1. Úvod.....	3
2. Předběžné varianty řešení příčných vazeb.....	5
2.1. Předběžné stanovení zatížení	5
2.2. Dilatační celek 1 – varianta A – rámová dvoulodní hala (ceny).....	5
2.3. Dilatační celek 1 – varianta B – hala s kloubovým přístavkem	7
2.4. Dilatační celek 1 – varianta C – optimalizace var. A	10
2.5. Dilatační celek 2 – varianta D – rám s vetknutými sloupy	12
2.6. Dilatační celek 2 – varianta E – rám s kloubovými sloupy	15
2.7. Dilatační celek 2 – varianta F – příhradový vazník s vetknutými sloupy.....	17
2.8. Závěr	19
3. Statický výpočet – společná část.....	20
3.1. 3D schéma	20
3.2. Statické schéma	20
3.3. Materiálové řešení.....	21
3.4. Výpočet zatížení.....	21
4. Výpočet jeřábové dráhy	28
4.1. Charakteristiky jeřábu	28
4.2. Výpočet zatížení jeřábové dráhy	28
4.3. Posouzení jeřábové dráhy na MSÚ	37
4.4. Posouzení na MSP.....	46
4.5. Posouzení na únavu (FAT).....	49
5. Statický výpočet 1. dilatačního celku s vlivem JD	52
5.1. 3D schéma	52
5.2. Statické schéma příčné vazby – 2D	52
5.3. Výpočet zatížení.....	52
5.4. Přehled použitých kombinací.....	53
5.5. Výpočet vnitřních sil.....	54
5.6. Výpočet stabilitních součinitelů pro posudky.....	59
5.7. Posouzení na MSÚ	61
5.8. Deformace	83
5.9. Posouzení MSP.....	84
5.10. Návrh a posouzení detailů	84
6. Statický výpočet – 2. dilatační celek.....	111
6.1. Statické schéma	111
6.2. Výpočet vnitřních sil.....	111

6.3.	Výpočet stabilitních součinitelů pro posudky.....	113
6.4.	Posouzení na MSÚ	115
6.5.	Deformace	139
6.6.	Posouzení MSP.....	139

Příloha A: výstup z programu SPANer

Příloha B: výstup z programu LTBeamN

Příloha C: tabulky únosnosti výrobce tenkostěnných Z-profilů

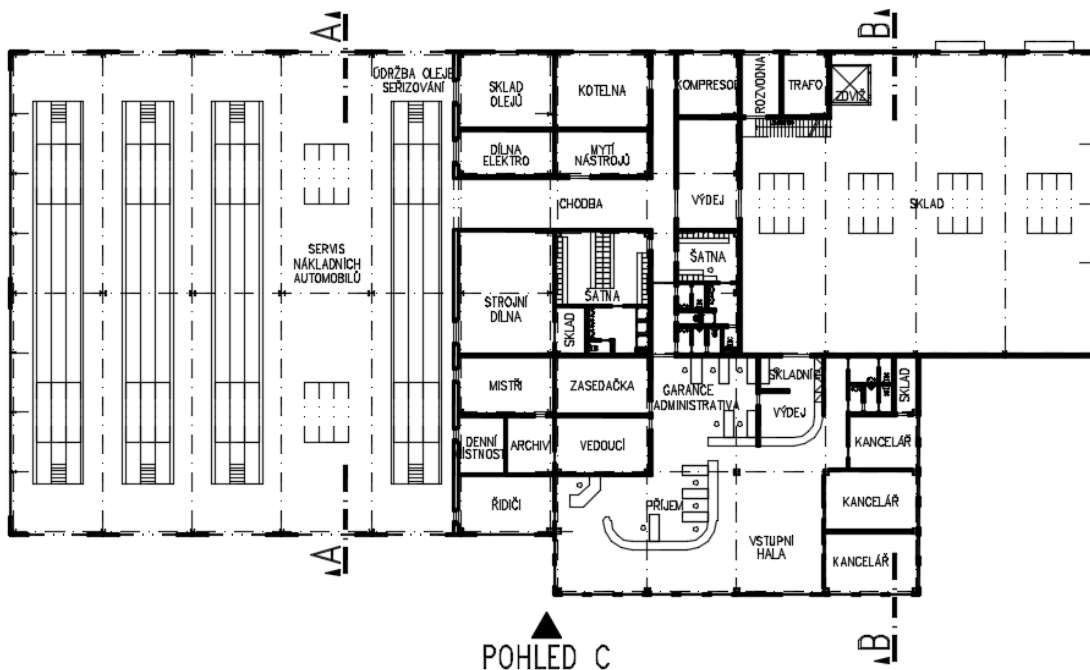
1. Úvod

Umístění

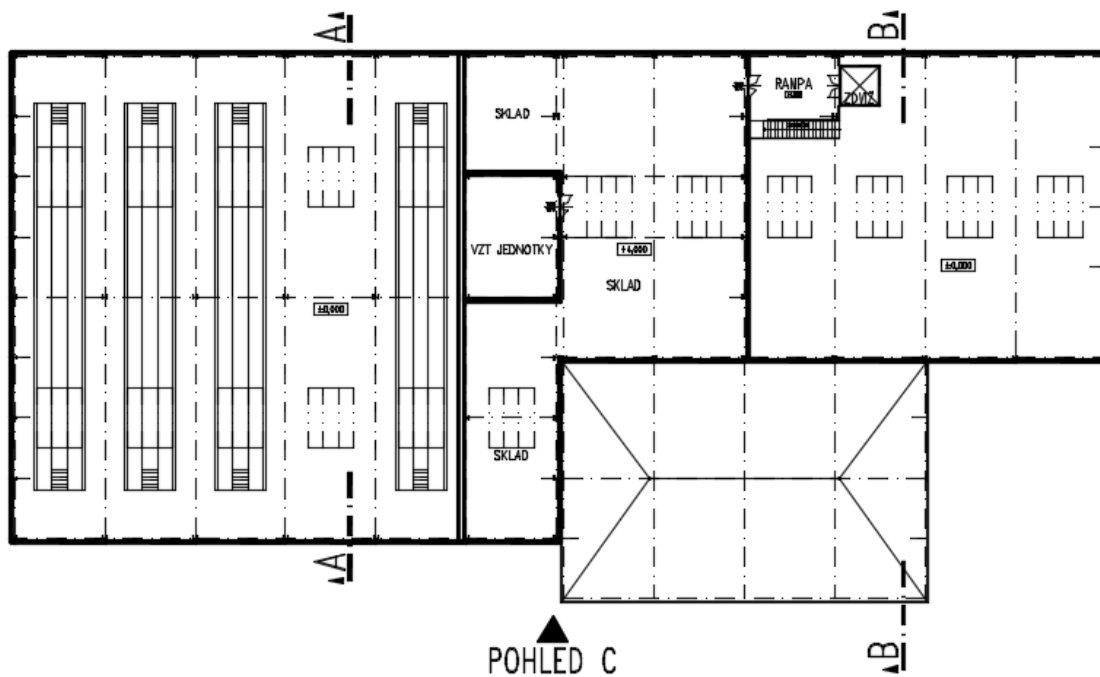
Objekt se nachází ve Zbuzanech u Prahy. Zbuzany spadají do I. sněhové oblasti a do II. větrné oblasti. Kategorie terénu odpovídá kategorii II (Oblasti s nízkou vegetací jako je tráva a s izolovanými překážkami (stromy, budovy), jejichž vzdálenost je větší než 20násobek výšky překážek). Objekt je rozdělen do dvou dilatačních celků, které jsou znázorněny ve schématu objektu. Výpočet jednotlivých dilatačních celků bude rozdělen do jednotlivých částí.

Schéma objektu

PŮDORYS 1NP



PŮDORYS 2.NP



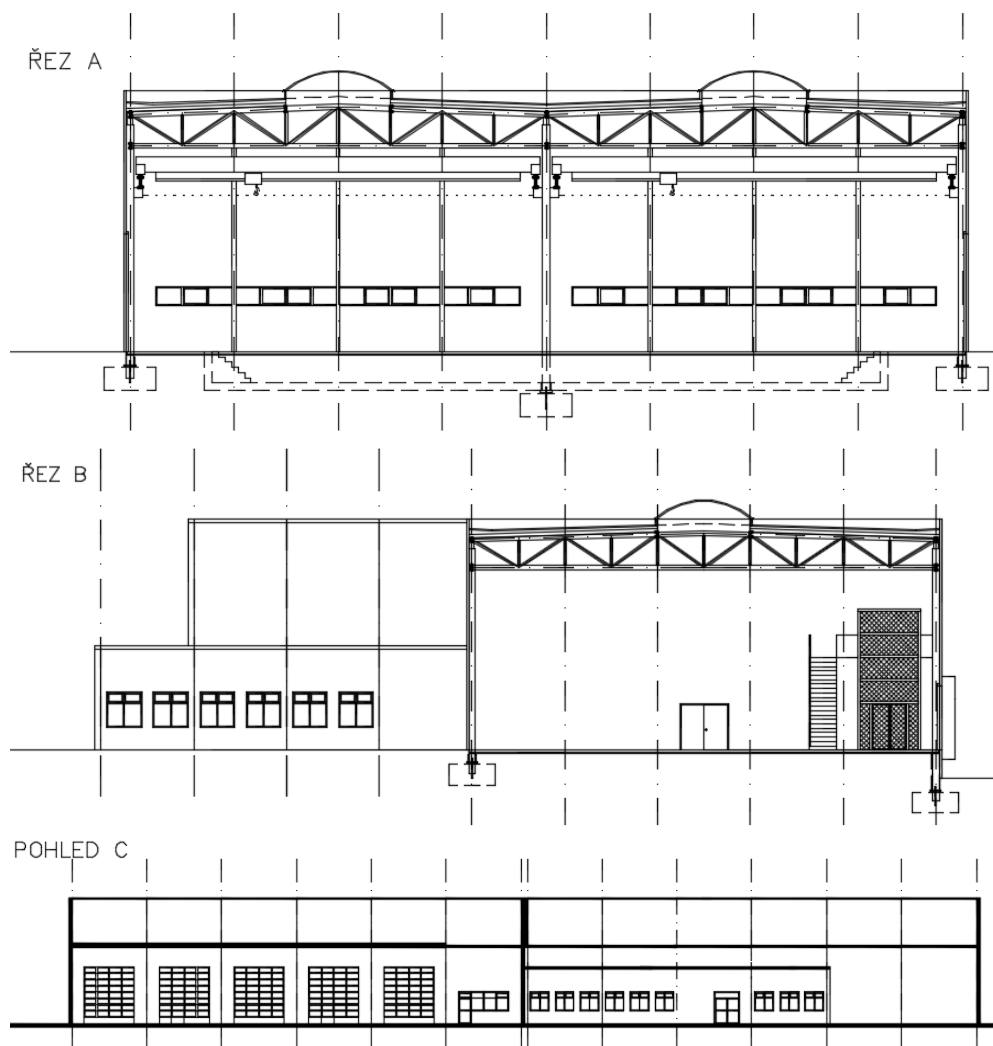
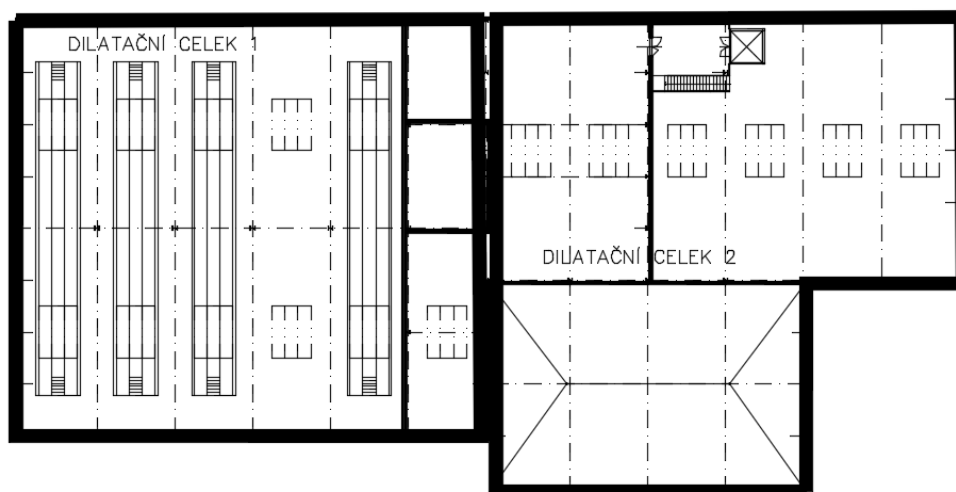


SCHÉMA ROZDĚLENÍ DO DILATAČNÍ CELKŮ



Technologické požadavky

Nosnost – 10 t. Tato nosnost je potřeba pro zvedání motorů nákladních automobilů při vyjímání z kapoty.

Jeřábová dráha bude umístěna do jedné z lodí dvoulodní haly.

Speciální umístění vrat pro zajištění vjezdu nákladních vozidel.

2. Předběžné varianty řešení příčných vazeb

2.1. Předběžné stanovení zatížení

Svislé zatížení

Uvažováno stálé zatížení pláště, sněhové zatížení, tlakové zatížení od větru a vlastní tíha konstrukce.

	NÁZEV	CHARAKTERISTICKÉ HODNOTY							NÁVRHOVÉ HODNOTY			
		OBJEM. (kN/m ³)	t (m)	PLOŠ. (kN/m ²)	b (m)	LIN. (kN/m)	l (m)	BOD. (kN)	γ _F	PLOŠ. (kN/m ²)	LIN. (kN/m)	BOD. (kN)
STÁLÉ	plášť	-	-	0,50	6,000	3,00	32,000	96,00	1,35	0,68	4,05	129,60
	vítr	-	-	0,15	6,000	0,90	32,000	28,80	1,50	0,23	1,35	43,20
PROMĚNNÉ	sníh	-	-	1,00	6,000	6,00	32,000	192,00	1,50	1,50	9,00	288,00
SUMA				1,65		9,90		316,80		2,40	14,40	460,80

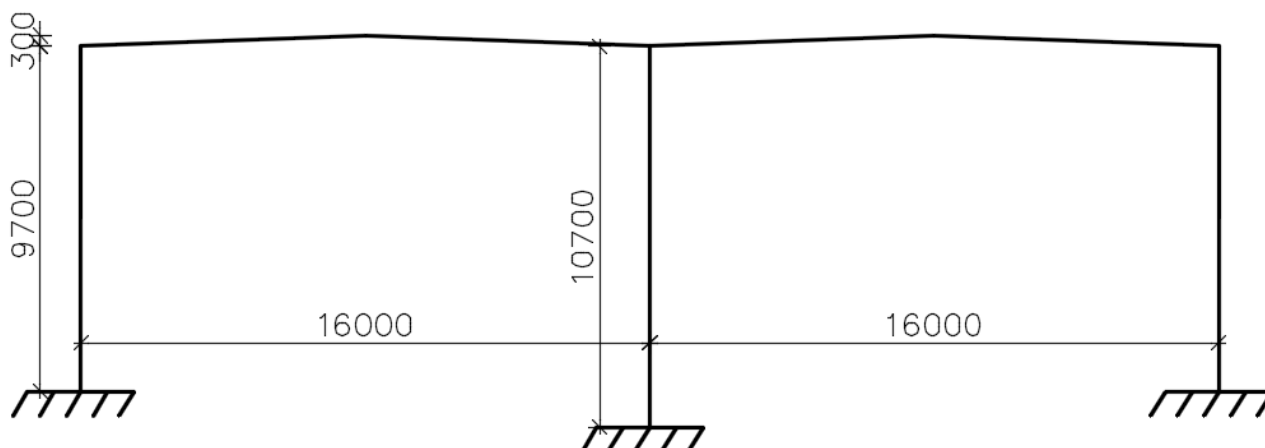
Vodorovné zatížení

Uvažováno příčné zatížení od větru.

	NÁZEV	CHARAKTERISTICKÉ HODNOTY							NÁVRHOVÉ HODNOTY			
		OBJEM. (kN/m ³)	t (m)	PLOŠ. (kN/m ²)	b (m)	LIN. (kN/m)	l (m)	BOD. (kN)	γ _F	PLOŠ. (kN/m ²)	LIN. (kN/m)	BOD. (kN)
PROMĚNNÉ	vítr	-	-	0,50	6,000	3,00	9,700	29,10	1,50	0,75	4,50	43,65

2.2. Dilatační celek 1 – varianta A – rámová dvoulodní hala (ceny)

Statické schéma



Průběhy vnitřních sil a deformace

1D vnitřní síly

Hodnoty: N

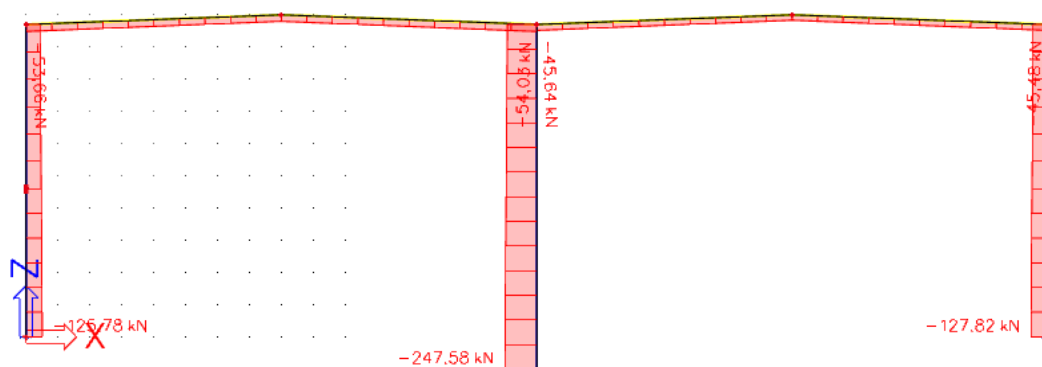
Lineární výpočet

Kombinace: MSU_max

Souřadný systém: Dílec

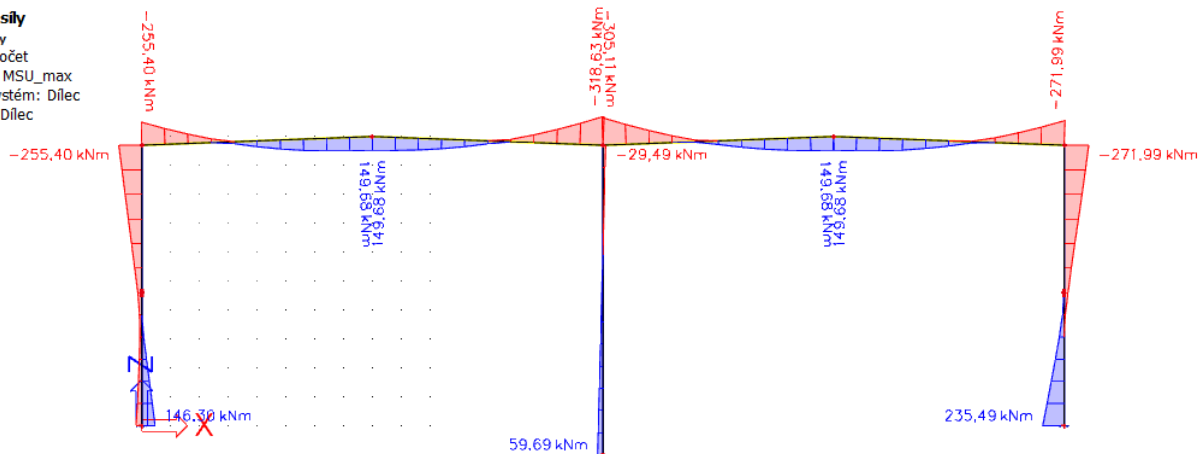
Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



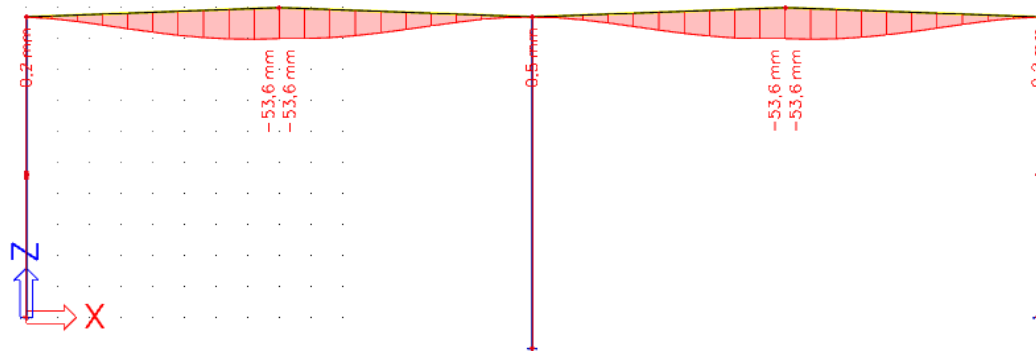
1D vnitřní síly

Hodnoty: M_y
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU_max
 Souřadný systém: Dílec
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: Vše



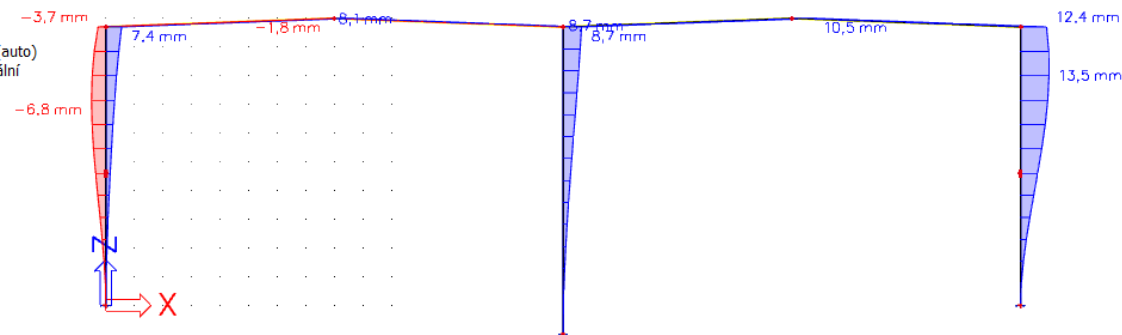
1D deformace

Hodnoty: u_z
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSP-Char (auto)
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: Vše



1D deformace

Hodnoty: u_x
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSP-Char (auto)
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: Vše



Předběžný posudek

Následující výpočty jsou pouze orientační, součinitele vzpěru a klopení jsou pouze odhadovány a ve skutečnosti se mohou značně lišit. Předpokládána ocel S355.

Sloup – namáhán kombinací tlaku a ohybu, profil HEA 450

$$N_{RD} = \chi_Y \cdot A \cdot f_y = 0,3 \cdot 17\,800 \cdot 355 / 10^3 = 1\,896 \text{ kN}$$

$$M_{RD} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y = 0,7 \cdot 3\,216 \cdot 355 / 10^3 = 799 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} / N_{RD} + M_{ED} / M_{RD} = 128 / 1\,896 + 319 / 799 = 0,47 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Nosník – namáhán kombinací tlaku a ohybu, profil IPE 360

$$N_{RD} = \chi_Y * A * f_y = 0,4 * 7\,273 * 355 / 10^3 = 1\,033 \text{ kN}$$

$$M_{RD} = \chi_{LT} * W_{pl,y} * f_y = 0,8 * 1\,019 * 355 / 10^3 = 289 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} / N_{RD} + M_{ED} / M_{RD} = 54 / 1\,033 + 272 / 913 = 0,37 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Průhyb svislý} - 53,6 < 16\,000 / 250 = 64 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Průhyb vodorovný} - 12,4 < 9\,700 / 150 = 64,7 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Průhyb vodorovný JD} - 13,5 < 6\,700 / 400 = 16,75 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Cenový odhad

IPE 360 – 32 m; cena za bm cca. 1 200 Kč/m => 38 400 Kč

HEA 450 – 30 m; cena za bm cca. 3 200 Kč/m => 96 000 Kč

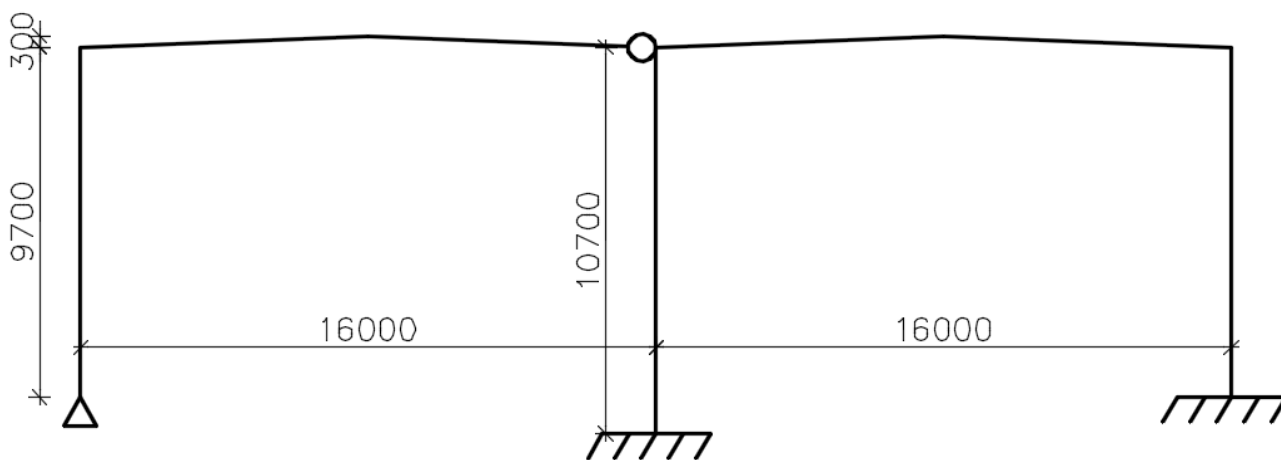
Přídavek na montážní spoje – 15 % = 20 200 Kč

Cena patek – 3x vetknutá – 3x35 000 = 105 000 Kč

Cena celkem – **260 000 Kč** za jednu příčnou vazbu

2.3. Dilatační celek 1 – varianta B – hala s kloubovým přístavkem

Statické schéma



Průběhy vnitřních sil a deformace

1D vnitřní síly

Hodnoty: **N**

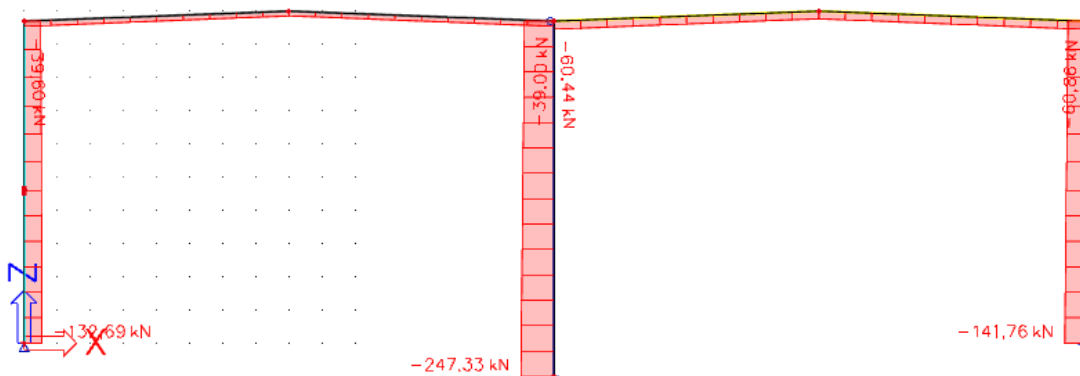
Lineární výpočet

Kombinace: MSU_max

Souřadný systém: Dílec

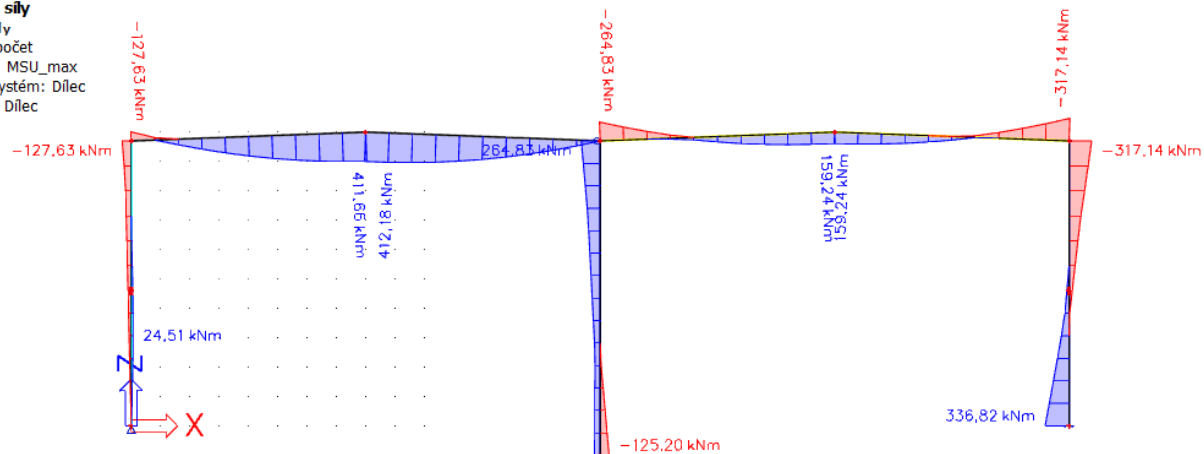
Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



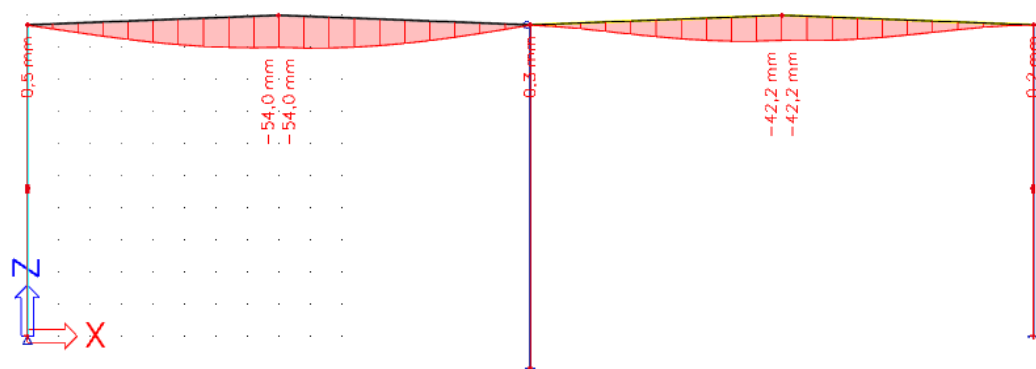
1D vnitřní síly

Hodnoty: M_y
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU_max
 Souřadný systém: Dílec
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: Vše



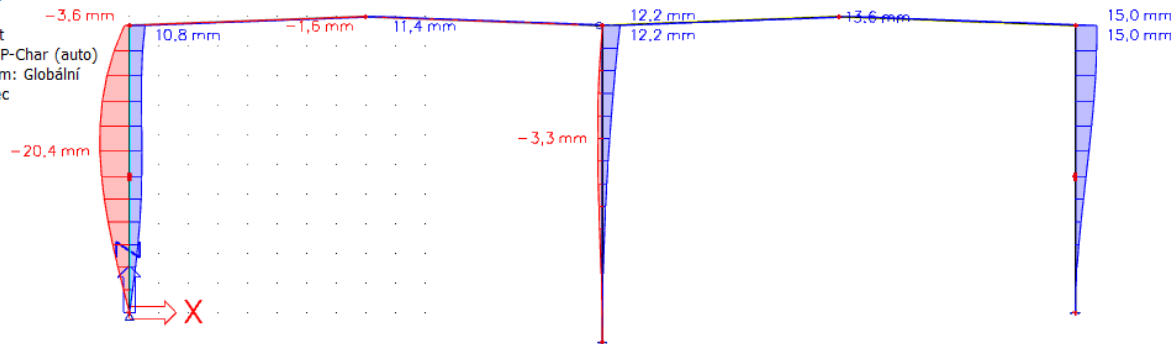
1D deformace

Hodnoty: u_z
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSP-Char (auto)
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: Vše



1D deformace

Hodnoty: u_x
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSP-Char (auto)
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: Vše



Předběžný posudek

Následující výpočty jsou pouze orientační, součinitele vzpěru a klopení jsou pouze odhadovány a ve skutečnosti se mohou značně lišit. Předpokládána ocel S355.

Sloup hlavní – namáhán kombinací tlaku a ohybu, profil HEB 500

$$N_{RD} = \chi_y \cdot A \cdot f_y = 0,3 \cdot 23\,860 \cdot 355 / 10^3 = 2\,541 \text{ kN}$$

$$M_{RD} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y = 0,7 \cdot 4\,815 \cdot 355 / 10^3 = 1\,197 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} / N_{RD} + M_{ED} / M_{RD} = 142 / 1\,896 + 317 / 1\,197 = 0,34 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Nosník vpravo – namáhán kombinací tlaku a ohybu, profil IPE 400

$$N_{RD} = \chi_Y * A * f_y = 0,4 * 8\,446 * 355 / 10^3 = 1\,200 \text{ kN}$$

$$M_{RD} = \chi_{LT} * w_{pl,y} * f_y = 0,8 * 1\,307 * 355 / 10^3 = 371 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} / N_{RD} + M_{ED} / M_{RD} = 60 / 1\,200 + 371 / 913 = 0,46 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Sloup přístavkový – namáhán kombinací tlaku a ohybu, profil HEA 280

$$N_{RD} = \chi_Y * A * f_y = 0,1 * 11\,250 * 355 / 10^3 = 345 \text{ kN}$$

$$M_{RD} = \chi_{LT} * w_y * f_y = 0,7 * 1013 * 355 / 10^3 = 252 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} / N_{RD} + M_{ED} / M_{RD} = 133 / 345 + 128 / 252 = 0,89 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Nosník vpravo – namáhán kombinací tlaku a ohybu, profil IPE 550

$$N_{RD} = \chi_Y * A * f_y = 0,7 * 13\,440 * 355 / 10^3 = 3\,340 \text{ kN}$$

$$M_{RD} = \chi_{LT} * w_{pl,y} * f_y = 0,9 * 2\,787 * 355 / 10^3 = 890 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} / N_{RD} + M_{ED} / M_{RD} = 40 / 3\,340 + 412 / 890 = 0,47 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Průhyb svislý} - 54,0 < 16\,000 / 250 = 64 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Průhyb vodorovný} - 15,0 < 9\,700 / 150 = 64,7 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Průhyb vodorovný JD} - 15,0 < 6\,700 / 400 = 16,75 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Cenový odhad

IPE 400 – 16 m; cena za bm cca. 1 350 Kč/m => 21 600 Kč

IPE 550 – 16 m; cena za bm cca. 2 350 Kč/m => 37 600 Kč

HEB 500 – 20 m; cena za bm cca. 4 150 Kč/m => 83 000 Kč

HEA 280 – 10 m; cena za bm cca. 1 550 Kč/m => 15 500 Kč

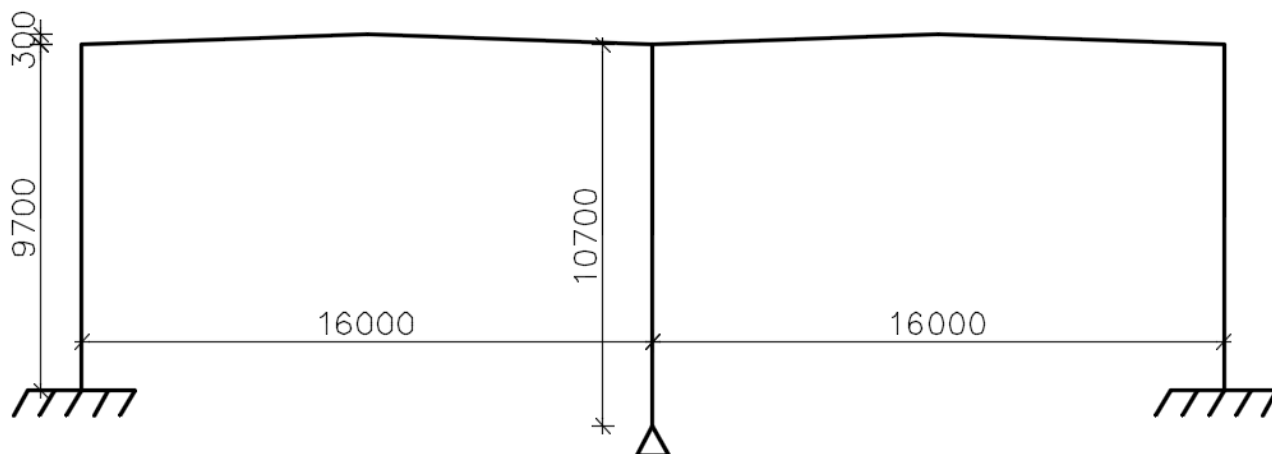
Přídavek na montážní spoje – 10 % = 15 770 Kč

Cena patek – 2x vetknutá, 1x kloubová – 2x35 000+1x5 000 = 75 000 Kč

Cena celkem – **248 000 Kč** za jednu příčnou vazbu

2.4. Dilatační celek 1 – varianta C – optimalizace var. A

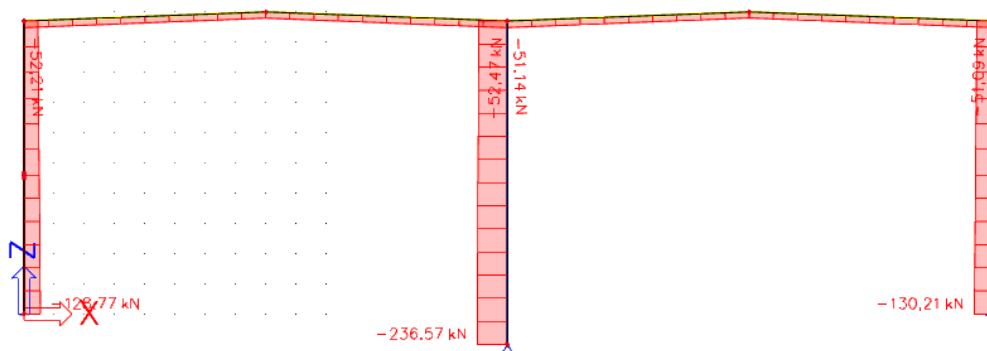
Statické schéma



Průběhy vnitřních sil a deformace

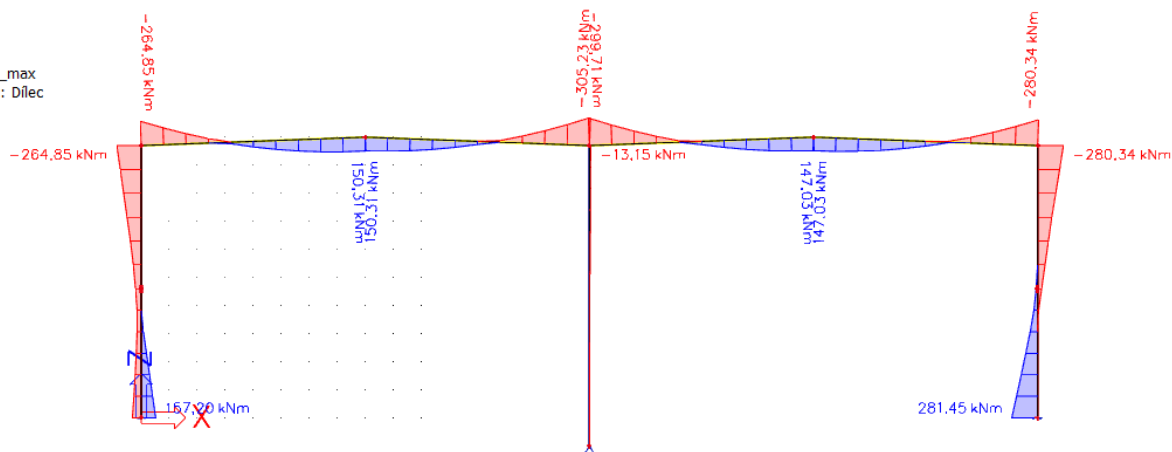
1D vnitřní síly

Hodnoty: **N**
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU_max
 Souřadný systém: Dílec
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: Vše



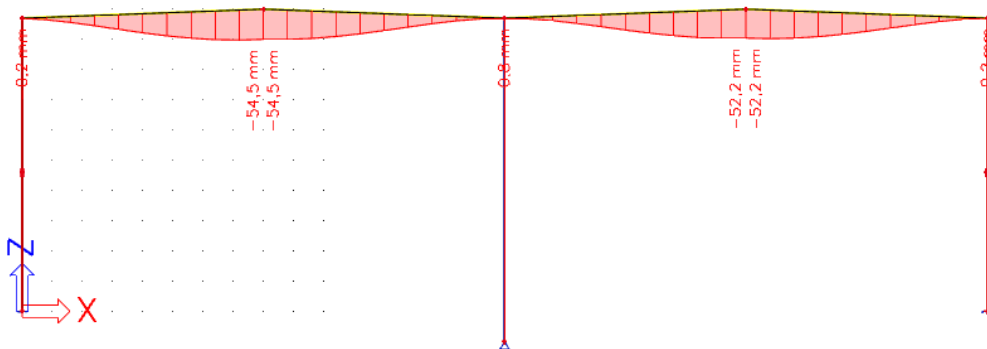
1D vnitřní síly

Hodnoty: **M_y**
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU_max
 Souřadný systém: Dílec
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: Vše



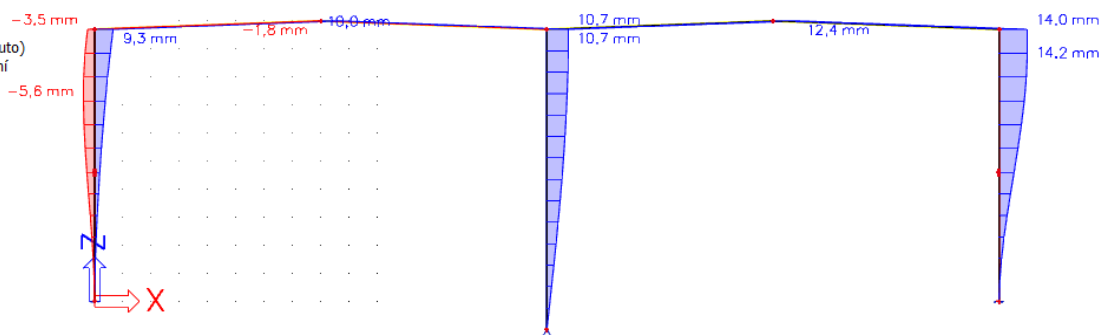
1D deformace

Hodnoty: u_z
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSP-Char (auto)
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: Vše



1D deformace

Hodnoty: u_x
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSP-Char (auto)
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: Vše



Předběžný posudek

Následující výpočty jsou pouze orientační, součinitele vzpěru a klopení jsou pouze odhadovány a ve skutečnosti se mohou značně lišit. Předpokládána ocel S355.

Sloup hlavní – namáhán kombinací tlaku a ohybu, profil HEA 500

$$N_{RD} = \chi_Y * A * f_y = 0,3 * 19\,750 * 355 / 10^3 = 2\,103 \text{ kN}$$

$$M_{RD} = \chi_{LT} * W_{pl,y} * f_y = 0,7 * 3\,949 * 355 / 10^3 = 989 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} / N_{RD} + M_{ED} / M_{RD} = 130 / 2\,103 + 280 / 989 = 0,34 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Nosník – namáhán kombinací tlaku a ohybu, profil IPE 360

$$N_{RD} = \chi_Y * A * f_y = 0,4 * 7\,273 * 355 / 10^3 = 1\,033 \text{ kN}$$

$$M_{RD} = \chi_{LT} * W_{pl,y} * f_y = 0,8 * 1\,019 * 355 / 10^3 = 289 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} / N_{RD} + M_{ED} / M_{RD} = 51 / 1\,033 + 280 / 913 = 0,36 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Sloup kloubový – namáhán kombinací tlaku a ohybu, profil HEA 280

$$N_{RD} = \chi_Y * A * f_y = 0,1 * 9\,726 * 355 / 10^3 = 345 \text{ kN}$$

$$M_{RD} = \chi_{LT} * W_{pl,y} * f_y = 0,7 * 1\,013 * 355 / 10^3 = 252 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} / N_{RD} + M_{ED} / M_{RD} = 237 / 345 + 13 / 252 = 0,74 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Průhyb svislý} - 54,5 < 16\,000 / 250 = 64 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Průhyb vodorovný} - 14,0 < 9\,700 / 150 = 64,7 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Průhyb vodorovný JD – $14,2 < 6 \cdot 700/400 = 16,75 \text{ mm}$ VYHOVUJE

Cenový odhad

IPE 360 – 16 m; cena za bm cca. 1 150 Kč/m => 18 400 Kč

HEA 500 – 20 m; cena za bm cca. 3 450 Kč/m => 69 000 Kč

HEA 280 – 10 m; cena za bm cca. 1 550 Kč/m => 15 500 Kč

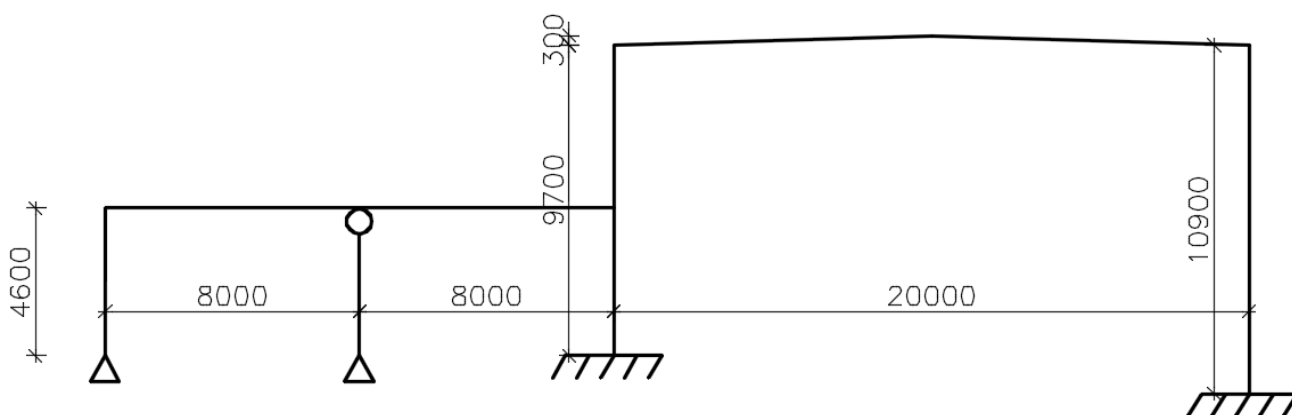
Přídavek na montážní spoje – 10 % = 10 290 Kč

Cena patek – 2x vetknutá, 1x kloubová – $2 \cdot 35\,000 + 1 \cdot 5\,000 = 75\,000 \text{ Kč}$

Cena celkem – **188 000 Kč** za jednu příčnou vazbu

2.5. Dilatační celek 2 – varianta D – rám s vetknutými sloupy

Statické schéma



Průběhy vnitřních sil a deformace

1D vnitřní síly

Hodnoty: **N**

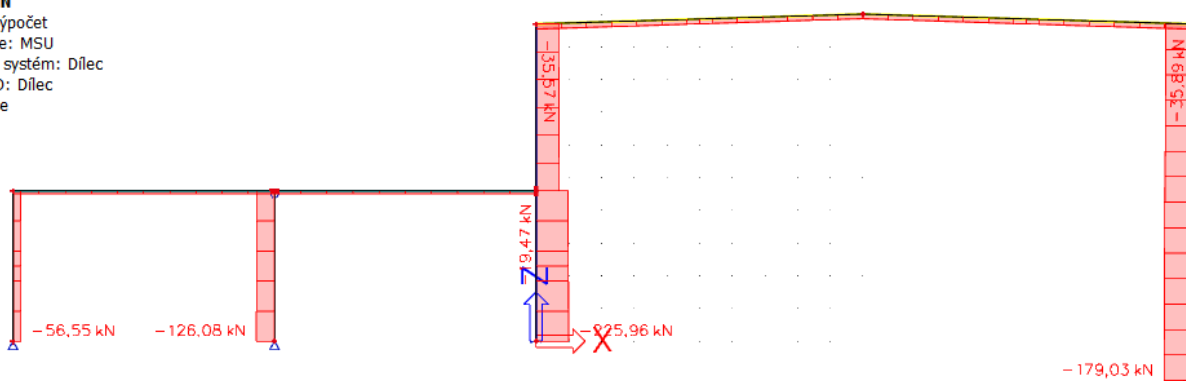
Lineární výpočet

Kombinace: MSU

Souřadný systém: Dílec

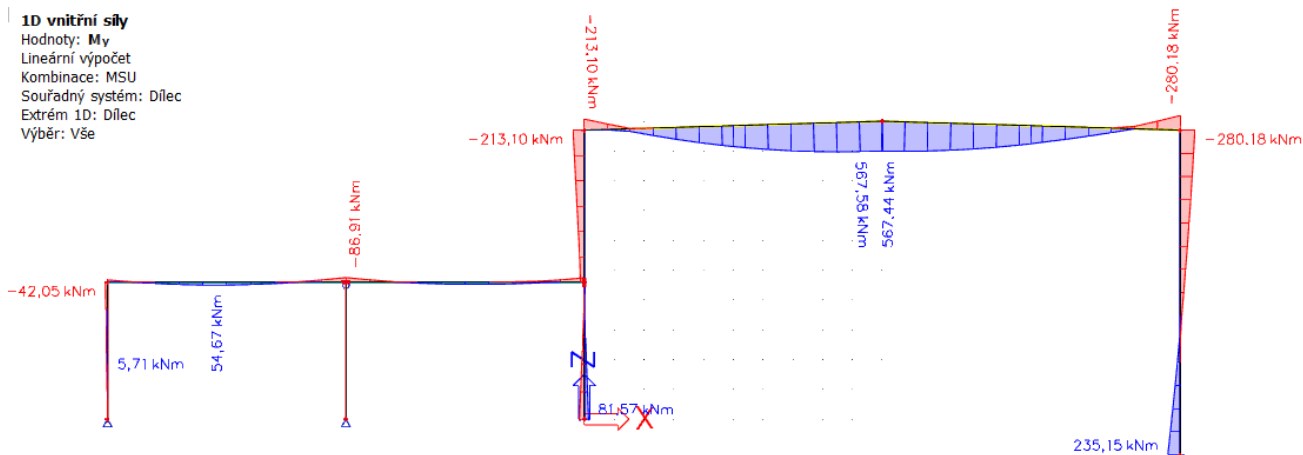
Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



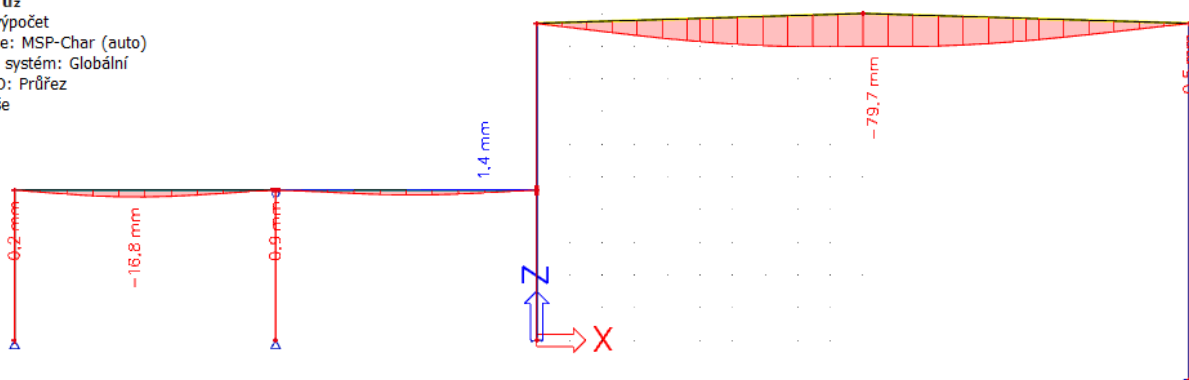
1D vnitřní síly

Hodnoty: M_y
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU
 Souřadný systém: Dílec
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: Vše



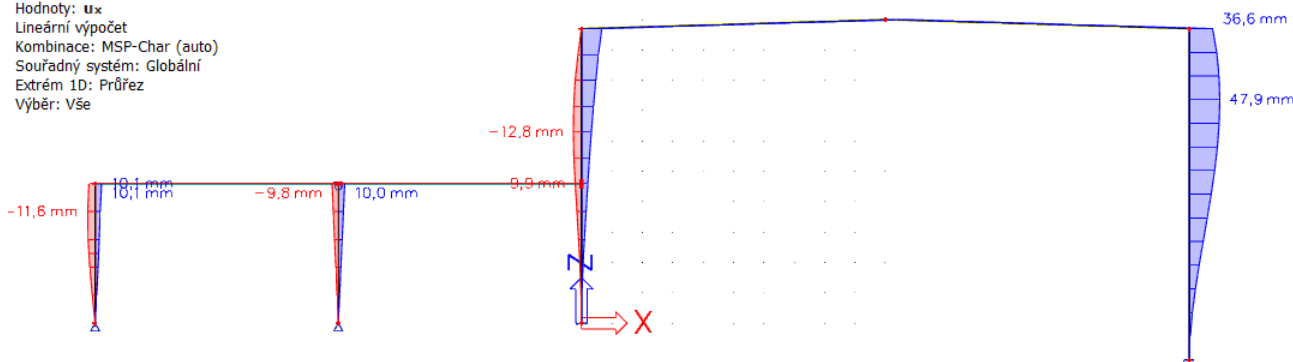
1D deformace

Hodnoty: u_z
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSP-Char (auto)
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: Vše



1D deformace

Hodnoty: u_x
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSP-Char (auto)
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: Vše



Předběžný posudek

Následující výpočty jsou pouze orientační, součinitele vzpěru a klopení jsou pouze odhadovány a ve skutečnosti se mohou značně lišit. Předpokládána ocel S355.

Sloup hlavní – namáhán kombinací tlaku a ohybu, profil HEA 340

$$N_{RD} = \chi_Y \cdot A \cdot f_y = 0,1 \cdot 13\,350 \cdot 355 / 10^3 = 474 \text{ kN}$$

$$M_{RD} = \chi_{LT} \cdot w_y \cdot f_y = 0,8 \cdot 1\,678 \cdot 355 / 10^3 = 477 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} / N_{RD} + M_{ED} / M_{RD} = 179 / 474 + 280 / 477 = 0,96 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Nosník – namáhán kombinací tlaku a ohybu, profil IPE 600

$$N_{RD} = \chi_Y \cdot A \cdot f_y = 0,6 \cdot 15\,600 \cdot 355 / 10^3 = 3\,323 \text{ kN}$$

$$M_{RD} = \chi_{LT} * w_{pl,y} * f_y = 0,9 * 3\,512 * 355 / 10^3 = 1\,122 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} / N_{RD} + M_{ED} / M_{RD} = 36 / 3\,323 + 568 / 1\,122 = 0,52 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Sloup přístavkový – namáhán kombinací tlaku a ohybu, profil HEA 200

$$N_{RD} = \chi_Y * A * f_y = 0,2 * 5\,383 * 355 / 10^3 = 382 \text{ kN}$$

$$M_{RD} = \chi_{LT} * w_y * f_y = 0,8 * 389 * 355 / 10^3 = 110 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} / N_{RD} + M_{ED} / M_{RD} = 57 / 382 + 42 / 110 = 0,53 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Kyvná stojka – namáhána osovým tlakem, profil HEA 120

$$N_{RD} = \chi_z * A * f_y = 0,2 * 2\,124 * 355 / 10^3 = 180 \text{ kN}$$

$$N_{ED} / N_{RD} = 126 / 180 = 0,70 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Nosník přístavkový – namáhán kombinací tlaku a ohybu, profil IPE 300

$$N_{RD} = \chi_Y * A * f_y = 0,7 * 5\,381 * 355 / 10^3 = 1\,337 \text{ kN}$$

$$M_{RD} = \chi_{LT} * w_{pl,y} * f_y = 0,6 * 628 * 355 / 10^3 = 134 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} / N_{RD} + M_{ED} / M_{RD} = 19 / 1\,337 + 87 / 134 = 0,66 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Průhyb svislý} - 79,7 < 20\,000 / 250 = 80 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Průhyb vodorovný} - 36,6 < 10\,900 / 150 = 72,7 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Průhyb vodor. přístavku} - 11,8 < 4\,600 / 150 = 30,7 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Průhyb svislý přístavku} - 16,8 < 8\,000 / 250 = 32 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Cenový odhad

IPE 600 – 20 m; cena za bm cca. 3 100 Kč/m => 62 000 Kč

IPE 300 – 16 m; cena za bm cca. 850 Kč/m => 13 600 Kč

HEA 340 – 20 m; cena za bm cca. 2 200 Kč/m => 44 000 Kč

HEA 200 – 5 m; cena za bm cca. 850 Kč/m => 4 300 Kč

HEA 120 – 5 m; cena za bm cca. 400 Kč/m => 2 000 Kč

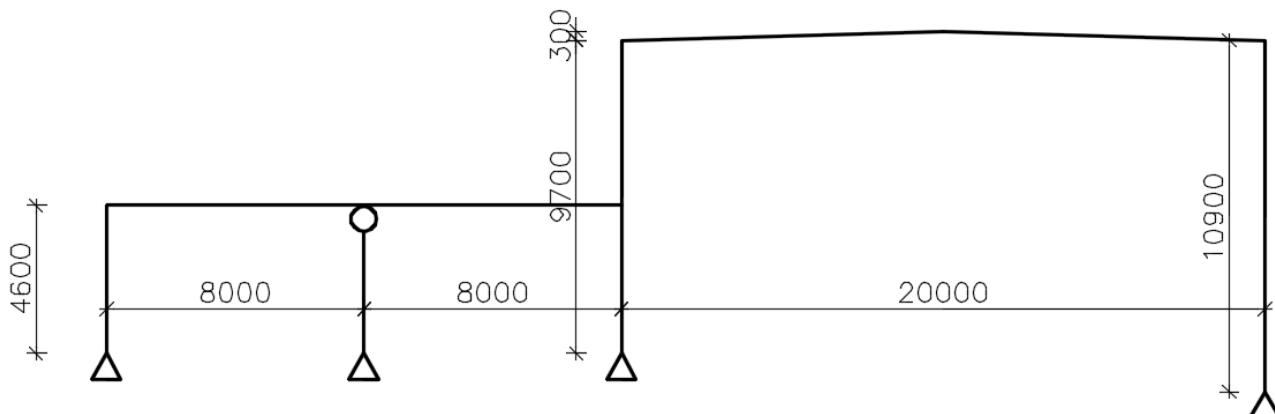
Přídavek na montážní spoje – 15 % = 18 900 Kč

Cena patek – 2x vetknutá, 2x kloubová – 2x25 000+2x5 000 = 60 000 Kč

Cena celkem – **205 000 Kč** za jednu příčnou vazbu

2.6. Dilatační celek 2 – varianta E – rám s kloubovými sloupy

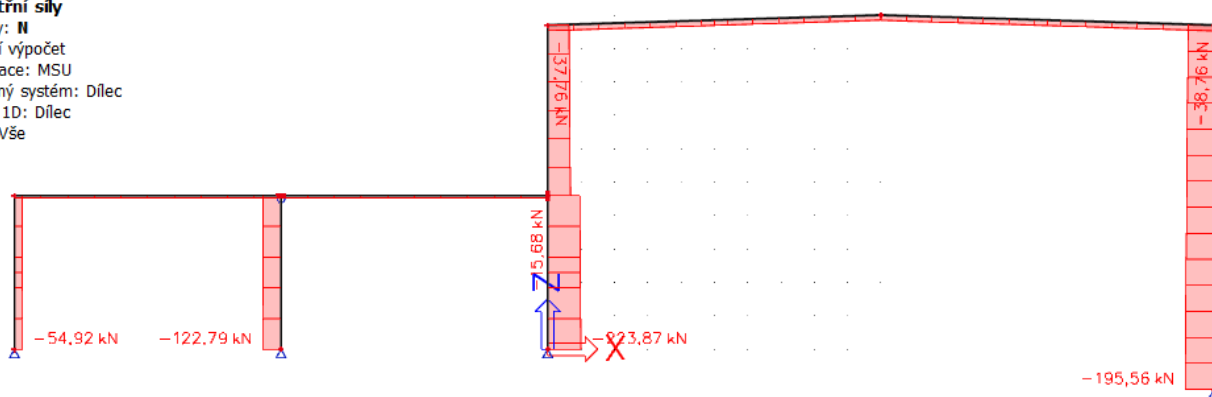
Statické schéma



Průběhy vnitřních sil a deformace

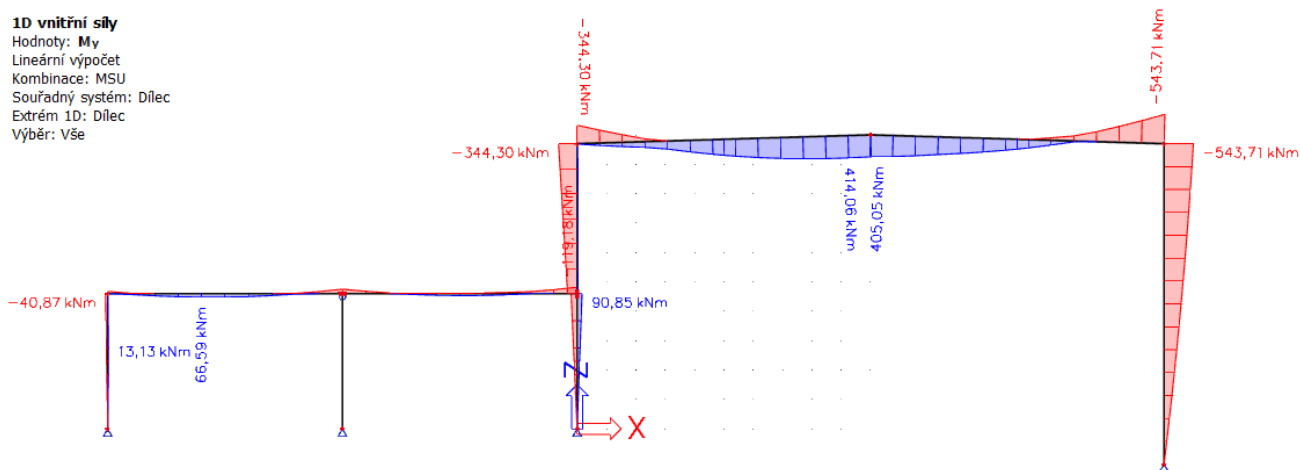
1D vnitřní síly

Hodnoty: **N**
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU
 Souřadný systém: Dílec
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: Vše



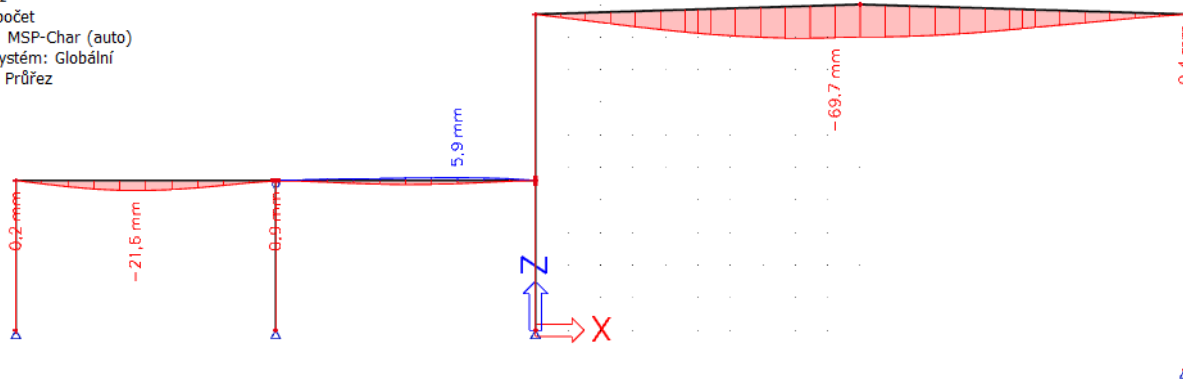
1D vnitřní síly

Hodnoty: **M_y**
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU
 Souřadný systém: Dílec
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: Vše



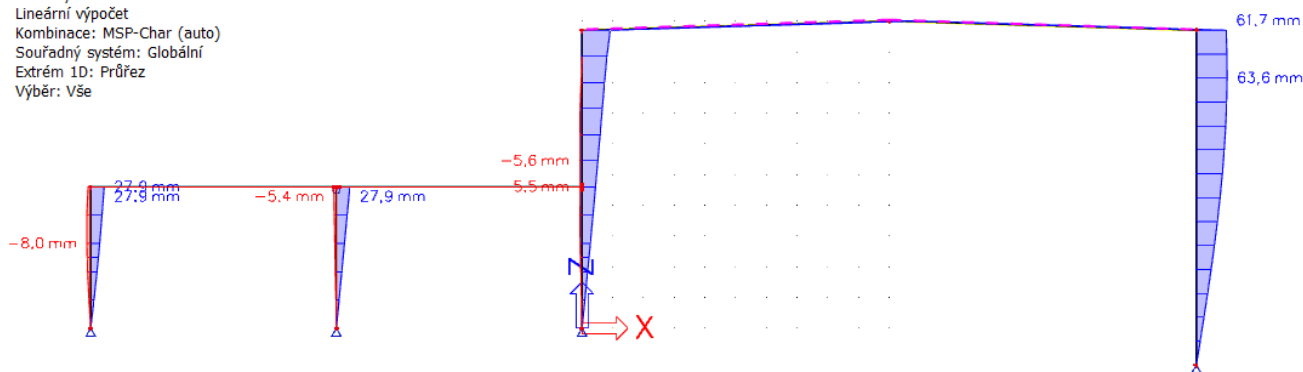
1D deformace

Hodnoty: u_z
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSP-Char (auto)
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: Vše



1D deformace

Hodnoty: u_x
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSP-Char (auto)
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: Vše



Předběžný posudek

Následující výpočty jsou pouze orientační, součinitele vzpěru a klopení jsou pouze odhadovány a ve skutečnosti se mohou značně lišit. Předpokládána ocel S355.

Sloup hlavní – namáhán kombinací tlaku a ohybu, profil HEA 500

$$N_{RD} = \chi_Y \cdot A \cdot f_y = 0,2 \cdot 19\,750 \cdot 355 / 10^3 = 1\,402 \text{ kN}$$

$$M_{RD} = \chi_{LT} \cdot w_y \cdot f_y = 0,7 \cdot 3\,949 \cdot 355 / 10^3 = 981 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} / N_{RD} + M_{ED} / M_{RD} = 196 / 1\,402 + 544 / 981 = 0,69 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Nosník – namáhán kombinací tlaku a ohybu, profil IPE 550

$$N_{RD} = \chi_Y \cdot A \cdot f_y = 0,6 \cdot 13\,440 \cdot 355 / 10^3 = 2\,863 \text{ kN}$$

$$M_{RD} = \chi_{LT} \cdot w_{pl,y} \cdot f_y = 0,9 \cdot 2\,787 \cdot 355 / 10^3 = 890 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} / N_{RD} + M_{ED} / M_{RD} = 196 / 2\,863 + 544 / 890 = 0,68 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posudek přístavkové části nebude kvůli podobnosti uveden, viz Předběžný posudek varianty E

$$\text{Průhyb svislý} - 69,7 < 20\,000 / 250 = 80 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Průhyb vodorovný} - 61,7 < 10\,900 / 150 = 72,7 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Průhyb vodor. přístavku} - 27,9 < 4\,600 / 150 = 30,7 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Průhyb svislý přístavku} - 21,6 < 8\,000 / 250 = 32 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Cenový odhad

IPE 550 – 20 m; cena za bm cca. 2 400 Kč/m => 48 000 Kč

IPE 300 – 16 m; cena za bm cca. 850 Kč/m => 13 600 Kč

HEA 500 – 20 m; cena za bm cca. 3 450 Kč/m => 69 000 Kč

HEA 200 – 5 m; cena za bm cca. 850 Kč/m => 4 300 Kč

HEA 120 – 5 m; cena za bm cca. 400 Kč/m => 2 000 Kč

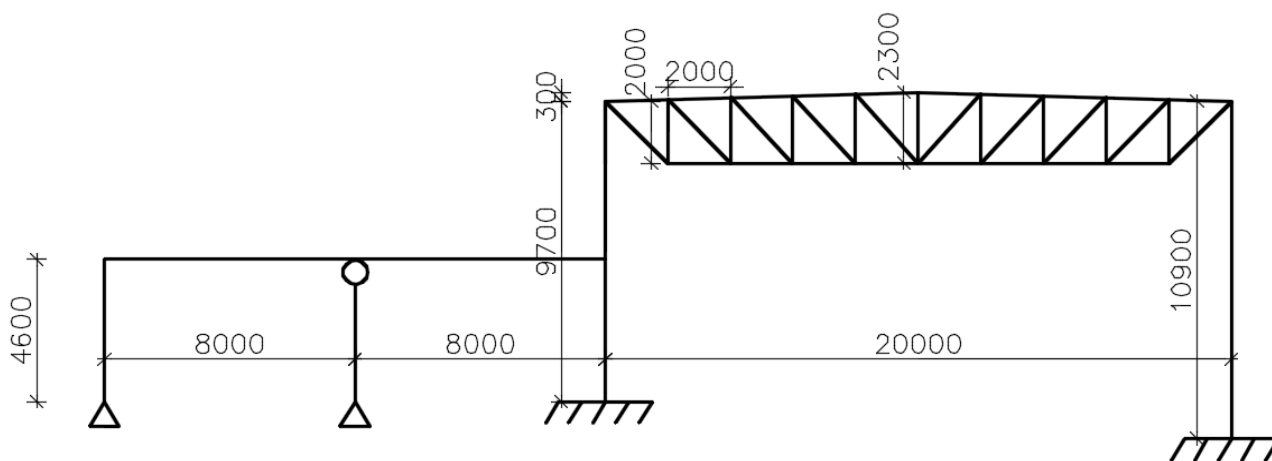
Přídavek na montážní spoje – 10 % = 13 700 Kč

Cena patek – 4x kloubová – 4x5 000 = 20 000 Kč

Cena celkem – **170 000 Kč** za jednu příčnou vazbu

2.7. Dilatační celek 2 – varianta F – příhradový vazník s vetknutými sloupy

Statické schéma



Průběhy vnitřních sil a deformace

1D vnitřní síly

Hodnoty: **N**

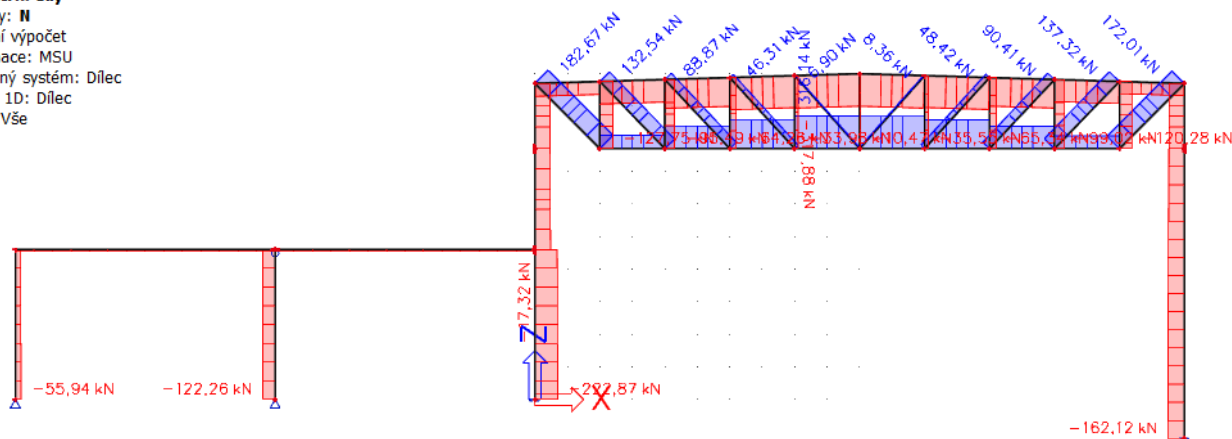
Lineární výpočet

Kombinace: MSU

Souřadný systém: Dílec

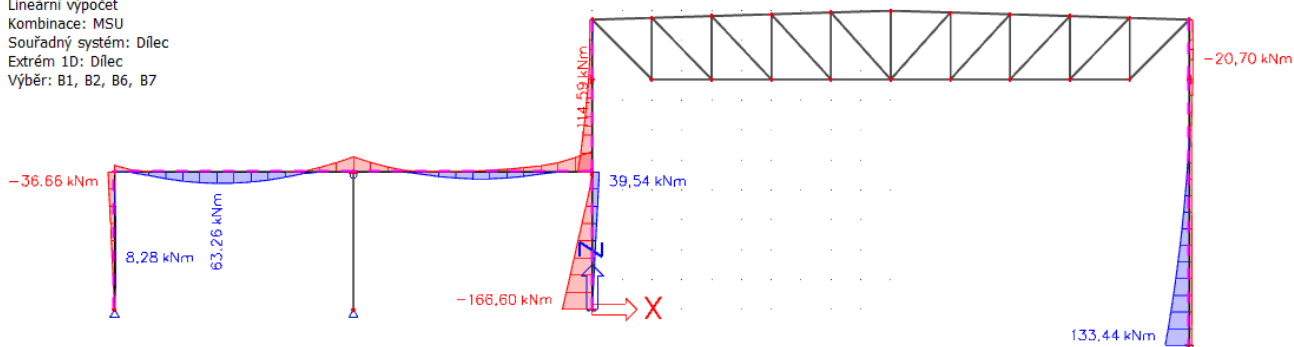
Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



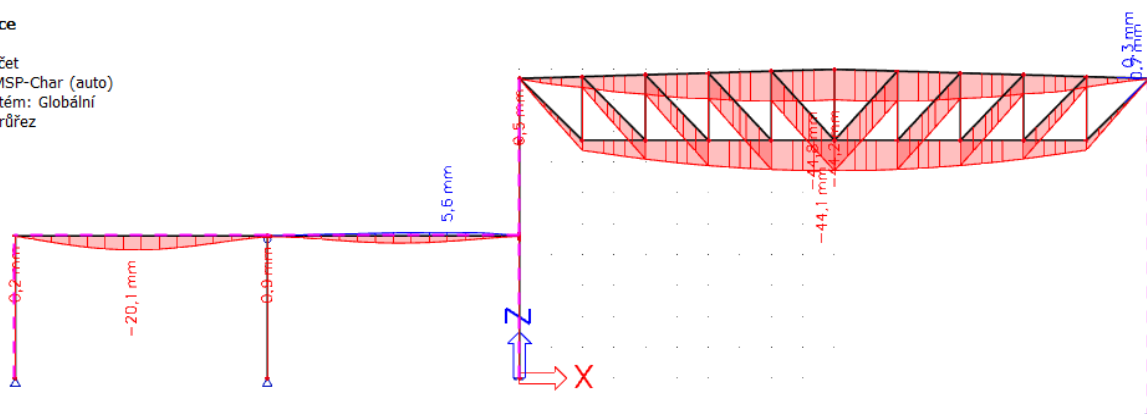
1D vnitřní síly

Hodnoty: M_y
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU
 Souřadný systém: Dílec
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: B1, B2, B6, B7



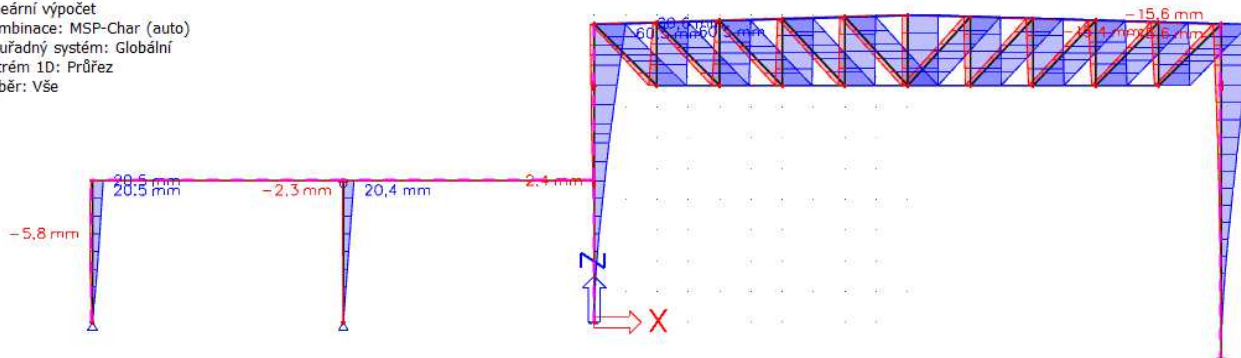
1D deformace

Hodnoty: u_z
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSP-Char (auto)
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: Vše



1D deformace

Hodnoty: u_x
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSP-Char (auto)
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: Vše



Předběžný posudek

Následující výpočty jsou pouze orientační, součinitele vzpěru a klopení jsou pouze odhadovány a ve skutečnosti se mohou značně lišit. Předpokládána ocel S355.

Sloup hlavní – namáhán kombinací tlaku a ohybu, profil HEA 320

$$N_{RD} = \chi_Y \cdot A \cdot f_y = 0,1 \cdot 12\,440 \cdot 355 / 10^3 = 442 \text{ kN}$$

$$M_{RD} = \chi_{LT} \cdot w_y \cdot f_y = 0,8 \cdot 1\,479 \cdot 355 / 10^3 = 420 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} / N_{RD} + M_{ED} / M_{RD} = 223 / 442 + 167 / 420 = 0,90 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Horní pás, dolní pás – namáhán osovým tlakem, profil TR 114x4,0

$$N_{RD} = \chi_Y \cdot A \cdot f_y = 0,7 \cdot 1\,382 \cdot 355 / 10^3 = 343 \text{ kN}$$

$$N_{ED} / N_{RD} = 317 / 343 = 0,92 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Vertikála – namáhána osovým tlakem, profil TR 76x4,0

$$N_{RD} = \chi_Y \cdot A \cdot f_y = 0,5 \cdot 905 \cdot 355 / 10^3 = 161 \text{ kN}$$

$$N_{ED} / N_{RD} = 128 / 161 = 0,80 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Diagonála – namáhána osovým tahem, profil TR 48,3x4,0

$$N_{RD} = A \cdot f_y = 557 \cdot 355 / 10^3 = 198 \text{ kN}$$

$$N_{ED} / N_{RD} = 183 / 198 = 0,92 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posudek přístavkové části nebude kvůli podobnosti uveden, viz Předběžný posudek varianty E

$$\text{Průhyb svislý} - 44,1 < 20\,000 / 250 = 80 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Průhyb vodorovný} - 60,5 < 10\,900 / 150 = 72,7 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Průhyb vodor. přístavku} - 20,5 < 4\,600 / 150 = 18,4 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Průhyb svislý přístavku} - 20,1 < 8\,000 / 250 = 32 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Cenový odhad

TR 114x4,0 – 40 m; cena za bm cca. 350 Kč/m => 14 000 Kč

TR 76x4,0 – 20 m; cena za bm cca. 230 Kč/m => 4 600 Kč

TR 48,3x4,0 – 30 m; cena za bm cca. 130 Kč/m => 3 900 Kč

IPE 300 – 16 m; cena za bm cca. 850 Kč/m => 13 600 Kč

HEA 320 – 20 m; cena za bm cca. 2 000 Kč/m => 40 000 Kč

HEA 200 – 5 m; cena za bm cca. 850 Kč/m => 4 300 Kč

HEA 120 – 5 m; cena za bm cca. 400 Kč/m => 2 000 Kč

Přídavek na montážní spoje – 15 % = 12 360 Kč

Cena patek – 2x vetknutá, 2x kloubová – 2x25 000+2x5 000 = 60 000 Kč

Cena celkem – **155 000 Kč** za jednu příčnou vazbu

2.8. Závěr

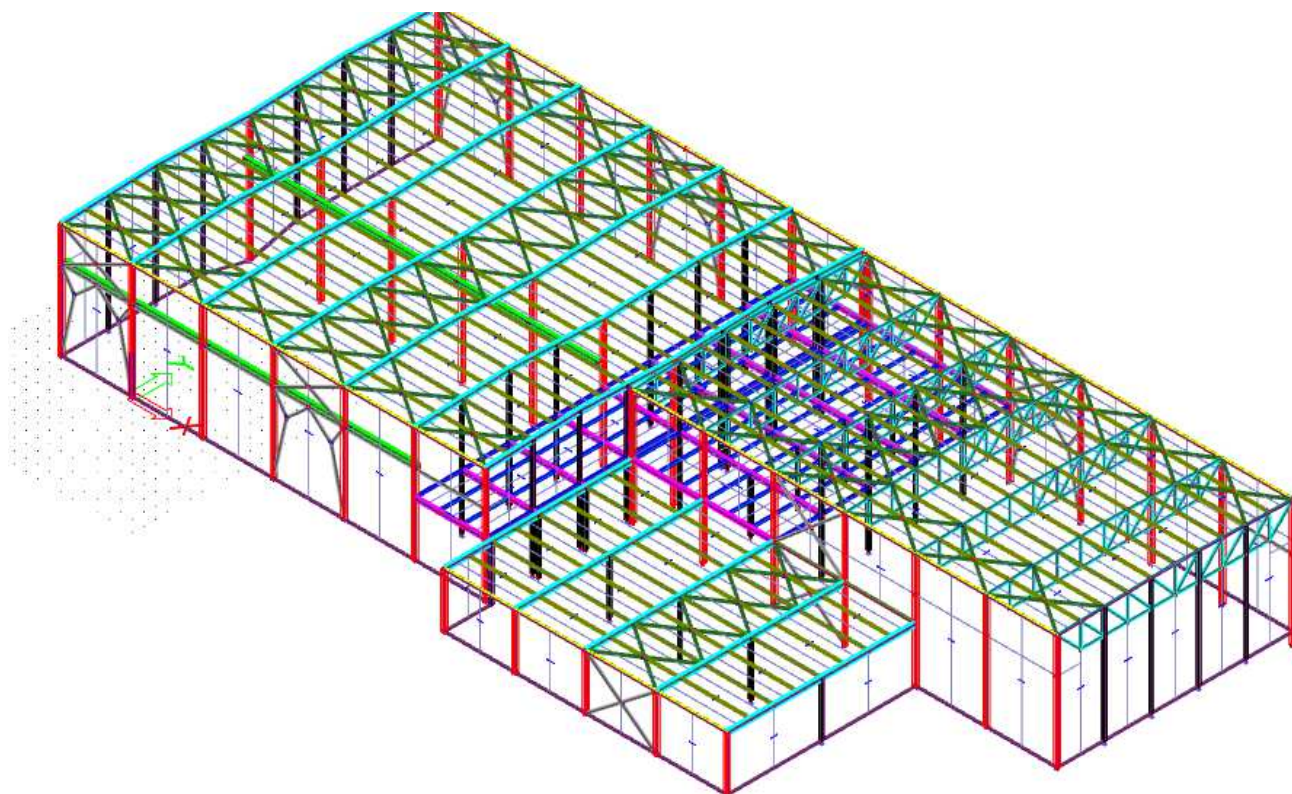
Tabulka cen jednotlivých variant

Dilatační celek 1		Dilatační celek 2	
A	260 000 Kč	D	205 000 Kč
B	248 000 Kč	E	170 000 Kč
C	188 000 Kč	F	155 000 Kč

Vzhledem k odhadované ceně budou vybrány varianty C a F.

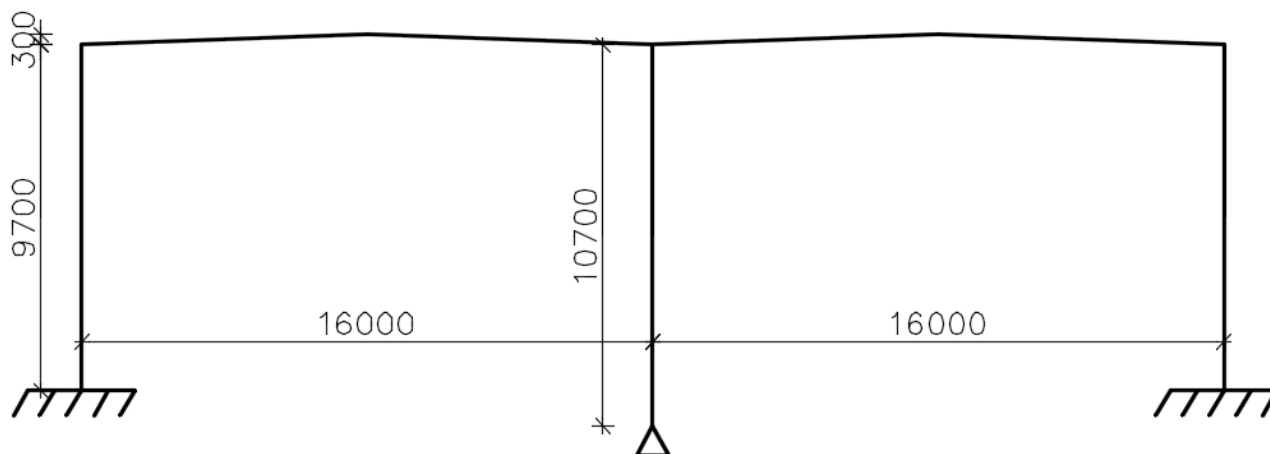
3. Statický výpočet – společná část

3.1. 3D schéma

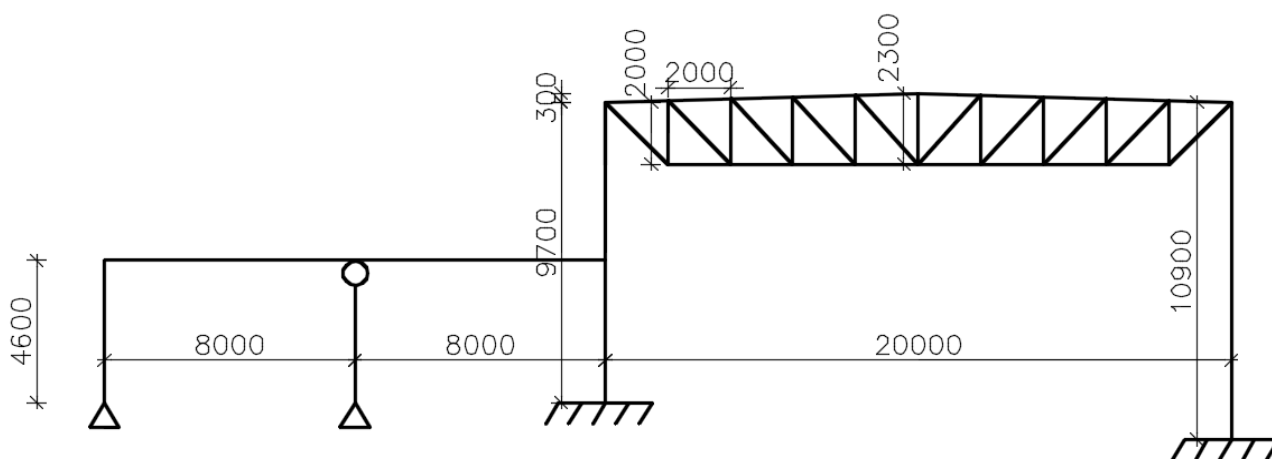


3.2. Statické schéma

Dilatační celek 1



Dilatační celek 2



3.3. Materiálové řešení

Jako konstrukční ocel bude použita ocel S-355 J2. Ocel pro plechy bude použita taktěž S-355 J2.

3.4. Výpočet zatížení

Stálé zatížení

Zatěžovací stav:	STĚNA 01						Skladba 1
Materiál název	Materiál popis	Tloušťka vrstvy [mm]	Objemová hmotnost [kg/m3]	Char. zatížení [kN/m ²]	Součinitel zatížení γ_F [-]	Návrhové zatížení [kN/m ²]	
TR PLECH	Trapézový plech pro sendvič	0,6	10000	0,060	1,35	0,081	
PIR	Pir pěna	140	100	0,140	1,35	0,189	
TR PLECH	Trapézový plech pro sendvič	0,4	10000	0,040	1,35	0,054	
PAŽDÍKY	Paždíkový rošt	-	-	0,150	1,35	0,203	
CELKEM		141		0,390	1,350	0,527	

Zatěžovací stav:	STŘECHA 01						Skladba 2
Materiál název	Materiál popis	Tloušťka vrstvy [mm]	Objemová hmotnost [kg/m3]	Char. zatížení [kN/m ²]	Součinitel zatížení γ_F [-]	Návrhové zatížení [kN/m ²]	
TR PLECH	Trapézový plech pro sendvič	0,6	10000	0,060	1,35	0,081	
PIR	Pir pěna	140	100	0,140	1,35	0,189	
TR PLECH	Trapézový plech pro sendvič	0,4	10000	0,040	1,35	0,054	
CELKEM		141		0,240	1,350	0,324	

Zatěžovací stav:	PODLAHA 01						Skladba 3
Materiál název	Materiál popis	Tloušťka vrstvy [mm]	Objemová hmotnost [kg/m3]	Char. zatížení [kN/m ²]	Součinitel zatížení γ_F [-]	Návrhové zatížení [kN/m ²]	
BET. MAZANINA +	Betonová mazanina se sítí	60	2300	1,380	1,35	1,863	
IZOFOL	Izolační PE folie	0,1	1200	0,001	1,35	0,002	
MINERÁLNÍ VLNA	Minerální vlna	30	200	0,060	1,35	0,081	
BET. MAZANINA +	Betonová mazanina se sítí	100	2300	2,300	1,35	3,105	
CELKEM		190,1		3,741	1,350	5,051	

Technologie TZB

Bude uvažováno jako stálé zatížení v hodnotě **0,5 kN/m²** po celé ploše desky.

Užitné zatížení

Skladovací prostory – 7,5 kN/m²

Výpočet zatížení sněhem

Sněhová oblast: I

Charakteristická hodnota zatížení sněhem: $s_k = 0,70 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

Typ krajiny: normální

Součinitel expozice: $C_e = 1,00 \text{ (-)}$

Normální typ krajiny: plochy, kde nedochází na stavbách k výraznému přemístění sněhu větrem kvůli okolnímu terénu, jiným stavbám nebo stromům.

Tepelný součinitel: $C_t = 1,00 \text{ (-)}$

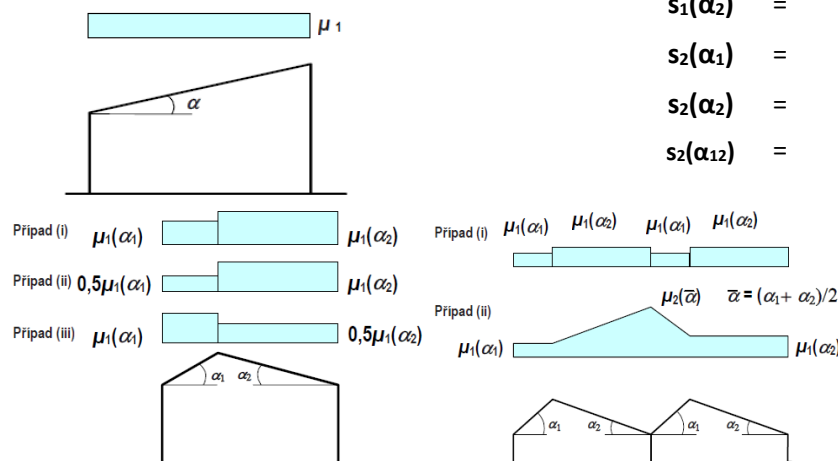
Sklon střechy: $\alpha_1 = 2,00 \text{ (}^\circ\text{)}$
 $\alpha_2 = 2,00 \text{ (}^\circ\text{)}$
 $\alpha_{12} = 2,00 \text{ (}^\circ\text{)}$

úhel sklonu střechy α	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
μ_2	$0,8 + 0,8\alpha/30$	1,6	--

Tvarové součinitele zatížení sněhem: $\mu_1(\alpha_1) = 0,80 \text{ (-)}$
 $\mu_1(\alpha_2) = 0,80 \text{ (-)}$
 $\mu_2(\alpha_1) = 0,85 \text{ (-)}$
 $\mu_2(\alpha_2) = 0,85 \text{ (-)}$
 $\mu_2(\alpha_{12}) = 0,85 \text{ (-)}$

$$s_i = \mu_i * C_e * C_t * s_k$$

Zatížení sněhem na střechu: $s_1(\alpha_1) = 0,56 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
 $s_1(\alpha_2) = 0,56 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
 $s_2(\alpha_1) = 0,60 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
 $s_2(\alpha_2) = 0,60 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
 $s_2(\alpha_{12}) = 0,60 \text{ (kN/m}^2\text{)}$



Výpočet návějí

Sněhová oblast: I

Charakteristická hodnota zatížení sněhem: $s_k = 0,70 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

Typ krajiny: normální

Součinitel expozice: $C_e = 1,00 \text{ (-)}$

Normální typ krajiny: plochy, kde nedochází na stavbách k výraznému přemístění sněhu větrem kvůli okolnímu terénu, jiným stavbám nebo stromům.

Tepelný součinitel: $C_t = 1,00 \text{ (-)}$

Geometrie objektu: $h = 5,10 \text{ (m)}$

$b_1 = 20,00 \text{ (m)}$

$b_2 = 16,00 \text{ (m)}$

$\alpha_1 = 0,00 \text{ (}^\circ\text{)}$

Úhel nižší střechy: $\alpha_2 = 2,00 \text{ (}^\circ\text{)}$

$l_s = 2 \cdot h$

Délka návěje (5 m < l_s < 15 m): $l_s = 10,20 \text{ (m)}$

Tvarové součinitele zatížení sněhem: $\mu_s = 0,00 \text{ (-)}$

$\gamma = 2 \text{ kN/m}^3$

$\mu_w = \min((b_1+b_2)/2/h; \gamma \cdot h/s_k; 2)$ $\mu_w = 2,00 \text{ (-)}$

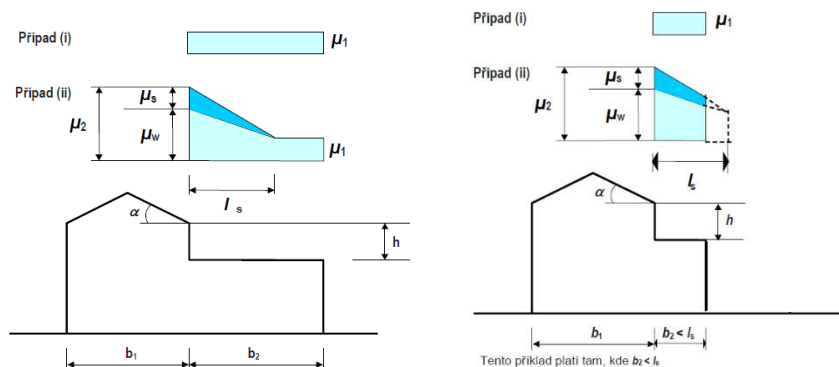
$\mu_2 = \mu_w + \mu_s$ $\mu_2 = 2,00 \text{ (-)}$

$\mu_1 = 0,80 \text{ (-)}$

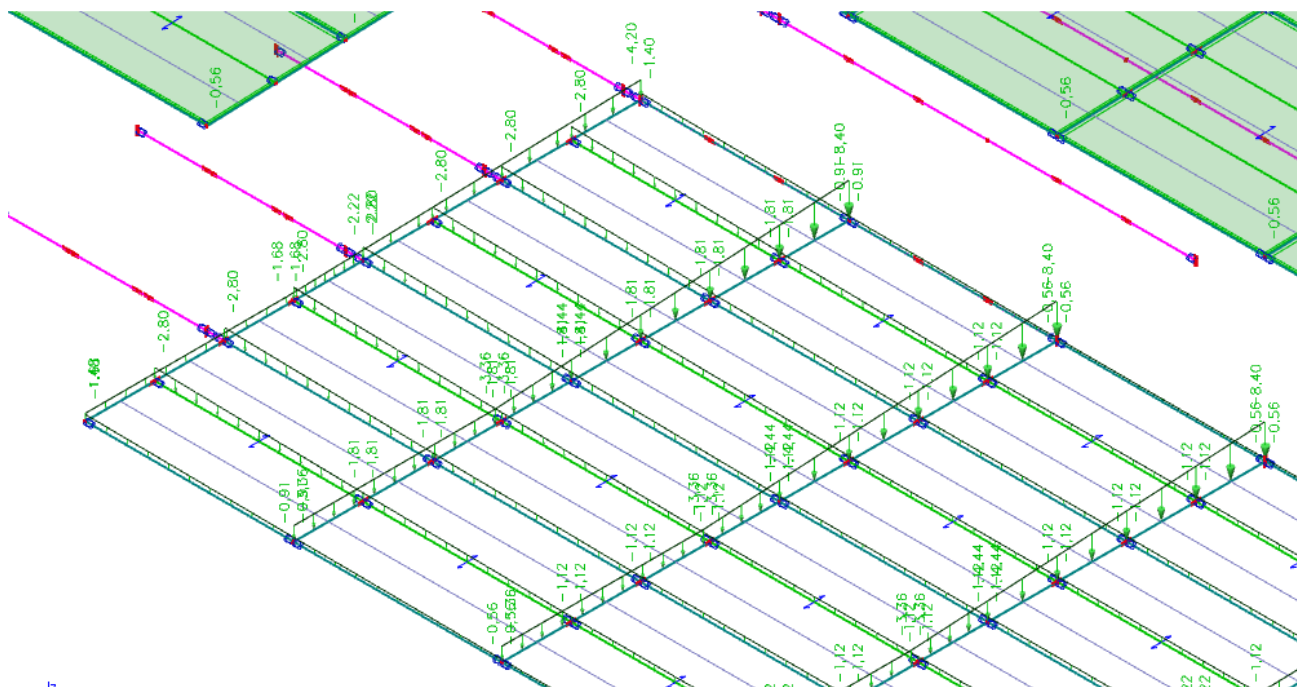
$s_i = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$

Zatížení sněhem na střechu: $s_1 = 0,56 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

$s_2 = 1,40 \text{ (kN/m}^2\text{)}$



Vizualizace návějového zatížení



Výpočet větrového zatížení

Větrová oblast: II

Výchozí základní rychlost větru: $v_{b;0} = 25,00 \text{ (m/s)}$

Součinitel směru větru: $c_{dir} = 1,00 \text{ (-)}$

Součinitel ročního období: $c_{season} = 1,00 \text{ (-)}$

$$v_b = v_{b;0} * c_{dir} * c_{season}$$

Základní rychlost větru: $v_b = 25,00 \text{ (m/s)}$

Kategorie terénu: III

Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami nebo s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les)

Parametry kategorie terénu: $z_0 = 0,30 \text{ (m)}$

$z_{min} = 5,00 \text{ (m)}$

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

Součinitel ortografie: $c_{o(z)} = 1,00 \text{ (-)}$

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

Součinitel terénu: $k_r = 0,22 \quad (-)$

Výpočtová výška objektu: $z = 10,00 \quad (m)$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{pro} \quad z_{min} \leq z \leq z_{max} \quad z_{max} = 200,00 \quad (m)$$

$$c_r(z) = c_r(z_{min}) \quad \text{pro} \quad z \leq z_{min}$$

Součinitel drsnosti terénu: $c_{r(z)} = 0,76 \quad (-)$

$$v_{m(z)} = v_b \cdot c_{r(z)} \cdot c_{0(z)}$$

Střední rychlost větru: $v_{m(z)} = 18,88 \quad (m/s)$

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_{m(z)}} = \frac{k_I}{c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)} \quad \text{pro} \quad z_{min} \leq z \leq z_{max} \quad k_I = 1,00 \quad (-)$$

$$I_v(z) = I_v(z_{min}) \quad \text{pro} \quad z \leq z_{min}$$

Intenzita a turbulence: $I_v = 0,29 \quad (-)$

Hustota vzduchu: $\rho = 1,25 \quad (kg/m^3)$

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_{m(z)}^2$$

Základní dynamický tlak větru: $q_b = 0,22 \quad (kPa)$

$$c_e = 1 + 7 \cdot I_v$$

Součinitel expozice: $c_e = 3,00 \quad (-)$

$$q_{p(z)} = q_b \cdot c_e$$

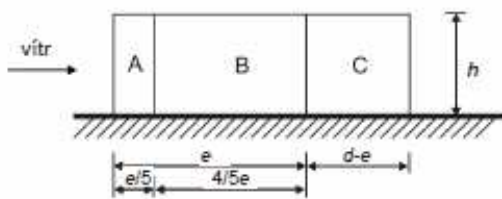
Maximální dynamický tlak: $q_{p(z)} = 0,668 \quad (kPa)$

Délka budovy: $d = 73,0 \quad (m)$

Šířka budovy: $b = 36,5 \quad (m)$

TLAK VĚTRU NA STĚNY - VÍTR X

e = 20,0 m



$h/d = 0,14 \quad (-)$

$h = 10,0 \quad (m)$

$4/5e = 16,0 \quad (m)$

$e/5 = 4,0 \quad (m)$

$d-e = 53,0 \quad (m)$

Koeficienty:

A = -1,20 (-)

B = -0,80 (-)

C = -0,50 (-)

D = 0,70 (-)

E = -0,30 (-)

Působící tlak:

A = -0,801 (kPa)

B = -0,534 (kPa)

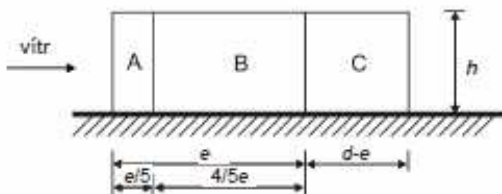
C = -0,334 (kPa)

D = 0,467 (kPa)

E = -0,200 (kPa)

TLAK VĚTRU NA STĚNY - VÍTR Y

e = 20,0 m



$h/b = 0,27 \quad (-)$

$h = 10,0 \quad (m)$

$4/5e = 16,0 \quad (m)$

$e/5 = 4,0 \quad (m)$

$d-e = 16,5 \quad (m)$

Koeficienty:

A = -1,20 (-)

B = -0,82 (-)

C = -0,50 (-)

D = 0,70 (-)

E = -0,31 (-)

Působící tlak:

A = -0,801 (kPa)

B = -0,547 (kPa)

C = -0,334 (kPa)

D = 0,469 (kPa)

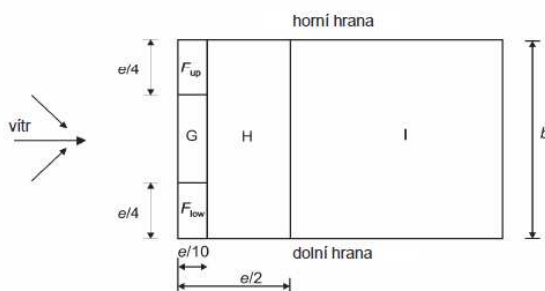
E = -0,205 (kPa)

PLOCHÁ STŘECHA - VÍTR X

platí pro sklon střechy do 5°

Typ střechy s ostrými hranami.

e = 20,0 m



b = 36,5 m

$e/2 = 10,0 \text{ (m)}$
 $e/4 = 5,0 \text{ (m)}$
 $e/10 = 2,0 \text{ (m)}$

Koeficienty:

$F = -1,80 \text{ (-)}$
 $G = -1,20 \text{ (-)}$
 $H = -0,70 \text{ (-)}$
 $\pm I = 0,20 \text{ (-)}$

Působící tlak:

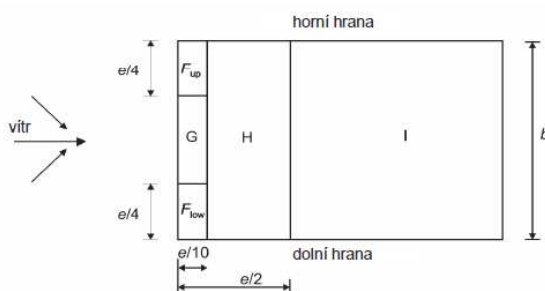
$F = -1,202 \text{ (kPa)}$
 $G = -0,801 \text{ (kPa)}$
 $H = -0,467 \text{ (kPa)}$
 $\pm I = 0,134 \text{ (kPa)}$

PLOCHÁ STŘECHA - VÍTR Y

platí pro sklon střechy do 5°

Typ střechy s ostrými hranami.

e = 20,0 m



b = 73,0 m

$e/2 = 10,0 \text{ (m)}$
 $e/4 = 5,0 \text{ (m)}$
 $e/10 = 2,0 \text{ (m)}$

Koeficienty:

$F = -1,80 \text{ (-)}$
 $G = -1,20 \text{ (-)}$
 $H = -0,70 \text{ (-)}$
 $\pm I = 0,20 \text{ (-)}$

Působící tlak:

$F = -1,202 \text{ (kPa)}$
 $G = -0,801 \text{ (kPa)}$
 $H = -0,467 \text{ (kPa)}$
 $\pm I = 0,134 \text{ (kPa)}$

4. Výpočet jeřábové dráhy

4.1. Charakteristiky jeřábu

Třída zvedacího zařízení – HC2

Kategorie S – S5

Typ kolejnice – JKL 55 (bezstyková, přípoj přichytkami)

Vedení pomocí nákoků (pohon jednotlivých kol) IFF

4.2. Výpočet zatížení jeřábové dráhy

Nosnost:	Q	=	10,0	(t)
Rozpětí jeřábu:	l_c	=	16,0	(m)
Rozvor kol příčnicku:	a	=	2,7	(m)
Vzdálenost osy kola od konce příčnicku:	p	=	280	(mm)
Vzdálenost osy kola od vnějšího líce jeřábu:	O	=	200	(mm)
Stavební výška jeřábu:	B	=	1470	(mm)
Konstrukční výška háku:	C	=	1043	(mm)
Konstrukční výška jeřábu:	D	=	1730	(mm)
Dojezd kladkostroje:	e	=	416	(mm)
Instalovaný výkon motoru:	P	=	13	(kW)
Maximální kolový tlak:	V_{max}	=	61,6	(kN)
Minimální kolový tlak:	V_{min}	=	10,2	(kN)
Tíha břemene:	Q_h	=	100,0	(kN)
Tíha kočky:	Q_t	=	7,6	(kN)
Celková hmotnost jeřábu s kladkostrojem:	Q_c	=	148,9	(kN)
Rychlost zdvihu:	v_h	=	0,08	(m/s)
Rychlost pojezdu kladkostroje:	v_k	=	0,53	(m/s)

Rychlost pojezdu mostu: $v_m = 0,90 \text{ (m/s)}$

Počet dvojic kol: $n = 2 \text{ (-)}$

Počet pohonů jednotlivých kol: $m_w = 2 \text{ (-)}$

Stálé zatížení

Vlastní tíha kolejnice: $g_{kol;k} = 0,30 \text{ (kN/m)}$

Vlastní tíha jeřábové dráhy (odhad): $g_{dra;k} = 1,20 \text{ (kN/m)}$

Stálé zatížení celkem (charakteristické): $g_{0;k} = 1,50 \text{ (kN/m)}$

Proměnná zatížení

$$Q_{C;r;\max} = 1/n * ((Q_c - Q_t)/2 + (Q_t * (l_c - e)/l_c))$$

$$Q_{C;r;(max)} = 1/n * ((Q_c - Q_t)/2 + (Q_t * e/l_c))$$

Svislé síly od kol zat. jeřábu způsobené jeho vlastní tíhou: $Q_{C;r;\max} = 39,02 \text{ (kN)}$

$Q_{C;r;(max)} = 35,45 \text{ (kN)}$

$$Q_{C;r;\min} = Q_{C;r;(max)}$$

$$Q_{C;r;(min)} = Q_{C;r;\max}$$

Svislé síly od kol zat. jeřábu způsobené jeho vlastní tíhou: $Q_{C;r;\min} = 35,45 \text{ (kN)}$

$Q_{C;r;(min)} = 39,02 \text{ (kN)}$

$$Q_{H;r;\max} = 1/n * Q_h * (l_c - e)/l_c$$

$$Q_{H;r;(max)} = 1/n * Q_h * e/l_c$$

Svislé síly způsobené zatížením kladkostroje: $Q_{H;r;\max} = 48,70 \text{ (kN)}$

$Q_{H;r;(max)} = 1,30 \text{ (kN)}$

Součinitel tření pro kombinaci ocel-ocel: $\mu = 0,20 \text{ (-)}$

$$K = \mu * m_w * Q_{C;r;\min}$$

Hnací síla: $K = 14,18 \text{ (kN)}$

Počet větví jeřábové dráhy: $n_r = 2 \text{ (-)}$

$$H_{L;1} = H_{L;2} = K/n_r$$

Rozjezdové síly v podélném směru:	$H_{L;1}$	=	7,09	(kN)
	$H_{L;2}$	=	7,09	(kN)

$$\xi_1 = n \cdot (Q_{C;r,max} + Q_{H;r,max}) / (Q_c + Q_h)$$

$$\xi_2 = 1 - \xi_1$$

Podíl vzdáleností těžiště jeřábu od osy jeřábové	ξ_1	=	0,705	(-)
kolejnice a rozpětí jeřábu:	ξ_2	=	0,295	(-)

$$I_s = (\xi_1 - 0,5) \cdot I_c$$

Vychýlení hnací síly k těžišti jeřábu:	I_s	=	3,28	(m)
--	-------	---	------	-----

$$M = K \cdot I_s$$

Moment hnací síly k těžišti jeřábu:	M	=	46,46	(kNm)
-------------------------------------	-----	---	-------	-------

$$H_{T;i} = \xi_i \cdot M/a$$

Rozjezdové síly v příčném směru:	$H_{T;1}$	=	12,13	(kN)
	$H_{T;2}$	=	5,08	(kN)

Součinitel reakcí příčnění:	f	=	0,3	(-)
-----------------------------	-----	---	-----	-----

$$\lambda_{S;i;1;T} = (1 - \xi_i) / n$$

Součinitel síly:	$\lambda_{S;1;1;T}$	=	0,148	(-)
	$\lambda_{S;2;1;T}$	=	0,352	(-)

$$H_{S;i;1;T} = f \cdot \lambda_{S;i;1;T} \cdot (Q_c + Q_h)$$

Vodorovné síly od příčnění:	$H_{S;1;1;T}$	=	11,02	(kN)
	$H_{S;2;1;T}$	=	26,32	(kN)

$$H_{T3;1} = 0,1/n_r \cdot (Q_h + Q_t) \cdot (I_c - e) / I_c$$

$$H_{T3;2} = 0,1/n_r \cdot (Q_h + Q_t) \cdot e / I_c$$

Vodorovné síly od zrychlení kočky:	$H_{T3;1}$	=	5,24	(kN)
	$H_{T3;2}$	=	0,14	(kN)

tab. 1

Dynamický součinitel	Uvažované účinky	Použije se pro
φ_1	Buzení vibrací konstrukcí jeřábu při zvednutí zatížení kladkostroje ze země	Vlastní tíhu jeřábu
φ_2	Dynamické účinky zatížení kladkostroje při zvedání ze země k jeřábu	Zatížení kladkostroje
φ_4	Dynamické účinky vznikající při pojezdu na jeřábových drahách	Vlastní tíha jeřábu a zatížení kladkostroje
φ_5	Dynamické účinky vyvolané hnacími silami	Hnací síly
φ_7	Dynamický pružný účinek nárazu na nárazníky	Síly na nárazníky

Viz ČSN EN 1991-3

Dynamický součinitel 1: $\varphi_1 = 1,10$ (-)

Zdvihová třída:

Součinitele pro zdvihovou třídu: HC2

$\varphi_2 = \varphi_{2,min} + \beta_2 * v_h$ $\varphi_{2,min} = 1,10$ (-)

$\beta_2 = 0,34$ (-)

Dynamický součinitel 2: $\varphi_2 = 1,13$ (-)

Dynamický součinitel 4: $\varphi_4 = 1,00$ (-)

Dynamický součinitel 5: $\varphi_5 = 1,50$ (-)

tab. 2

Zatížení	Značka	Skupina zatížení				
		Mezní stav únosnosti				
		1	3	4	5	6
Vlastní tíha jeřábu	Q_C	φ_1	1	φ_4	φ_4	φ_4
Zatížení kladkostroje	Q_H	φ_2	-	φ_4	φ_4	φ_4
Zrychlení mostu jeřábu	H_U, H_T	φ_5	φ_5	φ_5	-	-
Příčlení mostu jeřábu	H_S, S	-	-	-	1	-
Zrychlení kočky	H_{T3}	-	-	-	-	1
Síly na nárazník	H_B	-	-	-	-	-

Viz ČSN EN 1991-3

Kombinační součinitele pro zatížení jeřáby: $\psi_0 = 1,0$ (-)

$\psi_1 = 0,9$ (-)

$\psi_2 = Q_c / (Q_c + Q_h)$

Kombinační součinitele pro zatížení jeřáby: $\psi_2 = 0,60$ (-)

Únavové zatížení

$$\varphi_{fat,i} = (1+\varphi_i)/2$$

Dynamický součinitel poškození rázem:

$\varphi_{fat,1}$	=	1,05	(-)
$\varphi_{fat,2}$	=	1,06	(-)

Kategorie S: S5

Součinitel ekvivalentního zatížení vlivem rozkmitu normálového napětí:

λ_{σ}	=	0,630	(-)
--------------------	---	-------	-----

Součinitel ekvivalentního zatížení vlivem rozkmitu smykového napětí:

λ_{τ}	=	0,758	(-)
------------------	---	-------	-----

$$Q_{e,i} = \varphi_{fat,1} * \lambda_i * Q_{C,r,max} + \varphi_{fat,2} * \lambda_i * Q_{H,r,max}$$

Ekvivalentní zatížení poškození únavou:

$Q_{e;\sigma}$	=	58,46	(kN)
$Q_{e;\tau}$	=	70,34	(kN)

Lokální účinky - kategorie S: S6

Součinitel ekvivalentního zatížení vlivem rozkmitu normálového napětí:

$\lambda_{\sigma;loc}$	=	0,794	(-)
------------------------	---	-------	-----

Součinitel ekvivalentního zatížení vlivem rozkmitu smykového napětí:

$\lambda_{\tau;loc}$	=	0,871	(-)
----------------------	---	-------	-----

$$Q_{e,i;loc} = \varphi_{fat,1} * \lambda_i * Q_{C,r,max} + \varphi_{fat,2} * \lambda_i * Q_{H,r,max}$$

Ekvivalentní zatížení poškození únavou:

$Q_{e;\sigma;loc}$	=	73,68	(kN)
$Q_{e;\tau;loc}$	=	80,83	(kN)

Součinitel únavového zatížení:

γ_{Ff}	=	1,0	(-)
---------------	---	-----	-----

Výpočet vnitřních sil

Uvažují se pouze návrhové hodnoty ze skupiny 1, 5 a 6 dle tabulky 2.

Součinitele zatížení:

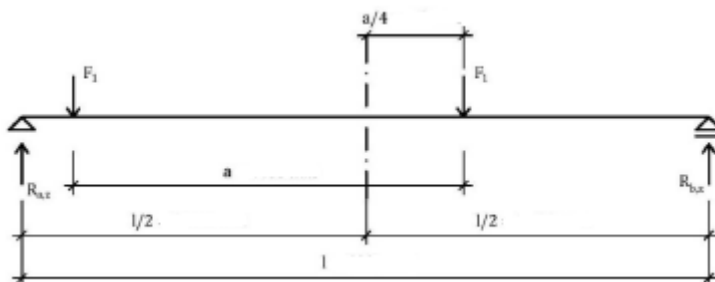
$\gamma_{G;sup}$	=	1,35	(-)
$\gamma_{Q;sup}$	=	1,35	(-)

$$F_1 = \gamma_{Q;sup} * (\varphi_1 * Q_{C,r,max} + \varphi_2 * Q_{H,r,max})$$

$$F_5 = F_6 = \gamma_{Q;sup} * (\varphi_4 * Q_{C;r,max} + \varphi_4 * Q_{H;r,max})$$

Maximální svislé síly:	F_1	=	132,13	(kN)
	F_5	=	118,43	(kN)
	F_6	=	118,43	(kN)

Délka nosníku:	l	=	6,00	(m)
----------------	-----	---	------	-----



$$R_{b;z,i} = (F_i * (l/2 + a/4 - a) + F_i * (l/2 + a/4)) / l$$

Reakce b:	$R_{b;z;1}$	=	102,40	(kN)
	$R_{b;z;5}$	=	91,78	(kN)
	$R_{b;z;6}$	=	91,78	(kN)

$$V_{i;ED;z} = R_{a;z,i} = -R_{b;z,i} + 2 * F_i$$

Reakce a návrhová smyková síla:	$V_{1;ED;z}$	=	161,86	(kN)
	$V_{5;ED;z}$	=	145,07	(kN)
	$V_{6;ED;z}$	=	145,07	(kN)

$$M_{i;ED;y} = R_{b;z,i} * (l/2 - a/4)$$

Návrhový ohybový moment k ose y:	$M_{1;ED;y}$	=	238,09	(kNm)
	$M_{5;ED;y}$	=	213,39	(kNm)
	$M_{6;ED;y}$	=	213,39	(kNm)

Návrhová hodnota vlastní tíhy:	$g_{0;d}$	=	2,03	(kN/m)
--------------------------------	-----------	---	------	--------

$$V_{g;ED;z} = 1/2 * g_d * l$$

Návrhová smyková síla od vlastní tíhy:	$V_{g;ED;z}$	=	6,08	(kN)
--	--------------	---	------	------

$$M_{g;ED;z} = 1/8 * g_d * l^2$$

Návrhový ohybový moment od vlastní tíhy: $M_{6;ED;y} = 9,11 \text{ (kNm)}$

Celkové vnitřní síly:

$$V_{1;c;ED;z} = 167,94 \text{ (kN)}$$

$$V_{5;c;ED;z} = 151,15 \text{ (kN)}$$

$$V_{6;c;ED;z} = 151,15 \text{ (kN)}$$

$$M_{1;c;ED;y} = 247,20 \text{ (kNm)}$$

$$M_{5;c;ED;y} = 222,50 \text{ (kNm)}$$

$$M_{6;c;ED;y} = 222,50 \text{ (kNm)}$$

$$H_{L;d} = \gamma_{Q;sup} * \varphi_5 * H_{L;i}$$

Podélná návrhová zatěžovací síla od zrychlení mostu: $H_{L;d} = 14,36 \text{ (kN)}$

Výška nosníku (odhad): $h = 500 \text{ (mm)}$

Výška kolejnice: $h_r = 85 \text{ (mm)}$

Rameno podélné síly: $z = 585 \text{ (mm)}$

$$R_{a;z} = H_{L;d} * z / I$$

Svislá reakce od podélné síly: $R_{a;z} = 1,40 \text{ (kN)}$

$$N_{L;ED} = H_{L;d}$$

Návrhová normálová síla: $N_{L;ED} = 14,36 \text{ (kN)}$

$$V_{L;ED;z} = R_{a;z}$$

Návrhová smyková síla: $V_{L;ED;z} = 1,40 \text{ (kN)}$

$$M_{L;ED;y} = R_{a;z} * (I/2 + a/4)$$

Návrhový ohybový moment: $M_{L;ED;y} = 5,14 \text{ (kNm)}$

$$H_{T;i;d} = \gamma_{Q;sup} * \varphi_5 * H_{T;i}$$

Příčné síly od zrychlení mostu: $H_{T;1;d} = 24,56 \text{ (kN)}$

$$H_{T;2;d} = 10,29 \text{ (kN)}$$

$$V_{H;T;ED;y} = R_{a;y} = 1/2 * H_{T;1;d}$$

Návrhová smyková síla:

$$V_{H;T;ED;y} = 12,28 \quad (kN)$$

$$M_{H;T;ED;z} = R_{a;y} * l/2$$

Návrhový ohybový moment:

$$M_{H;T;ED;z} = 36,83 \quad (kNm)$$

$$H_{S;i;1;T;d} = \gamma_{Q;sup} * H_{T;i}$$

Příčné návrhové síly od příčeni mostu:

$$H_{S;1;1;T;d} = 14,88 \quad (kN)$$

$$H_{S;2;1;T;d} = 35,53 \quad (kN)$$

$$V_{S;ED;y} = 1/2 * H_{S;2;1;T;d}$$

Návrhová smyková síla:

$$V_{S;ED;y} = 17,76 \quad (kN)$$

$$M_{S;ED;z} = 1/4 * H_{S;2;1;T;d} * l$$

Návrhový ohybový moment:

$$M_{S;ED;z} = 53,29 \quad (kNm)$$

$$H_{T3;1;d} = \gamma_{Q;sup} * H_{T3;1}$$

Příčná návrhová síla od zrychlení kočky:

$$H_{T3;1;T;d} = 7,07 \quad (kN)$$

$$R_{b;y} = (H_{T3;1;d} * (l/2 + a/4 - a) + H_{T3;1;d} * (l/2 + a/4)) / l$$

Reakce b:

$$R_{b;y} = 5,48 \quad (kN)$$

$$V_{T3;ED;y} = R_{a;y} = -R_{b;y} + 2 * H_{T3;1;d}$$

Návrhová smyková síla:

$$V_{T3;ED;y} = 8,66 \quad (kN)$$

$$M_{T3;ED;z} = R_{b;y} * (l/2 - a/4)$$

Návrhový ohybový moment:

$$M_{T3;ED;z} = 12,74 \quad (kNm)$$

Výsledné posouvající síly ve svislém směru $V_{i,z}$ (kN)				
Zatížení	Značka	Skupina zatížení		
		Mezní stav únosnosti		
		1	5	6
Vlastní tíha jeřábu a zatížení kladkostroje	$Q_C + Q_H$	167,94	151,15	151,15
Zrychlení mostu jeřábu	$H_L; H_T$	1,40	-	-
Příčení mostu jeřábu	$H_S; S$	-	0,00	-
Zrychlení kočky	H_{T3}	-	-	0,00
Síly na nárazník	H_B	-	-	-
Celkem		169,3	151,1	151,1

Výsledné ohybové momenty v ose $M_{i,y}$ (kNm)				
Zatížení	Značka	Skupina zatížení		
		Mezní stav únosnosti		
		1	5	6
Vlastní tíha jeřábu a zatížení kladkostroje	$Q_C + Q_H$	247,20	222,50	222,50
Zrychlení mostu jeřábu	$H_L; H_T$	5,14	-	-
Příčení mostu jeřábu	$H_S; S$	-	0,00	-
Zrychlení kočky	H_{T3}	-	-	0,00
Síly na nárazník	H_B	-	-	-
Celkem		252,3	222,5	222,5

Výsledné posouvající síly ve svislém směru $V_{i,y}$ (kN)				
Zatížení	Značka	Skupina zatížení		
		Mezní stav únosnosti		
		1	5	6
Vlastní tíha jeřábu a zatížení kladkostroje	$Q_C + Q_H$	0,00	0,00	0,00
Zrychlení mostu jeřábu	$H_L; H_T$	12,28	-	-
Příčení mostu jeřábu	$H_S; S$	-	17,76	-
Zrychlení kočky	H_{T3}	-	-	8,66
Síly na nárazník	H_B	-	-	-
Celkem		12,3	17,8	8,7

Výsledné ohybové momenty v ose $M_{i;z}$ (kNm)				
Zatížení	Značka	Skupina zatížení		
		Mezní stav únosnosti		
		1	5	6
Vlastní tíha jeřábu a zatížení kladkostroje	$Q_C + Q_H$	0,00	0,00	0,00
Zrychlení mostu jeřábu	$H_L; H_T$	36,83	-	-
Příčení mostu jeřábu	$H_S; S$	-	53,29	-
Zrychlení kočky	H_{T3}	-	-	12,74
Síly na nárazník	H_B	-	-	-
Celkem		36,8	53,3	12,7

Návrhové hodnoty zatížení

Vnitřní síla	Skupina zatížení		Jednotky
	1	5	
$N_{i;ED}$	14,36	0,00	kN
$V_{i;z;ED}$	169,34	151,15	kN
$M_{i;y;ED}$	252,34	222,50	kNm
$V_{i;y;ED}$	12,28	17,76	kN
$M_{i;z;ED}$	36,83	53,29	kNm

$$F_k = Q_{C;r,max} + Q_{H;r,max}$$

Charakteristická síla pro výpočet MSP: $F_k = 87,72 \text{ (kN)}$

4.3. Posouzení jeřábové dráhy na MSÚ

Návrhový ohybový moment v ose y: $M_{y;ED} = 252,34 \text{ (kNm)}$

Návrhová smyková síla: $V_{ED} = 169,34 \text{ (kN)}$

Návrhový ohybový moment v ose z: $M_{z;ED} = 36,83 \text{ (kNm)}$

Modul pružnosti v tahu: $E = 210,0 \text{ (GPa)}$

Modul pružnosti ve smyku: $G = 81,0 \text{ (GPa)}$

	Mez kluzu:	$f_y = 355,00$	(MPa)
	Materiálové součinitele:	$\gamma_{M0} = 1,00$	(-)
		$\gamma_{M1} = 1,00$	(-)
	Klopící délka prutu:	$L = 6,00$	(m)
NÁVRH:			
HEA 360	Průřezový modul k ose y:	$W_{pl,y} = 2,09E+06$	(mm ³)
tř. průřezu:	Průřezový modul k ose z:	$W_{pl,z} = 8,02E+05$	(mm ³)
2	Moment setrvačnosti k ose y:	$I_y = 3,31E+08$	(mm ⁴)
	Moment setrvačnosti k ose z:	$I_z = 7,89E+07$	(mm ⁴)
	Moment setrvačnosti ve volném kroucení:	$I_t = 1,49E+09$	(mm ⁴)
	Výsečový moment setrvačnosti:	$I_\omega = 2,18E+12$	(mm ⁶)
	Součinitel vzpěrné délky v kroucení:	$k_w = 1,00$	(-)
	Součinitel vzpěrné délky v ose z:	$k_z = 1,00$	(-)
	$K_{wt} = \pi/k_w/L*\sqrt{(E*I_\omega/G/I_t)}$		
	Bezrozměrný parametr kroucení:	$K_{wt} = 1,02$	(-)
$\psi =$	Součinitele závisující na zatížení:	$C_{1,0} = 1,13$	(-)
0,00		$C_{1,1} = 1,13$	(-)
	$C1 = C_{1,0}+(C_{1,1}-C_{1,0})*K_{wt}$		
	Součinitele závisující na zatížení a uložení:	$C1 = 1,13$	(-)
		$C2 = 0,46$	(-)
		$C3 = 0,53$	(-)
	Vzdálenost mezi středem smyku a zatížením:	$z_g = 260,00$	(mm)
	Vzdálenost mezi těžištěm a středem smyku:	$z_j = 0,00$	(mm)

$$\zeta_g = \pi \cdot z_g / k_z / L \cdot \sqrt{E \cdot I_z / G \cdot I_t}$$

Bezrozměrný parametr vlivu zatížení: $\zeta_g = 1,60$ (-)

$$\zeta_j = \pi \cdot z_j / k_z / L \cdot \sqrt{E \cdot I_z / G \cdot I_t}$$

Bezrozměrný parametr asymetrie průřezu: $\zeta_j = 0,00$ (-)

$$\mu_{CR} = C_1 / k_z \cdot \sqrt{(1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j)^2) - (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j)}$$

Bezrozměrný kritický moment: $\mu_{CR} = 0,99$ (-)

$$M_{CR} = \mu_{CR} \cdot \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t} / L$$

Kritický moment (dochází ke ztrátě stability): $M_{CR} = 728,74$ (kNm)

Kritický moment dle programu LTBeamN: $M_{CR} = 786,51$ (kNm)

$$\lambda_{LT} = \sqrt{w \cdot f_y / M_{CR}}$$

Poměrná štíhlost: $\lambda_{LT} = 0,97$ (-)

Štíhlostní parametry: $\lambda_{LT,0} = 0,4$ (-)
 $\beta = 0,75$ (-)

Součinitel imperfekce dle křivky klopení: $\alpha_{LT} = 0,34$ (-)

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \cdot \lambda_{LT}^2)$$

Klopící parametr "fí": $\Phi_{LT} = 0,95$ (-)

$$\chi_{LT} = 1 / (\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \cdot \lambda_{LT}^2})$$

Klopící součinitel "chí": $\chi_{LT} = 0,72$ (-)

0,72 < 1,00 V POŘÁDKU

$$\chi_{LT} \leq 1 / \lambda_{LT}^2$$

0,72 < 1,06 V POŘÁDKU

Redukce klopícího součinitele neuvažována

$$M_{B;RD} = \chi_{LT} * w * f_y / \gamma_{M1}$$

Návrhová únosnost v ohybu: $M_{B;RD} = 531,90 \text{ (kNm)}$

531,90 kNm > 252,34 kNm ✓ VYHOVUJE

využití: 47,44 (%)

$$K_t = \nu(G * I_t / E / I_w) * L$$

Parametr tuhosti průřezu: $K_t = 3,08 \text{ (-)}$

Součinitele zatížení a způsobu uložení:
 $\alpha = 3,70 \text{ (-)}$
 $\beta = 1,08 \text{ (-)}$

$$\kappa = 1 / (\beta + (\alpha / K_t)^2)$$

Rozdělovací parametr: $\kappa = 0,40 \text{ (-)}$

Excentricita smykové síly: $e = 260,00 \text{ (mm)}$

$$T_{t;ED} = V_{ED} * \kappa * e$$

Prosté kroucení: $T_{t;ED} = 17,46 \text{ (kNm)}$

$$T_{w;ED} = V_{ED} * (1 - \kappa) * e$$

Vázané kroucení: $T_{w;ED} = 26,57 \text{ (kNm)}$

$$B_{ED} = M_{z;ED} * (1 - \kappa) * e$$

Bimoment: $B_{ED} = 5,78 \text{ (kNm}^2\text{)}$

Tloušťka pásnice: $t_f = 17,50 \text{ (mm)}$

$$\tau_{t;ED} = T_{t;ED} * t_f / I_t$$

Smykové napětí ve stojně od krutu: $\tau_{t;ED} = 0,21 \text{ (MPa)}$

Smyková plocha průřezu: $A_v = 4\,896 \text{ (mm}^2\text{)}$

$$V_{pl;RD} = A_v \cdot f_y / \sqrt{3} / \gamma_{M0}$$

Únosnost ve smyku: $V_{pl;RD} = 1\,003,48 \text{ (kN)}$

Pokud
 $V_{pl;T;RD} > 2V_{ED}$
redukce
neuvažována

$$V_{pl;T;RD} = \sqrt{(1 - \tau_{t;ED} / 1,25 / f_y \cdot \sqrt{3} / \gamma_{M0})} \cdot V_{pl;RD}$$

Únosnost ve smyku s vlivem kroucení: $V_{pl;T;RD} = 1\,002,68 \text{ (kN)}$

338,68
(kN)

$$\rho = (2V_{ED} / V_{pl;T;RD} - 1)^2$$

Redukce momentové únosnosti: $\rho = 0,00 \text{ (-)}$

Tloušťka stojiny: $t_w = 10,00 \text{ (mm)}$

$A_w = A_v$

$$M_{y;V;RD} = (w \cdot \rho \cdot A_w^2 / 4 / t_w) \cdot f_y / \gamma_{M0}$$

Moment únosnosti redukovaný smykem: $M_{y;V;RD} = 741,41 \text{ (kNm)}$

741,41 kNm > 252,34 kNm ✓ VYHOVUJE

Výška průřezu: $h = 350 \text{ (mm)}$

Šířka průřezu: $b = 300 \text{ (mm)}$

$$w_{max} = b \cdot h / 4$$

Maximální výsečová souřadnice: $w_{max} = 26\,250 \text{ (mm}^2\text{)}$

$$B_{RK} = I_w / w_{max} \cdot f_y$$

Bimomentová únosnost: $B_{RK} = 29,44 \text{ (kNm}^2\text{)}$

$$M_{z;RK} = w_z \cdot f_y$$

Momentová únosnost ve směru z: $M_{z;RK} = 284,81 \text{ (kNm)}$

$$M_{y;RK} = w_y \cdot f_y$$

Momentová únosnost ve směru y: $M_{y,RK} = 741,41 \text{ (kNm)}$

$$k_w = 0,7 - 0,2 \cdot B_{ED} / B_{RK} \cdot \gamma_{M1}$$

Interakční součinitel: $k_w = 0,66 \text{ (-)}$

$$k_{zw} = 1 - M_{z,ED} / M_{z,RK} \cdot \gamma_{M1}$$

Interakční součinitel: $k_{zw} = 0,87 \text{ (-)}$

$$k_\alpha = 1 / (1 - M_{y,ED} / M_{y,CR})$$

Interakční součinitel: $k_\alpha = 1,47 \text{ (-)}$

$$M_{y,ED} / \chi_{LT} / M_{y,RK} \cdot \gamma_{M1} + M_{z,ED} / M_{z,RK} \cdot \gamma_{M1} + k_w \cdot k_{zw} \cdot k_\alpha \cdot B_{ED} / B_{RK} \cdot \gamma_{M1} < 1,00$$

Interakční rovnice:

$$0,77 < 1,00 \quad \checkmark \quad \text{VYHOVUJE}$$

Návrhový ohybový moment v ose y: $M_{y,ED} = 222,50 \text{ (kNm)}$

Návrhová smyková síla: $V_{ED} = 151,15 \text{ (kN)}$

Návrhový ohybový moment v ose z: $M_{z,ED} = 53,29 \text{ (kNm)}$

$$M_{y,ED} / \chi_{LT} / M_{y,RK} \cdot \gamma_{M1} + M_{z,ED} / M_{z,RK} \cdot \gamma_{M1} + k_w \cdot k_{zw} \cdot k_\alpha \cdot B_{ED} / B_{RK} \cdot \gamma_{M1} < 1,00$$

Interakční rovnice:

$$0,81 < 1,00 \quad \checkmark \quad \text{VYHOVUJE}$$

Lokální tlakové a smykové napětí

Modul pružnosti: $E = 210,00 \text{ (GPa)}$

Mez kluzu: $f_y = 355,00 \text{ (MPa)}$

Materiálové součinitele: $\gamma_{M0} = 1,00 \text{ (-)}$

$\gamma_{M1} = 1,00 \text{ (-)}$

Profil:
HEA 360

Tloušťka stojiny: $t_w = 10,00 \text{ (mm)}$

Thickness of the flange: $t_f = 17,50 \text{ (mm)}$

Height of the flange: $h_r = 85,00 \text{ (mm)}$

Width of the flange: $b_r = 100,00 \text{ (mm)}$

$$b_{eff} = b_r + 0,75 \cdot h_r + t_f$$

Effective width: $b_{eff} = 181,25 \text{ (mm)}$

$$I_{f,eff} = \frac{1}{12} \cdot b_{eff} \cdot t_f^3$$

Moment of inertia of the flange about its own axis: $I_{f,eff} = 8,09E+04 \text{ (mm}^4\text{)}$

Moment of inertia of the flange about its own axis: $I_r = 2,79E+06 \text{ (mm}^4\text{)}$

$$I_{eff} = 3,25 \cdot ((I_r + I_{f,eff}) / t_w)^{1/3}$$

Effective length of the flange: $I_{eff} = 214,40 \text{ (mm)}$

Design load: $F_{ED} = 132,13 \text{ (kN)}$

$$\sigma_{oz;ED} = F_{ED} / I_{eff} / t_w$$

Normal stress: $\sigma_{oz;ED} = 61,63 \text{ (MPa)}$

$$\sigma_{oz;ED} < f_y / \gamma_{M;0}$$

$$61,63 \text{ MPa} < 355,00 \text{ MPa}$$

✓ VYHOVUJE

$$\tau_{oxz;ED} = 0,2 \cdot \sigma_{oz;ED}$$

Local shear stress: $\tau_{oxz;ED} = 12,33 \text{ (MPa)}$

$$\tau_{oxz;ED} < f_y / \sqrt{3} / \gamma_{M;0}$$

$$12,33 \text{ MPa} < 204,96 \text{ MPa}$$

✓ VYHOVUJE

$$(\sigma_{oz;ED}^2 + 3 \cdot \tau_{oxz;ED}^2)^{0,5} < f_y / \gamma_{M;0}$$

$$65,22 \text{ MPa} < 204,96 \text{ MPa}$$

✓ VYHOVUJE

Lokální boulení

Šířka nosníku: $b = 300 \text{ (mm)}$

Výška nosníku: $h = 350 \text{ (mm)}$

Vzdálenost výztuh: $a = 6\,000 \text{ (mm)}$

$$m_1 = b/t_w$$

Bezrozměrné parametry: $m_1 = 30,00 \text{ (-)}$

$m_2 = 0,00 \text{ (-)}$

$$s_s = l_{eff} - 2 \cdot t_f$$

Roznášecí délka na pásnici: $s_s = 179,40 \text{ (mm)}$

$$l_y = s_s + 2 \cdot t_f \cdot (1 + (m_1 + m_2)^{0,5})$$

Účinně zatížená délka stojiny: $l_y = 406,10 \text{ (mm)}$

$$h_w = h - 2 \cdot t_f$$

Výška stojiny: $h_w = 315 \text{ (mm)}$

$$k_F = 6 + 2 \cdot (h_w/a)^2$$

Součinitel boulení: $k_F = 6,01 \text{ (-)}$

$$F_{CR} = 0,9 \cdot k_F \cdot E \cdot t_w^3 / h_w$$

Kritická síla při lokálním boulení: $F_{CR} = 3\,603,3 \text{ (kN)}$

$$\lambda_F = (l_y \cdot t_w \cdot f_y / F_{CR})^{0,5}$$

Relativní štíhlost: $\lambda_F = 0,63 \text{ (-)}$

$$\chi_F = 0,5 / \lambda_F$$

Součinitel lokálního boulení: $\chi_F = 0,790 \text{ (-)}$

$$L_{eff} = \chi_F \cdot I_y$$

Účinná délka: $L_{eff} = 321,01 \text{ (mm)}$

$$F_{RD} = f_y \cdot L_{eff} \cdot t_w / \gamma_{M1}$$

Výsledná únosnost při lokálním boulení stojiny: $F_{RD} = 1\,139,60 \text{ (kN)}$

$$F_{RD} > F_{ED}$$

1139,60 kN > 132,13 kN ✓ VYHOVUJE

Interakce lokálního boulení a ohybového momentu

Plastický moment setrvačnosti: $w_{pl;y} = 2,09E+06 \text{ (mm)}$

$$M_{pl;RD} = w_{pl;y} \cdot f_y / \gamma_{M0}$$

Plastická momentová únosnost: $M_{pl;RD} = 741,41 \text{ (kNm)}$

Návrhový ohybový moment: $M_{ED} = 252,34 \text{ (kNm)}$

$$F_{ED} / F_{RD} + 0,8 \cdot M_{ED} / M_{pl;RD} < 1,4$$

0,39 < 1,40 ✓ VYHOVUJE

Globální smykové napětí

Návrhová smyková síla: $V_{z;ED} = 169,34 \text{ (kN)}$

$$S_{f;y} = b \cdot t_f \cdot (h/2 - t_f/2)$$

Statický moment horní pásnice s těžišťové ose: $S_{f;y} = 8,73E+05 \text{ (mm}^3\text{)}$

Moment setrvačnosti k ose y: $I_y = 3,31E+08 \text{ (mm}^4\text{)}$

$$\tau_{v;ED} = V_{z;ED} \cdot S_{f;y} / I_y / t_w$$

Globální smykové napětí: $\tau_{v;ED} = 44,67 \text{ (MPa)}$

$$\tau_{v;ED} < f_y / \sqrt{3} / \gamma_{M;0}$$

44,67 MPa < 204,96 MPa

✓ VYHOVUJE

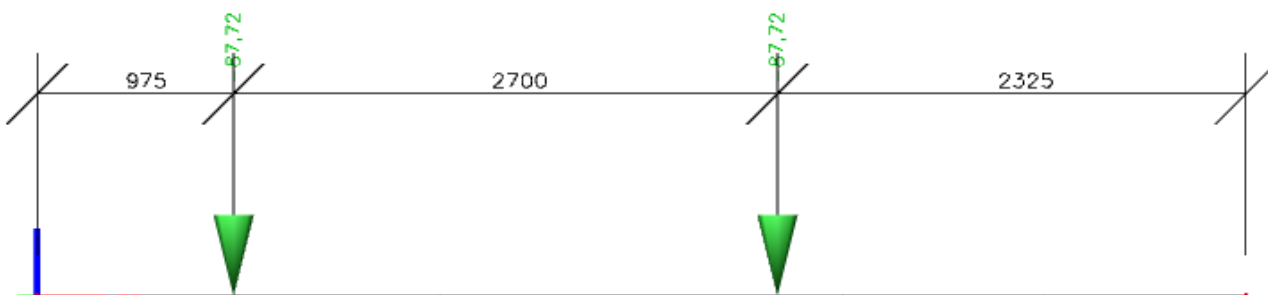
4.4. Posouzení na MSP

Svislý průhyb

Limitní svislý průhyb je roven $l/600 = 6000/600 = 10 \text{ mm}$

Průhyb se skládá z vlastní tíhy (nosníku a kolejnice) a maximálních vypočtených sil od mostního jeřábu dle schématu

Zatěžovací stav 1 – pozice sil pro vyvolání maximálního momentu



1D deformace

Hodnoty: u_z

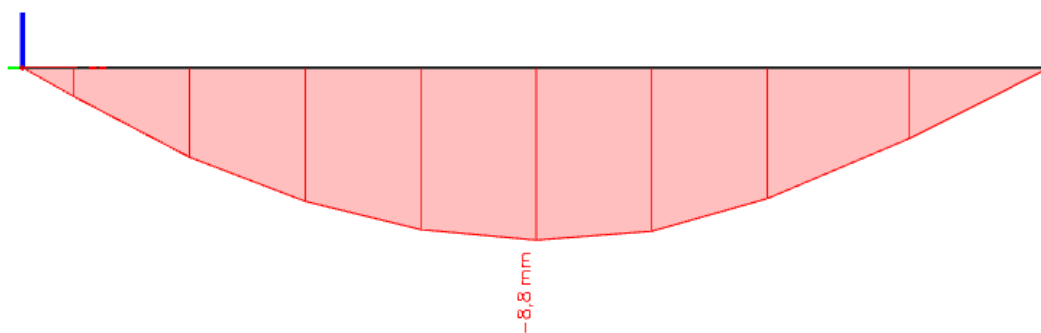
Lineární výpočet

Kombinace: MSP-1

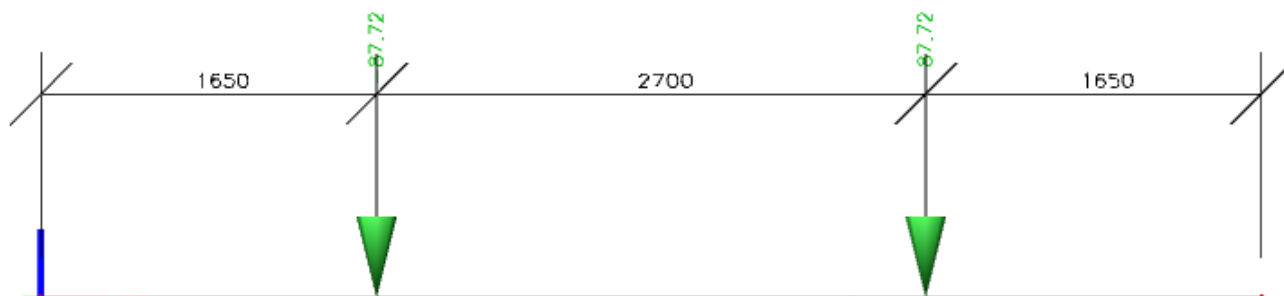
Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

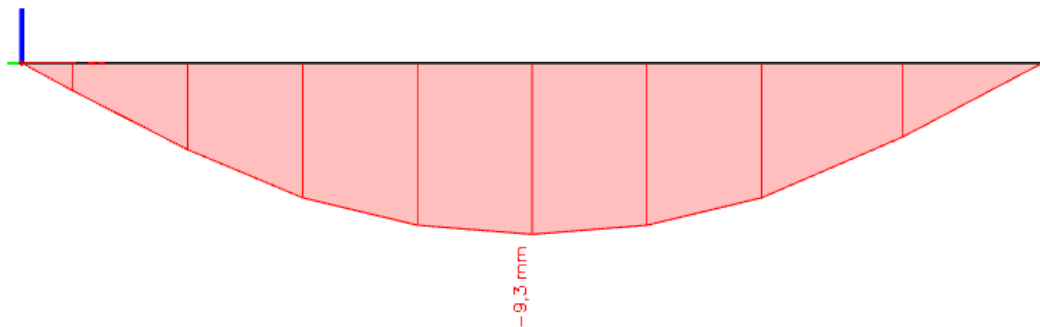


Zatěžovací stav 1 – pozice sil pro vyvolání maximálního průhybu



1D deformace

Hodnoty: u_z
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSP-2
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše



9,3 mm < 10 mm

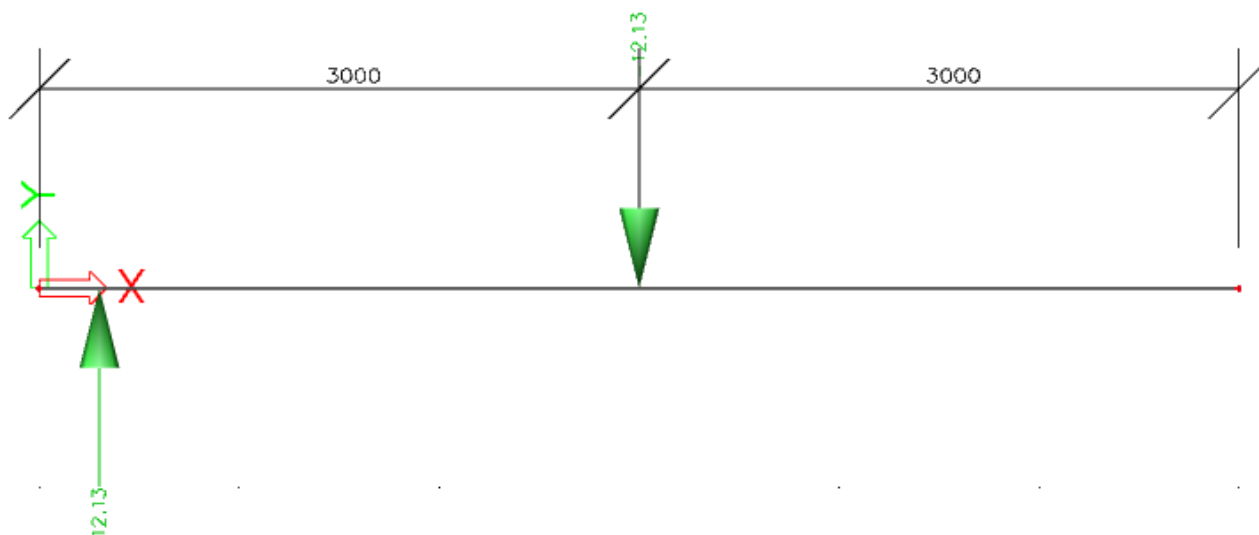
VYHOVUJE

Vodorovný průhyb

Limitní vodorovný průhyb je roven limitnímu svislému průhybu: 10 mm

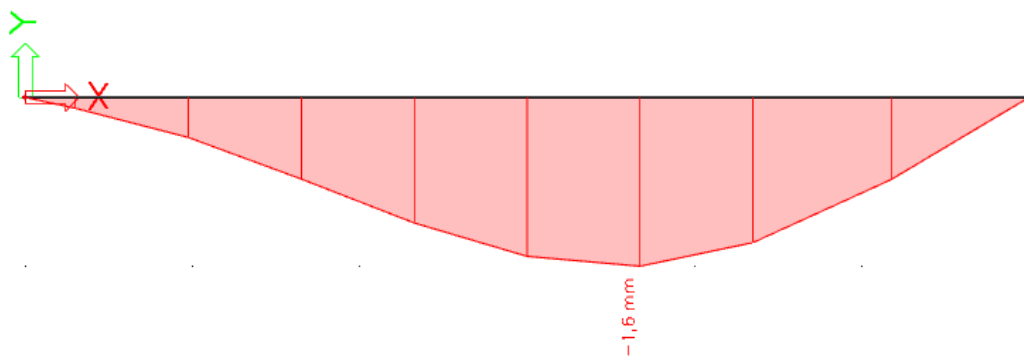
Průhyb se skládá z vodorovných sil od zrychlení mostu, kočky a přičení mostu dle schématu

Zatížení rozjezdovými silami $H_{T,1}$ s jednou silou v půlce nosníku

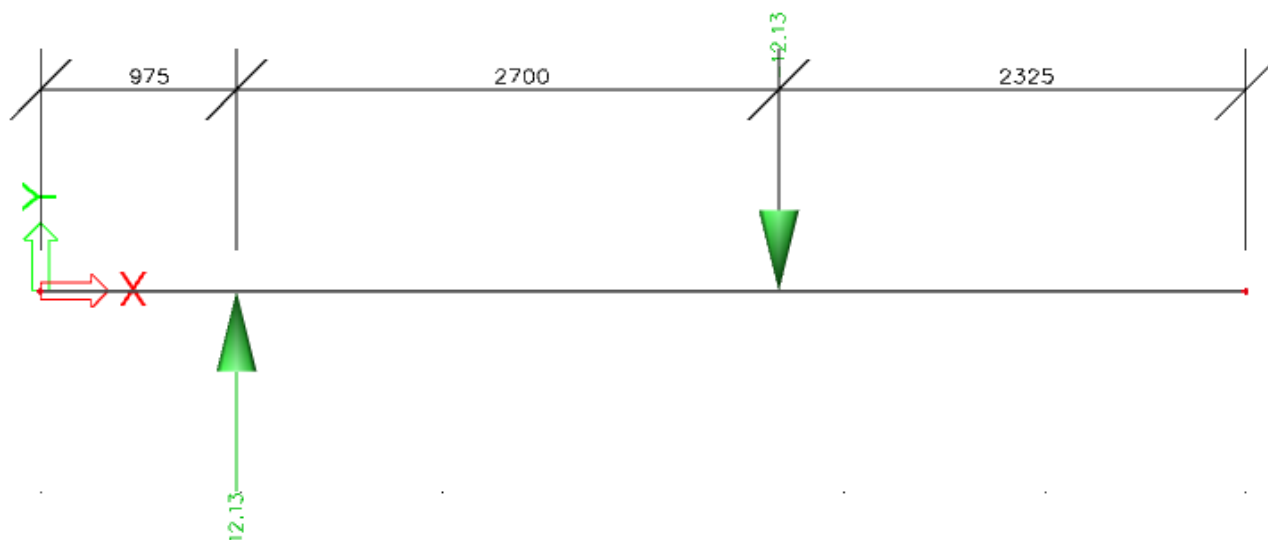


1D deformace

Hodnoty: u_y
 Lineární výpočet
 Zatěžovací stav: ZS5
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše

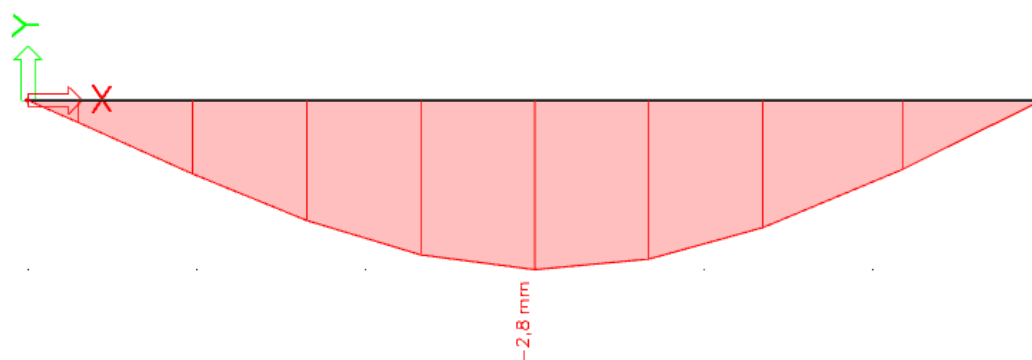


Zatížení rozjezdovými silami $H_{T,1}$ s umístěním pro maximální ohybový moment

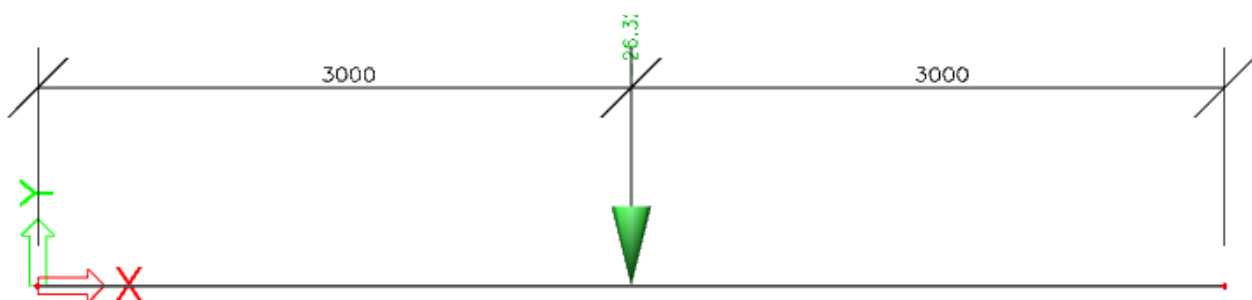


1D deformace

Hodnoty: u_y
 Lineární výpočet
 Zatěžovací stav: ZS6
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše

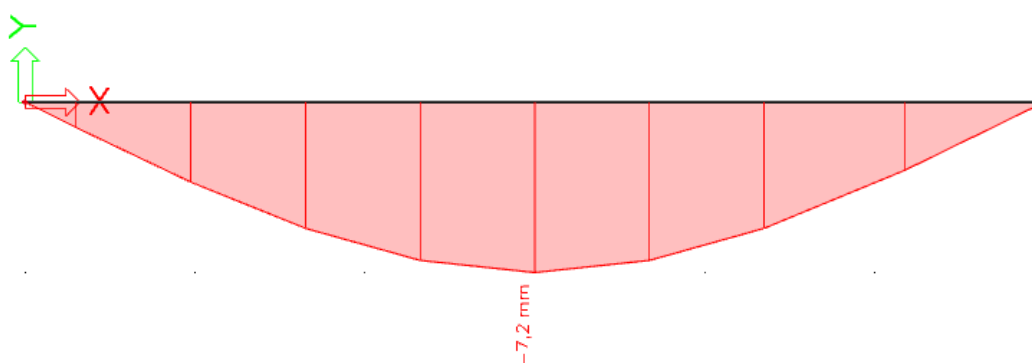


Zatížení silou od příčeni $H_{S,2;1,T}$ v půlce nosníku

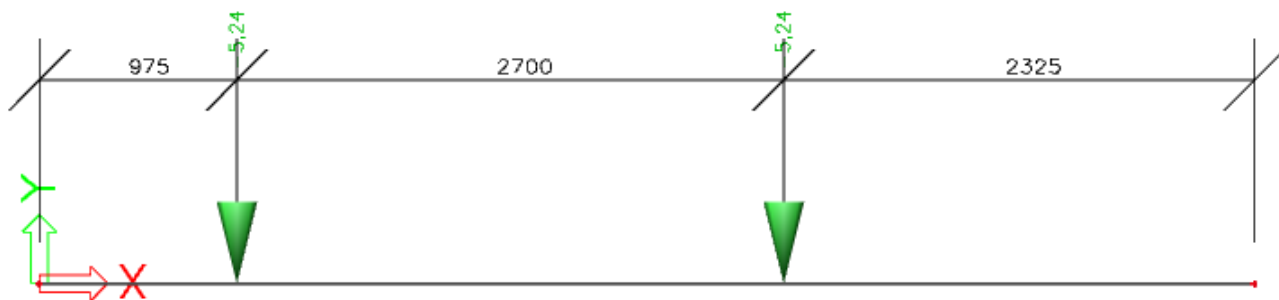


1D deformace

Hodnoty: u_y
 Lineární výpočet
 Zatěžovací stav: ZS7
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše



Zatížení od sil rozjezdu kočky $H_{T3,1}$ s umístěním pro maximální ohybový moment



1D deformace

Hodnoty: u_y

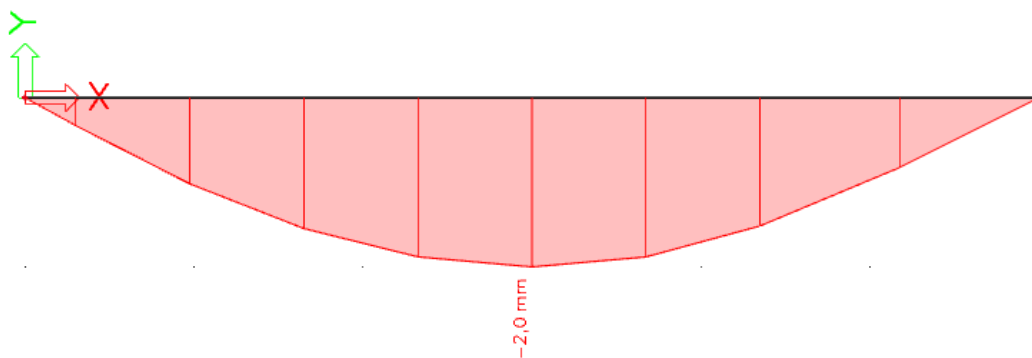
Lineární výpočet

Zatěžovací stav: ZS8

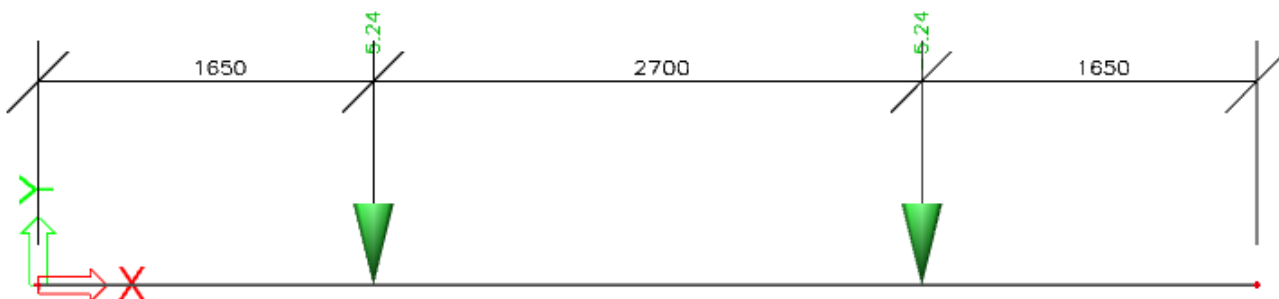
Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše



Zatížení od sil rozjezdu kočky $H_{T3,1}$ s umístěním pro maximální průhyb



1D deformace

Hodnoty: u_y

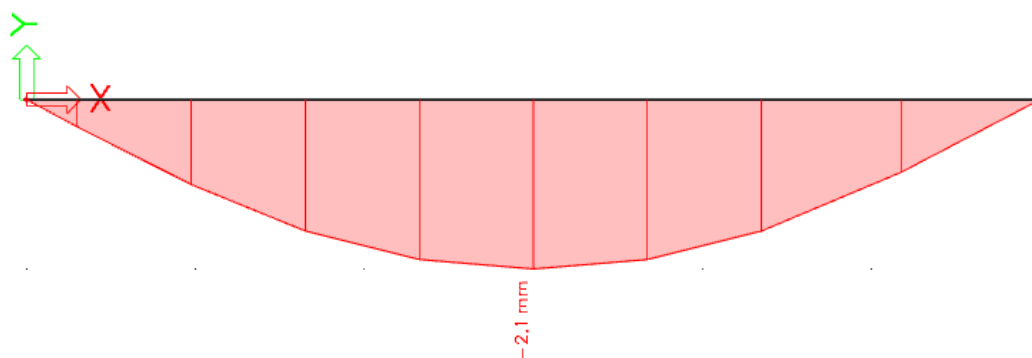
Lineární výpočet

Zatěžovací stav: ZS9

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše



7,2 mm < 10 mm

VYHOVUJE

4.5. Posouzení na únavu (FAT)

Posouzení pásnic pro rozkmit normálového napětí

Kategorie detailu 80 dle Tab. 8.3, č. 9 dle ČSN EN 1993-1-9

Referenční únavová pevnost: $\Delta\sigma_c = 80,00 \text{ (MPa)}$

Dílčí součinitel únavové spolehlivosti: $\gamma_{Mf} = 1,15 \text{ (-)}$

$\gamma_{Ff} = 1,00 \text{ (-)}$

Délka nosníku: $l = 6,00 \text{ (m)}$

Rozvor kol příčnicku: $a = 3,4 \text{ (m)}$

Konstantní rozkmit proměnlivého zatížení: $F_M = 44,80 \text{ (kN)}$

Profil:
HEA 300

Průřezový modul k ohýbané ose: $w_{el,y} = 1,26E+06 \text{ (mm}^3\text{)}$

$$R_{b,z} = (F_M * (l/2 + a/4 - a) + F_M * (l/2 + a/4)) / l$$

Reakce b: $R_{b,z} = 32,10 \text{ (kN)}$

$$\Delta V_{E2} = R_{a,z} - R_{b,z} + 2 * F_M$$

Reakce a ekvivalentní smyková síla: $\Delta V_{E2} = 57,49 \text{ (kN)}$

$$\Delta M_{E2} = R_{b,z} * (l/2 - a/4)$$

Ekvivalentní ohybový moment: $\Delta M_{E2} = 69,02 \text{ (kNm)}$

$$\Delta\sigma_{E2} = \Delta M_{E2} / w_{el,y}$$

Ekvivalentní konstantní rozkmit jmenovitého napětí: $\Delta\sigma_{E2} = 54,80 \text{ (MPa)}$

$$D_\sigma = \gamma_{Ff}^3 * \Delta\sigma_{E2} * (\gamma_{Mf} / \Delta\sigma_c)^3$$

Únavové poškození: $D_\sigma = 0,49 \text{ (-)}$

0,49 < 1,00 ✓ VYHOVUJE

Posouzení stojiny pro rozkmit hlavního napětí

Kategorie detailu 80 dle Tab. 8.4, č. 7 dle ČSN EN 1993-1-9

Referenční únavová pevnost: $\Delta\sigma_c = 80,00 \text{ (MPa)}$

Moment setrvačnosti k ose y: $I_y = 1,83E+08 \text{ (mm}^4\text{)}$

Výška stojiny: $h_w = 262 \text{ (mm)}$

$$z = h_w/2$$

Souřadnice posuzovaného detailu: $z = 131 \text{ (mm)}$

$$\Delta\sigma_{E2} = \Delta M_{E2}/I_y * z$$

Ekvivalentní konstantní rozkmit jmenovitého napětí: $\Delta\sigma_{E2} = 49,51 \text{ (MPa)}$

Výška průřezu: $h = 290 \text{ (mm)}$

Šířka průřezu: $b = 300 \text{ (mm)}$

Tloušťka pásnice: $t_f = 14,00 \text{ (mm)}$

Tloušťka pásnice: $t_w = 8,50 \text{ (mm)}$

$$S_y = b * t_f * (h/2 - t_f/2)$$

Statický moment horní pásnice s těžiškové ose: $S_y = 5,80E+05 \text{ (mm}^3\text{)}$

$$\Delta\tau_{E2} = \Delta V_{E2} * S_y / I_y / t_w$$

Globální smykové napětí: $\Delta\tau_{E2} = 21,46 \text{ (MPa)}$

$$\Delta\sigma_{eq;E2} = 1/2 * (\Delta\sigma_{E2} + (\Delta\sigma_{E2}^2 + 4 * \Delta\tau_{E2}^2)^{0,5})$$

Rozkmit hlavního napětí: $\Delta\sigma_{eq;E2} = 57,52 \text{ (MPa)}$

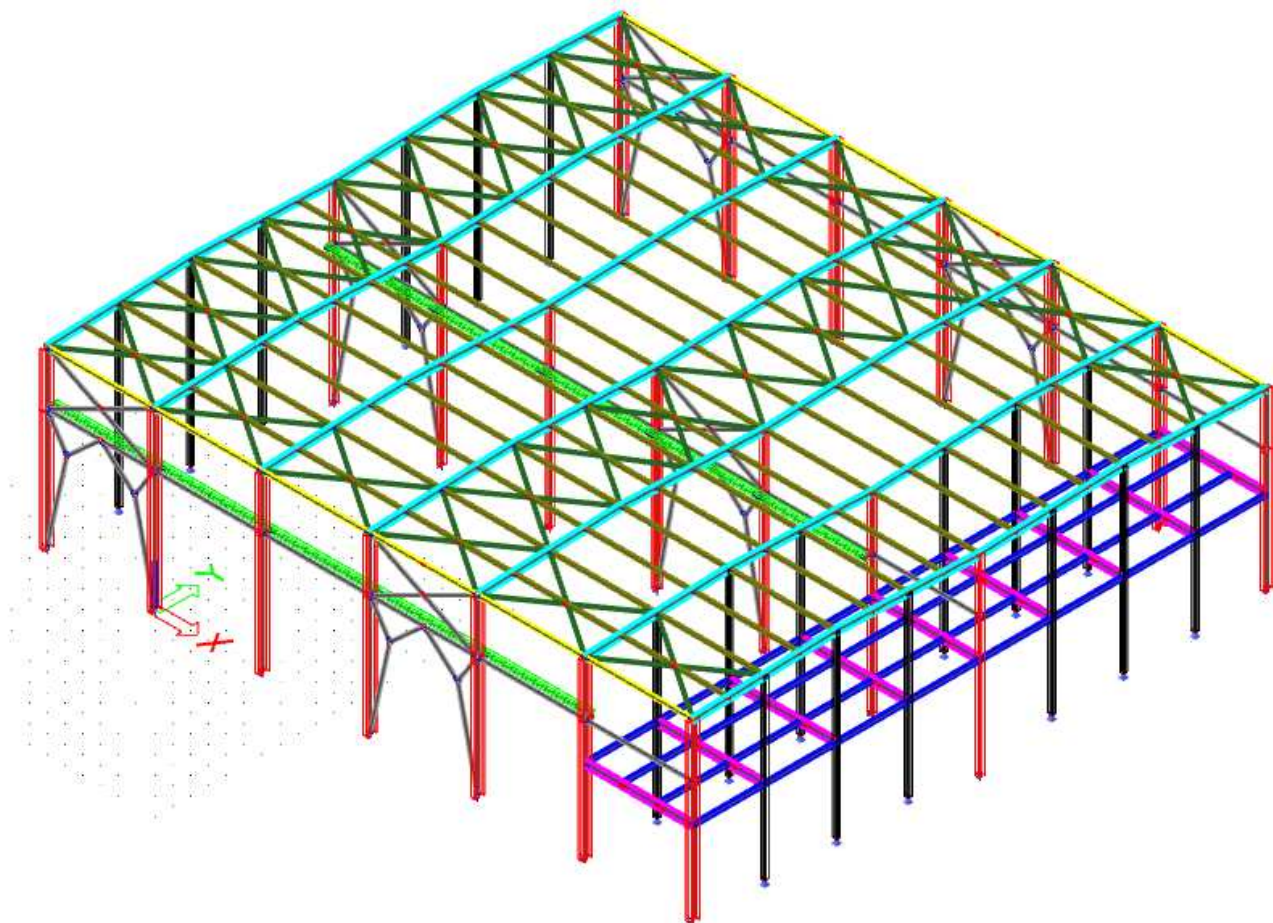
$$D_\sigma = \gamma_{Ff}^3 * \Delta\sigma_{E2} * (\gamma_{Mf} / \Delta\sigma_c)^3$$

Únavové poškození: $D_\sigma = 0,57 \text{ (-)}$

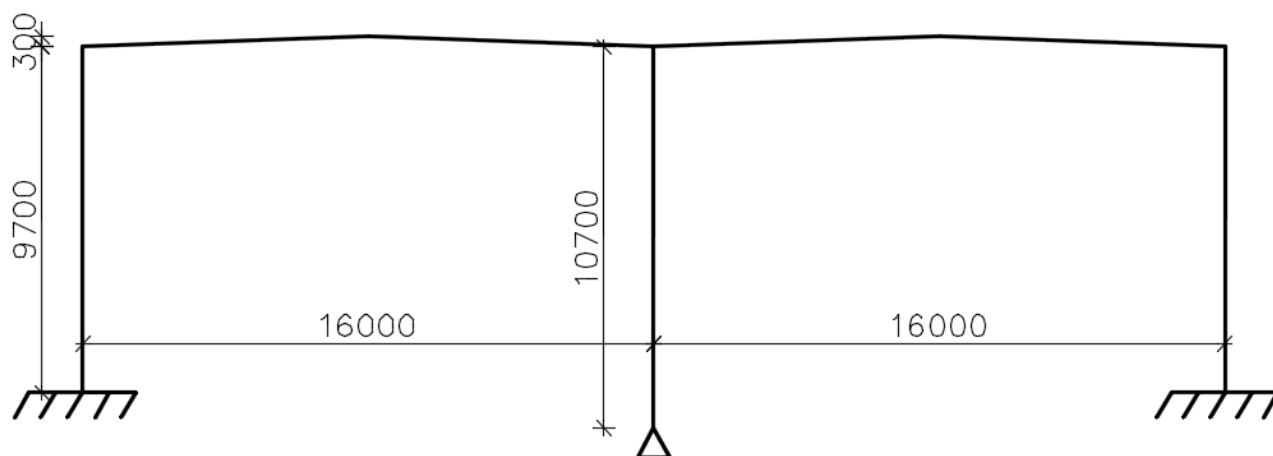
0,57 < 1,00 ✓ VYHOVUJE

5. Statický výpočet 1. dilatačního celku s vlivem JD

5.1. 3D schéma



5.2. Statické schéma příčné vazby – 2D



5.3. Výpočet zatížení

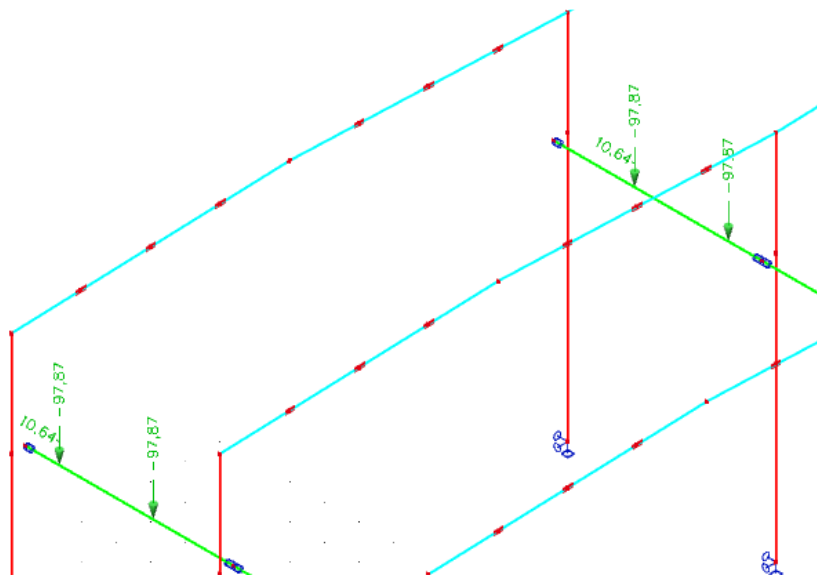
Zatížení od JD

Pro výpočet vnitřních sil bude třeba najít maximální a minimální účinek zatížení od jeřábové dráhy. Jako maximální účinek se bude brát účinek od prvního zatěžovacího stavu (rozjezd mostového jeřábu) v prvním a posledním poli. Uvažovány budou brzdné síly, zatížení od břemene a vlastní tíhy jeřábu. Jako minimální účinek

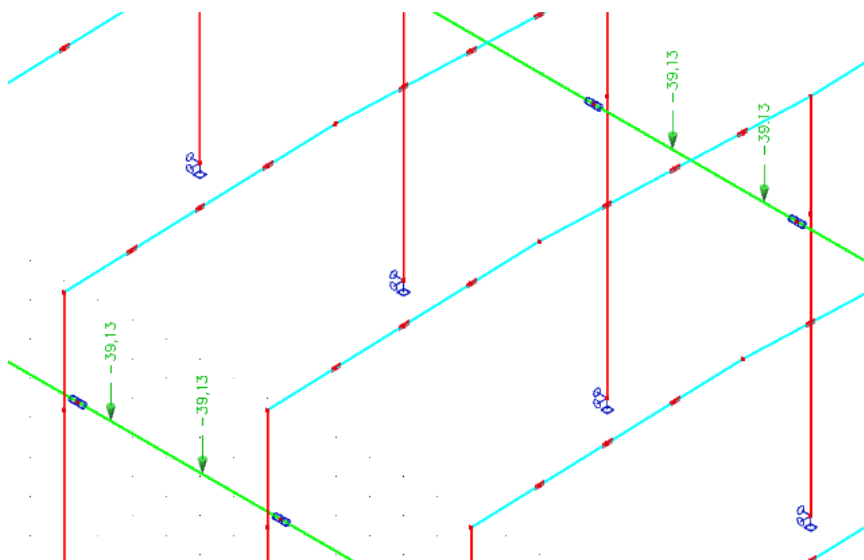
se bude brát prázdný jeřáb stojící uprostřed haly – uvažovány budou pouze svislé síly od vlastního zatížení.
 Výpočet: $(Q_c+Q_T)/4 = (148,9+7,6)/4 = 39,13$ kN na jedno kolo.

Vizualizace účinků:

Maximální účinek



Minimální účinek



5.4. Přehled použitých kombinací

MSÚ 1 – stálé zatížení (max) + sních (max) + TZB (max) + užitné (max) + JD (max)

MSÚ 2 – stálé zatížení (max) + sních (max) + 0,6*vítr příčný (max) + TZB (max) + užitné (max) + JD (max)

MSÚ 3 – stálé zatížení (max) + 0,5*sních (max) + vítr příčný (max) + TZB (max) + užitné (max) + JD (max)

MSÚ 4 – stálé zatížení (min) + vítr příčný (max) + TZB (min) + užitné (min) + JD (min)

MSÚ 5 – stálé zatížení (min) + vítr podélný (max) + TZB (min) + užitné (min) + JD (min)

MSÚ 6 – stálé zatížení (max) + sníh (max) + 0,6*vítr příčný (max) + TZB (max) + užité (max) + JD (max – poslední pole)

MSÚ 7 – stálé zatížení (min) + vítr podélný (max) + TZB (min) + užité (min) + JD (max)

MSP 1 – stálé zatížení + sníh + vítr příčný + TZB + užité + JD (max)

MSP 2 – stálé zatížení + sníh + vítr podélný + TZB + užité + JD (max)

MSP 3 – stálé zatížení + sníh + vítr příčný + TZB + užité + JD (min)

MSP 4 – stálé zatížení + sníh + vítr podélný + TZB + užité + JD (min)

pozn.: U vykreslení vnitřních sil znaménko +/- znamená směr větru. + znamená po směru souřadnic naznačených ve schématu, - znamená proti směru.

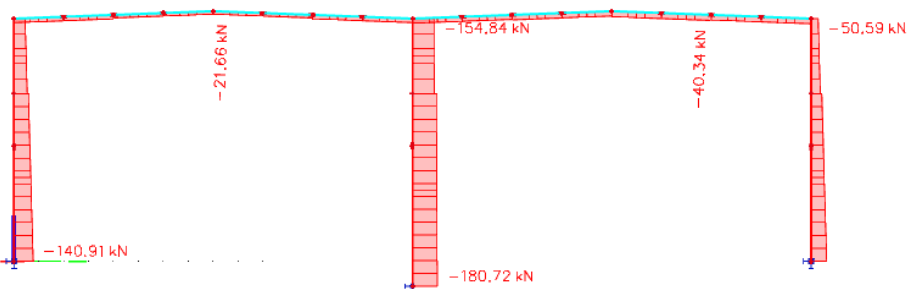
5.5. Výpočet vnitřních sil

Příčná vazba

Maximální ohybový moment

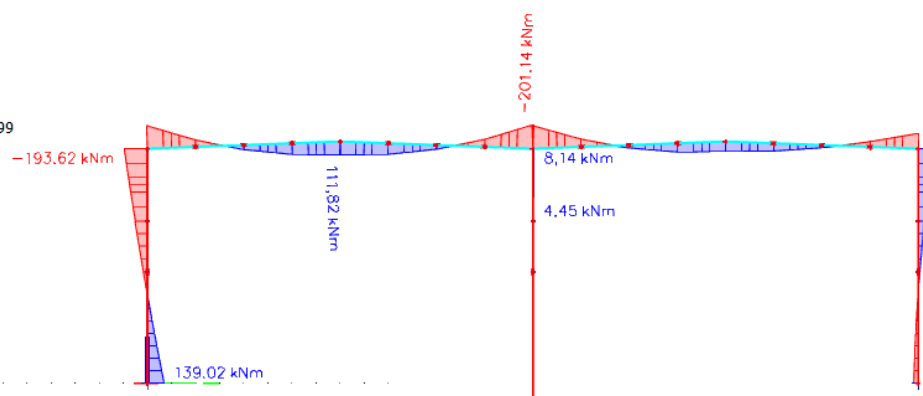
1D vnitřní síly

Hodnoty: **N**
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU2-
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: B20..B25, B96..B99



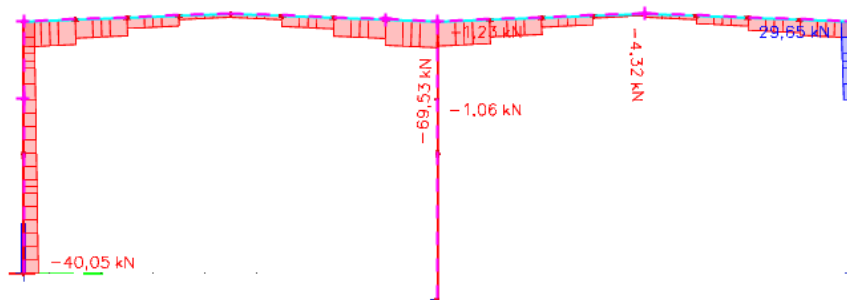
1D vnitřní síly

Hodnoty: **M_y**
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU2-
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: B20..B23, B25, B96..B99



1D vnitřní síly

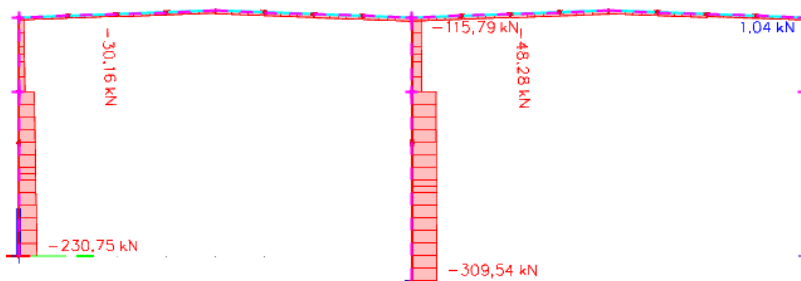
Hodnoty: **V_z**
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU2-
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: B20, B22..B25, B96..B99



Maximální ohybový moment na středním sloupu

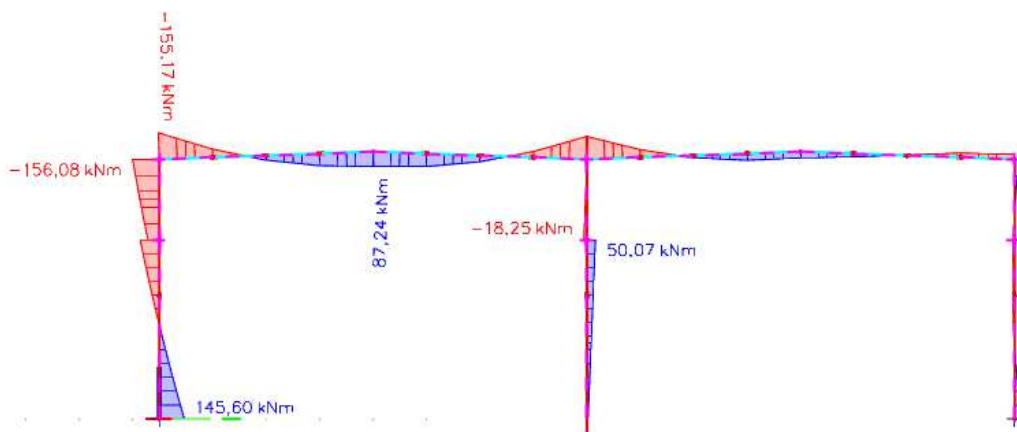
1D vnitřní síly

Hodnoty: **N**
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU3-
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: B1, B3..B7, B84..B87



1D vnitřní síly

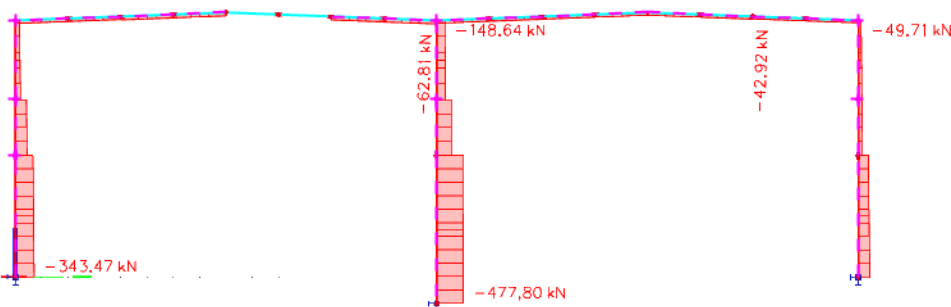
Hodnoty: **M_y**
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU3-
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: B1, B3..B7, B84..B87



Maximální normálová síla

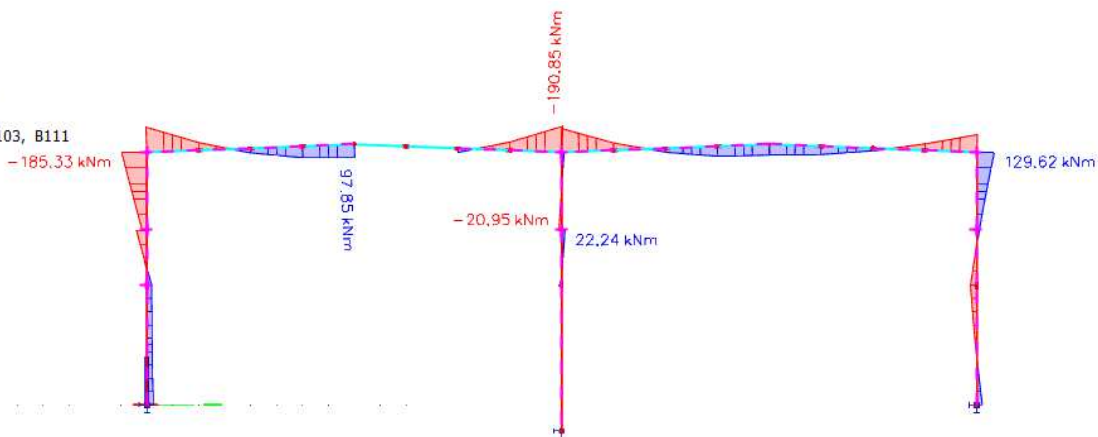
1D vnitřní síly

Hodnoty: **N**
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU6-
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: B26..B31, B101..B103, B111



1D vnitřní síly

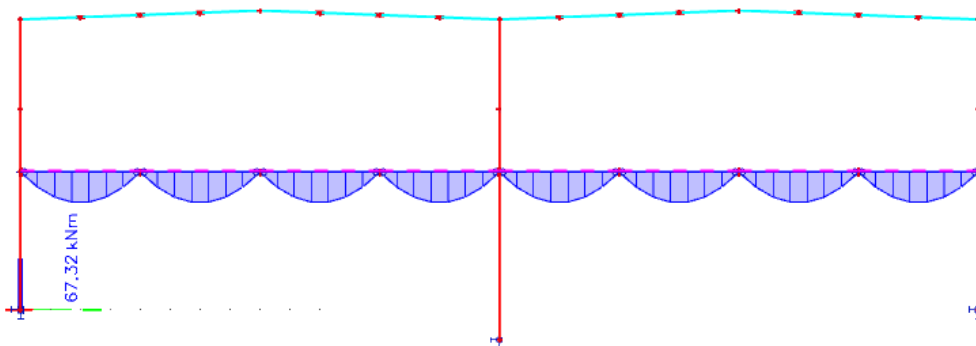
Hodnoty: **M_y**
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU6-
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: B26..B31, B101..B103, B111



Stropnice

1D vnitřní síly

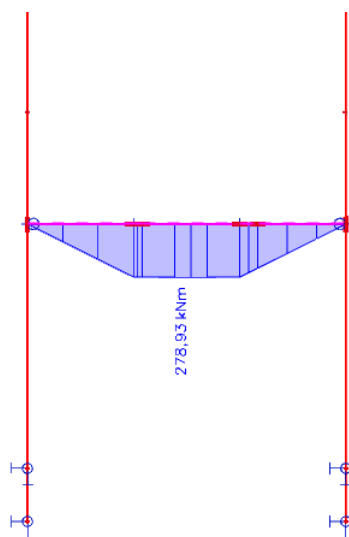
Hodnoty: M_y
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU1
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: B456..B463



Průvlaky

1D vnitřní síly

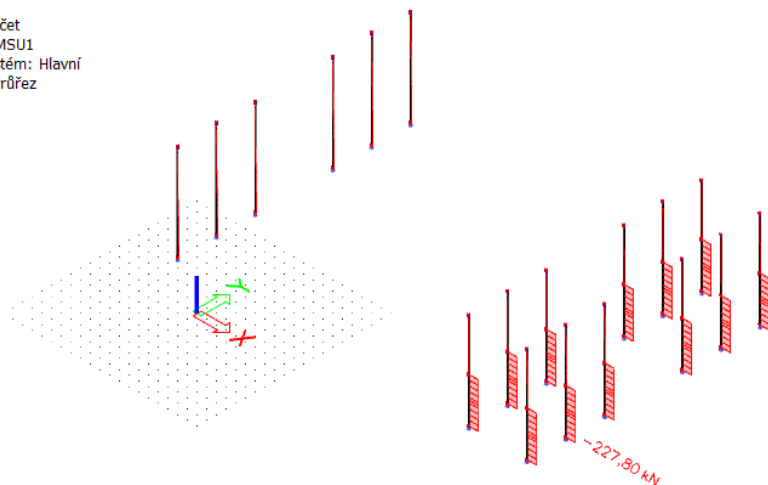
Hodnoty: M_y
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU1
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: B122



Fasádní sloupy

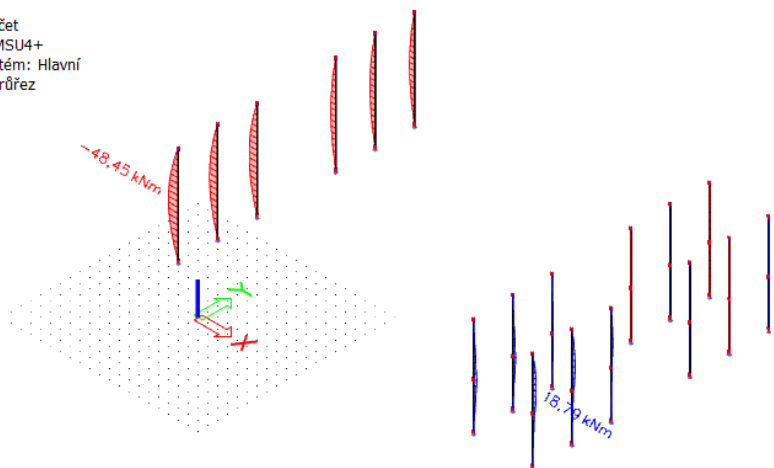
1D vnitřní síly

Hodnoty: N
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU1
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: Vše



1D vnitřní síly

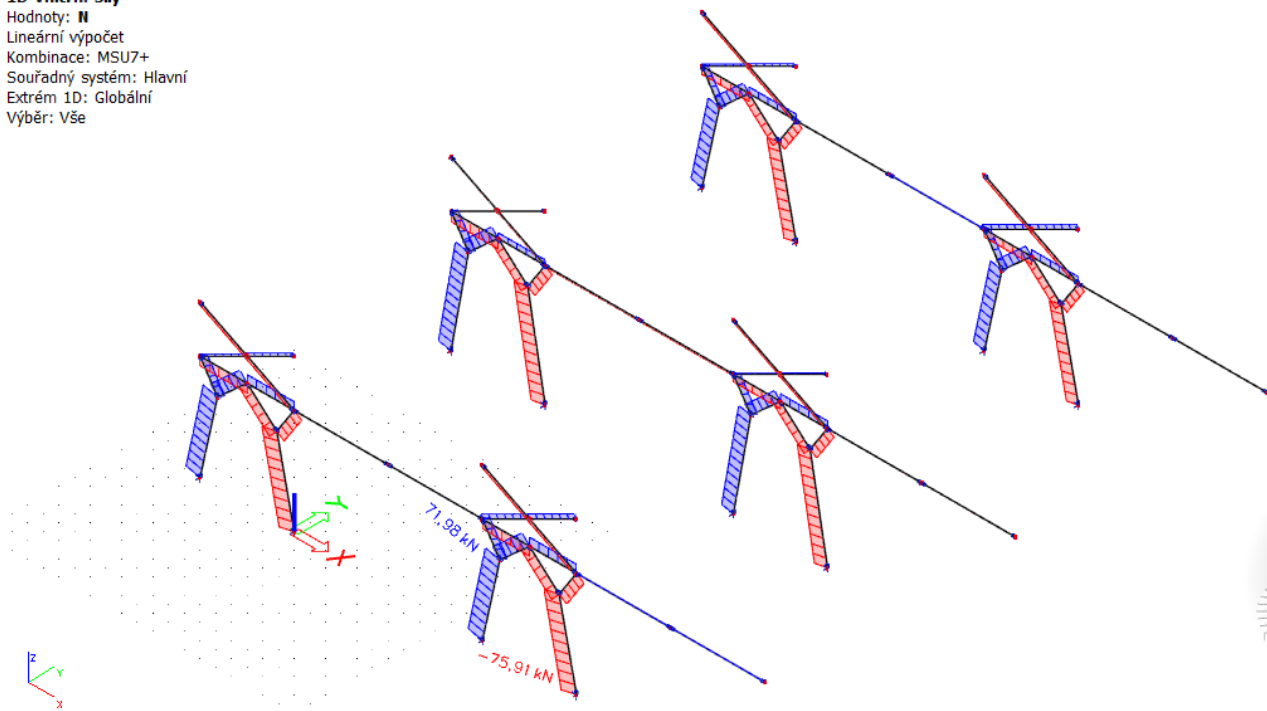
Hodnoty: M_y
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU4+
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: Vše



Stěnová ztužidla

1D vnitřní síly

Hodnoty: N
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU7+
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše



Střešní ztužidla**1D vnitřní síly**Hodnoty: **N**

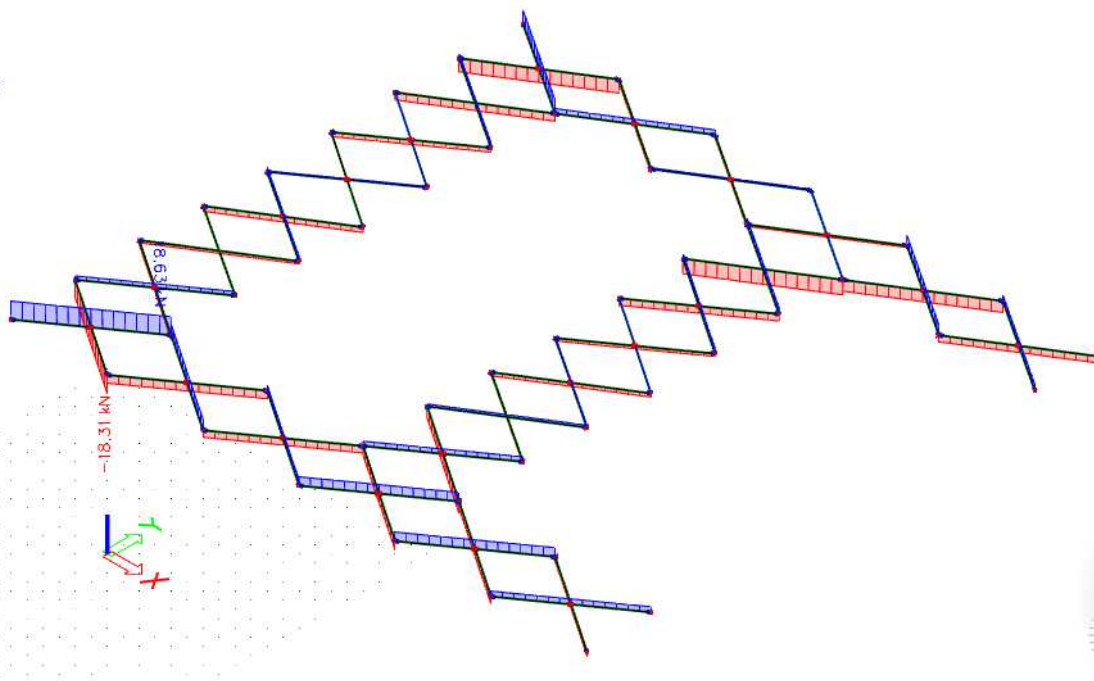
Lineární výpočet

Kombinace: MSU7+

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

**Ověřovací výpočty vnitřních sil**

Maximální moment – stálé zatížení – $0,24 \text{ kN/m}^2$; sníh – $0,6 \text{ kN/m}^2$; vítr – $0,134 \text{ kN/m}^2$

$$M_y = (0,24 \cdot 1,35 + 0,6 \cdot 1,5 + 0,134 \cdot 0,9) \cdot 6 \cdot 16^2 / 8 = 258 \text{ kNm} \approx 201,14 + 111,82 = 312,96 \text{ kNm}$$

Maximální normálová síla – zatížení viz předchozí + R_a od jeřábové dráhy – $161,86 \text{ kN}$ + užiténé – $7,5 \text{ kN/m}^2$ + TZB – $0,5 \text{ kN/m}^2$ + stálé (podlaha) – $3,74 \text{ kN/m}^2$

$$N = (0,24 \cdot 1,35 + 0,6 \cdot 1,5 + 0,134 \cdot 0,9) \cdot 6 \cdot 16 + 161,86 + (7,5 \cdot 1,5 + 0,5 \cdot 1,35 + 3,74 \cdot 1,35) \cdot 4 \cdot 3 = 495 \text{ kN} \approx 477,8 \text{ kN}$$

$$\text{Stropnice} - M_y = (7,5 \cdot 1,5 + 0,5 \cdot 1,35 + 3,74 \cdot 1,35) \cdot 2 \cdot 4^2 / 8 = 67,9 \text{ kN} \approx 67,32 \text{ kN}$$

$$\text{Průvlak} - \text{Reakce stropnice} - (7,5 \cdot 1,5 + 0,5 \cdot 1,35 + 3,74 \cdot 1,35) \cdot 2 \cdot 4 / 2 = 67,9 \text{ kN}$$

$$M_y = 67,9 \cdot 2 \cdot 2 = 272 \text{ kNm} \approx 278,93 \text{ kNm}$$

Střešní ztužidla – tlak větru – $0,467 \text{ kN/m}^2$

$$0,467 \cdot 1,5 \cdot 10 \cdot 16 / 2 = 56 \text{ kN (celková síla působící na horní polovinu)}$$

$$56 / 4 \cdot 3 / 2 / 6 \cdot 7,213 = 21 \text{ kN (síla v diagonále u podpory)} \approx 18,31 \text{ kN}$$

Stěnová ztužidla – $0,467 \cdot 1,5 \cdot 10 \cdot 32 / 2 / 6 + 10,64 \cdot 1,35 / 2 = 25,9 \text{ kN}$ (vodorovná síla přenášená každým ztužidlem)

$$25,9 / 1 \cdot 5,1 / 2 = 66,0 \text{ kN} \approx 75,91 \text{ kN}$$

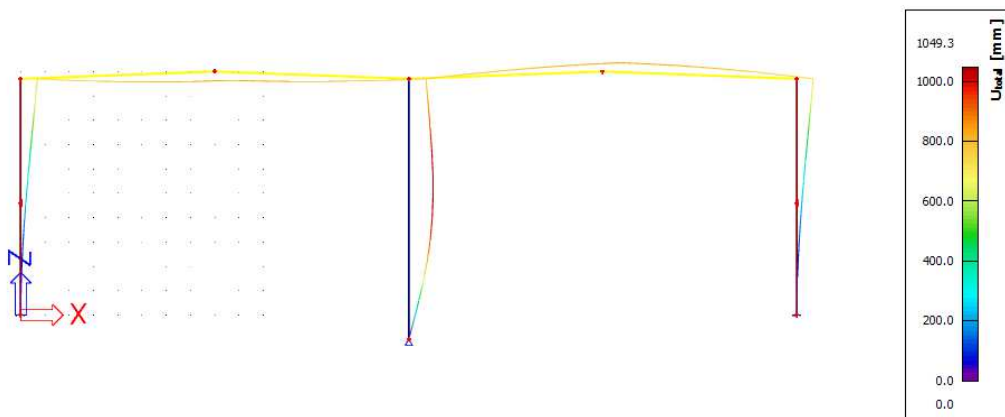
5.6. Výpočet stabilitních součinitelů pro posudky

Výsledek stabilitního výpočtu pro příčnou vazbu

MSÚ 6-

3D přemístění

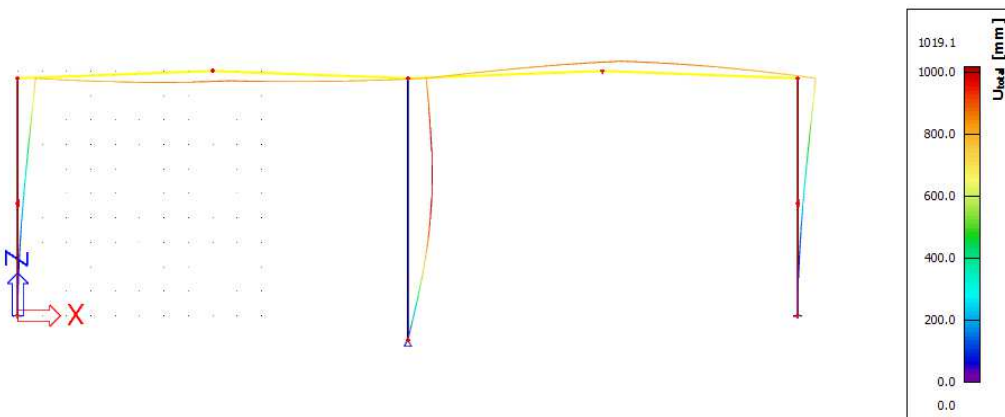
Hodnoty: U_{total}
 Stabilitní výpočet. Tvary vybočení jsou normované tak, aby se maximální složka přemístění nebo pootočení každého uzlu rovnala 1 m nebo 1 rad.
 Stabilitní kombinace: S1/1 - 6,51
 Výběr: Vše
 Poloha: V uzlech s průměrováním.
 Systém: Globální



MSÚ 2-

3D přemístění

Hodnoty: U_{total}
 Stabilitní výpočet. Tvary vybočení jsou normované tak, aby se maximální složka přemístění nebo pootočení každého uzlu rovnala 1 m nebo 1 rad.
 Stabilitní kombinace: S2/1 - 17,46
 Výběr: Vše
 Poloha: V uzlech s průměrováním.
 Systém: Globální



Střední sloup

Délka prvku: $L = 10,700 \text{ (m)}$

Poměr normálové a kritické síly: $\alpha_{CR} = 6,51 \text{ (-)}$

Návrhová normálová síla v prvku: $N_{ED} = 477,80 \text{ (kN)}$

PRŮŘEZ:

HEA 280

Statický moment setrvačnosti k ose y: $I_y = 1,37E+08 \text{ (mm}^4\text{)}$

Modul pružnosti v tahu: $E = 210,0 \text{ (GPa)}$

Kritická síla: $N_{CR} = 3\,110,48 \text{ (kN)}$

viz příloha B

Kritická síla dle LTBeamN: $N_{CR} = 2\,779,20 \text{ (kN)}$

$$L_{CR} = \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_y / N_{CR}}$$

Kritická délka prvku: $L_{CR} = 10,098 \text{ (m)}$

Součinitel kritické délky: $\beta = 0,944 \text{ (-)}$

Hlavní sloup MSÚ 6-

Délka prvku: $L = 9,700 \text{ (m)}$

Poměr normálové a kritické síly: $\alpha_{CR} = 6,51 \text{ (-)}$

Návrhová normálová síla v prvku: $N_{ED} = 343,47 \text{ (kN)}$

PRŮŘEZ:

HEA 360

Statický moment setrvačnosti k ose y: $I_y = 3,31E+08 \text{ (mm}^4\text{)}$

Modul pružnosti v tahu: $E = 210,0 \text{ (GPa)}$

Kritická síla: $N_{CR} = 2\,235,99 \text{ (kN)}$

viz příloha B

Kritická síla dle LTBeamN: $N_{CR} = 3\,350,10 \text{ (kN)}$

$$L_{CR} = \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_y / N_{CR}}$$

Kritická délka prvku: $L_{CR} = 17,513 \text{ (m)}$

Součinitel kritické délky: $\beta = 1,806 \text{ (-)}$

Hlavní sloup MSÚ 2-

Délka prvku: $L = 9,700 \text{ (m)}$

Poměr normálové a kritické síly: $\alpha_{CR} = 17,46 \text{ (-)}$

Návrhová normálová síla v prvku: $N_{ED} = 140,91 \text{ (kN)}$

PRŮŘEZ:

HEA 360

Statický moment setrvačnosti k ose y: $I_y = 3,31E+08 \text{ (mm}^4\text{)}$

Modul pružnosti v tahu: $E = 210,0 \text{ (GPa)}$

Kritická síla: $N_{CR} = 2\,460,29 \text{ (kN)}$

viz příloha B

Kritická síla dle LTBeamN: $N_{CR} = 3\,553,90 \text{ (kN)}$

$$L_{CR} = \pi \sqrt{E I_y / N_{CR}}$$

Kritická délka prvku: $L_{CR} = 16,696 \text{ (m)}$

Součinitel kritické délky: $\beta = 1,721 \text{ (-)}$

5.7. Posouzení na MSÚ

Vaznice

NÁVRH: Z 210/2,5 – navrženo jako prostý nosník. Bereme v úvahu hodnoty liniového zatížení z tabulek výrobce pro rozpon 6 m.

Liniová únosnost bez vlivu osově síly:

$$3,95 \text{ kN/m} > ((0,60 \cdot 1,5 + 0,324) \cdot 2 = 2,448 \text{ kN/m} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Hodnoty únosnosti viz příloha C, hodnoty zatížení viz strany 21 a 22

Únosnost pro sání bez vlivu osově síly:

$$2,08 \text{ kN/m} > |(0,24 - 0,801) \cdot 2| = 1,122 \text{ kN/m} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Hodnoty únosnosti viz příloha C, hodnoty zatížení viz strany 21 a 26

Maximální zatížení pro deformaci L/200:

$$2,06 \text{ kN/m} > ((0,60 + 0,24) \cdot 2 = 1,68 \text{ kN/m} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Hlavní nosník

Viz strana 54

Návrhová normálová síla: $N_{ED} = 21,66 \text{ (kN)}$

Návrhový ohybový moment ve směru y: $M_{y,ED} = 201,14 \text{ (kNm)}$

Návrhový ohybový moment ve směru z: $M_{z,ED} = 0,00 \text{ (kNm)}$

Mez kluzu: $f_y = 355,00 \text{ (MPa)}$

Materiálové součinitele: $\gamma_{M0} = 1,00 \text{ (-)}$

$\gamma_{M1} = 1,00 \text{ (-)}$

NÁVRH:

IPE 360

tř. průřezu:

1

Plocha průřezu: $A = 7\,273 \text{ (mm}^2\text{)}$

Průřezový modul ve směru y: $w_{ply} = 1,02E+06 \text{ (mm}^3\text{)}$

Průřezový modul ve směru z: $w_{plz} = 1,91E+05 \text{ (mm}^3\text{)}$

Modul pružnosti: $E = 210,00 \text{ (GPa)}$

Délka prutu: $L = 16,00 \text{ (m)}$

Poloměr setrvačnosti k ose y: $i_y = 149,55 \text{ (mm)}$

Poloměr setrvačnosti k ose z: $i_z = 37,88 \text{ (mm)}$

Součinitel vzpěrné délky ve směru y: $\beta_y = 1,00 \text{ (-)}$

Součinitel vzpěrné délky ve směru z: $\beta_z = 1,00 \text{ (-)}$

$L_{CR} = \beta \cdot L$

Vzpěrná délka ve směru y: $L_{CR;y} = 16,00 \text{ (m)}$

Vzpěrná délka ve směru z: $L_{CR;z} = 2,00 \text{ (m)}$

$\lambda = L_{CR}/i$

Štíhlost ve směru y: $\lambda_y = 106,99 \text{ (-)}$

Štíhlost ve směru z: $\lambda_z = 52,80 \text{ (-)}$

$\bar{\lambda} = \lambda / (\pi \cdot (E/f_y)^{1/2})$

Poměrná štíhlost ve směru y: $\bar{\lambda}_y = 1,40 \text{ (-)}$

Poměrná štíhlost ve směru z: $\bar{\lambda}_z = 0,69 \text{ (-)}$

Součinitel imperfekce: $\alpha_y = 0,21 \text{ (-)}$

$\alpha_z = 0,34 \text{ (-)}$

$\Phi = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2)$

Pomocný součinitel "Fí" ve směru y: $\Phi_y = 1,61 \text{ (-)}$

Pomocný součinitel "Fí" ve směru z: $\Phi_z = 0,82 \text{ (-)}$

$\chi = 1 / (\Phi + (\Phi^2 - \bar{\lambda}^2)^{1/2})$

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru y: $\chi_y = 0,42 \text{ (-)}$

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru y: $\chi_z = 0,79$ (-)

$$N_{RD} = A \cdot f_y \cdot \chi / \gamma_{M0}$$

Návrhová únosnost ve směru y: $N_{RD;y} = 1\,078,70$ (kN)

Návrhová únosnost ve směru z: $N_{RD;z} = 2\,036,45$ (kN)

Klopící délka: $L_{LT} = 3,50$ (m)

Modul pružnosti ve smyku: $G = 81,0$ (GPa)

Moment setrvačnosti k ose z: $I_z = 1,04E+07$ (mm⁴)

Moment setrvačnosti ve volném kroucení: $I_t = 3,73E+08$ (mm⁴)

Výsečový moment setrvačnosti: $I_w = 3,14E+11$ (mm⁶)

Součinitel vzpěrné délky v kroucení: $k_w = 1,00$ (-)

Součinitel vzpěrné délky v ose z: $k_z = 1,00$ (-)

$$K_{wt} = \pi^2 / k_w / L_{LT}^2 \cdot \nu (E \cdot I_w / G / I_t)$$

Bezrozměrný parametr kroucení: $K_{wt} = 1,32$ (-)

$\psi = 0,00$

Součinitele závislé na zatížení: $C_{1;0} = 1,77$ (-)

$C_{1;1} = 1,85$ (-)

$$C1 = C_{1;0} + (C_{1;1} - C_{1;0}) \cdot K_{wt}$$

Součinitele závislé na zatížení a uložení: $C1 = 1,85$ (-)

$C2 = 0,00$ (-)

$C3 = 0,00$ (-)

Vzdálenost mezi středem smyku a zatížením: $z_g = 0,00$ (-)

Vzdálenost mezi těžištěm a středem smyku: $z_j = 0,00$ (-)

$$\zeta_g = \pi^2 \cdot z_g / k_z / L_{LT}^2 \cdot \nu (E \cdot I_z / G / I_t)$$

Bezrozměrný parametr vlivu zatížení: $\zeta_g = 0,00$ (-)

$$\zeta_j = \pi * z_j / k_z / L_{LT} * \sqrt{E * I_z / G / I_t}$$

Bezrozměrný parametr asymetrie průřezu: $\zeta_j = 0,00$ (-)

$$\mu_{CR} = C_1 / k_z * (\sqrt{(1 + k_{wt}^2 + (C_2 * \zeta_g - C_3 * \zeta_j)^2)} - (C_2 * \zeta_g - C_3 * \zeta_j))$$

Bezrozměrný kritický moment: $\mu_{CR} = 3,07$ (-)

$$M_{CR} = \mu_{CR} * \pi * \sqrt{E * I_z * G * I_t} / L_{LT}$$

Kritický moment (dochází ke ztrátě stability): $M_{CR} = 709,39$ (kNm)

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{w * f_y / M_{CR}}$$

Poměrná štíhlost: $\bar{\lambda}_{LT} = 0,71$ (-)

Štíhlostní parametry: $\bar{\lambda}_{LT;0} = 0,4$ (-)
 $\beta = 0,75$ (-)

Součinitel imperfekce dle křivky klopení: $\alpha_{LT} = 0,49$ (-)

$$\Phi_{LT} = 0,5 * (1 + \alpha_{LT} * (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT;0}) + \beta * \bar{\lambda}_{LT}^2)$$

Klopící parametr "fí": $\Phi_{LT} = 0,77$ (-)

$$\chi_{LT} = 1 / (\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta * \bar{\lambda}_{LT}^2})$$

Klopící součinitel "chí": $\chi_{LT} = 0,82$ (-)

0,82 < 1,00 V POŘÁDKU

$$\chi_{LT} \leq 1 / \bar{\lambda}_{LT}^2$$

0,82 < 1,96 V POŘÁDKU

Redukce klopícího součinitele neuvažována

$$M_{y, RD} = \chi_{LT} * w * f_y / \gamma_{M1}$$

Návrhová únosnost v ohybu z ose y: $M_{y, RD} = 295,61 \text{ (kNm)}$

295,61 kNm > 201,14 kNm ✓ VYHOVUJE

Poměr koncových momentů: $\alpha_h = 0,00 \text{ (-)}$

Výpočet interakčních součinitelů dle tabulky B.1 ČSN-EN 1993-1-1

Pomocné součinitele koncových momentů: $C_{my} = 0,90 \text{ (-)}$

$C_{mz} = 0,90 \text{ (-)}$

$C_{mLT} = 0,60 \text{ (-)}$

Interakční součinitele: $k_{yy} = 0,91 \text{ (-)}$

$k_{zy} = 1,00 \text{ (-)}$

$k_{yz} = 0,54 \text{ (-)}$

$k_{zz} = 0,91 \text{ (-)}$

Návrhová únosnost v ohybu k ose z: $M_{z, RD} = 67,84 \text{ (kNm)}$

Interakční rovnice:

$$N_{ED} / \chi_y / N_{RK} + k_{yy} * M_{y, ED} / M_{y, RK} / \chi_{LT} + k_{yz} * M_{z, ED} / M_{z, RD} < 1,00$$

0,64 < 1,00 ✓ VYHOVUJE

$$N_{ED} / \chi_z / N_{RK} + k_{zy} * M_{y, ED} / M_{y, RK} / \chi_{LT} + k_{zz} * M_{z, ED} / M_{z, RD} < 1,00$$

0,69 < 1,00 ✓ VYHOVUJE

Sloup hlavní – MSÚ 6-

Viz strana 55

Návrhová normálová síla: $N_{ED} = 343,47 \text{ (kN)}$

Návrhový ohybový moment ve směru y: $M_{y, ED} = 185,33 \text{ (kNm)}$

Návrhový ohybový moment ve směru z: $M_{z, ED} = 0,00 \text{ (kNm)}$

Mez kluzu: $f_y = 355,00 \text{ (MPa)}$

Materiálové součinitele: $\gamma_{M0} = 1,00 \text{ (-)}$

$\gamma_{M1} = 1,00 \text{ (-)}$

<i>NÁVRH:</i>				
<i>HEA 360</i>	Plocha průřezu:	A	=	14 276 (mm ²)
<i>tř. průřezu:</i>				
2	Průřezový modul ve směru y:	wply	=	2,09E+06 (mm ³)
	Průřezový modul ve směru z:	wplz	=	8,02E+05 (mm ³)
	Modul pružnosti:	E	=	210,00 (GPa)
	Délka prutu:	L	=	10,70 (m)
	Poloměr setrvačnosti k ose y:	i_y	=	152,25 (mm)
	Poloměr setrvačnosti k ose z:	i_z	=	74,33 (mm)
<i>Viz strana 60</i>	Součinitel vzpěrné délky ve směru y:	β_y	=	1,81 (-)
	Součinitel vzpěrné délky ve směru z:	β_z	=	1,00 (-)
	L_{CR} = β*L			
	Vzpěrná délka ve směru y:	L_{CR;y}	=	19,32 (m)
	Vzpěrná délka ve směru z:	L_{CR;z}	=	10,70 (m)
	λ = L_{CR}/i			
	Štíhlost ve směru y:	λ_y	=	126,93 (-)
	Štíhlost ve směru z:	λ_z	=	143,96 (-)
	λ = λ/(π*(E/f_y)^(1/2))			
	Poměrná štíhlost ve směru y:	λ_y	=	1,66 (-)
	Poměrná štíhlost ve směru z:	λ_z	=	1,88 (-)
	Součinitel imperfekce:	α_y	=	0,34 (-)
		α_z	=	0,49 (-)

$$\Phi = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2)$$

Pomocný součinitel "Fí" ve směru y: $\Phi_y = 2,13 \quad (-)$

Pomocný součinitel "Fí" ve směru z: $\Phi_z = 2,69 \quad (-)$

$$\chi = 1 / (\Phi + (\Phi^2 - \bar{\lambda}^2)^{1/2})$$

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru y: $\chi_y = 0,29 \quad (-)$

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru z: $\chi_z = 0,22 \quad (-)$

$$N_{RD} = A * f_y * \chi / \gamma_{M0}$$

Návrhová únosnost ve směru y: $N_{RD;y} = 1\,465,43 \quad (kN)$

Návrhová únosnost ve směru z: $N_{RD;z} = 1\,100,83 \quad (kN)$

Klopící délka: $L_{LT} = 9,70 \quad (m)$

Modul pružnosti ve smyku: $G = 81,0 \quad (GPa)$

Moment setrvačnosti k ose z: $I_z = 7,89E+07 \quad (mm^4)$

Moment setrvačnosti ve volném kroucení: $I_t = 1,49E+09 \quad (mm^4)$

Výsečový moment setrvačnosti: $I_w = 2,18E+12 \quad (mm^6)$

Součinitel vzpěrné délky v kroucení: $k_w = 1,00 \quad (-)$

Součinitel vzpěrné délky v ose z: $k_z = 1,00 \quad (-)$

$$\kappa_{wt} = \pi^2 / k_w / L_{LT}^2 * (E * I_w / G / I_t)$$

Bezrozměrný parametr kroucení: $\kappa_{wt} = 0,63 \quad (-)$

$\psi =$ Součinitele závislé na zatížení: $C_{1;0} = 2,33 \quad (-)$

$-0,50$ $C_{1;1} = 2,59 \quad (-)$

$$C1 = C_{1;0} + (C_{1;1} - C_{1;0}) * \kappa_{wt}$$

Součinitele závislé na zatížení a uložení: $C1 = 2,49 \quad (-)$

	C2	=	0,00	(-)
	C3	=	0,00	(-)
Vzdálenost mezi středem smyku a zatížením:	z_g	=	0,00	(-)
Vzdálenost mezi těžištěm a středem smyku:	z_j	=	0,00	(-)
	$\zeta_g = \pi * z_g / k_z / L_{LT} * \nu(E * I_z / G / I_t)$			
Bezrozměrný parametr vlivu zatížení:	ζ_g	=	0,00	(-)
	$\zeta_j = \pi * z_j / k_z / L_{LT} * \nu(E * I_z / G / I_t)$			
Bezrozměrný parametr asymetrie průřezu:	ζ_j	=	0,00	(-)
	$\mu_{CR} = C_1 / k_z * (\nu(1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 * \zeta_g - C_3 * \zeta_j)^2) - (C_2 * \zeta_g - C_3 * \zeta_j))$			
Bezrozměrný kritický moment:	μ_{CR}	=	2,95	(-)
	$M_{CR} = \mu_{CR} * \pi * \nu(E * I_z * G * I_t) / L_{LT}$			
Kritický moment (dochází ke ztrátě stability):	M_{CR}	=	1 349,33	(kNm)
	$\bar{\lambda}_{LT} = \nu(w * f_y / M_{CR})$			
Poměrná štíhlost:	λ_{LT}	=	0,74	(-)
Štíhlostní parametry:	λ_{LT;0}	=	0,4	(-)
	β	=	0,75	(-)
Součinitel imperfekce dle křivky klopení:	α_{LT}	=	0,34	(-)
	$\Phi_{LT} = 0,5 * (1 + \alpha_{LT} * (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT;0}) + \beta * \bar{\lambda}_{LT}^2)$			
Klopící parametr "fí":	Φ_{LT}	=	0,76	(-)
	$\chi_{LT} = 1 / (\Phi_{LT} + \nu(\Phi_{LT}^2 - \beta * \bar{\lambda}_{LT}^2))$			
Klopící součinitel "chí":	χ_{LT}	=	0,85	(-)

0,85 < 1,00 V POŘÁDKU

$$\chi_{LT} \leq 1/\lambda_{LT}^2$$

0,85 < 1,82 V POŘÁDKU

Redukce klopícího součinitele neuvažována

$$M_{y;RD} = \chi_{LT} * w * f_y / \gamma_{M1}$$

Návrhová únosnost v ohybu z ose y: $M_{y;RD} = 629,15 \text{ (kNm)}$

629,15 kNm > 185,33 kNm ✓ VYHOVUJE

Poměr koncových momentů: $\alpha_h = -0,50 \text{ (-)}$

Výpočet interakčních součinitelů dle tabulky B.1 ČSN-EN 1993-1-1

Pomocné součinitele koncových momentů: $C_{my} = 0,90 \text{ (-)}$

$C_{mz} = 0,90 \text{ (-)}$

$C_{mLT} = 0,40 \text{ (-)}$

Interakční součinitele: $k_{yy} = 1,07 \text{ (-)}$

$k_{zy} = 0,79 \text{ (-)}$

$k_{yz} = 0,78 \text{ (-)}$

$k_{zz} = 1,29 \text{ (-)}$

Návrhová únosnost v ohybu k ose z: $M_{z;RD} = 284,81 \text{ (kNm)}$

Interakční rovnice:

$$N_{ED}/\chi_y/N_{RK} + k_{yy} * M_{y;ED}/M_{y;RK}/\chi_{LT} + k_{yz} * M_{z;ED}/M_{z;RD} < 1,00$$

0,55 < 1,00 ✓ VYHOVUJE

$$N_{ED}/\chi_z/N_{RK} + k_{zy} * M_{y;ED}/M_{y;RK}/\chi_{LT} + k_{zz} * M_{z;ED}/M_{z;RD} < 1,00$$

0,55 < 1,00 ✓ VYHOVUJE

Sloup hlavní – MSÚ 2-

Viz strana 54

Návrhová normálová síla:	N_{ED}	=	140,91	(kN)
Návrhový ohybový moment ve směru y:	$M_{y;ED}$	=	193,62	(kNm)
Návrhový ohybový moment ve směru z:	$M_{z;ED}$	=	0,00	(kNm)
Mez kluzu:	f_y	=	355,00	(MPa)
Materiálové součinitele:	γ_{M0}	=	1,00	(-)
	γ_{M1}	=	1,00	(-)

NÁVRH:
HEA 360
tř. průřezu:
2

Plocha průřezu:	A	=	14 276	(mm ²)
Průřezový modul ve směru y:	w_{ply}	=	2,09E+06	(mm ³)
Průřezový modul ve směru z:	w_{plz}	=	8,02E+05	(mm ³)
Modul pružnosti:	E	=	210,00	(GPa)
Délka prutu:	L	=	10,70	(m)
Poloměr setrvačnosti k ose y:	i_y	=	152,25	(mm)
Poloměr setrvačnosti k ose z:	i_z	=	74,33	(mm)

Viz strana 61

Součinitel vzpěrné délky ve směru y:	β_y	=	1,72	(-)
Součinitel vzpěrné délky ve směru z:	β_z	=	1,00	(-)

$L_{CR} = \beta * L$

Vzpěrná délka ve směru y:	$L_{CR,y}$	=	18,41	(m)
Vzpěrná délka ve směru z:	$L_{CR,z}$	=	10,70	(m)

$\lambda = L_{CR}/i$

Štíhlost ve směru y:	λ_y	=	120,95	(-)
Štíhlost ve směru z:	λ_z	=	143,96	(-)

$$\bar{\lambda} = \lambda / (\pi * (E / f_y)^{1/2})$$

Poměrná štíhlost ve směru y: $\bar{\lambda}_y = 1,58 \quad (-)$

Poměrná štíhlost ve směru z: $\bar{\lambda}_z = 1,88 \quad (-)$

Součinitel imperfekce: $\alpha_y = 0,34 \quad (-)$

$\Phi = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2)$
 $\alpha_z = 0,49 \quad (-)$

Pomocný součinitel "Fí" ve směru y: $\Phi_y = 1,99 \quad (-)$

Pomocný součinitel "Fí" ve směru z: $\Phi_z = 2,69 \quad (-)$

$$\chi = 1 / (\Phi + (\Phi^2 - \bar{\lambda}^2)^{1/2})$$

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru y: $\chi_y = 0,31 \quad (-)$

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru y: $\chi_z = 0,22 \quad (-)$

$$N_{RD} = A * f_y * \chi / \gamma_{M0}$$

Návrhová únosnost ve směru y: $N_{RD;y} = 1\,588,36 \quad (kN)$

Návrhová únosnost ve směru y: $N_{RD;z} = 1\,100,83 \quad (kN)$

Klopící délka: $L_{LT} = 9,70 \quad (m)$

Modul pružnosti ve smyku: $G = 81,0 \quad (GPa)$

Moment setrvačnosti k ose z: $I_z = 7,89E+07 \quad (mm^4)$

Moment setrvačnosti ve volném kroucení: $I_t = 1,49E+09 \quad (mm^4)$

Výsečový moment setrvačnosti: $I_w = 2,18E+12 \quad (mm^6)$

Součinitel vzpěrné délky v kroucení: $k_w = 1,00 \quad (-)$

Součinitel vzpěrné délky v ose z: $k_z = 1,00$ (-)

$$k_{wt} = \pi^2 / k_w / L_{LT}^2 * v(E * I_w / G / I_t)$$

Bezrozměrný parametr kroucení: $k_{wt} = 0,63$ (-)

$\psi = -0,72$

Součinitele závisující na zatížení: $C_{1,0} = 2,33$ (-)

$C_{1,1} = 2,59$ (-)

$$C1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) * k_{wt}$$

Součinitele závisující na zatížení a uložení: $C1 = 2,49$ (-)

$C2 = 0,00$ (-)

$C3 = 0,00$ (-)

Vzdálenost mezi středem smyku a zatížením: $z_g = 0,00$ (-)

Vzdálenost mezi těžištěm a středem smyku: $z_j = 0,00$ (-)

$$\zeta_g = \pi^2 * z_g / k_z / L_{LT}^2 * v(E * I_z / G / I_t)$$

Bezrozměrný parametr vlivu zatížení: $\zeta_g = 0,00$ (-)

$$\zeta_j = \pi^2 * z_j / k_z / L_{LT}^2 * v(E * I_z / G / I_t)$$

Bezrozměrný parametr asymetrie průřezu: $\zeta_j = 0,00$ (-)

$$\mu_{CR} = C1 / k_z * (v(1 + k_{wt}^2 + (C2 * \zeta_g - C3 * \zeta_j)^2) - (C2 * \zeta_g - C3 * \zeta_j))$$

Bezrozměrný kritický moment: $\mu_{CR} = 2,95$ (-)

$$M_{CR} = \mu_{CR} * \pi^2 * v(E * I_z * G * I_t) / L_{LT}$$

Kritický moment (dochází ke ztrátě stability): $M_{CR} = 1\,349,33$ (kNm)

$$\lambda_{LT} = v(w * f_y / M_{CR})$$

Poměrná štíhlost: $\lambda_{LT} = 0,74$ (-)

Štíhlostní parametry: $\lambda_{LT,0} = 0,4$ (-)

$$\beta = 0,75 \quad (-)$$

Součinitel imperfekce dle křivky klopení: $\alpha_{LT} = 0,34 \quad (-)$

$$\Phi_{LT} = 0,5 * (1 + \alpha_{LT} * (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT;0}) + \beta * \bar{\lambda}_{LT}^2)$$

Klopící parametr "fí": $\Phi_{LT} = 0,76 \quad (-)$

$$\chi_{LT} = 1 / (\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta * \bar{\lambda}_{LT}^2})$$

Klopící součinitel "chí": $\chi_{LT} = 0,85 \quad (-)$

0,85 < 1,00 V POŘÁDKU

$$\chi_{LT} \leq 1 / \bar{\lambda}_{LT}^2$$

0,85 < 1,82 V POŘÁDKU

Redukce klopícího součinitele neuvažována

$$M_{y, RD} = \chi_{LT} * w * f_y / \gamma_{M1}$$

Návrhová únosnost v ohybu z ose y: $M_{y, RD} = 629,15 \quad (kNm)$

629,15 kNm > 193,62 kNm ✓ VYHOVUJE

Poměr koncových momentů: $\alpha_h = -0,72 \quad (-)$

Výpočet interakčních součinitelů dle tabulky B.1 ČSN-EN 1993-1-1

Pomocné součinitele koncových momentů: $C_{my} = 0,90 \quad (-)$

$$C_{mz} = 0,90 \quad (-)$$

$$C_{mLT} = 0,40 \quad (-)$$

Interakční součinitele: $k_{yy} = 0,96 \quad (-)$

$$k_{zy} = 0,91 \quad (-)$$

$$k_{yz} = 0,64 \quad (-)$$

$$k_{zz} = 1,06 \quad (-)$$

Návrhová únosnost v ohybu k ose z: $M_{z, RD} = 284,81 \quad (kNm)$

Interaction equations:

$$N_{ED}/\chi_y/N_{RK} + k_{yy} * M_{y,ED}/M_{y,RK} / \chi_{LT} + k_{yz} * M_{z,ED}/M_{z,RD} < 1,00$$

$$0,39 < 1,00 \quad \checkmark \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$N_{ED}/\chi_z/N_{RK} + k_{zy} * M_{y,ED}/M_{y,RK} / \chi_{LT} + k_{zz} * M_{z,ED}/M_{z,RD} < 1,00$$

$$0,41 < 1,00 \quad \checkmark \quad \text{VYHOVUJE}$$

Sloup střední

Viz strana 55

Návrhová normálová síla: $N_{ED} = 477,80 \text{ (kN)}$

Návrhový ohybový moment ve směru y: $M_{y,ED} = 22,24 \text{ (kNm)}$

Návrhový ohybový moment ve směru z: $M_{z,ED} = 0,00 \text{ (kNm)}$

Mez kluzu: $f_y = 355,00 \text{ (MPa)}$

Materiálové součinitele: $\gamma_{M0} = 1,00 \text{ (-)}$

$\gamma_{M1} = 1,00 \text{ (-)}$

NÁVRH:

HEA 280

tř. průřezu:

3

Plocha průřezu: $A = 9\,726 \text{ (mm}^2\text{)}$

Průřezový modul ve směru y: $w_y = 1,01E+06 \text{ (mm}^3\text{)}$

Průřezový modul ve směru z: $w_z = 3,40E+05 \text{ (mm}^3\text{)}$

Modul pružnosti: $E = 210,00 \text{ (GPa)}$

Délka prutu: $L = 10,70 \text{ (m)}$

Poloměr setrvačnosti k ose y: $i_y = 118,57 \text{ (mm)}$

Poloměr setrvačnosti k ose z: $i_z = 69,98 \text{ (mm)}$

Viz strana 60

Součinitel vzpěrné délky ve směru y: $\beta_y = 0,94 \text{ (-)}$

Součinitel vzpěrné délky ve směru z: $\beta_z = 1,00 \text{ (-)}$

$L_{CR} = \beta * L$

Vzpěrná délka ve směru y: $L_{CR;y} = 10,10 \quad (m)$

Vzpěrná délka ve směru z: $L_{CR;z} = 10,70 \quad (m)$

$$\lambda = L_{CR}/i$$

Štíhlost ve směru y: $\lambda_y = 85,19 \quad (-)$

Štíhlost ve směru z: $\lambda_z = 152,91 \quad (-)$

$$\bar{\lambda} = \lambda / (\pi * (E/f_y)^{1/2})$$

Poměrná štíhlost ve směru y: $\bar{\lambda}_y = 1,11 \quad (-)$

Poměrná štíhlost ve směru z: $\bar{\lambda}_z = 2,00 \quad (-)$

Součinitel imperfekce: $\alpha_y = 0,34 \quad (-)$

$$\Phi = 0,5 * (1 + \alpha * (\lambda - 0,2) + \lambda^2)$$

$\alpha_z = 0,49 \quad (-)$

Pomocný součinitel "Fí" ve směru y: $\Phi_y = 1,28 \quad (-)$

Pomocný součinitel "Fí" ve směru z: $\Phi_z = 2,94 \quad (-)$

$$\chi = 1 / (\Phi + (\Phi^2 - \lambda^2)^{1/2})$$

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru y: $\chi_y = 0,53 \quad (-)$

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru z: $\chi_z = 0,20 \quad (-)$

$$N_{RD} = A * f_y * \chi / \gamma_{M0}$$

Návrhová únosnost ve směru y: $N_{RD;y} = 1\,817,44 \quad (kN)$

Návrhová únosnost ve směru z: $N_{RD;z} = 676,70 \quad (kN)$

Klopící délka: $L_{LT} = 7,70 \quad (m)$

Modul pružnosti ve smyku: $G = 81,0 \text{ (GPa)}$

Moment setrvačnosti k ose z: $I_z = 4,76E+07 \text{ (mm}^4\text{)}$

Moment setrvačnosti ve volném kroucení: $I_t = 6,21E+08 \text{ (mm}^4\text{)}$

Výsečový moment setrvačnosti: $I_w = 7,85E+11 \text{ (mm}^6\text{)}$

Součinitel vzpěrné délky v kroucení: $k_w = 1,00 \text{ (-)}$

Součinitel vzpěrné délky v ose z: $k_z = 1,00 \text{ (-)}$

$$k_{wt} = \pi^* / k_w / L_{LT} * \sqrt{E * I_w / G / I_t}$$

Bezrozměrný parametr kroucení: $k_{wt} = 0,74 \text{ (-)}$

$\psi =$ Součinitele závisující na zatížení: $C_{1,0} = 1,77 \text{ (-)}$

$0,00$ $C_{1,1} = 1,85 \text{ (-)}$

$$C1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) * k_{wt}$$

Součinitele závisující na zatížení a uložení: $C1 = 1,83 \text{ (-)}$

$C2 = 0,00 \text{ (-)}$

$C3 = 0,00 \text{ (-)}$

Vzdálenost mezi středem smyku a zatížením: $z_g = 0,00 \text{ (-)}$

Vzdálenost mezi těžištěm a středem smyku: $z_j = 0,00 \text{ (-)}$

$$\zeta_g = \pi * z_g / k_z / L_{LT} * \sqrt{E * I_z / G / I_t}$$

Bezrozměrný parametr vlivu zatížení: $\zeta_g = 0,00 \text{ (-)}$

$$\zeta_j = \pi * z_j / k_z / L_{LT} * \sqrt{E * I_z / G / I_t}$$

Bezrozměrný parametr asymetrie průřezu: $\zeta_j = 0,00 \text{ (-)}$

$$\mu_{CR} = C1 / k_z * (\sqrt{(1 + k_{wt}^2 + (C2 * \zeta_g - C3 * \zeta_j)^2}) - (C2 * \zeta_g - C3 * \zeta_j))$$

Bezrozměrný kritický moment: $\mu_{CR} = 2,27 \text{ (-)}$

$$M_{CR} = \mu_{CR} * \pi * \sqrt{(E * I_z * G * I_t) / L_T}$$

Kritický moment (dochází ke ztrátě stability): $M_{CR} = 658,09 \text{ (kNm)}$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{(w * f_y / M_{CR})}$$

Poměrná štíhlost: $\bar{\lambda}_{LT} = 0,74 \text{ (-)}$

Štíhlostní parametry: $\bar{\lambda}_{LT,0} = 0,4 \text{ (-)}$
 $\beta = 0,75 \text{ (-)}$

Součinitel imperfekce dle křivky klopení: $\alpha_{LT} = 0,34 \text{ (-)}$

$$\Phi_{LT} = 0,5 * (1 + \alpha_{LT} * (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta * \bar{\lambda}_{LT}^2)$$

Klopící parametr "fí": $\Phi_{LT} = 0,76 \text{ (-)}$

$$\chi_{LT} = 1 / (\Phi_{LT} + \sqrt{(\Phi_{LT}^2 - \beta * \bar{\lambda}_{LT}^2)})$$

Klopící součinitel "chí": $\chi_{LT} = 0,85 \text{ (-)}$

0,85 < 1,00 V POŘÁDKU

$$\chi_{LT} \leq 1 / \bar{\lambda}_{LT}^2$$

0,85 < 1,83 V POŘÁDKU

Redukce klopícího součinitele neuvažována

$$M_{y;RD} = \chi_{LT} * w * f_y / \gamma_{M1}$$

Návrhová únosnost v ohybu z ose y: $M_{y;RD} = 305,51 \text{ (kNm)}$

305,51 kNm > 22,24 kNm ✓ VYHOVUJE

Poměr koncových momentů: $\alpha_h = 0,00 \text{ (-)}$

Výpočet interakčních součinitelů dle tabulky B.1 ČSN-EN 1993-1-1

Pomocné součinitele koncových momentů:	C_{my}	=	0,90	(-)
	C_{mz}	=	0,90	(-)
	C_{mLT}	=	0,60	(-)
Interakční součinitele:	k_{yy}	=	1,04	(-)
	k_{zy}	=	0,90	(-)
	k_{yz}	=	1,28	(-)
	k_{zz}	=	1,28	(-)
Návrhová únosnost v ohybu k ose z:	$M_{z;RD}$	=	120,77	(kNm)

Interakční rovnice:

$$N_{ED}/\chi_y/N_{RK} + k_{yy} * M_{y;ED}/M_{y;RK}/\chi_{LT} + k_{yz} * M_{z;ED}/M_{z;RD} < 1,00$$

$$0,34 < 1,00 \quad \checkmark \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$N_{ED}/\chi_z/N_{RK} + k_{zy} * M_{y;ED}/M_{y;RK}/\chi_{LT} + k_{zz} * M_{z;ED}/M_{z;RD} < 1,00$$

$$0,77 < 1,00 \quad \checkmark \quad \text{VYHOVUJE}$$

Stropnice

Viz strana 56

Návrhový ohybový moment:	M_{ED}	=	67,32	(kNm)
Mez kluzu:	f_y	=	355,00	(MPa)
Materiálové součinitele:	γ_{M0}	=	1,00	(-)
	γ_{M1}	=	1,00	(-)

Třída průřezu: 1

NÁVRH:

IPE 240

Průřezový modul v ohýbané ose: $w_{ply} = 3,67E+05 \text{ (mm}^3\text{)}$

$$M_{c;RD} = w * f_y / \gamma_{M0}$$

Návrhová únosnost v ohybu: $M_{c;RD} = 130,16 \text{ (kNm)}$

$$130,16 \text{ kNm} > 67,32 \text{ kNm} \quad \checkmark \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{využití: } 51,72 \text{ (\%)}$$

Průvlak

Viz strana 56

Návrhový ohybový moment: $M_{ED} = 278,93 \text{ (kNm)}$

Mez kluzu: $f_y = 355,00 \text{ (MPa)}$

Materiálové součinitele: $\gamma_{M0} = 1,00 \text{ (-)}$

$\gamma_{M1} = 1,00 \text{ (-)}$

Třída průřezu: 1

NÁVRH:

IPE 400

Průřezový modul v ohybané ose: $w_{ply} = 1,31E+06 \text{ (mm}^3\text{)}$

$M_{c;RD} = w \cdot f_y / \gamma_{M0}$

Návrhová únosnost v ohybu: $M_{c;RD} = 464,04 \text{ (kNm)}$

464,04 kNm > 278,93 kNm ✓ VYHOVUJE

využití: 60,11 (%)

Stěnová ztužidla

Viz strana 57

Návrhová tlaková síla: $N_{ED} = 71,97 \text{ (kN)}$

Modul pružnosti: $E = 210,00 \text{ (GPa)}$

Mez kluzu: $f_y = 355,00 \text{ (MPa)}$

Materiálové součinitele: $\gamma_{M0} = 1,00 \text{ (-)}$

Délka prutu: $L = 5,12 \text{ (m)}$

NÁVRH:

TR 108x5

Plocha průřezu: $A = 1\,618 \text{ (mm}^2\text{)}$

Poloměr setrvačnosti k ose y: $i_y = 36,46 \text{ (mm)}$

Poloměr setrvačnosti k ose z: $i_z = 36,46 \text{ (mm)}$

Součinitel vzpěrné délky ve směru y: $\beta_y = 1,00 \text{ (-)}$

Součinitel vzpěrné délky ve směru z: $\beta_z = 1,00 \text{ (-)}$

$$L_{CR} = \beta \cdot L$$

Vzpěrná délka ve směru y: $L_{CR,y} = 5,12 \text{ (m)}$

Vzpěrná délka ve směru z: $L_{CR,z} = 5,12 \text{ (m)}$

$$\lambda = L_{CR}/i$$

Štíhlost ve směru y: $\lambda_y = 140,49 \text{ (-)}$

Štíhlost ve směru z: $\lambda_z = 140,49 \text{ (-)}$

$$\bar{\lambda} = \lambda / (\pi \cdot (E/f_y)^{1/2})$$

Poměrná štíhlost ve směru y: $\bar{\lambda}_y = 1,84 \text{ (-)}$

Poměrná štíhlost ve směru z: $\bar{\lambda}_z = 1,84 \text{ (-)}$

Součinitel imperfekce: $\alpha_y = 0,49 \text{ (-)}$

$\alpha_z = 0,49 \text{ (-)}$

$$\Phi = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2)$$

Pomocný součinitel "Fí" ve směru y: $\Phi_y = 2,59 \text{ (-)}$

Pomocný součinitel "Fí" ve směru z: $\Phi_z = 2,59 \text{ (-)}$

$$\chi = 1 / (\Phi + (\Phi^2 - \bar{\lambda}^2)^{1/2})$$

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru y: $\chi_y = 0,23 \text{ (-)}$

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru z: $\chi_z = 0,23 \text{ (-)}$

$$N_{RD} = A \cdot f_y \cdot \chi / \gamma_{M0}$$

Návrhová únosnost ve směru y: $N_{RD,y} = 130,00 \text{ (kN)}$

Návrhová únosnost ve směru z: $N_{RD,z} = 130,00 \text{ (kN)}$

130,00 kN > 71,97 kN ✓ VYHOVUJE
 130,00 kN > 71,97 kN ✓ VYHOVUJE

využití ve směru y: 55,36 (%)
 využití ve směru z: 55,36 (%)

Střešní ztužidla

Viz strana 58

Návrhová tlaková síla:	N_{ED}	=	18,31	(kN)
Modul pružnosti:	E	=	210,00	(GPa)
Mez kluzu:	f_y	=	355,00	(MPa)
Materiálové součinitele:	γ_{M0}	=	1,00	(-)
Délka prutu:	L	=	7,21	(m)
Poloměr setrvačnosti k ose y:	i_y	=	34,68	(mm)
Poloměr setrvačnosti k ose z:	i_z	=	34,68	(mm)
Součinitel vzpěrné délky ve směru y:	β_y	=	1,00	(-)
Součinitel vzpěrné délky ve směru z:	β_z	=	1,00	(-)
L_{CR} = β*L				
Vzpěrná délka ve směru y:	L_{CR,y}	=	7,21	(m)
Vzpěrná délka ve směru z:	L_{CR,z}	=	7,21	(m)
λ = L_{CR}/i				
Štíhlost ve směru y:	λ_y	=	208,00	(-)
Štíhlost ve směru z:	λ_z	=	208,00	(-)

NÁVRH:

TR 102x4

$$\lambda = \lambda / (\pi * (E / f_y)^{1/2})$$

Poměrná štíhlost ve směru y: $\bar{\lambda}_y = 2,72 \quad (-)$

Poměrná štíhlost ve směru z: $\bar{\lambda}_z = 2,72 \quad (-)$

Součinitel imperfekce: $\alpha_y = 0,49 \quad (-)$

$\alpha_z = 0,49 \quad (-)$
 $\Phi = 0,5 * (1 + \alpha * (\lambda - 0,2) + \lambda^2)$

Pomocný součinitel "Fí" ve směru y: $\Phi_y = 4,82 \quad (-)$

Pomocný součinitel "Fí" ve směru z: $\Phi_z = 4,82 \quad (-)$

$\chi = 1 / (\Phi + (\Phi^2 - \lambda^2)^{1/2})$

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru y: $\chi_y = 0,11 \quad (-)$

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru z: $\chi_z = 0,11 \quad (-)$

$N_{RD} = A * f_y * \chi / \gamma_{M0}$

Návrhová únosnost ve směru y: $N_{RD,y} = 49,65 \quad (kN)$

Návrhová únosnost ve směru z: $N_{RD,z} = 49,65 \quad (kN)$

49,65 kN > 17,86 kN ✓ VYHOVUJE
 49,65 kN > 17,86 kN ✓ VYHOVUJE

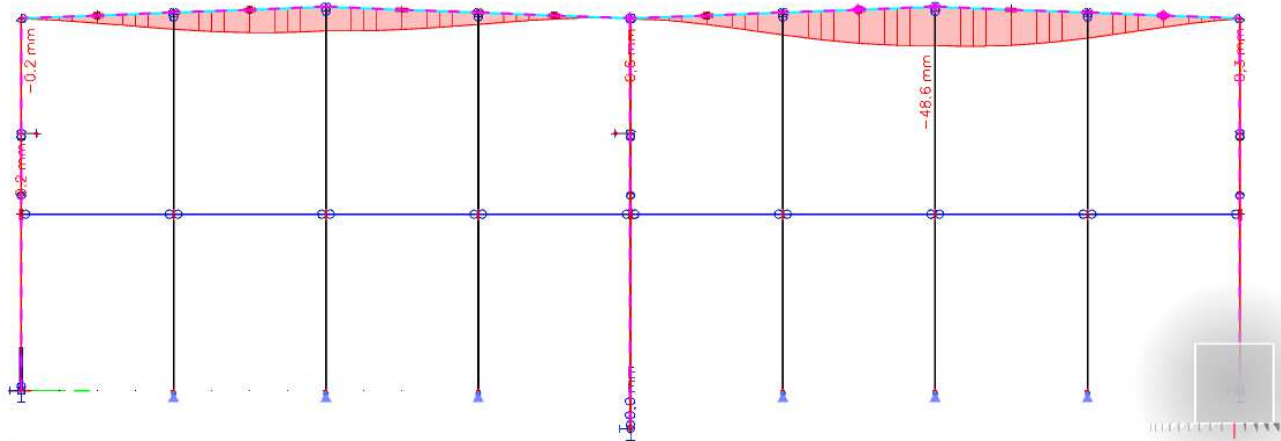
využití ve směru y: 35,97 (%)

využití ve směru z: 35,97 (%)

5.8. Deformace

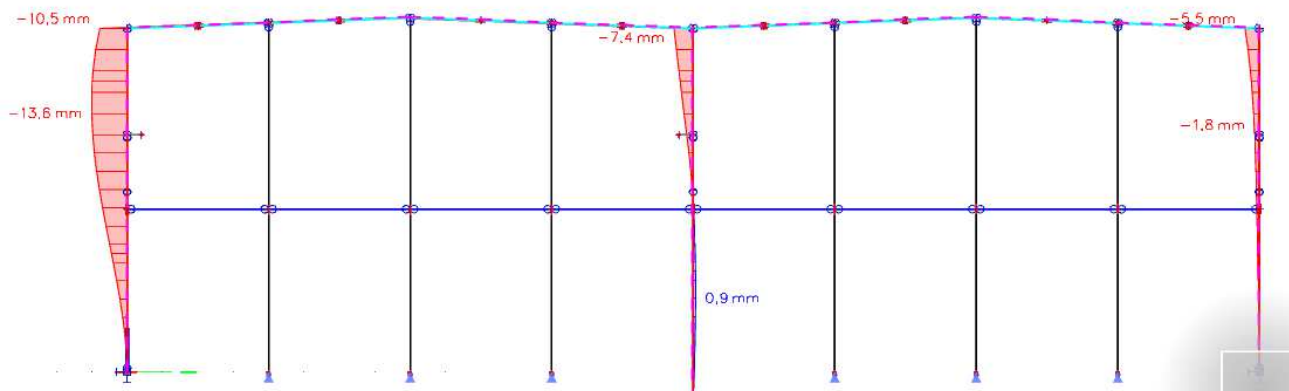
1D deformace

Hodnoty: u_z
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSP4-
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: B20..B25, B96..B99



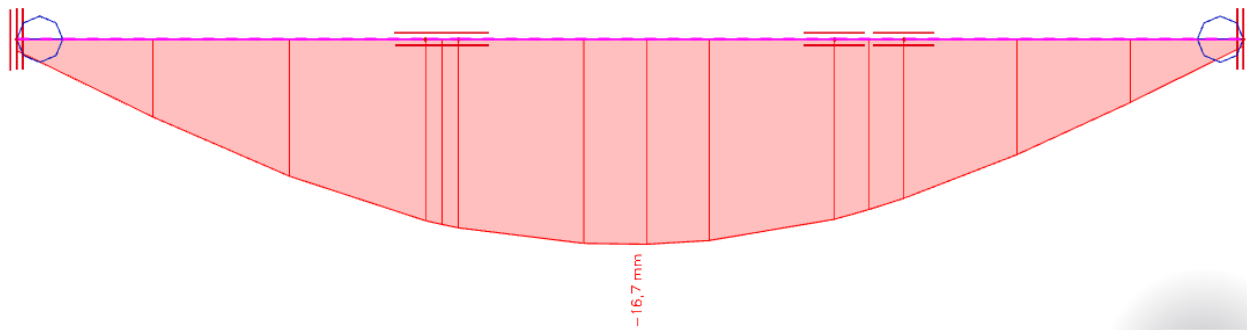
1D deformace

Hodnoty: u_y
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSP3-
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: B14..B19, B92..B95



1D deformace

Hodnoty: u_z
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSP-Char (auto)
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: B124



5.9. Posouzení MSP

Hlavní nosník

$$48,6 \text{ mm} < L/250 = 16\ 000/250 = 64 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Sloup

Ve vrcholu

$$10,5 \text{ mm} < h/150 = 9\ 700/150 = 64,7 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

V místě jeřábové dráhy

$$13,8 \text{ mm} < h_i/400 = 6\ 700/400 = 16,75 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

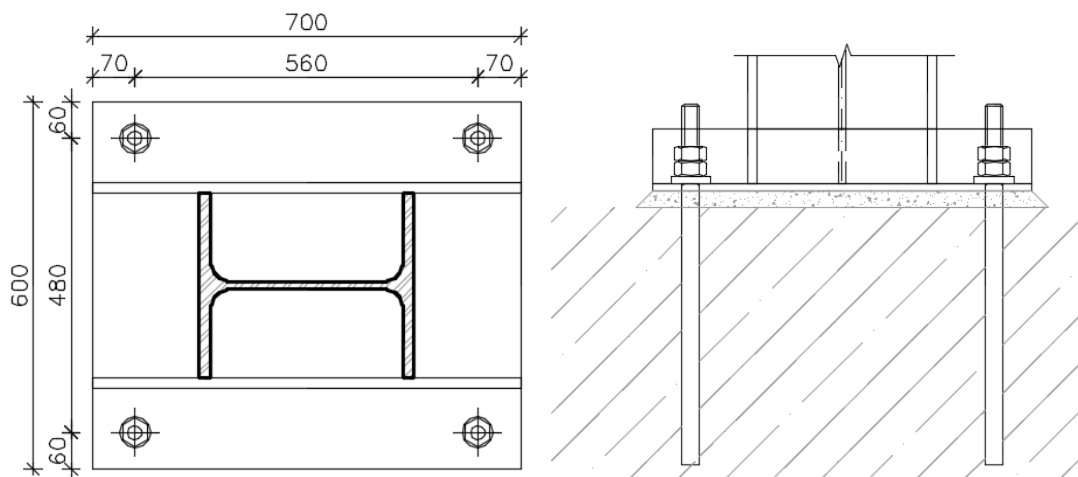
Průvlak

$$16,7 \text{ mm} < L/250 = 6\ 000/250 = 24 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

5.10. Návrh a posouzení detailů

Detail 1 – Patka hlavního sloupu

Schéma:



Viz strana 54

Návrhová normálová síla:	N_{ED}	=	140,91	(kN)
Návrhový ohybový moment:	M_{ED}	=	139,02	(kN)
Návrhová smyková síla:	V_{ED}	=	40,05	(kN)
Délka základu:	b	=	3,00	(m)
Šířka základu:	d	=	1,40	(m)
Hloubka základu:	h	=	1,00	(m)
Charakteristická pevnost betonu v tlaku:	f_{ck}	=	20,00	(MPa)
Mez kluzu:	f_y	=	355,00	(MPa)

Mez pevnosti:	f_u	=	490,00	(MPa)
Materiálové součinitele:	γ_c	=	1,50	(-)
	γ_{M0}	=	1,00	(-)
	γ_{M2}	=	1,25	(-)
Návrhová pevnost betonu v tlaku:	f_{cd}	=	13,33	(MPa)
Délka patního plechu:	b_1	=	700	(mm)
Šířka patního plechu:	d_1	=	600	(mm)
Tloušťka patního plechu	t	=	15	(mm)
Rozteč kotev v podélném směru:	a	=	560	(mm)
	$b_2 = \min(3 \cdot b_1; b_1 + h; b)$			
Efektivní délka pod patní deskou:	b_2	=	1700	(mm)
	$d_2 = \min(3 \cdot d_1; d_1 + h; d)$			
Efektivní šířka pod patní deskou:	d_2	=	1400	(mm)
Součinitel tvaru patky:	β_j	=	0,67	(-)
	$f_{jd} = \beta_j \cdot (b_2 \cdot d_2 / b_1 / d_1)^{1/2} \cdot f_{cd}$			
Návrhová pevnost betonu v tlaku:	f_{jd}	=	21,16	(MPa)
	$c = t \cdot (f_y / 3 / f_{jd} / \gamma_{M0})^{1/2}$			
Efektivní ohraničující šířka patní desky:	c	=	35,47	(mm)
Vzdálenost od osy ke šroubu:	r	=	280	(mm)
Excentricita síly:	e	=	987	(mm)
Výška ocelového profilu:	h_a	=	350	(mm)
Šířka ocelového profilu:	b_a	=	300	(mm)

Thickness of reinforcement plates: $t_v = 18 \text{ (mm)}$

$$b_{eff} = 2 \cdot t_v + 4 \cdot c$$

Effective length of slab: $b_{eff} = 177,89 \text{ (mm)}$

Width of compression zone: $x = 80,39 \text{ (mm)}$

$$N_c = b_{eff} \cdot x \cdot f_{jd}$$

Force in compression part of reinforced slab: $N_c = 302,60 \text{ (kN)}$

$$T = N_c - N_{ED}$$

Tensile force in row of bolts: $T = 161,69 \text{ (kN)}$

Diameter of bolt: $d_s = 27 \text{ (mm)}$

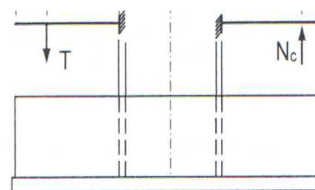
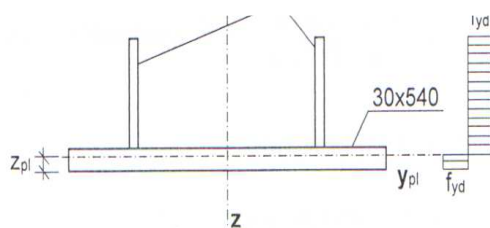
Area of bolt core: $A_s = 572,56 \text{ (mm}^2\text{)}$

$$F_{t;RD} = 0,8 \cdot f_{yd} \cdot A_s$$

Design capacity of one bolt: $F_{t;RD} = 162,61 \text{ (kN)}$

$$325,21 \text{ kN} > 161,69 \text{ kN}$$

✓ VYHOVUJE



ROZHODUJE TLAČENÁ STRANA PATKY

Bending moment acting on slab: $M_p = 40,79 \text{ (kN)}$

Shear force acting on slab: $V_p = 302,60 \text{ (kN)}$

Height of reinforcement: $h_v = 100 \text{ (mm)}$

Area of slab cross-section: $A = 12\,600 \text{ (mm}^2\text{)}$

$$z_{pl} = A/2/d_1$$

Plastická neutrální osa: $z_{pl} = 10,50 \text{ (mm)}$

Součinitel redukce pro materiál: $\epsilon = 0,81 \text{ (-)}$

Poměr tlačené části a tloušťky pásnice: $c/t = 5,56 \text{ (-)}$

TŘÍDA 1

Plastický průřezový modul: $W_{pl,y} = 2,35E+05 \text{ (mm}^3\text{)}$

Návrhová momentová únosnost: $M_{pl,RD} = 83,55 \text{ (kNm)}$

83,55 kNm > 40,79 kNm ✓ VYHOVUJE

Plocha odolávající smyku: $A_v = 3\ 600 \text{ (mm}^2\text{)}$

$$V_{pl,RD} = A_v * f_y / \sqrt{3} / \gamma_{MO}$$

Návrhová únosnost ve smyku: $V_{pl,RD} = 737,85 \text{ (kN)}$

737,85 kN > 302,60 kN ✓ VYHOVUJE

MALÝ SMYK, NENÍ TŘEBA UVAŽOVAT INTERAKCI

Tloušťka oboustranných svarů: $a = 4 \text{ (mm)}$

Délka svaru: $L = 700 \text{ (mm)}$

Svarová plocha: $A_{we} = 11\ 200 \text{ (mm}^2\text{)}$

Moment setrvačnosti: $I_{we} = 4,57E+08 \text{ (mm}^4\text{)}$

Tabulka charakteristik:

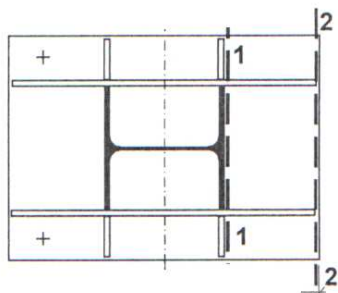
plech
výztuha
součet

A (mm ²)	z _i (mm)	I _{y,i} (mm ⁴)	A*z _i (mm ²)	A*(z _i -z _t) ² (mm ⁴)
9 000	7,5	1,69E+05	6,75E+04	2,43E+06
1 800	65	1,50E+06	1,17E+05	3,04E+06
12 600	-	3,17E+06	3,02E+05	8,50E+06

Vzdálenost neutrální osy od spodní hrany: $z_T = 23,93 \text{ (mm)}$

Moment setrvačnosti k ose y: $I_y = 1,17E+07 \text{ (mm}^4\text{)}$

Statically moment: $S_{f,y} = 1,48E+05 \text{ (mm}^3\text{)}$



Napětí v řezu 1-1:

$$\tau_{||} = V_{ED}/A_{we} + V_P * S_{f,y}/I_y/4/a_{we}$$

Napětí ve směru rovnoběžně se svarem: $\tau_{||} = 243,22 \text{ (MPa)}$

$$\sigma_{we} = N_{ED}/A_{we} + M_{ED}/I_{we} * h_a/2$$

Výsledné kolmé napětí: $\sigma_{we} = 65,78 \text{ (MPa)}$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \sigma_{we}/\sqrt{2}$$

Napětí kolmo na linii svaru: $\tau_{\perp} = 46,51 \text{ (MPa)}$

Korelační součinitel: $\beta_w = 0,8 \text{ (-)}$

$$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3 * (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2))} < f_u/\beta_w/\gamma_{M2}$$

$$431,42 \text{ MPa} < 490,00 \text{ MPa} \quad \checkmark \quad \text{VYHOVUJE}$$

Napětí v řezu 2-2:

$$\tau_{||} = V_{ED}/A_{we}$$

Napětí ve směru rovnoběžně se svarem: $\tau_{||} = 3,61 \text{ (MPa)}$

$$\sigma_{we} = N_{ED}/A_{we} + M_{ED}/I_{we} * h_a/2$$

Výsledné kolmé napětí: $\sigma_{we} = 118,97 \text{ (MPa)}$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \sigma_{we} / \sqrt{2}$$

Napětí kolmo na linii svaru: $\tau_{\perp} = 84,13 \text{ (MPa)}$

$$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3 * (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2))} < f_u / \beta_w / \gamma_{M2}$$

168,37 MPa < 490,00 MPa ✓ VYHOVUJE

Součinitel tření: $\mu = 0,2 \text{ (-)}$

$$\mu * N_{ED} > V_{ED}$$

28,18 kN < 40,05 kN

JE TŘEBA NAVRHNOUT SMYKOVOU ZARÁŽKU

Návrh smykové zarážky

Viz strana 54

Návrhová smyková síla: $V_{ED} = 40,05 \text{ (kN)}$

Mez kluzu: $f_y = 355,00 \text{ (MPa)}$

Materiálové součinitele: $\gamma_{M0} = 1,00 \text{ (-)}$

NÁVRH:

HEA 100

Smyková plocha průřezu: $A_v = 756 \text{ (mm}^2\text{)}$

$$V_{pl;RD} = A_v * f_y / \gamma_{M0} / 3^{(1/2)}$$


Návrhová únosnost ve smyku: $V_{pl;RD} = 154,95 \text{ (kN)}$

154,95 kN > 40,47 kN ✓ VYHOVUJE

využití: 25,85 (%)

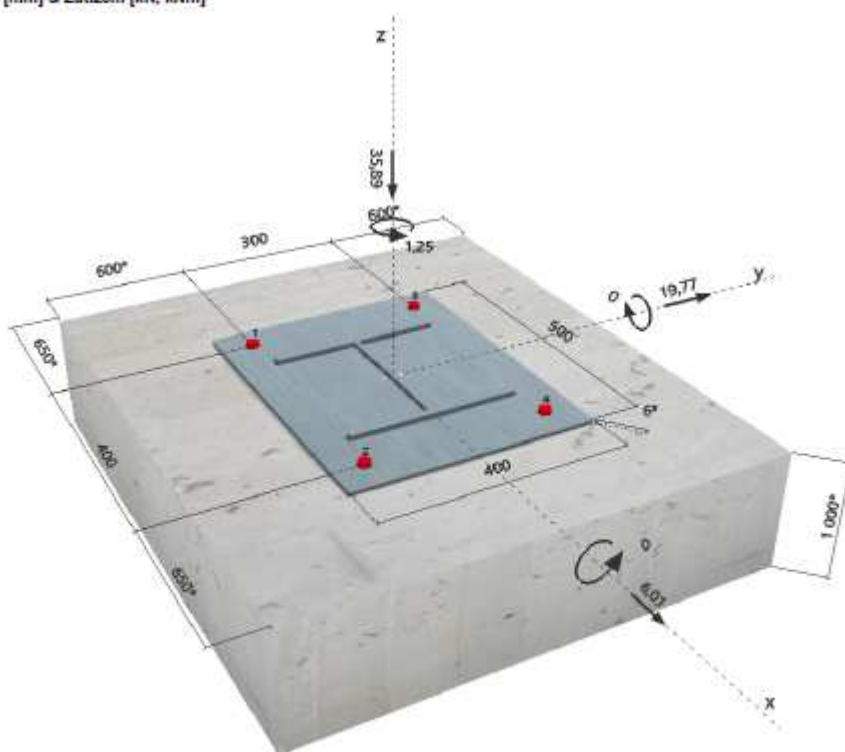
Detail 2 – Patka středního sloupu

1 Vstupní data

Typ a velikost kotvy:	HIT-HY 200-A + HIS-N + 8.8 M20	
Efektivní kotvení hloubka:	$h_{\text{ef,act}} = 205 \text{ mm}$, $h_{\text{nom}} = 205 \text{ mm}$	
Materiál:	8.8	
Certifikát č.:	ETA 11/D493	
Vydání I Platný:	28. 7. 2017 -	
Posouzení:	Návrhová metoda ETAG BOND (EOTA TR 029)	
Distanční montáž:	$e_s = 0 \text{ mm}$ (bez distanční montáže); $t = 6 \text{ mm}$	
Kotevní deska:	$l_x \times l_y \times t = 500 \text{ mm} \times 400 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$; (Doporučená tloušťka kotevní desky: nepočítána)	
Profil:	IPBU/HEA profil; (V x Š x T x T) = 270 mm x 280 mm x 8 mm x 13 mm	
Základní materiál:	s třtinami beton, C20/25, $f_{\text{ct,med}} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 1\,000 \text{ mm}$, teplota krátkodobá/dlouhodobá: 40/24 °C	
Montáž:	kotevní otvor vrtány přiklepem, montážní podmínky: suché	
Výztuž:	Žádná výztuž nebo osová vzdálenost výztuže $\geq 150 \text{ mm}$ (jakýkoliv \varnothing) nebo $\geq 100 \text{ mm}$ ($\varnothing \leq 10 \text{ mm}$) žádná podélná výztuž okraje	

¹⁾ - user is responsible to ensure a rigid base plate for the entered thickness with appropriate solutions (stiffeners,...)

Geometrie [mm] & Zatížení [kN, kNm]



2 Zatěžovací stav/Výsledné síly v kotvách

Zatěžovací stav: Návrhové zatížení

Reakce v kotvách [kN]

Tahová síla: (+ Tah, - Tlak)

Kotva	Tahová síla	Smyková síla	Smyková síla x	Smyková síla y
1	0,000	4,541	2,253	3,943
2	0,000	6,365	2,253	5,943
3	0,000	4,014	0,753	3,943
4	0,000	5,990	0,753	5,943

max. tlakové přetvoření betonu:

0,01 [%]

max. tlakové napětí v betonu:

0,18 [N/mm²]

výsledná tahová síla v (x/y)=(0/0):

0,000 [kN]

výsledná tlaková síla v (x/y)=(0/0):

35,890 [kN]

Anchor forces based on a rigid base plate assumption!

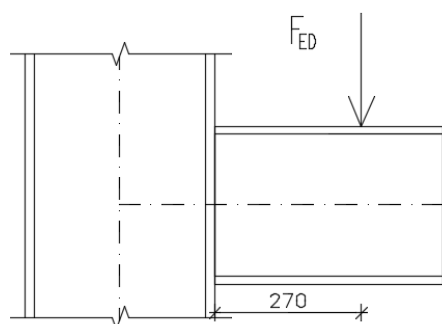
6 Upozornění

- Návrhové metody v PROFIS Anchor vyžadují dle současných předpisů (ETAG 001 / příloha C, EOTA TR029, atd.) tuhé kotevní desky. To znamená, že přerozdělení zatížení na jednotlivé kotvy, v důsledku pružné deformace kotevní desky, se neuvažuje - kotevní deska se považuje za dostatečně tuhou, aby nedošlo k její deformaci, když je podrobena návrhovému zatížení. PROFIS Anchor vypočítá pomocí MKP minimální potřebnou tloušťku kotevní desky tak, aby bylo omezeno napětí stres v kotevní desce na základě předpokladů viz výše. Důkaz, že je kotevní deska tuhá, PROFIS Anchor neprovádí. Vstupní údaje a výsledky se musí být kontrolovány v souladu se stávající úrovní podmínek a znalostí!
- Kontrolu přenosu zatížení do základního materiálu je požadováno provést v souladu s EOTA TR 029 část 7!
- Návrh je platný pouze v případě, když průměry otvorů pro kotvy v kotevní desce nejsou větší než je stanoveno v EOTA TR029, tabulka 4. 1! Komentář ohledně větších otvorů je uveden v EOTA TR029, článek 1.1!
- Seznam příslušenství v tomto protokolu slouží pouze jako informace uživatel. V každém případě je třeba dodržovat návod k použití dodávaný s výrobkem, aby byla zajištěna správná instalace.
- Čistění vyvrtaného kotevního otvoru musí být provedeno dle návodu na použití (2x vyfoukat stlačeným vzduchem bez oleje (min. 6bar), 2x vykartáčovat a opět 2x vyfoukat stlačeným vzduchem bez oleje (min. 6bar)).
- Charakteristická pevnost lepicí hmoty (soudržnost) závisí na krátkodobých a dlouhodobých teplotách.
- Okrajová vyztuž není požadována pro zabránění porušení rozštěpením.

Upevnění je bezpečné!

Detail 3 – Konzola JD

Schéma:



Posouzení svaru v místě maximálního ohybového napětí

Viz strana 33	Návrhová síla:	$F_{ED} = 161,86$	(kN)
	Excentricita namáhání:	$e = 270$	(mm)
	$M_{ED} = F_{ED} * e$		
	Návrhový ohybový moment:	$M_{ED} = 43,70$	(kNm)
	Mez pevnosti materiálu:	$f_u = 490$	(MPa)
	Materiálové součinitele:	$\gamma_{M2} = 1,25$	(-)
NÁVRH: HEA 200	Výška profilu:	$H = 190$	(mm)
	Šířka profilu:	$B = 200$	(mm)
	Tloušťka pásnice:	$t_f = 10,00$	(mm)
	Tloušťka svaru:	$a = 4$	(mm)

Korelační součinitel: $\beta_w = 0,8$ (-)

Rameno síly svaru od těžiště: $r = 95,0$ (mm)

$$A_w = 2 \cdot a \cdot (H - 2 \cdot t_f)$$

Plocha svaru: $A_w = 1360$ (mm²)

$$I_w = a \cdot (H - 2t_f)^3 / 6 + B \cdot a^3 / 6 + a \cdot B \cdot (H + a)^2 / 2$$

Moment setrvačnosti svaru: $I_w = 1,83E+07$ (mm⁴)

$$\tau_{||} = 0$$

Napětí ve směru vodorovném: $\tau_{||} = 0,00$ (MPa)

$$\sigma_w = M_{ED} \cdot r / I_w$$

Napětí ve směru svislém: $\sigma_w = 226,47$ (MPa)

$$\sigma_{\perp} = \sigma_w / \sqrt{2}$$

Napětí kolmo na svar: $\sigma_{\perp} = 160,14$ (MPa)

$$\tau_{\perp} = \sigma_w / \sqrt{2}$$

Napětí kolmo na svar: $\tau_{\perp} = 160,14$ (MPa)

$$f_{v,ED} = \sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2))}$$

Výsledné návrhové napětí ve svaru: $f_{v,ED} = 320,28$ (MPa)

$$f_{v,w;d} = f_u / \beta_w / \gamma_{M2}$$

Návrhová smyková pevnost svaru: $f_{v,w;d} = 490,00$ (MPa)

490,00 MPa > 320,28 MPa ✓ VYHOVUJE

využití: 65,36 (%)

Assessment of the weld in the end point of the column (shear + bending)

Weld throat from the center of gravity: $r = 90,0 \text{ (mm)}$

$$\tau_{||} = F_{ED}/A_w$$

Stress in the direction of the weld: $\tau_{||} = 119,01 \text{ (MPa)}$

$$\sigma_w = M_{ED} * r / I_w$$

Stress in the direction of the weld: $\sigma_w = 214,56 \text{ (MPa)}$

$$\sigma_{\perp} = \sigma_w / \sqrt{2}$$

Stress perpendicular to the weld: $\sigma_{\perp} = 151,71 \text{ (MPa)}$

$$\tau_{\perp} = \sigma_w / \sqrt{2}$$

Stress perpendicular to the weld: $\tau_{\perp} = 151,71 \text{ (MPa)}$

$$f_{v,ED} = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 * (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)}$$

Resulting design stress in the weld: $f_{v,ED} = 366,83 \text{ (MPa)}$

$$f_{vw,d} = f_u / \beta_w / \gamma_{M2}$$

Design shear strength of the weld: $f_{v,wd} = 490,00 \text{ (MPa)}$

$$490,00 \text{ MPa} > 366,83 \text{ MPa} \quad \checkmark \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{využití: } 74,86 \text{ (\%)}$$

Assessment of the weld on bending

Viz strana 91

Design bending moment: $M_{ED} = 43,70 \text{ (kNm)}$

Yield strength: $f_y = 355,00 \text{ (MPa)}$

Material coefficient: $\gamma_{M0} = 1,00 \text{ (-)}$

$\gamma_{M1} = 1,00 \text{ (-)}$

Class of section: 1

NÁVRH:

HEA 200

Průřezový modul v ohýbané ose: **w_{ply}** = 4,29E+05 (mm³)

$$M_{c;RD} = w \cdot f_y / \gamma_{M0}$$

Návrhová únosnost v ohybu: **M_{c;RD}** = 152,47 (kNm)

152,47 kNm > 43,70 kNm ✓ VYHOVUJE

využití: 28,66 (%)

Modul pružnosti v tahu: **E** = 210,0 (GPa)

Moment setrvačnosti k ose y: **I_y** = 3,69E+07 (mm⁴)

Délka prutu **l** = 0,27 (m)

Součinitel k: **k** = 1/3 (-)

Charakteristické liniové zatížení: **F_k** = 119,90 (kN/m)

$$w_z = F_k \cdot k \cdot l^3 / E / I_y$$

Svislý průhyb: **w_z** = 0,03 (mm)

Posouzení na l/ 600

0,45 mm < 0,03 mm ✓ VYHOVUJE

Posouzení na smyk

Viz strana 91

Návrhová smyková síla: **V_{ED}** = 161,86 (kN)

Mez kluzu: **f_y** = 355,00 (MPa)

Materiálové součinitele: **γ_{M0}** = 1,00 (-)

NÁVRH:

HEA 200

Smyková plocha průřezu: **A_v** = 1 808 (mm²)

$$V_{pl;RD} = A_v \cdot f_y / \gamma_{M0} / 3^{(1/2)}$$

Návrhová únosnost ve smyku: **V_{pl;RD}** = 370,57 (kN)

370,57 kN > 161,86 kN ✓ VYHOVUJE

využití: 43,68 (%)

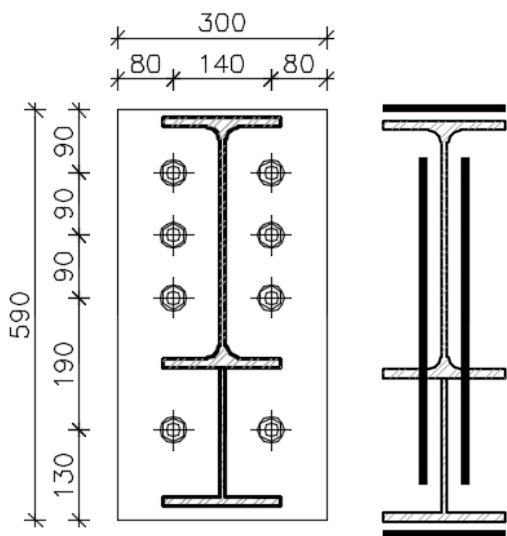
ÚNOSNOST JE VĚTŠÍ NEŽ DVOJNÁSOBEK SÍLY SMYKOVÉ

NENÍ TŘEBA UVAŽOVAT INTERAKCI S OHYBEM

POZN.: PROFIL NAVÝŠEN NA HEA 300 KVŮLI GEOMETRII DETAILU

Detail 4 – Rámový roh

Schéma:



Řada 1

Viz strana 54

Návrhový ohybový moment:

$M_{ED} = 193,62 \text{ (kNm)}$

Při posouzení se předpokládá, že vnitřní síly byly stanoveny z pružné analýzy

$F_{n,ED}/r_n = F_{m,ED}/r_m$

$M_{ED} = \sum F_{n,ED} \cdot r_n$

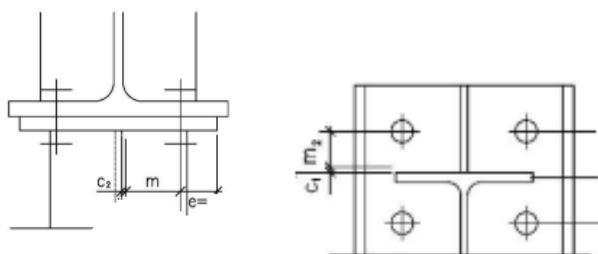
	délka (mm)	poměr r_n^2/r_1	síla ve šroubech $F_{n,ED}$ (kN)
r_1	480	0,48	191,78
r_2	390	0,32	155,82
r_3	300	0,19	119,86
r_4	110	0,03	43,95

Mez kluzu: $f_y = 355 \text{ (MPa)}$

Mez pevnosti šroubu: $f_{ub} = 800 \text{ (MPa)}$

NÁVRH:
ŠROUB M20

Materiálové součinitele:	γ_{M0}	=	1,15	(-)
	γ_{M2}	=	1,45	(-)
Součinitel "k":	k_2	=	0,9	(-)
Průměr dřívku:	d_s	=	18	(mm)
Plocha jádra šroubu:	A_s	=	254,47	(mm ²)
$F_{t;RD} = 2 \cdot k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2}$				
Návrhová únosnost šroubů v tahu:	$F_{t;RD}$	=	252,71	(kN)



Svar mezi pásnicí příčle a čelní deskou:	a_1	=	5	(mm)
Svar mezi stojinou příčle a čelní deskou:	a_2	=	5	(mm)
Svar mezi výztuhou a stojinou sloupu:	a_3	=	5	(mm)
$c_1 = 0,8 \cdot a_1 \cdot \sqrt{2}$				
Vzdálenost svaru od horní hrany pásnice:	c_1	=	5,66	(mm)
Vzdálenost osy šroubu od hrany svaru:	m_2	=	61,64	(mm)
Vzdálenost svaru od hrany výztuhy:	c_2	=	5,66	(mm)
Vzdálenost osy šroubu od hrany svaru:	m	=	60,34	(mm)
Vzdálenost osy šroubu od hrany čelní desky:	e	=	80,00	(mm)

$\lambda_1 = m / (m + e)$

Součinitel geometrie ve směru 1:	λ_1	=	0,43	(-)
----------------------------------	-------------	---	------	-----

$\lambda_2 = m_2 / (m + e)$

Součinitel geometrie ve směru 2:	λ_2	=	0,44	(-)
$n = \min(e; 1,25 \cdot m)$				
Nejmenší vzdálenost od osy šroubu:	n	=	75,43	(mm)
$I_{eff,cp} = 2 \cdot \pi \cdot m$				
Efektivní délka kruhového porušení:	$I_{eff,cp}$	=	379,15	(mm)
Součinitel pro vyztužené pásnice (z grafu):	α	=	6,28	(-)
$I_{eff,nc} = \alpha \cdot m$				
Efektivní délka nekruhového porušení:	$I_{eff,nc}$	=	379,15	(mm)
$I_{eff,1} = \min(I_{eff,cp}; I_{eff,nc})$ $I_{eff,2} = I_{eff,nc}$				
Efektivní délky:	$I_{eff,1}$	=	379,15	(mm)
	$I_{eff,2}$	=	379,15	(mm)
Tloušťka pásnice sloupu:	t_{fc}	=	17,50	(mm)
$M_{pl,1;RD} = I_{eff,1} / 4 \cdot t_{fc}^2 \cdot f_y / \gamma_{M0}$				
Návrhový moment únosnosti:	$M_{pl,1;RD}$	=	8,96E+06	(Nmm)
$M_{pl,2;RD} = I_{eff,2} / 4 \cdot t_{fc}^2 \cdot f_y / \gamma_{M0}$				
Návrhový moment únosnosti:	$M_{pl,2;RD}$	=	8,96E+06	(Nmm)
$F_{t,a;RD} = 4 \cdot M_{pl,1;RD} / m$				
Únosnost plastického mechanismu:	$F_{t,a;RD}$	=	594,00	(kN)
$F_{t,b;RD} = (2 \cdot M_{pl,2;RD} + n \cdot F_{t;RD}) / (m+n)$				
Únosnost plastického mechanismu při páčení:	$F_{t,b;RD}$	=	272,40	(kN)
$F_{t,1;RD} = \min(F_{t;RD}; F_{t,a;RD}; F_{t,b;RD})$				
Návrhová únosnost šroubů v tahu:	$F_{t,1;RD}$	=	252,71	(kN)

$$F_{1,ED} < F_{t;1;RD}$$

$$191,78 \text{ kN} < 252,71 \text{ kN} \quad \checkmark \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{využití: } 75,89 \text{ (\%)}$$

$$F_{t;1;RD} < 1,9 * F_{t;RD}$$

$$252,71 \text{ kN} < 480,16 \text{ kN}$$

Je možné použít plastické rozdělení sil

Řada 2

Svar mezi pásnicí příčle a čelní deskou: $a_1 = 5 \text{ (mm)}$

Svar mezi stojinou příčle a čelní deskou: $a_2 = 5 \text{ (mm)}$

Svar mezi výztuhou a stojinou sloupu: $a_3 = 5 \text{ (mm)}$

$$c_1 = 0,8 * a_1 * \sqrt{2}$$

Vzdálenost svaru od horní hrany pásnice: $c_1 = 5,66 \text{ (mm)}$

Vzdálenost os šroubů (p_1): $m_2 = 90,00 \text{ (mm)}$

Vzdálenost svaru od hrany výztuhy: $c_2 = 5,66 \text{ (mm)}$

Vzdálenost osy šroubu od hrany svaru: $m = 60,34 \text{ (mm)}$

Vzdálenost osy šroubu od hrany čelní desky: $e = 80,00 \text{ (mm)}$

$$\lambda_1 = m / (m + e)$$

Součinitel geometrie ve směru 1: $\lambda_1 = 0,43 \text{ (-)}$

$$\lambda_2 = m_2 / (m + e)$$

Součinitel geometrie ve směru 2: $\lambda_2 = 0,64 \text{ (-)}$

$$n = \min(e; 1,25 * m)$$

Nejmenší vzdálenost od osy šroubu: $n = 75,43 \text{ (mm)}$

$$l_{\text{eff,cp}} = 2 \cdot \pi \cdot m$$

Efektivní délka kruhového porušení: $l_{\text{eff,cp}} = 379,15 \text{ (mm)}$

Součinitel pro vyztužené pásnice (z grafu): $\alpha = 5,80 \text{ (-)}$

$$l_{\text{eff,nc}} = \alpha \cdot m$$

Efektivní délka nekruhového porušení: $l_{\text{eff,nc}} = 349,99 \text{ (mm)}$

$$l_{\text{eff},1} = \min(l_{\text{eff,cp}}, l_{\text{eff,nc}}) \quad l_{\text{eff},2} = l_{\text{eff,nc}}$$

Efektivní délky: $l_{\text{eff},1} = 349,99 \text{ (mm)}$

$l_{\text{eff},2} = 349,99 \text{ (mm)}$

Tloušťka pásnice sloupu: $t_{\text{fc}} = 17,50 \text{ (mm)}$

$$M_{\text{pl},1;\text{RD}} = l_{\text{eff},1} / 4 \cdot t_{\text{fc}}^2 \cdot f_y / \gamma_{\text{M0}}$$

Návrhový moment únosnosti: $M_{\text{pl},1;\text{RD}} = 8,27\text{E}+06 \text{ (Nmm)}$

$$M_{\text{pl},2;\text{RD}} = l_{\text{eff},2} / 4 \cdot t_{\text{fc}}^2 \cdot f_y / \gamma_{\text{M0}}$$

Návrhový moment únosnosti: $M_{\text{pl},2;\text{RD}} = 8,27\text{E}+06 \text{ (Nmm)}$

$$F_{\text{t},a;\text{RD}} = 4 \cdot M_{\text{pl},1;\text{RD}} / m$$

Únosnost plastického mechanismu: $F_{\text{t},a;\text{RD}} = 548,32 \text{ (kN)}$

$$F_{\text{t},b;\text{RD}} = (2 \cdot M_{\text{pl},2;\text{RD}} + n \cdot F_{\text{t},\text{RD}}) / (m + n)$$

Únosnost plastického mechanismu při páčení: $F_{\text{t},b;\text{RD}} = 262,25 \text{ (kN)}$

$$F_{\text{t},1;\text{RD}} = \min(F_{\text{t},\text{RD}}; F_{\text{t},a;\text{RD}}; F_{\text{t},b;\text{RD}})$$

Návrhová únosnost šroubů v tahu: $F_{\text{t},1;\text{RD}} = 252,71 \text{ (kN)}$

$$F_{1;\text{ED}} < F_{\text{t},1;\text{RD}}$$

155,82 kN < 252,71kN ✓ VYHOVUJE

využití: 61,66 (%)

$$F_{t;1,RD} < 1,9 * F_{t;RD}$$

$$252,71 \text{ kN} < 480,16 \text{ kN}$$

Je možné použít plastické rozdělení sil

Řada 3

Svar mezi pásnicí příčle a čelní deskou: $a_1 = 5 \text{ (mm)}$

Svar mezi stojinou příčle a čelní deskou: $a_2 = 5 \text{ (mm)}$

Svar mezi výztuhou a stojinou sloupu: $a_3 = 5 \text{ (mm)}$

$$c_1 = 0,8 * a_1 * \sqrt{2}$$

Vzdálenost svaru od horní hrany pásnice: $c_1 = 5,66 \text{ (mm)}$

Vzdálenost osy šroubu od hrany svaru: $m_2 = 81,64 \text{ (mm)}$

Vzdálenost svaru od hrany výztuhy: $c_2 = 5,66 \text{ (mm)}$

Vzdálenost osy šroubu od hrany svaru: $m = 60,34 \text{ (mm)}$

Vzdálenost osy šroubu od hrany čelní desky: $e = 80,00 \text{ (mm)}$

$$\lambda_1 = m / (m + e)$$

Součinitel geometrie ve směru 1: $\lambda_1 = 0,43 \text{ (-)}$

$$\lambda_2 = m_2 / (m + e)$$

Součinitel geometrie ve směru 2: $\lambda_2 = 0,58 \text{ (-)}$

$$n = \min(e; 1,25 * m)$$

Nejmenší vzdálenost od osy šroubu: $n = 75,43 \text{ (mm)}$

$$l_{\text{eff,cp}} = 2 * \pi * m$$

Efektivní délka kruhového porušení: $l_{\text{eff,cp}} = 379,15 \text{ (mm)}$

Součinitel pro vyztužené pásnice (z grafu): $\alpha = 6,00$ (-)

$$l_{eff,nc} = \alpha * m$$

Efektivní délka nekruhového porušení: $l_{eff,nc} = 362,06$ (mm)

$$l_{eff,1} = \min(l_{eff,cp}; l_{eff,nc}) \quad l_{eff,2} = l_{eff,nc}$$

Efektivní délky: $l_{eff,1} = 362,06$ (mm)

$l_{eff,2} = 362,06$ (mm)

Tloušťka pásnice sloupce: $t_{fc} = 17,50$ (mm)

$$M_{pl,1;RD} = l_{eff,1} / 4 * t_{fc}^2 * f_y / \gamma_{M0}$$

Návrhový moment únosnosti: $M_{pl,1;RD} = 8,56E+06$ (Nmm)

$$M_{pl,2;RD} = l_{eff,2} / 4 * t_{fc}^2 * f_y / \gamma_{M0}$$

Návrhový moment únosnosti: $M_{pl,2;RD} = 8,56E+06$ (Nmm)

$$F_{t,a;RD} = 4 * M_{pl,1;RD} / m$$

Únosnost plastického mechanismu: $F_{t,a;RD} = 567,23$ (kN)

$$F_{t,b;RD} = (2 * M_{pl,2;RD} + n * F_{t;RD}) / (m + n)$$

Únosnost plastického mechanismu při páčení: $F_{t,b;RD} = 266,45$ (kN)

$$F_{t,1;RD} = \min(F_{t;RD}; F_{t,a;RD}; F_{t,b;RD})$$

Návrhová únosnost šroubů v tahu: $F_{t,1;RD} = 252,71$ (kN)

$$F_{1;ED} < F_{t,1;RD}$$

119,86 kN < 252,71kN ✓ VYHOVUJE

využití: 47,43 (%)

$$F_{t,1;RD} < 1,9 * F_{t;RD}$$

252,71 kN < 480,16kN

Řada 4 – stříh
 Je možné použít plastické rozdělení sil

Viz strana 54

Návrhová síla:	F_{ED}	=	69,53	(kN)
Mez pevnosti šroubu:	f_{ub}	=	800	(MPa)
Materiálové součinitele:	γ_{M2}	=	1,25	(-)
Průměr šroubu:	d_s	=	20	(mm)
Počet šroubů:	n	=	2	(-)
Plocha jednoho šroubu:	A_s	=	314,16	(mm ²)

$$F_{V,RD} = 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s \cdot n / \gamma_{M2}$$

Únosnost navrhovaného spoje:	$F_{V,RD}$	=	241,27	(kN)
------------------------------	------------	---	--------	------

$$241,27 \text{ kN} > 69,53 \text{ kN} \quad \checkmark \text{ VYHOVUJE}$$

$$\text{využití: } 28,82 \text{ (\%)}$$

Řada 4 – otláčení

F_{ED}/n

Návrhová síla:	F_{ED}	=	34,77	(kN)
Mez pevnosti plechu:	f_u	=	490	(MPa)
Mez pevnosti šroubu:	f_{ub}	=	800	(MPa)
Materiálové součinitele:	γ_{M2}	=	1,25	(-)
Průměr šroubu:	d	=	20	(mm)
Tloušťka plechu:	t	=	18	(mm)
Rozteče šroubů:	e_1	=	90	(mm)
	p_1	=	90	(mm)
	e_2	=	80	(mm)
	p_2	=	140	(mm)
Průměr otvoru pro šroub:	d_0	=	22	(mm)

kde α_b je nejmenší z hodnot:

$$\frac{f_{ub}}{f_u}; \quad 1,0; \quad \frac{e_1}{3d_0} \text{ (pro koncové šrouby);} \quad \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} \text{ (pro vnitřní šrouby),}$$

k_1 je nejmenší z hodnot:

$$2,5; \quad 2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7 \text{ (pro krajní šrouby);} \quad 1,4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \text{ (pro vnitřní šrouby)}$$

Součinitel umístění šroubů: $\alpha_b = 1,000 \quad (-)$

Součinitel umístění šroubů: $k_1 = 2,5 \quad (-)$

$$F_{b;RD} = k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$$

Návrhová únosnost plechu: $F_{b;RD} = 352,80 \quad (kN)$

$352,80 \text{ kN} > 34,77 \text{ kN} \quad \checkmark \text{ VYHOVUJE}$

využití: $9,85 \quad (\%)$

Příčle v tlaku

Mez kluzu: $f_y = 355,00 \quad (MPa)$

Materiálové součinitele: $\gamma_{M0} = 1,00 \quad (-)$

Třída průřezu: 1

NÁVRH:

IPE 360

Průřezový modul v ohýbané ose: $w_{ply} = 1,02E+06 \quad (mm^3)$

Výška průřezu: $h = 360 \quad (mm)$

Tloušťka pásnice: $t_f = 12,7 \quad (mm)$

$$F_{c;fb;RD} = w_{pl;y} \cdot f_y / (h - t_f) / \gamma_{M0}$$

Únosnost pásnice: $F_{c;fb;RD} = 1\,041,74 \quad (kN)$

Návrhová únosnost šroubů v tahu: $F_{t;1;RD} = 252,71 \quad (kN)$

$F_{t;2;RD} = 252,71 \quad (kN)$

$F_{t;3;RD} = 252,71 \quad (kN)$

$$1041,74 \text{ kN} > 758,14 \text{ kN}$$

Stojina v ohybu

Není třeba redukovat únosnost poslední řady šroubů

NÁVRH:

HEA 360

Mez kluzu: $f_y = 355,00 \text{ (MPa)}$

Materiálové součinitele: $\gamma_{M0} = 1,00 \text{ (-)}$

Smyková plocha průřezu: $A_v = 4\,896 \text{ (mm}^2\text{)}$

Tloušťka pásnice: $t_{fc} = 17,5 \text{ (mm)}$

Tloušťka stojiny: $t_w = 10 \text{ (mm)}$

Výška profilu: $h = 350 \text{ (mm)}$

Šířka profilu: $b = 300 \text{ (mm)}$

Výška stojiny: $d = 315 \text{ (mm)}$

$$d/t_w < 72 \cdot \epsilon$$

$$31,50 < 58,58 \quad 1. \text{ třída}$$

$$M_{PL;fc;RD} = 1/4 \cdot b \cdot t_{fc}^2 \cdot f_y$$

Návrhový moment únosnosti sloupu: $M_{PL;fc;RD} = 8,15E+06 \text{ (Nmm)}$

Osová vzdálenost výztuh: $d_s = 348 \text{ (mm)}$

$$V_{P;ADD;RD;1} = 4 \cdot M_{PL;fc;RD} / d_s$$

Přídavná únosnost ve smyku: $V_{P;ADD;RD;1} = 93,72 \text{ (kN)}$

$$V_{w;P;RD} = 0,9 \cdot A_v \cdot f_y / \gamma_{M0} / 3^{1/2} + V_{P;ADD;RD;1}$$

Návrhová únosnost ve smyku: $V_{w;P;RD} = 996,86 \text{ (kN)}$

Únosnost pásnice: $F_{c;fb;RD} = 1\,041,74 \text{ (kN)}$

$$996,86 \text{ kN} < 1041,74 \text{ kN}$$

Je třeba doplnění příložek

Thickness of the flange:	t_{st}	=	6	(mm)
Width of the flange:	b_{st}	=	70	(mm)
Height of the flange:	h_{st}	=	130	(mm)
Number of flanges:	n	=	2	(-)

$$M_{PL;st;RD} = 1/4 * b_{st} * t_{st}^2 * f_y * n$$

Design moment of resistance of flanges:	$M_{PL;st;RD}$	=	4,47E+05	(Nmm)
---	----------------	---	----------	-------

$$V_{P;ADD;RD} = \text{MIN}(V_{P;ADD;RD;1}; 2 * M_{PL;fc;RD} / d_s + 2 * M_{PL;st;RD} / d_s)$$

Additional shear capacity:	$V_{P;ADD;RD}$	=	49,43	(kN)
----------------------------	----------------	---	-------	------

$$V_{P;ADD;RD;w} = h_{st} * V_{P;ADD;RD}$$

Added shear area of the flange:	A_{st}	=	1 560	(mm ²)
---------------------------------	----------	---	-------	--------------------

$$V_{w;P;RD} = 0,9 * (A_v + A_{st} * f_y / \gamma_{M0} / 3^{1/2}) + V_{P;ADD;RD}$$

Design shear capacity:	$V_{w;P;RD}$	=	1 240,33	(kN)
------------------------	--------------	---	----------	------

1240,33 kN	>	1041,74 kN	✓	VYHOVUJE
------------	---	------------	---	----------

Assessment of the weld in the area of maximum bending moment

note.: calculation takes into account the widening of the flange due to the bending moment, the weld along the bottom flange of the beam (middle flange) is not considered (see scheme). If the calculation does not meet the requirements, it is necessary to recalculate the assessment with a more precise calculation.

<i>viz strana 54</i>	Design force:	F_{ED}	=	69,53	(kN)
	Design bending moment:	M_{ED}	=	193,62	(kNm)
	Yield strength of material:	f_u	=	490	(MPa)
	Material partial factor:	γ_{M2}	=	1,25	(-)
<i>NÁVRH: IPE 360</i>	Profile height:	H	=	560	(mm)
	Profile width:	B	=	170	(mm)

Tloušťka pásnice: $t_f = 12,70 \text{ (mm)}$

Tloušťka svaru: $a = 5 \text{ (mm)}$

Korelační součinitel: $\beta_w = 0,8 \text{ (-)}$

Rameno síly svaru od těžiště: $r = 280,0 \text{ (mm)}$

$$A_w = 2 \cdot a \cdot (H - 2 \cdot t_f)$$

Plocha svaru stojiny: $A_w = 5346 \text{ (mm}^2\text{)}$

$$I_w = a \cdot (H - 2t_f)^3 / 6 + B \cdot a^3 / 6 + a \cdot B \cdot (H + a)^2 / 2$$

Moment setrvačnosti svaru: $I_w = 2,63E+08 \text{ (mm}^4\text{)}$

$$\tau_{||} = 0$$

Napětí ve směru vodorovném: $\tau_{||} = 0,00 \text{ (MPa)}$

$$\sigma_w = M_{ED} \cdot r / I_w$$

Napětí ve směru svislém: $\sigma_w = 206,14 \text{ (MPa)}$

$$\sigma_{\perp} = \sigma_w / \sqrt{2}$$

Napětí kolmo na svar: $\sigma_{\perp} = 145,76 \text{ (MPa)}$

$$\tau_{\perp} = \sigma_w / \sqrt{2}$$

Napětí kolmo na svar: $\tau_{\perp} = 145,76 \text{ (MPa)}$

$$f_{v,ED} = \sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2))}$$

Výsledné návrhové napětí ve svaru: $f_{v,ED} = 291,52 \text{ (MPa)}$

$$f_{vw;d} = f_u / \beta_w / \gamma_{M2}$$

Návrhová smyková pevnost svaru: $f_{v,wd} = 490,00 \text{ (MPa)}$

490,00 MPa > 291,52 MPa ✓ VYHOVUJE

využití: 59,49 (%)

Posouzení svaru v krajním bodě stojiny (smyk + ohyb)

Rameno síly svaru od těžiště: $r = 272,5 \text{ (mm)}$

$$\tau_{||} = F_{ED}/A_w$$

Napětí ve směru vodorovném: $\tau_{||} = 17,91 \text{ (MPa)}$

$$\sigma_w = M_{ED} * r / I_w$$

Napětí ve směru svislém: $\sigma_w = 200,62 \text{ (MPa)}$

$$\sigma_{\perp} = \sigma_w / \sqrt{2}$$

Napětí kolmo na svar: $\sigma_{\perp} = 141,86 \text{ (MPa)}$

$$\tau_{\perp} = \sigma_w / \sqrt{2}$$

Napětí kolmo na svar: $\tau_{\perp} = 141,86 \text{ (MPa)}$

$$f_{v,ED} = \sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3 * (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2))}$$

Výsledné návrhové napětí ve svaru: $f_{v,ED} = 285,40 \text{ (MPa)}$

$$f_{vw;d} = f_u / \beta_w / \gamma_{M2}$$

Návrhová smyková pevnost svaru: $f_{v,wd} = 490,00 \text{ (MPa)}$

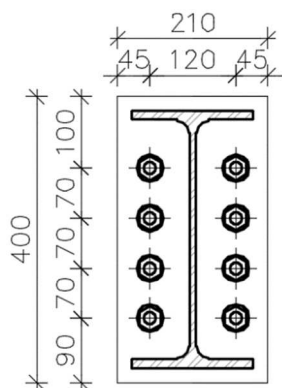
490,00 MPa > 285,40 MPa ✓ VYHOVUJE

využití: 58,25 (%)

Výpočet vyhověl, není třeba přepočítávat přesnějším výpočtem

Detail 5 – Montážní styk

Schéma:



viz strana 54

Návrhový ohybový moment: $M_{ED} = 111,82 \text{ (kNm)}$

Při posouzení se předpokládá, že vnitřní síly byly stanoveny z pružné analýzy

$$F_{n,ED}/r_n = F_{m,ED}/r_m$$

$$M_{ED} = \sum F_{n,ED} * r_n$$

	délka (mm)	poměr r_n^2/r_1	síla ve šroubech $F_{n,ED}$ (kN)
r_1	80	0,08	55,43
r_2	150	0,28	103,92
r_3	220	0,61	152,42
r_4	290	1,05	200,92

Mez kluzu: $f_y = 355 \text{ (MPa)}$

Mez pevnosti šroubu: $f_{ub} = 800 \text{ (MPa)}$

Materiálové součinitele: $\gamma_{M0} = 1,15 \text{ (-)}$

$\gamma_{M2} = 1,45 \text{ (-)}$

Součinitel "k": $k_2 = 0,9 \text{ (-)}$

NÁVRH:

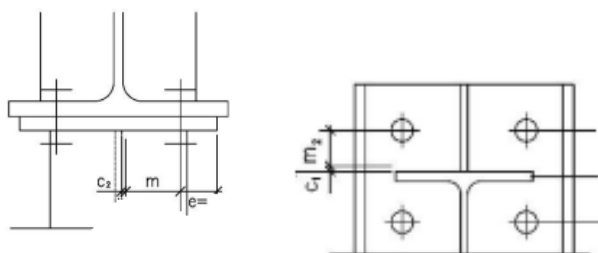
ŠROUB M20

Průměr dříku: $d_s = 18 \text{ (mm)}$

Plocha jádra šroubu: $A_s = 254,47 \text{ (mm}^2\text{)}$

$$F_{t,RD} = 2 * k_2 * f_{ub} * A_s / \gamma_{M2}$$

Návrhová únosnost šroubů v tahu: $F_{t,RD} = 252,71 \text{ (kN)}$



Svar mezi pánsnicí příčle a čelní deskou: $a_1 = 5 \text{ (mm)}$

Svar mezi stojinou příčle a čelní deskou: $a_2 = 5 \text{ (mm)}$

Svar mezi výztuhou a stojinou sloupu: $a_3 = 5 \text{ (mm)}$

$$c_1 = 0,8 \cdot a_1 \cdot \sqrt{2}$$

Vzdálenost svaru od horní hrany pánsnice: $c_1 = 5,66 \text{ (mm)}$

Vzdálenost osy šroubu od hrany svaru: $m_2 = 51,64 \text{ (mm)}$

Vzdálenost svaru od hrany výztuhy: $c_2 = 5,66 \text{ (mm)}$

Vzdálenost osy šroubu od hrany svaru: $m = 60,34 \text{ (mm)}$

Vzdálenost osy šroubu od hrany čelní desky: $e = 80,00 \text{ (mm)}$

$$\lambda_1 = m / (m + e)$$

Součinitel geometrie ve směru 1: $\lambda_1 = 0,43 \text{ (-)}$

$$\lambda_2 = m_2 / (m + e)$$

Součinitel geometrie ve směru 2: $\lambda_2 = 0,37 \text{ (-)}$

$$n = \min(e; 1,25 \cdot m)$$

Nejmenší vzdálenost od osy šroubu: $n = 75,43 \text{ (mm)}$

$$l_{\text{eff;cp}} = 2 \cdot \pi \cdot m$$

Efektivní délka kruhového porušení: $l_{\text{eff;cp}} = 379,15 \text{ (mm)}$

Součinitel pro vyztužené pánsnice (z grafu): $\alpha = 6,40 \text{ (-)}$

$$l_{eff,nc} = \alpha \cdot m$$

Efektivní délka nekruhového porušení: $l_{eff,nc} = 386,20 \text{ (mm)}$

$$l_{eff,1} = \min(l_{eff,cp}, l_{eff,nc}) \quad l_{eff,2} = l_{eff,nc}$$

Efektivní délky: $l_{eff,1} = 379,15 \text{ (mm)}$

$l_{eff,2} = 386,20 \text{ (mm)}$

Tloušťka pásnice sloupu: $t_{fc} = 15,00 \text{ (mm)}$

$$M_{pl,1;RD} = l_{eff,1} / 4 \cdot t_{fc}^2 \cdot f_y / \gamma_{M0}$$

Návrhový moment únosnosti: $M_{pl,1;RD} = 6,58E+06 \text{ (Nmm)}$

$$M_{pl,2;RD} = l_{eff,2} / 4 \cdot t_{fc}^2 \cdot f_y / \gamma_{M0}$$

Návrhový moment únosnosti: $M_{pl,2;RD} = 6,71E+06 \text{ (Nmm)}$

$$F_{t,a;RD} = 4 \cdot M_{pl,1;RD} / m$$

Únosnost plastického mechanismu: $F_{t,a;RD} = 444,52 \text{ (kN)}$

$$F_{t,b;RD} = (2 \cdot M_{pl,2;RD} + n \cdot F_{t,RD}) / (m+n)$$

Únosnost plastického mechanismu při páčení: $F_{t,b;RD} = 239,18 \text{ (kN)}$

$$F_{t,1;RD} = \min(F_{t,RD}; F_{t,a;RD}; F_{t,b;RD})$$

Návrhová únosnost šroubů v tahu: $F_{t,1;RD} = 239,18 \text{ (kN)}$

$$F_{1;ED} < F_{t,1;RD}$$

200,92 kN < 239,18 kN ✓ VYHOVUJE

využití: 84,00 (%)

$$F_{t,1;RD} < 1,9 \cdot F_{t,RD}$$

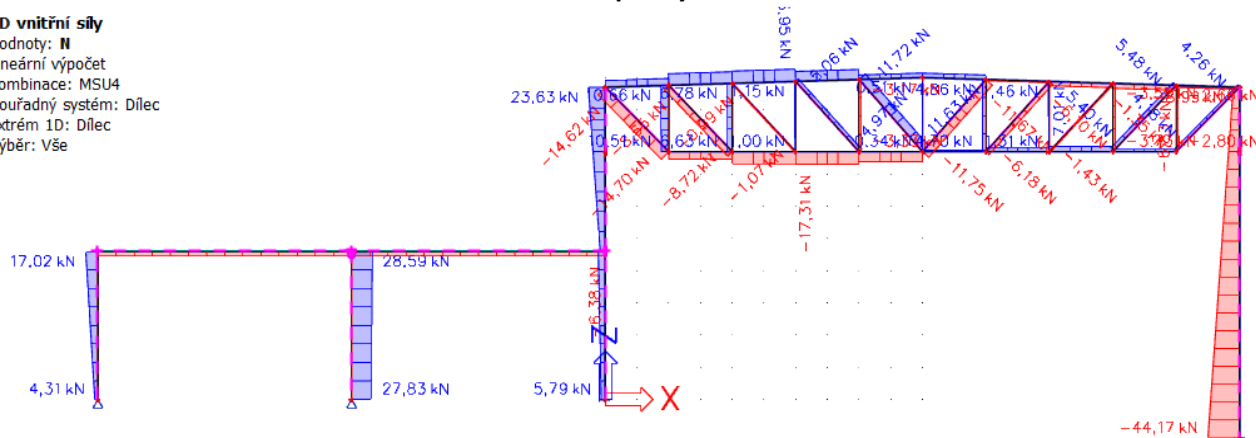
239,18 < 480,16

Je možné použít plastické rozdělení sil
Zbytek výpočtu neuveden pro podobnost s detailem 4

MSÚ – Kombinace 4 – stálé zatížení minimální + vítr příčný

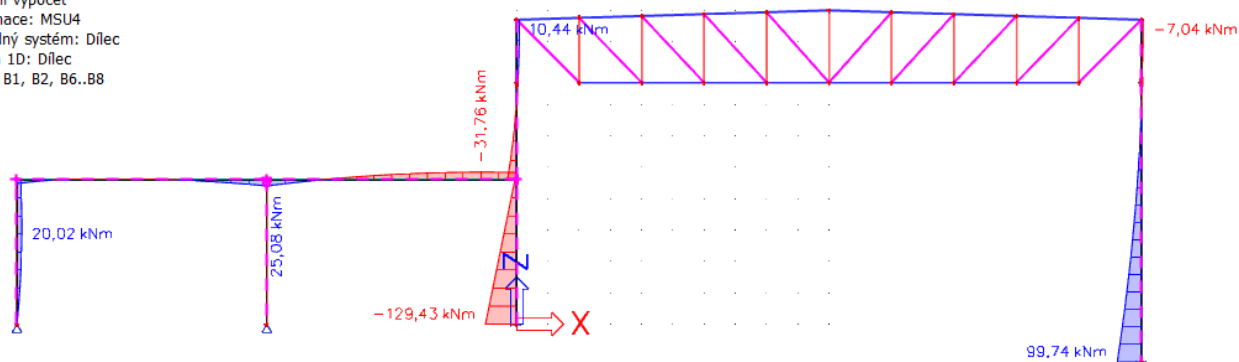
1D vnitřní síly

Hodnoty: **N**
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU4
 Souřadný systém: Dílec
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: Vše



1D vnitřní síly

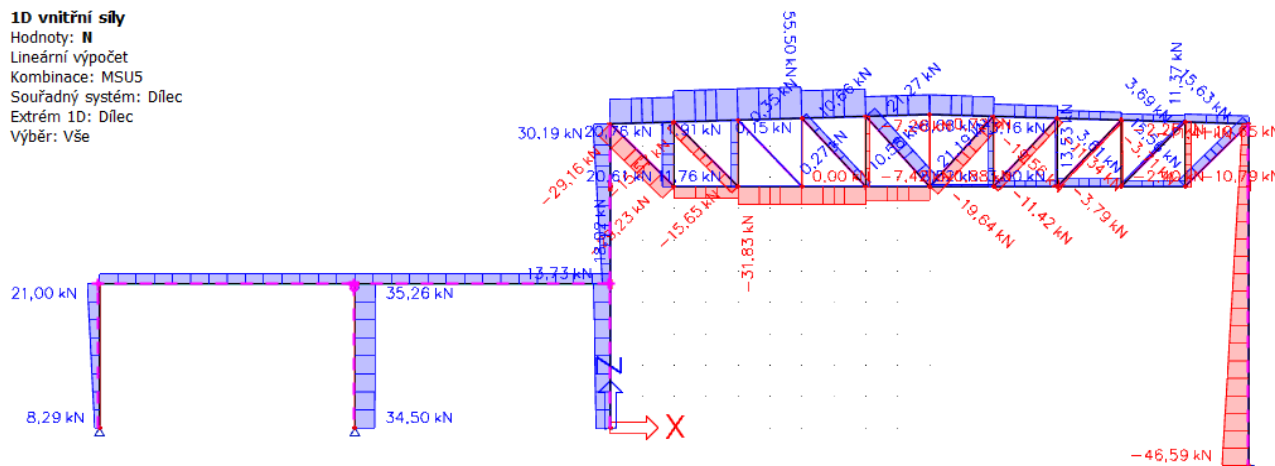
Hodnoty: **M_y**
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU4
 Souřadný systém: Dílec
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: B1, B2, B6..B8



MSÚ – Kombinace 5 – stálé zatížení minimální + vítr podélný

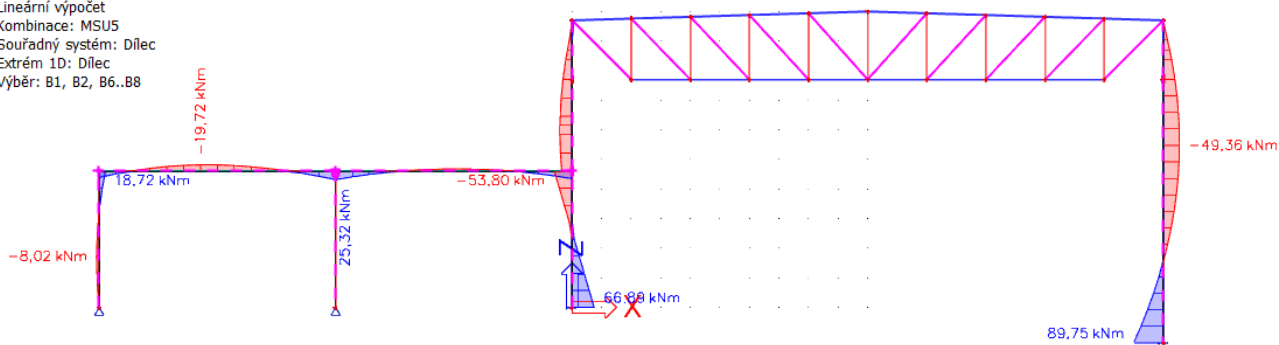
1D vnitřní síly

Hodnoty: **N**
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU5
 Souřadný systém: Dílec
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: Vše



1D vnitřní síly

Hodnoty: M_y
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU5
 Souřadný systém: Dílec
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: B1, B2, B6..B8



Ověřovací výpočet

Maximální moment – stálé zatížení – 0,24 kN/m²; sníh – 0,56 kN/m²

$$M_y = (0,24 \cdot 1,35 + 0,56 \cdot 1,5) \cdot 6 \cdot 20^2 / 8 = 349 \text{ kNm} \approx 159,19 \cdot 2,3 = 366,1 \text{ kNm}$$

Maximální normálová síla – návěje 1,4 – 0,56 kN/m²

$$N = (0,24 \cdot 1,35 + 0,56 \cdot 1,5) \cdot 6 \cdot 10 + (0,24 \cdot 1,35 + ((0,84 / 10 \cdot 6 + 0,84) / 2 + 0,56) \cdot 1,5) \cdot 6 \cdot 4 = 122 \text{ kN} \approx 153,83 \text{ kN}$$

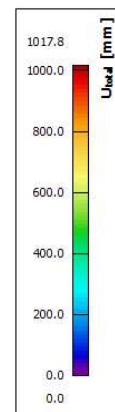
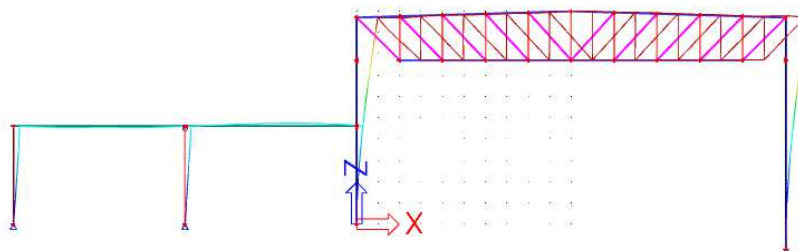
Moment na přístavkovém nosníku – návěje

$$M_y = ((0,56 + 0,84 / 2) \cdot 1,5 + 0,24 \cdot 1,35) \cdot 6 \cdot 8^2 / 8 = 86 \text{ kNm} \approx 58,84 + 39,63 = 98,47 \text{ kNm}$$

6.3. Výpočet stabilitních součinitelů pro posudky

3D přemístění

Hodnoty: U_{total}
 Stabilitní výpočet. Tvary vybočení jsou normované tak, aby se maximální složka přemístění nebo pootočení každého uzlu rovnala 1 m nebo 1 rad.
 Stabilitní kombinace: S1/3 - 12,99
 Výběr: Vše
 Poloha: V uzlech s průměrováním.
 Systém: Globální



Hlavní sloup – MSÚ 1

Délka prvku: $L = 9,700 \text{ (m)}$

Poměr normálové a kritické síly: $\alpha_{CR} = 12,99 \text{ (-)}$

Návrhová normálová síla v prvku: $N_{ED} = 153,83 \text{ (kN)}$

PRŮŘEZ:

HEA 280 Statický moment setrvačnosti k ose y: $I_y = 1,37E+08 \text{ (mm}^4\text{)}$

Modul pružnosti v tahu: $E = 210,0 \text{ (GPa)}$

Kritická síla: $N_{CR} = 1\,998,25 \text{ (kN)}$

viz příloha B Kritická síla dle LTBeamN: $N_{CR} = 2\,995,20 \text{ (kN)}$

$$L_{CR} = \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_y / N_{CR}}$$

Kritická délka prvku: $L_{CR} = 11,909 \text{ (m)}$

Součinitel kritické délky: $\beta = 1,228 \text{ (-)}$

Hlavní sloup – MSÚ 4

Délka prvku: $L = 9,700 \text{ (m)}$

Poměr normálové a kritické síly: $\alpha_{CR} = 12,99 \text{ (-)}$

Návrhová normálová síla v prvku: $N_{ED} = 44,17 \text{ (kN)}$

PRŮŘEZ:

HEA 280

Statický moment setrvačnosti k ose y: $I_y = 1,37E+08 \text{ (mm}^4\text{)}$

Modul pružnosti v tahu: $E = 210,0 \text{ (GPa)}$

Kritická síla: $N_{CR} = 573,77 \text{ (kN)}$

viz příloha B Kritická síla dle LTBeamN: $N_{CR} = 2\,995,20 \text{ (kN)}$

$$L_{CR} = \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_y / N_{CR}}$$

Kritická délka prvku: $L_{CR} = 22,224 \text{ (m)}$

Součinitel kritické délky: $\beta = 2,291 \text{ (-)}$

Přístavkový sloup

Délka prvku: $L = 4,600 \text{ (m)}$

Poměr normálové a kritické síly: $\alpha_{CR} = 12,99 \text{ (-)}$

Návrhová normálová síla v prvku: $N_{ED} = 25,12 \text{ (kN)}$

PRŮŘEZ:

HEA 200

Statický moment setrvačnosti k ose y: $I_y = 3,69E+07 \text{ (mm}^4\text{)}$

Modul pružnosti v tahu: $E = 210,0 \text{ (GPa)}$

$$\text{Kritická síla:} \quad N_{CR} = 326,31 \quad (kN)$$

$$L_{CR} = \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_y / N_{CR}}$$

$$\text{Kritická délka prvku:} \quad L_{CR} = 15,314 \quad (m)$$

$$\text{Součinitel kritické délky:} \quad \beta = 3,329 \quad (-)$$

6.4. Posouzení na MSÚ

Vaznice

Hala - viz strana 61

Přístavek

NÁVRH: Z 240/3,0 – navrženo jako prostý nosník. Bereme v úvahu hodnoty liniového zatížení z tabulek výrobce pro rozpon 6 m. Sněhové zatížení přepočteno dle návějí.

Liniová únosnost bez vlivu osově síly:

$$6,11 \text{ kN/m} > ((1,25 \cdot 1,5 + 0,324) \cdot 2 = 4,398 \text{ kN/m} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Hodnoty únosnosti viz příloha C, hodnoty zatížení viz strany 21 a 23

Únosnost pro sání bez vlivu osově síly:

$$-3,28 \text{ kN/m} > |(0,24 - 0,801) \cdot 2| = 1,122 \text{ kN/m} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Hodnoty únosnosti viz příloha C, hodnoty zatížení viz strany 24 a 29

Maximální zatížení pro deformaci L/200:

$$3,63 \text{ kN/m} > ((1,25 + 0,24) \cdot 2 = 2,98 \text{ kN/m} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Přístavkový sloup

viz strana 111

$$\text{Návrhová normálová síla:} \quad N_{ED} = 25,12 \quad (kN)$$

$$\text{Návrhový ohybový moment ve směru y:} \quad M_{y;ED} = 19,45 \quad (kNm)$$

$$\text{Návrhový ohybový moment ve směru z:} \quad M_{z;ED} = 0,00 \quad (kNm)$$

$$\text{Mez kluzu:} \quad f_y = 355,00 \quad (MPa)$$

$$\text{Materiálové součinitele:} \quad \gamma_{M0} = 1,00 \quad (-)$$

$$\gamma_{M1} = 1,00 \quad (-)$$

NÁVRH:

HEA 200

tř. průřezu:

3

$$\text{Plocha průřezu:} \quad A = 5\,383 \quad (mm^2)$$

$$\text{Průřezový modul ve směru y:} \quad W_y = 3,89E+05 \quad (mm^3)$$

	Průřezový modul ve směru z:	wz	=	1,34E+05	(mm ³)
	Modul pružnosti:	E	=	210,00	(GPa)
	Délka prutu:	L	=	4,60	(m)
	Poloměr setrvačnosti k ose y:	i_y	=	82,82	(mm)
	Poloměr setrvačnosti k ose z:	i_z	=	49,81	(mm)
viz strana 115	Součinitel vzpěrné délky ve směru y:	β_y	=	3,33	(-)
	Součinitel vzpěrné délky ve směru z:	β_z	=	1,00	(-)
	L_{CR} = β*L				
	Vzpěrná délka ve směru y:	L_{CR,y}	=	15,31	(m)
	Vzpěrná délka ve směru z:	L_{CR,z}	=	4,60	(m)
	λ = L_{CR}/i				
	Štíhlost ve směru y:	λ_y	=	184,91	(-)
	Štíhlost ve směru z:	λ_z	=	92,35	(-)
	$\bar{\lambda} = \lambda / (\pi * (E/f_y)^{1/2})$				
	Poměrná štíhlost ve směru y:	$\bar{\lambda}_y$	=	2,42	(-)
	Poměrná štíhlost ve směru z:	$\bar{\lambda}_z$	=	1,21	(-)
	Součinitel imperfekce:	α_y	=	0,34	(-)
		α_z	=	0,49	(-)
	$\Phi = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2)$				
	Pomocný součinitel "Fí" ve směru y:	Φ_y	=	3,81	(-)
	Pomocný součinitel "Fí" ve směru z:	Φ_z	=	1,48	(-)

$$\chi = 1 / (\Phi + (\Phi^2 - \lambda^2)^{1/2})$$

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru y: $\chi_y = 0,15$ (-)

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru z: $\chi_z = 0,43$ (-)

$$N_{RD} = A * f_y * \chi / \gamma_{M0}$$

Návrhová únosnost ve směru y: $N_{RD,y} = 283,44$ (kN)

Návrhová únosnost ve směru z: $N_{RD,z} = 821,07$ (kN)

Klopící délka: $L_{LT} = 4,60$ (m)

Modul pružnosti ve smyku: $G = 81,0$ (GPa)

Moment setrvačnosti k ose z: $I_z = 1,34E+07$ (mm⁴)

Moment setrvačnosti ve volném kroucení: $I_t = 2,10E+08$ (mm⁴)

Výsečový moment setrvačnosti: $I_w = 1,08E+11$ (mm⁶)

Součinitel vzpěrné délky v kroucení: $k_w = 1,00$ (-)

Součinitel vzpěrné délky v ose z: $k_z = 1,00$ (-)

$$k_{wt} = \pi * k_w / L_{LT} * \sqrt{(E * I_w / G * I_t)}$$

Bezrozměrný parametr kroucení: $k_{wt} = 0,79$ (-)

$\psi =$ Součinitele závisující na zatížení: $C_{1,0} = 1,77$ (-)

0,00 $C_{1,1} = 1,85$ (-)

$$C1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) * k_{wt}$$

Součinitele závisující na zatížení a uložení: $C1 = 1,83$ (-)

$C2 = 0,00$ (-)

$C3 = 0,00$ (-)

Vzdálenost mezi středem smyku a zatížením: $z_g = 0,00$ (-)

Vzdálenost mezi těžištěm a středem smyku: $z_j = 0,00$ (-)

$$\zeta_g = \pi \cdot z_g / k_z / L_{LT} \cdot \sqrt{E \cdot I_z / G \cdot I_t}$$

Bezrozměrný parametr vlivu zatížení: $\zeta_g = 0,00$ (-)

$$\zeta_j = \pi \cdot z_j / k_z / L_{LT} \cdot \sqrt{E \cdot I_z / G \cdot I_t}$$

Bezrozměrný parametr asymetrie průřezu: $\zeta_j = 0,00$ (-)

$$\mu_{CR} = C_1 / k_z \cdot \sqrt{(1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j)^2) - (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j)}$$

Bezrozměrný kritický moment: $\mu_{CR} = 2,33$ (-)

$$M_{CR} = \mu_{CR} \cdot \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t} / L_{LT}$$

Kritický moment (dochází ke ztrátě stability): $M_{CR} = 348,16$ (kNm)

$$\lambda_{LT} = \sqrt{w \cdot f_y / M_{CR}}$$

Poměrná štíhlost: $\lambda_{LT} = 0,63$ (-)

Štíhlostní parametry: $\lambda_{LT,0} = 0,4$ (-)
 $\beta = 0,75$ (-)

Součinitel imperfekce dle křivky klopení: $\alpha_{LT} = 0,34$ (-)

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \cdot \lambda_{LT}^2)$$

Klopící parametr "fi": $\Phi_{LT} = 0,69$ (-)

$$\chi_{LT} = 1 / (\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \cdot \lambda_{LT}^2})$$

Klopící součinitel "chi": $\chi_{LT} = 0,90$ (-)

0,90 < 1,00 V POŘÁDKU

$$\chi_{LT} \leq 1 / \lambda_{LT}^2$$

0,90 < 2,52 V POŘÁDKU

Redukce klopícího součinitele neuvažována

$$M_{y;RD} = \chi_{LT} * w * f_y / \gamma_{M1}$$

Návrhová únosnost v ohybu z ose y: $M_{y;RD} = 124,67 \text{ (kNm)}$

124,67 kNm > 19,45 kNm ✓ VYHOVUJE

Poměr koncových momentů: $\alpha_h = 0,00 \text{ (-)}$

Výpočet interakčních součinitelů dle tabulky B.1 ČSN-EN 1993-1-1

Pomocné součinitele koncových momentů: $C_{my} = 0,90 \text{ (-)}$

$C_{mz} = 0,90 \text{ (-)}$

$C_{mLT} = 0,60 \text{ (-)}$

Interakční součinitele: $k_{yy} = 0,95 \text{ (-)}$

$k_{zy} = 1,00 \text{ (-)}$

$k_{yz} = 0,56 \text{ (-)}$

$k_{zz} = 0,94 \text{ (-)}$

Návrhová únosnost v ohybu k ose z: $M_{z;RD} = 47,41 \text{ (kNm)}$

Interakční rovnice:

$$N_{ED} / \chi_y / N_{RK} + k_{yy} * M_{y;ED} / M_{y;RK} / \chi_{LT} + k_{yz} * M_{z;ED} / M_{z;RD} < 1,00$$

0,24 < 1,00 ✓ VYHOVUJE

$$N_{ED} / \chi_z / N_{RK} + k_{zy} * M_{y;ED} / M_{y;RK} / \chi_{LT} + k_{zz} * M_{z;ED} / M_{z;RD} < 1,00$$

0,19 < 1,00 ✓ VYHOVUJE

Kyvná stojka přístavku

viz strana 111

Návrhová tlaková síla: $N_{ED} = 82,27 \text{ (kN)}$

Modul pružnosti: $E = 210,00 \text{ (GPa)}$

Mez kluzu: $f_y = 355,00 \text{ (MPa)}$

NÁVRH:
HEA 100

Materiálové součinitele:	γ_{M0}	=	1,00	(-)
Délka prutu:	L	=	4,60	(m)
Plocha průřezu:	A	=	2 124	(mm ²)
Poloměr setrvačnosti k ose y:	i_y	=	40,55	(mm)
Poloměr setrvačnosti k ose z:	i_z	=	25,10	(mm)
Součinitel vzpěrné délky ve směru y:	β_y	=	1,00	(-)
Součinitel vzpěrné délky ve směru z:	β_z	=	1,00	(-)
$L_{CR} = \beta \cdot L$				
Vzpěrná délka ve směru y:	$L_{CR,y}$	=	4,60	(m)
Vzpěrná délka ve směru z:	$L_{CR,z}$	=	4,60	(m)
$\lambda = L_{CR}/i$				
Štíhlost ve směru y:	λ_y	=	113,43	(-)
Štíhlost ve směru z:	λ_z	=	183,25	(-)
$\bar{\lambda} = \lambda / (\pi \cdot (E/f_y)^{1/2})$				
Poměrná štíhlost ve směru y:	$\bar{\lambda}_y$	=	1,48	(-)
Poměrná štíhlost ve směru z:	$\bar{\lambda}_z$	=	2,40	(-)
Součinitel imperfekce:	α_y	=	0,34	(-)
	α_z	=	0,49	(-)
$\Phi = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda - 0,2) + \lambda^2)$				
Pomocný součinitel "Fí" ve směru y:	Φ_y	=	1,82	(-)
Pomocný součinitel "Fí" ve směru z:	Φ_z	=	3,91	(-)

$$\chi = 1 / (\Phi + (\Phi^2 - \lambda^2)^{1/2})$$

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru y: $\chi_y = 0,35$ (-)

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru z: $\chi_z = 0,14$ (-)

$$N_{RD} = A \cdot f_y \cdot \chi / \gamma_{M0}$$

Návrhová únosnost ve směru y: $N_{RD;y} = 262,33$ (kN)

Návrhová únosnost ve směru z: $N_{RD;z} = 107,57$ (kN)

262,33 kN > 82,27 kN ✓ VYHOVUJE
 107,57 kN > 82,27 kN ✓ VYHOVUJE

využití ve směru y: 31,36 (%)

využití ve směru z: 76,48 (%)

Přístavkový nosník

viz strana 111

Návrhová normálová síla: $N_{ED} = 0,00$ (kN)

Návrhový ohybový moment ve směru y: $M_{y;ED} = 58,84$ (kNm)

Návrhový ohybový moment ve směru z: $M_{z;ED} = 0,00$ (kNm)

Mez kluzu: $f_y = 355,00$ (MPa)

Materiálové součinitele: $\gamma_{M0} = 1,00$ (-)

$\gamma_{M1} = 1,00$ (-)

NÁVRH:

IPE 270

tř. průřezu:

1

Plocha průřezu: $A = 4\,595$ (mm²)

Průřezový modul ve směru y: $w_{ply} = 4,84E+05$ (mm³)

Průřezový modul ve směru z: $w_{plz} = 9,70E+04$ (mm³)

Modul pružnosti: $E = 210,00$ (GPa)

Klopící délka: $L_{LT} = 3,00$ (m)

Modul pružnosti ve smyku: $G = 81,0$ (GPa)

Moment setrvačnosti k ose z: $I_z = 4,20E+06 \text{ (mm}^4\text{)}$

Moment setrvačnosti ve volném kroucení: $I_t = 1,59E+08 \text{ (mm}^4\text{)}$

Výsečový moment setrvačnosti: $I_w = 7,06E+10 \text{ (mm}^6\text{)}$

Součinitel vzpěrné délky v kroucení: $k_w = 1,00 \text{ (-)}$

Součinitel vzpěrné délky v ose z: $k_z = 1,00 \text{ (-)}$

$$\kappa_{wt} = \pi^* / k_w / L_{LT} * \nu (E^* I_w / G / I_t)$$

Bezrozměrný parametr kroucení: $\kappa_{wt} = 1,12 \text{ (-)}$

$\psi =$ Součinitele závislé na zatížení: $C_{1;0} = 1,77 \text{ (-)}$

$0,00$ $C_{1;1} = 1,85 \text{ (-)}$

$$C1 = C_{1;0} + (C_{1;1} - C_{1;0}) * \kappa_{wt}$$

Součinitele závislé na zatížení a uložení: $C1 = 1,85 \text{ (-)}$

$C2 = 0,00 \text{ (-)}$

$C3 = 0,00 \text{ (-)}$

Vzdálenost mezi středem smyku a zatížením: $z_g = 0,00 \text{ (-)}$

Vzdálenost mezi těžištěm a středem smyku: $z_j = 0,00 \text{ (-)}$

$$\zeta_g = \pi^* z_g / k_z / L_{LT} * \nu (E^* I_z / G / I_t)$$

Bezrozměrný parametr vlivu zatížení: $\zeta_g = 0,00 \text{ (-)}$

$$\zeta_j = \pi^* z_j / k_z / L_{LT} * \nu (E^* I_z / G / I_t)$$

Bezrozměrný parametr asymetrie průřezu: $\zeta_j = 0,00 \text{ (-)}$

$$\mu_{CR} = C1 / k_z * (\nu (1 + \kappa_{wt}^2 + (C2 * \zeta_g - C3 * \zeta_j)^2) - (C2 * \zeta_g - C3 * \zeta_j))$$

Bezrozměrný kritický moment: $\mu_{CR} = 2,78 \text{ (-)}$

$$M_{CR} = \mu_{CR} * \pi^* \nu (E^* I_z * G^* I_t) / L_{LT}$$

Kritický moment (dochází ke ztrátě stability): $M_{CR} = 310,69 \text{ (kNm)}$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{w \cdot f_y / M_{CR}}$$

Poměrná štíhlost: $\bar{\lambda}_{LT} = 0,74 \text{ (-)}$

Štíhlostní parametry: $\bar{\lambda}_{LT,0} = 0,4 \text{ (-)}$
 $\beta = 0,75 \text{ (-)}$

Součinitel imperfekce dle křivky klopení: $\alpha_{LT} = 0,49 \text{ (-)}$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2)$$

Klopící parametr "fi": $\Phi_{LT} = 0,79 \text{ (-)}$

$$\chi_{LT} = 1 / (\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2})$$

Klopící součinitel "chi": $\chi_{LT} = 0,80 \text{ (-)}$

0,80 < 1,00 V POŘÁDKU

$$\chi_{LT} \leq 1 / \bar{\lambda}_{LT}^2$$

0,80 < 1,81 V POŘÁDKU

Redukce klopícího součinitele neuvažována

$$M_{y;RD} = \chi_{LT} \cdot w \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

Návrhová únosnost v ohybu z ose y: $M_{y;RD} = 137,25 \text{ (kNm)}$

137,25 kNm > 58,84 kNm ✓ VYHOVUJE

Hlavní sloup – MSÚ 1

viz strana 111

Návrhová normálová síla: $N_{ED} = 153,83 \text{ (kN)}$

Návrhový ohybový moment ve směru y: $M_{y;ED} = 39,04 \text{ (kNm)}$

	Návrhový ohybový moment ve směru z:	$M_{z;ED}$	=	0,00	(kNm)
	Mez kluzu:	f_y	=	355,00	(MPa)
	Materiálové součinitele:	γ_{M0}	=	1,00	(-)
		γ_{M1}	=	1,00	(-)
NÁVRH:					
HEA 280	Plocha průřezu:	A	=	9 726	(mm ²)
tř. průřezu:					
3	Průřezový modul ve směru y:	W_y	=	1,01E+06	(mm ³)
	Průřezový modul ve směru z:	W_z	=	3,40E+05	(mm ³)
	Modul pružnosti:	E	=	210,00	(GPa)
	Délka prutu:	L	=	9,70	(m)
	Poloměr setrvačnosti k ose y:	i_y	=	118,57	(mm)
	Poloměr setrvačnosti k ose z:	i_z	=	69,98	(mm)
viz strana 114	Součinitel vzpěrné délky ve směru y:	β_y	=	1,23	(-)
	Součinitel vzpěrné délky ve směru z:	β_z	=	1,00	(-)
	$L_{CR} = \beta * L$				
	Vzpěrná délka ve směru y:	$L_{CR;y}$	=	11,91	(m)
	Vzpěrná délka ve směru z:	$L_{CR;z}$	=	9,70	(m)
	$\lambda = L_{CR}/i$				
	Štíhlost ve směru y:	λ_y	=	100,46	(-)
	Štíhlost ve směru z:	λ_z	=	138,62	(-)
	$\lambda = \lambda / (\pi * (E/f_y)^{1/2})$				

Poměrná štíhlost ve směru y: $\lambda_y = 1,31 \quad (-)$

Poměrná štíhlost ve směru z: $\lambda_z = 1,81 \quad (-)$

Součinitel imperfekce: $\alpha_y = 0,34 \quad (-)$

$\alpha_z = 0,49 \quad (-)$
 $\Phi = 0,5 * (1 + \alpha * (\lambda - 0,2) + \lambda^2)$

Pomocný součinitel "Fí" ve směru y: $\Phi_y = 1,55 \quad (-)$

Pomocný součinitel "Fí" ve směru z: $\Phi_z = 2,54 \quad (-)$

$\chi = 1 / (\Phi + (\Phi^2 - \lambda^2)^{1/2})$

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru y: $\chi_y = 0,42 \quad (-)$

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru z: $\chi_z = 0,23 \quad (-)$

$N_{RD} = A * f_y * \chi / \gamma_{M0}$

Návrhová únosnost ve směru y: $N_{RD,y} = 1\,449,55 \quad (kN)$

Návrhová únosnost ve směru z: $N_{RD,z} = 799,21 \quad (kN)$

Klopící délka: $L_{LT} = 4,60 \quad (m)$

Modul pružnosti ve smyku: $G = 81,0 \quad (GPa)$

Moment setrvačnosti k ose z: $I_z = 4,76E+07 \quad (mm^4)$

Moment setrvačnosti ve volném kroucení: $I_t = 6,21E+08 \quad (mm^4)$

Výsečový moment setrvačnosti: $I_w = 7,85E+11 \quad (mm^6)$

Součinitel vzpěrné délky v kroucení: $k_w = 1,00 \quad (-)$

Součinitel vzpěrné délky v ose z: $k_z = 1,00 \quad (-)$

$\kappa_{wt} = \pi^2 / k_w / L_{LT}^2 * (E * I_w / G / I_t)$

	Bezrozměrný parametr kroucení:	κ_{wt}	=	1,24	(-)
$\psi =$ 0,32	Součinitele závislé na zatížení:	$C_{1,0}$	=	1,52	(-)
		$C_{1,1}$	=	1,55	(-)
	$C1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) * \kappa_{wt}$				
	Součinitele závislé na zatížení a uložení:	$C1$	=	1,55	(-)
		$C2$	=	0,00	(-)
		$C3$	=	0,00	(-)
	Vzdálenost mezi středem smyku a zatížením:	z_g	=	0,00	(-)
	Vzdálenost mezi těžištěm a středem smyku:	z_j	=	0,00	(-)
	$\zeta_g = \pi * z_g / k_z / L_{LT} * \sqrt{(E * I_z / G * I_t)}$				
	Bezrozměrný parametr vlivu zatížení:	ζ_g	=	0,00	(-)
	$\zeta_j = \pi * z_j / k_z / L_{LT} * \sqrt{(E * I_z / G * I_t)}$				
	Bezrozměrný parametr asymetrie průřezu:	ζ_j	=	0,00	(-)
	$\mu_{CR} = C_1 / k_z * (\sqrt{(1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 * \zeta_g - C_3 * \zeta_j)^2}) - (C_2 * \zeta_g - C_3 * \zeta_j))$				
	Bezrozměrný kritický moment:	μ_{CR}	=	2,47	(-)
	$M_{CR} = \mu_{CR} * \pi * \sqrt{(E * I_z * G * I_t)} / L_{LT}$				
	Kritický moment (dochází ke ztrátě stability):	M_{CR}	=	1 194,11	(kNm)
	$\lambda_{LT} = \sqrt{(w * f_y / M_{CR})}$				
	Poměrná štíhlost:	λ_{LT}	=	0,55	(-)
	Štíhlostní parametry:	$\lambda_{LT,0}$	=	0,4	(-)
		β	=	0,75	(-)
	Součinitel imperfekce dle křivky klopení:	α_{LT}	=	0,34	(-)

$$\Phi_{LT} = 0,5 * (1 + \alpha_{LT} * (\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta * \lambda_{LT}^2)$$

Klopící parametr "fi": $\Phi_{LT} = 0,64$ (-)

$$\chi_{LT} = 1 / (\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta * \lambda_{LT}^2})$$

Klopící součinitel "chi": $\chi_{LT} = 0,94$ (-)

0,94 < 1,00 V POŘÁDKU

$$\chi_{LT} \leq 1 / \lambda_{LT}^2$$

0,94 < 3,32 V POŘÁDKU

Redukce klopícího součinitele neuvažována

$$M_{y;RD} = \chi_{LT} * w * f_y / \gamma_{M1}$$

Návrhová únosnost v ohybu z ose y: $M_{y;RD} = 337,87$ (kNm)

337,87 kNm > 39,04 kNm ✓ VYHOVUJE

Poměr koncových momentů: $\alpha_h = 0,32$ (-)

Výpočet interakčních součinitelů dle tabulky B.1 ČSN-EN 1993-1-1

Pomocné součinitele koncových momentů: $C_{my} = 0,90$ (-)

$C_{mz} = 0,90$ (-)

$C_{mLT} = 0,73$ (-)

Interakční součinitele: $k_{yy} = 0,96$ (-)

$k_{zy} = 0,98$ (-)

$k_{yz} = 0,69$ (-)

$k_{zz} = 1,14$ (-)

Návrhová únosnost v ohybu k ose z: $M_{z;RD} = 120,77$ (kNm)

Interakční rovnice:

$$N_{ED} / \chi_y / N_{RK} + k_{yy} * M_{y;ED} / M_{y;RK} / \chi_{LT} + k_{yz} * M_{z;ED} / M_{z;RD} < 1,00$$

$$0,22 < 1,00 \quad \checkmark \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$N_{ED}/\chi_z/N_{RK} + k_{zy} * M_{y,ED}/M_{y,RK}/\chi_{LT} + k_{zz} * M_{z,ED}/M_{z,RD} < 1,00$$

$$0,31 < 1,00 \quad \checkmark \quad \text{VYHOVUJE}$$

Hlavní sloup – MSÚ 4

viz strana 112

Návrhová normálová síla: $N_{ED} = 44,17 \text{ (kN)}$

Návrhový ohybový moment ve směru y: $M_{y,ED} = 99,74 \text{ (kNm)}$

Návrhový ohybový moment ve směru z: $M_{z,ED} = 0,00 \text{ (kNm)}$

Mez kluzu: $f_y = 355,00 \text{ (MPa)}$

Materiálové součinitele: $\gamma_{M0} = 1,00 \text{ (-)}$

$\gamma_{M1} = 1,00 \text{ (-)}$

NÁVRH:

HEA 280

tř. průřezu:

3

Plocha průřezu: $A = 9\,726 \text{ (mm}^2\text{)}$

Průřezový modul ve směru y: $W_y = 1,01E+06 \text{ (mm}^3\text{)}$

Průřezový modul ve směru z: $W_z = 3,40E+05 \text{ (mm}^3\text{)}$

Modul pružnosti: $E = 210,00 \text{ (GPa)}$

Délka prutu: $L = 10,90 \text{ (m)}$

Poloměr setrvačnosti k ose y: $i_y = 118,57 \text{ (mm)}$

Poloměr setrvačnosti k ose z: $i_z = 69,98 \text{ (mm)}$

viz strana 114

součinitel je

spočten pro

kratší prvek, což

je na straně

bezpečné

Součinitel vzpěrné délky ve směru y: $\beta_y = 2,29 \text{ (-)}$

Součinitel vzpěrné délky ve směru z: $\beta_z = 1,00 \text{ (-)}$

$L_{CR} = \beta * L$

Vzpěrná délka ve směru y: $L_{CR,y} = 24,97 \text{ (m)}$

Vzpěrná délka ve směru z: $L_{CR,z} = 10,90 \text{ (m)}$

$$\lambda = L_{CR}/i$$

Štíhlost ve směru y: $\lambda_y = 210,62 \quad (-)$

Štíhlost ve směru z: $\lambda_z = 155,77 \quad (-)$

$$\bar{\lambda} = \lambda / (\pi * (E/f_y)^{1/2})$$

Poměrná štíhlost ve směru y: $\bar{\lambda}_y = 2,76 \quad (-)$

Poměrná štíhlost ve směru z: $\bar{\lambda}_z = 2,04 \quad (-)$

Součinitel imperfekce: $\alpha_y = 0,34 \quad (-)$

$\alpha_z = 0,49 \quad (-)$

$$\Phi = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2)$$

Pomocný součinitel "Fí" ve směru y: $\Phi_y = 4,73 \quad (-)$

Pomocný součinitel "Fí" ve směru z: $\Phi_z = 3,03 \quad (-)$

$$\chi = 1 / (\Phi + (\Phi^2 - \bar{\lambda}^2)^{1/2})$$

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru y: $\chi_y = 0,12 \quad (-)$

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru z: $\chi_z = 0,19 \quad (-)$

$$N_{RD} = A * f_y * \chi / \gamma_{M0}$$

Návrhová únosnost ve směru y: $N_{RD,y} = 402,35 \quad (kN)$

Návrhová únosnost ve směru z: $N_{RD,z} = 655,45 \quad (kN)$

Klopící délka: $L_{LT} = 10,90 \quad (m)$

Modul pružnosti ve smyku: $G = 81,0 \quad (GPa)$

Moment setrvačnosti k ose z: $I_z = 4,76E+07 \quad (mm^4)$

Moment setrvačnosti ve volném kroucení: $I_t = 6,21E+08 \text{ (mm}^4\text{)}$

Výsečový moment setrvačnosti: $I_w = 7,85E+11 \text{ (mm}^6\text{)}$

Součinitel vzpěrné délky v kroucení: $k_w = 1,00 \text{ (-)}$

Součinitel vzpěrné délky v ose z: $k_z = 1,00 \text{ (-)}$

$$k_{wt} = \pi^2 / k_w / L_{LT}^2 * \nu(E * I_w / G / I_t)$$

Bezrozměrný parametr kroucení: $k_{wt} = 0,52 \text{ (-)}$

$\psi = -0,07$
 Součinitele závislé na zatížení: $C_{1;0} = 1,77 \text{ (-)}$
 $C_{1;1} = 1,85 \text{ (-)}$

$$C1 = C_{1;0} + (C_{1;1} - C_{1;0}) * k_{wt}$$

Součinitele závislé na zatížení a uložení: $C1 = 1,81 \text{ (-)}$
 $C2 = 0,00 \text{ (-)}$
 $C3 = 0,00 \text{ (-)}$

Vzdálenost mezi středem smyku a zatížením: $z_g = 0,00 \text{ (-)}$

Vzdálenost mezi těžištěm a středem smyku: $z_j = 0,00 \text{ (-)}$

$$\zeta_g = \pi^2 * z_g / k_z / L_{LT}^2 * \nu(E * I_z / G / I_t)$$

Bezrozměrný parametr vlivu zatížení: $\zeta_g = 0,00 \text{ (-)}$

$$\zeta_j = \pi^2 * z_j / k_z / L_{LT}^2 * \nu(E * I_z / G / I_t)$$

Bezrozměrný parametr asymetrie průřezu: $\zeta_j = 0,00 \text{ (-)}$

$$\mu_{CR} = C1 / k_z * (\nu(1 + k_{wt}^2 + (C2 * \zeta_g - C3 * \zeta_j)^2) - (C2 * \zeta_g - C3 * \zeta_j))$$

Bezrozměrný kritický moment: $\mu_{CR} = 2,04 \text{ (-)}$

$$M_{CR} = \mu_{CR} * \pi^2 * \nu(E * I_z * G * I_t) / L_{LT}^2$$

Kritický moment (dochází ke ztrátě stability): $M_{CR} = 417,77 \text{ (kNm)}$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{w \cdot f_y / M_{CR}}$$

Poměrná štíhlost: $\bar{\lambda}_{LT} = 0,93 \quad (-)$

Štíhlostní parametry: $\bar{\lambda}_{LT,0} = 0,4 \quad (-)$
 $\beta = 0,75 \quad (-)$

Součinitel imperfekce dle křivky klopení: $\alpha_{LT} = 0,34 \quad (-)$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2)$$

Klopící parametr "fí": $\Phi_{LT} = 0,91 \quad (-)$

$$\chi_{LT} = 1 / (\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2})$$

Klopící součinitel "chí": $\chi_{LT} = 0,74 \quad (-)$

0,74 < 1,00 V POŘÁDKU

$$\chi_{LT} \leq 1 / \bar{\lambda}_{LT}^2$$

0,74 < 1,16 V POŘÁDKU

Redukce klopícího součinitele neuvažována

$$M_{y;RD} = \chi_{LT} \cdot w \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

Návrhová únosnost v ohybu z ose y: $M_{y;RD} = 267,33 \quad (kNm)$

267,33 kNm > 99,74 kNm ✓ VYHOVUJE

Poměr koncových momentů: $\alpha_h = -0,07 \quad (-)$

Výpočet interakčních součinitelů dle tabulky B.1 ČSN-EN 1993-1-1

Pomocné součinitele koncových momentů: $C_{my} = 0,90 \quad (-)$
 $C_{mz} = 0,90 \quad (-)$
 $C_{mLT} = 0,57 \quad (-)$

Interakční součinitele:	k_{yy}	=	0,98	(-)
	k_{zy}	=	0,98	(-)
	k_{yz}	=	0,59	(-)
	k_{zz}	=	0,98	(-)

Návrhová únosnost v ohybu k ose z:	$M_{z,RD}$	=	120,77	(kNm)
------------------------------------	------------	---	--------	-------

Interakční rovnice:

$$N_{ED}/\chi_y/N_{RK} + k_{yy} * M_{y,ED}/M_{y,RK}/\chi_{LT} + k_{yz} * M_{z,ED}/M_{z,RD} < 1,00$$

$$0,48 < 1,00 \quad \checkmark \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$N_{ED}/\chi_z/N_{RK} + k_{zy} * M_{y,ED}/M_{y,RK}/\chi_{LT} + k_{zz} * M_{z,ED}/M_{z,RD} < 1,00$$

$$0,43 < 1,00 \quad \checkmark \quad \text{VYHOVUJE}$$

Horní pás

viz strana 111

Návrhová tlaková síla:	N_{ED}	=	159,10	(kN)
------------------------	----------	---	--------	------

Modul pružnosti:	E	=	210,00	(GPa)
------------------	-----	---	--------	-------

Mez kluzu:	f_y	=	355,00	(MPa)
------------	-------	---	--------	-------

Materiálové součinitele:	γ_{M0}	=	1,00	(-)
--------------------------	---------------	---	------	-----

Délka prutu:	L	=	2,00	(m)
--------------	-----	---	------	-----

NÁVRH:

TR 108x5

Plocha průřezu:	A	=	1 618	(mm ²)
-----------------	-----	---	-------	--------------------

Poloměr setrvačnosti k ose y:	i_y	=	36,46	(mm)
-------------------------------	-------	---	-------	------

Poloměr setrvačnosti k ose z:	i_z	=	36,46	(mm)
-------------------------------	-------	---	-------	------

Součinitel vzpěrné délky ve směru y:	β_y	=	1,00	(-)
--------------------------------------	-----------	---	------	-----

Součinitel vzpěrné délky ve směru z:	β_z	=	1,00	(-)
--------------------------------------	-----------	---	------	-----

$$L_{CR} = \beta * L$$

Vzpěrná délka ve směru y:	$L_{CR,y}$	=	2,00	(m)
---------------------------	------------	---	------	-----

Vzpěrná délka ve směru z: $L_{CR,z} = 2,00 \text{ (m)}$

$$\lambda = L_{CR}/i$$

Štíhlost ve směru y: $\lambda_y = 54,86 \text{ (-)}$

Štíhlost ve směru z: $\lambda_z = 54,86 \text{ (-)}$

$$\bar{\lambda} = \lambda / (\pi * (E/f_y)^{1/2})$$

Poměrná štíhlost ve směru y: $\bar{\lambda}_y = 0,72 \text{ (-)}$

Poměrná štíhlost ve směru z: $\bar{\lambda}_z = 0,72 \text{ (-)}$

Součinitel imperfekce: $\alpha_y = 0,49 \text{ (-)}$

$\alpha_z = 0,49 \text{ (-)}$
 $\Phi = 0,5 * (1 + \alpha * (\lambda - 0,2) + \lambda^2)$

Pomocný součinitel "Fí" ve směru y: $\Phi_y = 0,88 \text{ (-)}$

Pomocný součinitel "Fí" ve směru z: $\Phi_z = 0,88 \text{ (-)}$

$$\chi = 1 / (\Phi + (\Phi^2 - \lambda^2)^{1/2})$$

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru y: $\chi_y = 0,71 \text{ (-)}$

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru z: $\chi_z = 0,71 \text{ (-)}$

$$N_{RD} = A * f_y * \chi / \gamma_{M0}$$

Návrhová únosnost ve směru y: $N_{RD;y} = 409,84 \text{ (kN)}$

Návrhová únosnost ve směru z: $N_{RD;z} = 409,84 \text{ (kN)}$

409,84 kN > 159,10 kN ✓ VYHOVUJE

409,84 kN > 159,10 kN ✓ VYHOVUJE

využití ve směru y: 38,82 (%)

využití ve směru z: 38,82 (%)

Spodní pás

viz strana 112

Návrhová tlaková síla: $N_{ED} = 31,83 \text{ (kN)}$

Modul pružnosti: $E = 210,00 \text{ (GPa)}$

Mez kluzu: $f_y = 355,00 \text{ (MPa)}$

Materiálové součinitele: $\gamma_{M0} = 1,00 \text{ (-)}$

Délka prutu: $L = 8,00 \text{ (m)}$

NÁVRH:

TR 108x5

Plocha průřezu: $A = 1\,618 \text{ (mm}^2\text{)}$

Poloměr setrvačnosti k ose y: $i_y = 36,46 \text{ (mm)}$

Poloměr setrvačnosti k ose z: $i_z = 36,46 \text{ (mm)}$

Součinitel vzpěrné délky ve směru y: $\beta_y = 1,00 \text{ (-)}$

Součinitel vzpěrné délky ve směru z: $\beta_z = 1,00 \text{ (-)}$

$L_{CR} = \beta \cdot L$

Vzpěrná délka ve směru y: $L_{CR;y} = 8,00 \text{ (m)}$

Vzpěrná délka ve směru z: $L_{CR;z} = 8,00 \text{ (m)}$

$\lambda = L_{CR}/i$

Štíhlost ve směru y: $\lambda_y = 219,43 \text{ (-)}$

Štíhlost ve směru z: $\lambda_z = 219,43 \text{ (-)}$

—
 $\lambda = \lambda / (\pi \cdot (E/f_y)^{1/2})$

Poměrná štíhlost ve směru y: $\bar{\lambda}_y = 2,87 \text{ (-)}$

Poměrná štíhlost ve směru z: $\bar{\lambda}_z = 2,87 \text{ (-)}$

Součinitel imperfekce: $\alpha_y = 0,49$ (-)

$\alpha_z = 0,49$ (-)
 $\Phi = 0,5 * (1 + \alpha * (\lambda - 0,2) + \lambda^2)$

Pomocný součinitel "Fí" ve směru y: $\Phi_y = 5,28$ (-)

Pomocný součinitel "Fí" ve směru z: $\Phi_z = 5,28$ (-)

$\chi = 1 / (\Phi + (\Phi^2 - \lambda^2)^{1/2})$

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru y: $\chi_y = 0,10$ (-)

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru z: $\chi_z = 0,10$ (-)

$N_{RD} = A * f_y * \chi / \gamma_{M0}$

Návrhová únosnost ve směru y: $N_{RD;y} = 59,17$ (kN)

Návrhová únosnost ve směru z: $N_{RD;z} = 59,17$ (kN)

59,17 kN > 31,83 kN ✓ VYHOVUJE
 59,17 kN > 31,83 kN ✓ VYHOVUJE

využití ve směru y: 53,79 (%)

využití ve směru z: 53,79 (%)

Diagonála

viz strana 112

Návrhová tlaková síla: $N_{ED} = 29,16$ (kN)

Modul pružnosti: $E = 210,00$ (GPa)

Mez kluzu: $f_y = 355,00$ (MPa)

Materiálové součinitele: $\gamma_{M0} = 1,00$ (-)

Délka prutu: $L = 3,04$ (m)

NÁVRH:

TR 54x5

Plocha průřezu: $A = 770$ (mm²)

Poloměr setrvačnosti k ose y: $i_y = 17,41$ (mm)

Poloměr setrvačnosti k ose z: $i_z = 17,41 \text{ (mm)}$

Součinitel vzpěrné délky ve směru y: $\beta_y = 1,00 \text{ (-)}$

Součinitel vzpěrné délky ve směru z: $\beta_z = 1,00 \text{ (-)}$

$$L_{CR} = \beta \cdot L$$

Vzpěrná délka ve směru y: $L_{CR,y} = 3,04 \text{ (m)}$

Vzpěrná délka ve směru z: $L_{CR,z} = 3,04 \text{ (m)}$

$$\lambda = L_{CR}/i$$

Štíhlost ve směru y: $\lambda_y = 174,57 \text{ (-)}$

Štíhlost ve směru z: $\lambda_z = 174,57 \text{ (-)}$

$$\bar{\lambda} = \lambda / (\pi \cdot (E/f_y)^{1/2})$$

Poměrná štíhlost ve směru y: $\bar{\lambda}_y = 2,28 \text{ (-)}$

Poměrná štíhlost ve směru z: $\bar{\lambda}_z = 2,28 \text{ (-)}$

Součinitel imperfekce: $\alpha_y = 0,49 \text{ (-)}$

$$\Phi = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2)$$

Pomocný součinitel "Fí" ve směru y: $\Phi_y = 3,62 \text{ (-)}$

Pomocný součinitel "Fí" ve směru z: $\Phi_z = 3,62 \text{ (-)}$

$$\chi = 1 / (\Phi + (\Phi^2 - \bar{\lambda}^2)^{1/2})$$

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru y: $\chi_y = 0,16 \text{ (-)}$

Součinitel vzpěrnosti "Chí" ve směru y: $\chi_z = 0,16 \text{ (-)}$

$$N_{RD} = A \cdot f_y \cdot \chi / \gamma_{M0}$$

Návrhová únosnost ve směru y: $N_{RD;y} = 42,50 \text{ (kN)}$

Návrhová únosnost ve směru z: $N_{RD;z} = 42,50 \text{ (kN)}$

42,50 kN > 29,16 kN ✓ VYHOVUJE

42,50 kN > 29,16 kN ✓ VYHOVUJE

využití ve směru y: 68,61 (%)

využití ve směru z: 68,61 (%)

Vertikála

viz strana 111

Návrhová tlaková síla: $N_{ED} = 59,86 \text{ (kN)}$

Modul pružnosti: $E = 210,00 \text{ (GPa)}$

Mez kluzu: $f_y = 355,00 \text{ (MPa)}$

Materiálové součinitele: $\gamma_{M0} = 1,00 \text{ (-)}$

Délka prutu: $L = 2,30 \text{ (m)}$

NÁVRH:

TR 63,5x5

Plocha průřezu: $A = 919 \text{ (mm}^2\text{)}$

Poloměr setrvačnosti k ose y: $i_y = 20,76 \text{ (mm)}$

Poloměr setrvačnosti k ose z: $i_z = 20,76 \text{ (mm)}$

Součinitel vzpěrné délky ve směru y: $\beta_y = 1,00 \text{ (-)}$

Součinitel vzpěrné délky ve směru z: $\beta_z = 1,00 \text{ (-)}$

$$L_{CR} = \beta \cdot L$$

Vzpěrná délka ve směru y: $L_{CR;y} = 2,30 \text{ (m)}$

Vzpěrná délka ve směru z: $L_{CR;z} = 2,30 \text{ (m)}$

$$\lambda = L_{CR}/i$$

Štíhlost ve směru y: $\lambda_y = 110,80 \text{ (-)}$

Slenderness in direction z: $\lambda_z = 110,80$ (-)

$$\bar{\lambda} = \lambda / (\pi * (E/f_y)^{1/2})$$

Relative slenderness in direction y: $\bar{\lambda}_y = 1,45$ (-)

Relative slenderness in direction z: $\bar{\lambda}_z = 1,45$ (-)

Imperfection coefficient: $\alpha_y = 0,49$ (-)

$$\Phi = 0,5 * (1 + \alpha * (\lambda - 0,2) + \lambda^2)$$

Auxiliary coefficient "Phi" in direction y: $\Phi_y = 1,86$ (-)

Auxiliary coefficient "Phi" in direction z: $\Phi_z = 1,86$ (-)

$$\chi = 1 / (\Phi + (\Phi^2 - \lambda^2)^{1/2})$$

Stability coefficient "Chi" in direction y: $\chi_y = 0,33$ (-)

Stability coefficient "Chi" in direction z: $\chi_z = 0,33$ (-)

$$N_{RD} = A * f_y * \chi / \gamma_{M0}$$

Design load capacity in direction y: $N_{RD;y} = 108,06$ (kN)

Design load capacity in direction z: $N_{RD;z} = 108,06$ (kN)

108,06 kN > 59,86 kN ✓ VYHOVUJE
 108,06 kN > 59,86 kN ✓ VYHOVUJE

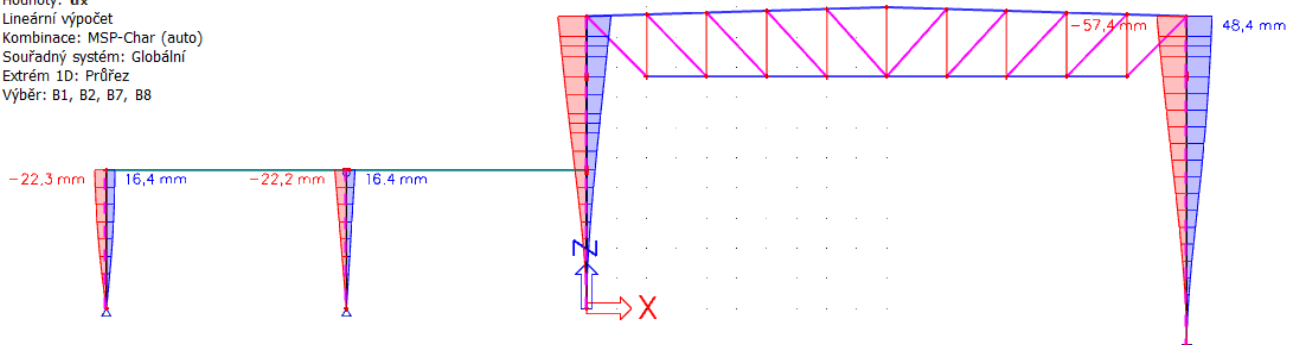
utilization in direction y: 55,39 (%)

utilization in direction z: 55,39 (%)

6.5. Deformace

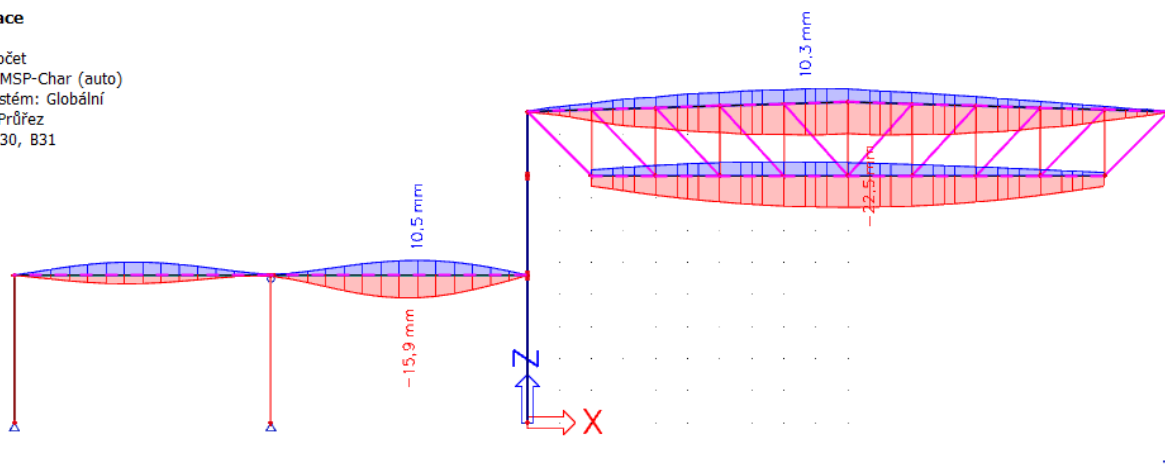
1D deformace

Hodnoty: u_x
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSP-Char (auto)
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: B1, B2, B7, B8



1D deformace

Hodnoty: u_z
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSP-Char (auto)
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: B6, B30, B31



6.6. Posouzení MSP

Hlavní nosník – $w_z = 22,5 \text{ mm} < l/250 = 20\ 000/250 = 80 \text{ mm}$	VYHOVUJE
Přístavkový nosník - $w_z = 15,9 \text{ mm} < l/250 = 8\ 000/250 = 32 \text{ mm}$	VYHOVUJE
Hlavní sloup – $w_x = 57,4 \text{ mm} < h/150 = 9\ 700/150 = 64,7 \text{ mm}$	VYHOVUJE
Přístavkový sloup - $w_x = 22,3 \text{ mm} < h/150 = 4\ 600/150 = 30,7 \text{ mm}$	VYHOVUJE

Diplomová práce

Příloha A

Výstup z programu SPANer

Jakub Fribert
13.12.2020



Tento návrh profilu byl vytvořen v návrhové aplikaci SPANer. Zjistit více
<http://www.arcelormittal-construction.com.pl/spaner/logowanie.php>

1. Profil

Trapézový plech (Technické charakteristiky plechů získané z testů)
Hacierco 80/280; t = 1.00mm; $f_{yb} = 320$ MPa; $\gamma_M = 1.00$

2. Předpoklady návrhu

Využití průřezu		Přípustná deformace	Šířka podpory	
SGN [%]	SGU [%]		Střední podpora [mm]	Krajní podpora [mm]
100	100	$a_{lim} = l/150$	100	40

3. Zatížení

Stálé zatížení ($\gamma_f = 1.35$)

Rozpon	x_1 [m]	x_2 [m]	q_1 [kN/m ²]	q_2 [kN/m ²]
1,2,3,4,5	0.00	10.00	3.74	3.74

Proměnné zatížení ($\gamma_f = 1.50$)

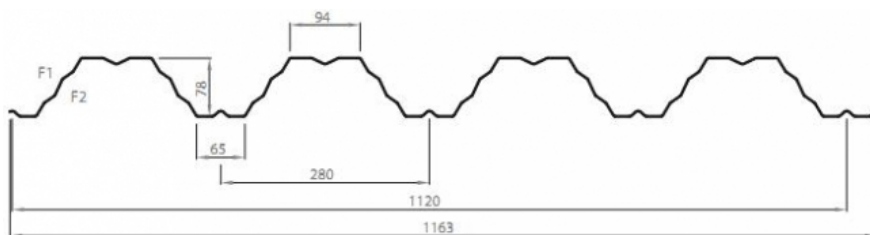
Rozpon	x_1 [m]	x_2 [m]	q_1 [kN/m ²]	q_2 [kN/m ²]
1,2,3,4,5	0.00	10.00	5.00	5.00

Koeficienty bezpečnosti zatížení:

ULS: $1.35 \times 1.00 \times$ Stálé + $1.50 \times 1.00 \times$ Proměnné

SLS: $1.00 \times 1.00 \times$ Stálé + $1.00 \times 1.00 \times$ Proměnné

4. Geometrické data



- Moment setrvačnosti $J_x = 108.98$ cm⁴/m; Modul pružnosti $E = 210.00$ GPa;
- Hmotnost profilu $m = 10.50$ kg/m², Automaticky zahrnuto; faktor zatížení $\gamma_f = 1.35$

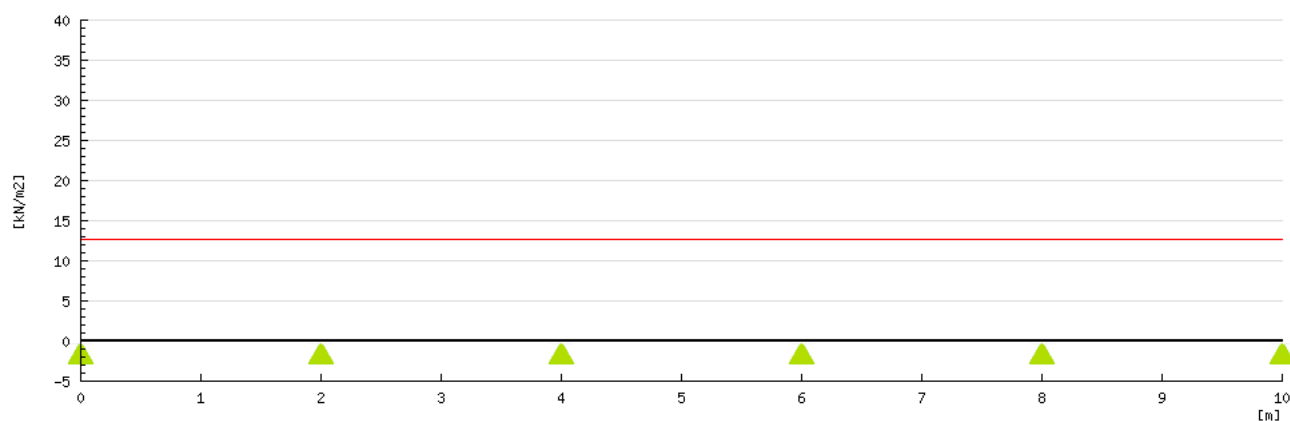


5. Statické schéma

Rozpon	L [m]	V _{Ed} max [kN/m]		M _{Ed} max [kNm/m]			Graf deformace[mm]
		x = 0	x = L	Podpora	Rozpon	Podpora	
1	2.00	10.81	15.58	0.00	4.60	-5.77	5.17 < a _{lim} = 13.33 mm
2	2.00	14.44	13.57	-5.77	3.06	-4.98	2.95 < a _{lim} = 13.33 mm
3	2.00	14.05	14.05	-4.98	3.52	-4.98	3.67 < a _{lim} = 13.33 mm
4	2.00	13.57	14.44	-4.98	3.06	-5.77	2.95 < a _{lim} = 13.33 mm
5	2.00	15.58	10.81	-5.77	4.60	0.00	5.17 < a _{lim} = 13.33 mm

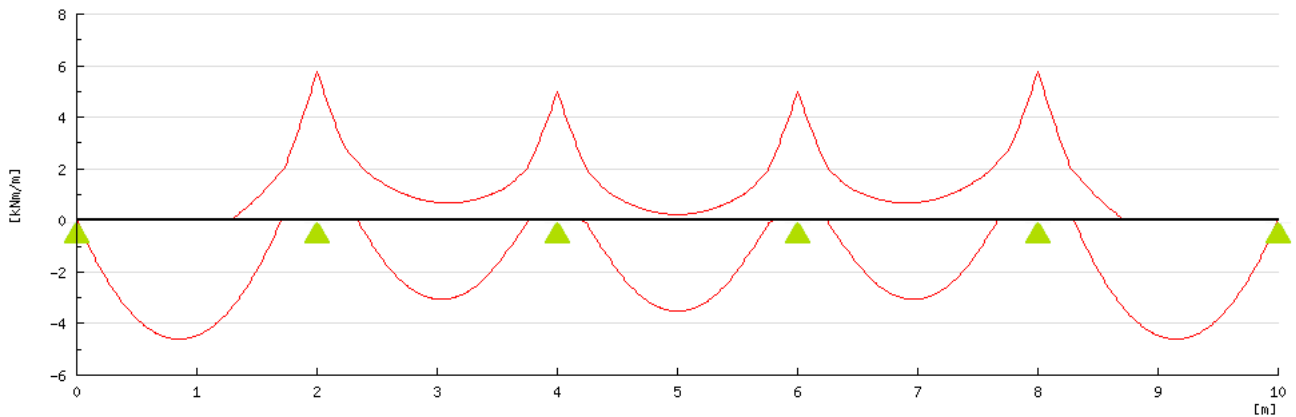
Podpora	A	B	C	D	E	F
R _{Ed} [kN/m]	10.81	30.02	27.62	27.62	30.02	10.81

Schéma zatížení

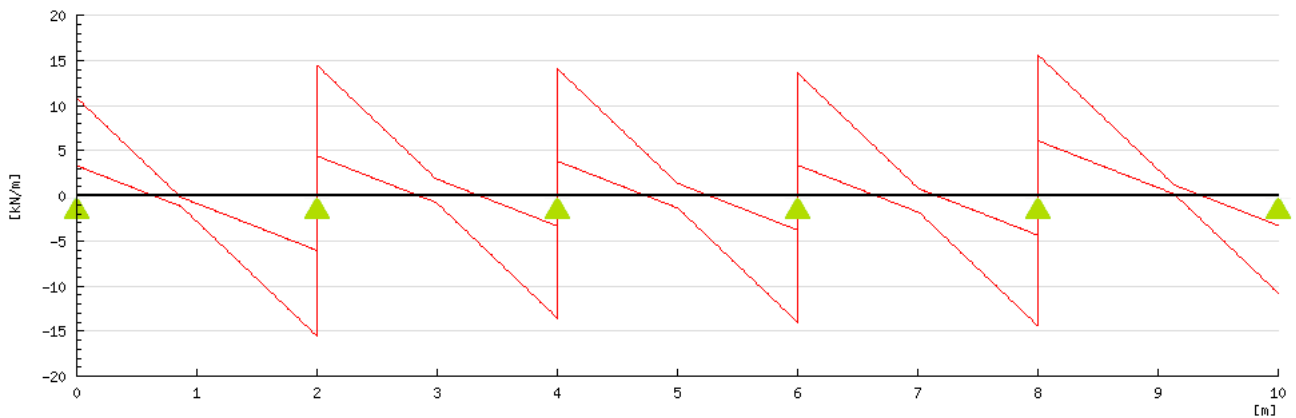




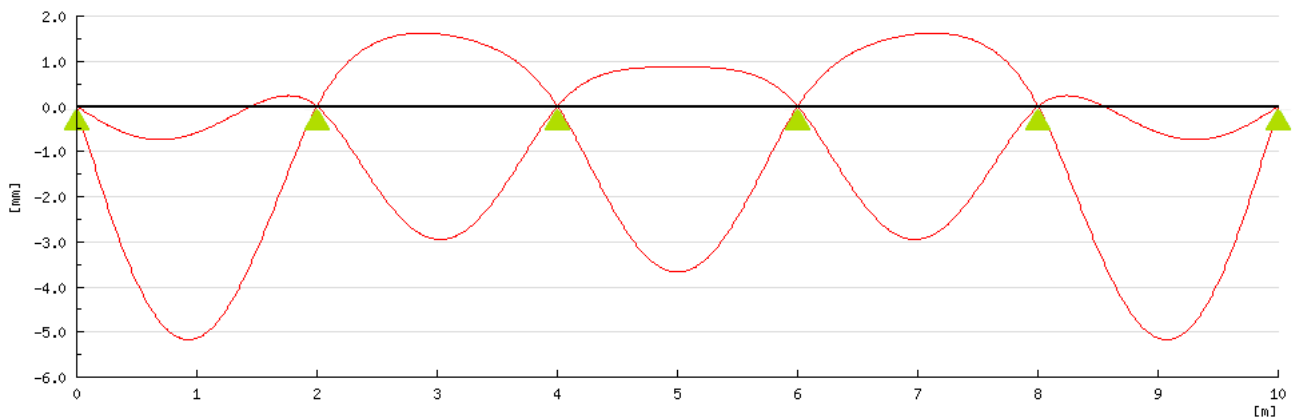
Momentový graf



Graf příčných sil



Graf deformace





6. Návrh EN 1993-1-3 (zatížení působící směrem dolů)

ULS

Moment únosnosti průřezu
$M_{Ed}^+ / M_{c,Rd}^+ = 4.60 / 10.85 = 0.42 < 1.00$
$M_{Ed}^- / M_{c,Rd}^- = 5.77 / 9.08 = 0.64 < 1.00$
Smyková únosnost průřezu
$R_{Ed,e} / R_{w,Rd,e} = 10.81 / 11.54 = 0.94 < 1.00$
$R_{Ed,i} / R_{w,Rd,i} = 30.02 / 31.84 = 0.94 < 1.00$
Interakce na vnitřní podpoře
$M_{Ed}^- / M_{c,Rd,int}^- + R_{Ed,i} / R_{w,Rd,int} = 5.77 / 9.65 + 30.02 / 53.96 = 1.15 < 1.25$

SLS

Deformace
$a / a_{lim} = 5.17 / 13.33 = 0.39 < 1.00$

Profil navržen správně

Opracował: Jakub Fribert

Diplomová práce

Příloha B

Výstup z programu LTBeamN

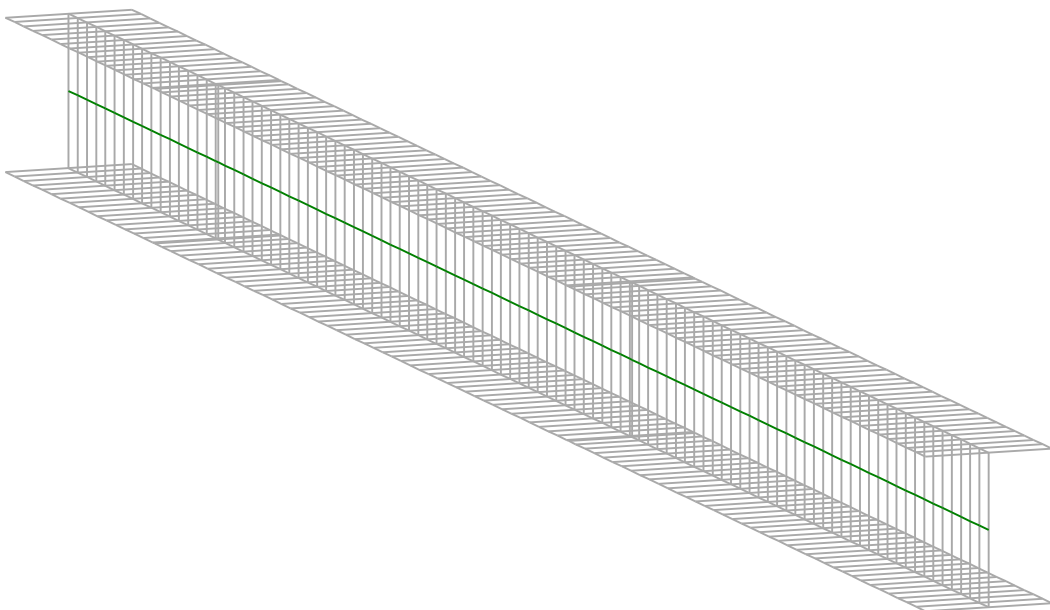
Jakub Fribert
13.12.2020

LTBeamN

v 1.0.3

CALCULATION SHEET

Jeřábová hala Zbuzany



I - PARAMETERS

I.1 - Sections

Alignment of sections :

Top

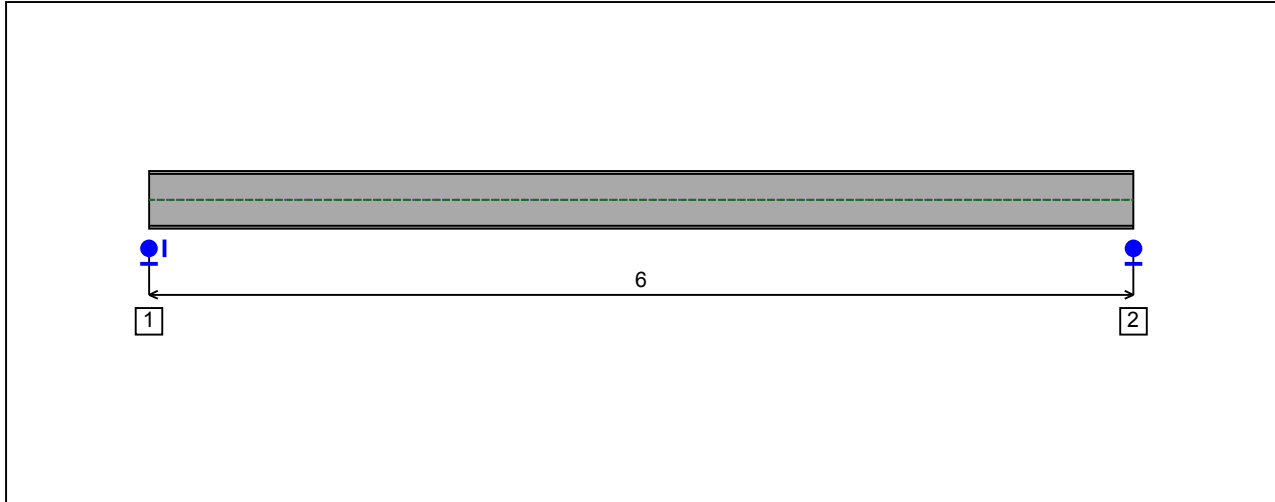


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

- Section No. 1 : HEA 360

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m

Type : In catalogue (OTUA)

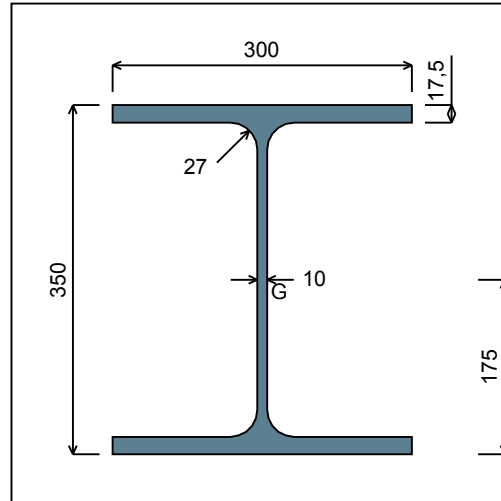


Figure 2 : Section No. 1 (HEA 360).

Main geometrical properties :

- z_S = 0 cm
- z_G = 17,5 cm
- I_y = 33090 cm⁴
- I_z = 7886,8 cm⁴
- I_t = 149,08 cm⁴ (Villette)
- I_w = 2,18E+6 cm⁶

Other geometrical properties :

- | | |
|---|-------------------------------------|
| A = 142,76 cm ² | $A_{v,z}$ = 48,96 cm ² |
| $A_{v,y}$ = 105 cm ² | |
| $W_{el,y,sup}$ = 1890,8 cm ³ | $W_{el,z}$ = 525,79 cm ³ |
| $W_{el,y,inf}$ = 1890,8 cm ³ | $W_{pl,z}$ = 802,28 cm ³ |
| $W_{pl,y}$ = 2088,5 cm ³ | |

Stiffness relaxations :

- θ : Continuous
- v' : Continuous
- θ' : Continuous
- w' : Continuous

- Section No. 2 : HEA 360

Abscissa from the left end of the beam : $x = 6 \text{ m}$

Type : In catalogue (OTUA)

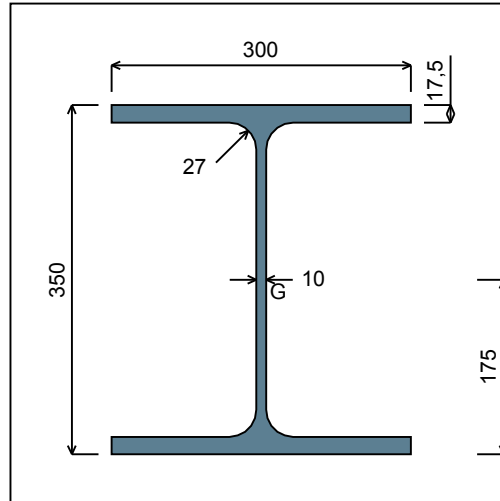


Figure 3 : Section No. 2 (HEA 360).

Main geometrical properties :

z_S	= 0 cm
z_G	= 17,5 cm
I_y	= 33090 cm ⁴
I_z	= 7886,8 cm ⁴
I_t	= 149,08 cm ⁴ (Villette)
I_w	= 2,18E+6 cm ⁶

Other geometrical properties :

A	= 142,76 cm ²	$A_{v,z}$	= 48,96 cm ²
$A_{v,y}$	= 105 cm ²	$W_{el,z}$	= 525,79 cm ³
$W_{el,y,sup}$	= 1890,8 cm ³	$W_{pl,z}$	= 802,28 cm ³
$W_{el,y,inf}$	= 1890,8 cm ³		
$W_{pl,y}$	= 2088,5 cm ³		

Stiffness relaxations :

θ	: Continuous
v'	: Continuous
θ'	: Continuous
w'	: Continuous

I.2 - Lateral restraints

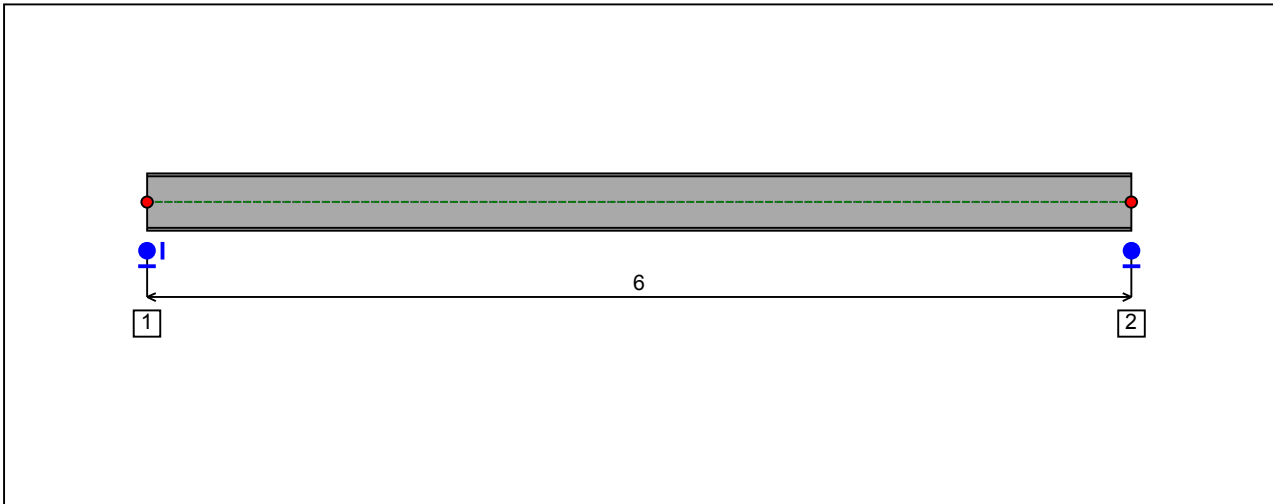


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

- Restraint No. 1 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m

Vertical position from the shear centre : $z = 0$ cm

Restraint conditions :

- v : Fixed
- θ : Fixed
- v' : Free
- θ' : Free

- Restraint No. 2 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 6$ m

Vertical position from the shear centre : $z = 0$ cm

Restraint conditions :

- v : Fixed
- θ : Fixed
- v' : Free
- θ' : Free

I.3 - Supports

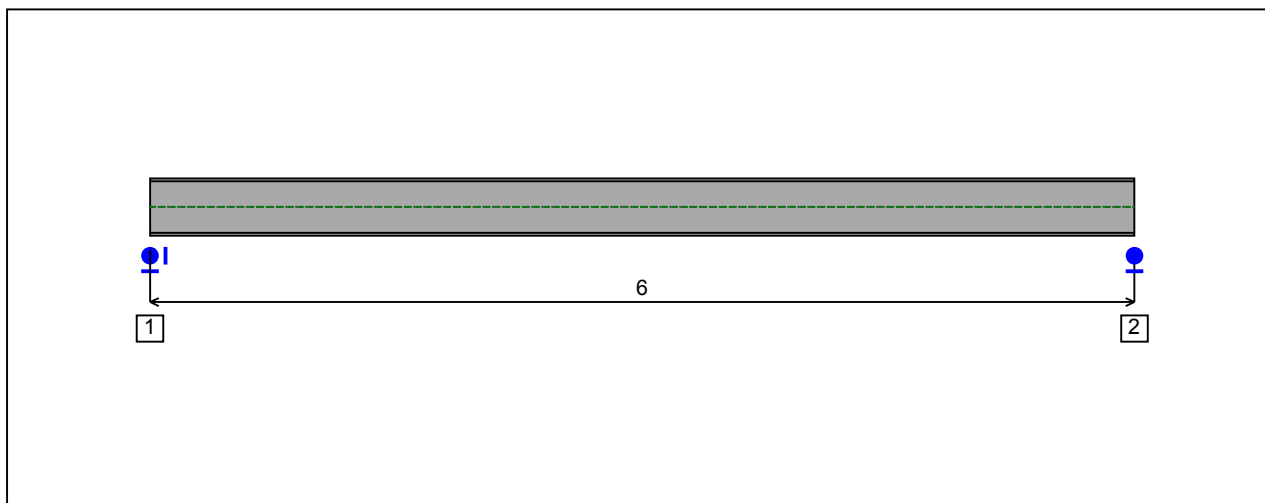


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

- Support No. 1 :

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m

Support conditions :

u : Fixed

w : Fixed

w' : Free

- Support No. 2 :

Abscissa from the left end of the beam : $x = 6$ m

Support conditions :

u : Free

w : Fixed

w' : Free

I.4 - Loads

Type of loading :

External

The weight of the beam is not taken into account.

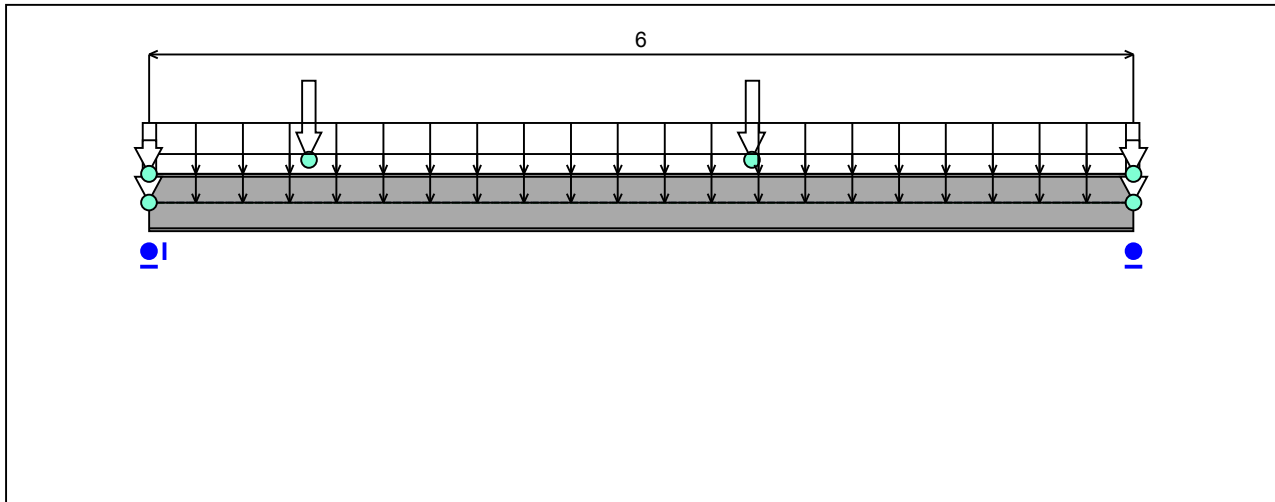


Figure 6 : Profile in long with loads.

- Concentrated loads :

Table 1 : Concentrated loads.

x(m)	z ^(*) (cm)	F _x (kN)	F _z (kN)	M _y (kN.m)	Active
3,675	26	0	-132,13	0	Yes
0,975	26	0	-132,13	0	Yes

(*) Vertical position from the shear centre

- Distributed loads :

Table 2 : Distributed loads.

x ₁ (m)	z ₁ ^(*) (cm)	q _{x,1} (kN/m)	q _{z,1} (kN/m)	x ₂ (m)	z ₂ ^(*) (cm)	q _{x,2} (kN/m)	q _{z,2} (kN/m)	Active
0	0	0	-1,2	6	0	0	-1,2	Yes
0	17,5	0	-0,3	6	17,5	0	-0,3	Yes

(*) Vertical position from the shear centre

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes :	1
Blocked moment diagram :	No
Blocked axial force diagram :	No

II.1 - LTB modes

Table 3 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	3,217	786,51	3,675	0	3,675

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 4 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	3,217	786,51	3,675	0	3,675

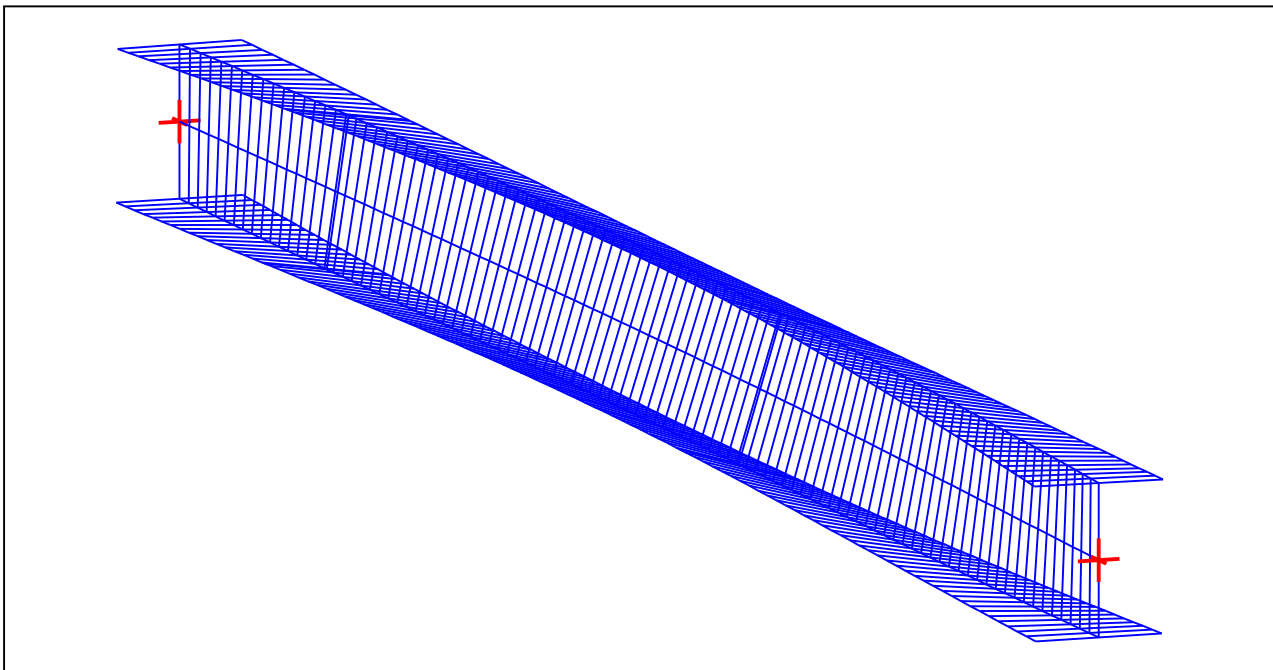


Figure 7 : Mode shape in 3D (Mode 1).

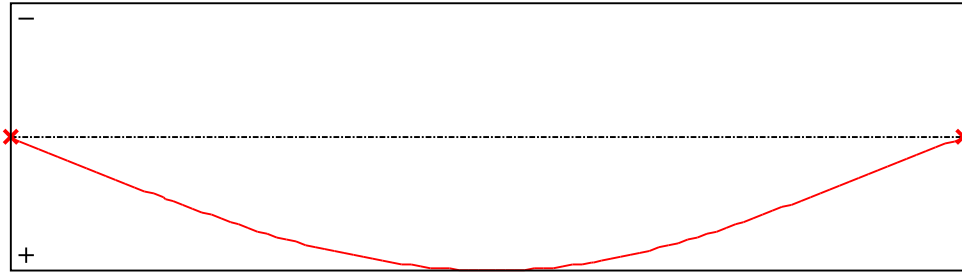


Figure 8 : Lateral displacement compopent of the shear centre (Mode 1).

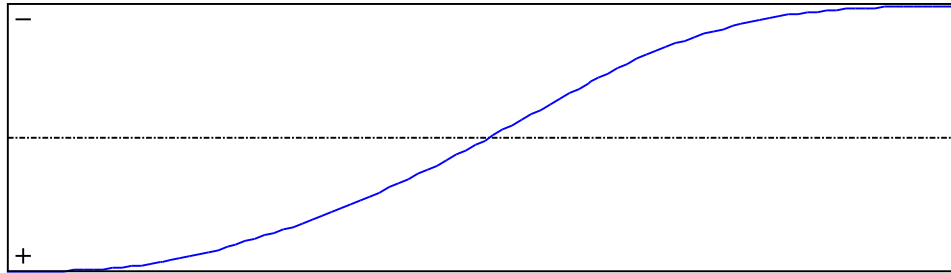


Figure 9 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

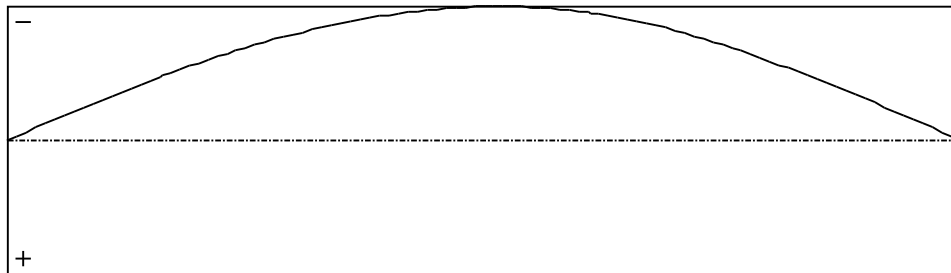


Figure 10 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

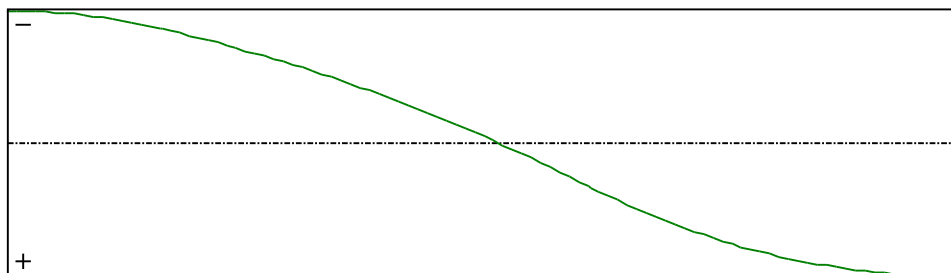


Figure 11 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

TABLE OF CONTENTS

I - PARAMETERS	p.1
I.1 - Sections	p.1
- Section No. 1 : HEA 360	p.2
- Section No. 2 : HEA 360	p.3
I.2 - Lateral restraints	p.4
- Restraint No. 1 :	p.4
- Restraint No. 2 :	p.4
I.3 - Supports	p.5
- Support No. 1 :	p.5
- Support No. 2 :	p.5
I.4 - Loads	p.6
- Concentrated loads :	p.6
- Distributed loads :	p.6
II - LTB CALCULATION	p.7
II.1 - LTB modes	p.7
II.2 - Mode shapes	p.7
- Mode 1	p.7

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.

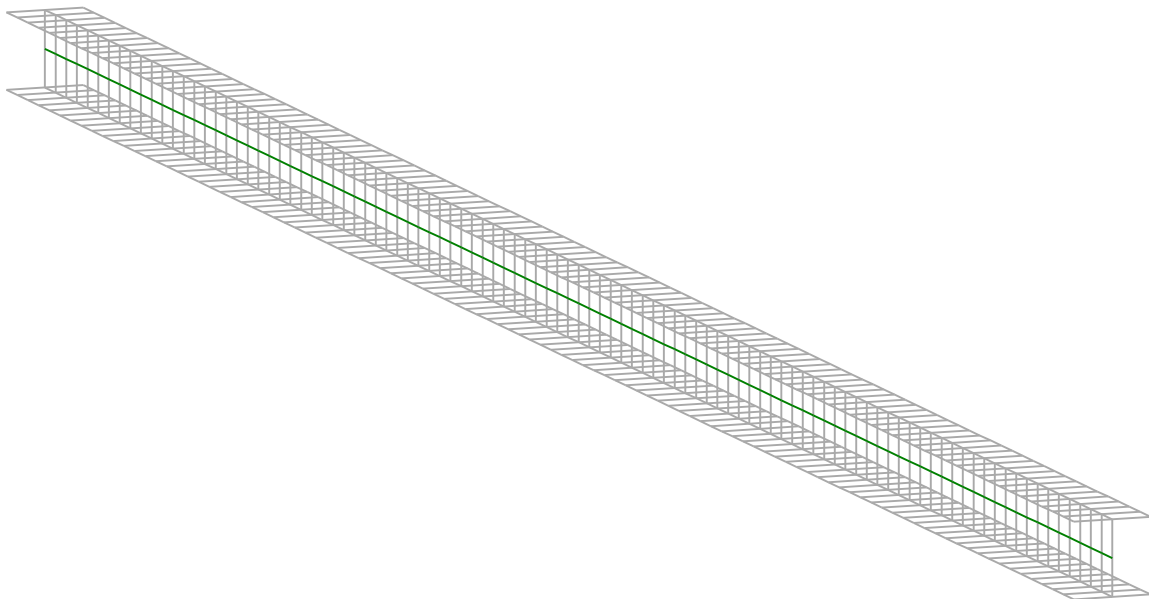
This software is available free of charge. No rights are conferred on the user of the present software. The property and all intellectual rights of the latter continue belonging exclusively to CTICM. The use of this software involves no guarantee for the profit of the user who is committed to keep CTICM 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.

LTBeamN

v 1.0.3

CALCULATION SHEET

Jeřábová hala Zbuzany



I - PARAMETERS

I.1 - Sections

Alignment of sections :

Top

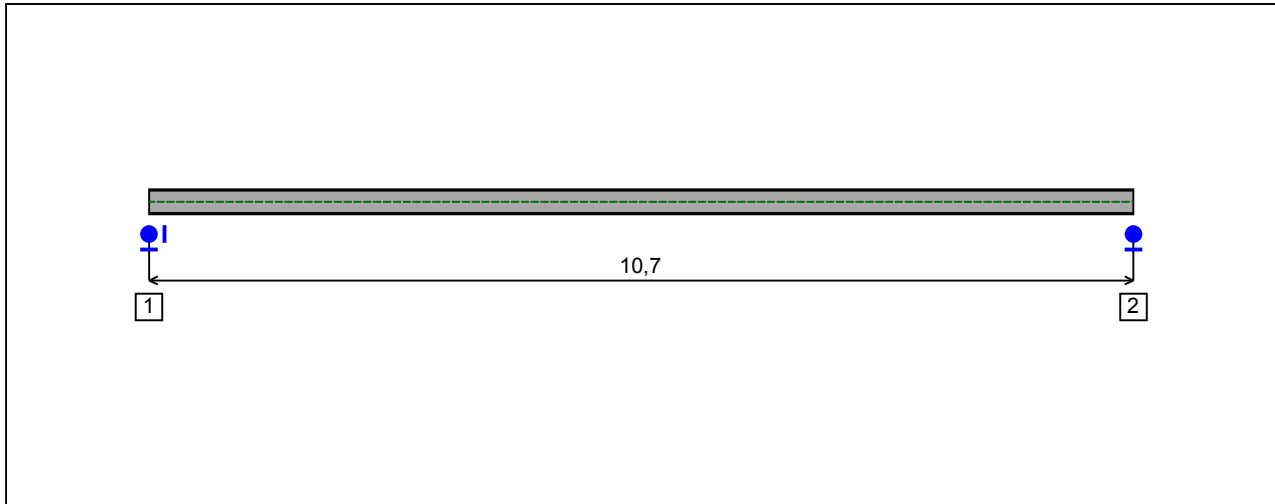


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

- Section No. 1 : HEA 280

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m

Type : In catalogue (OTUA)

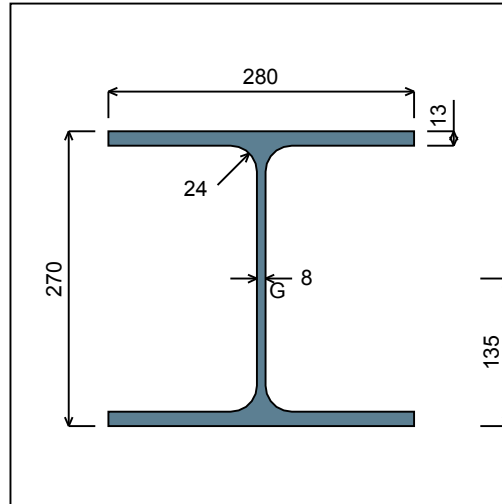


Figure 2 : Section No. 1 (HEA 280).

Main geometrical properties :

z_S	= 0 cm
z_G	= 13,5 cm
I_y	= 13673 cm ⁴
I_z	= 4762,6 cm ⁴
I_t	= 60,55 cm ⁴ (Villette)
I_w	= 786419 cm ⁶

Other geometrical properties :

A	= 97,26 cm ²	$A_{v,z}$	= 31,74 cm ²
$A_{v,y}$	= 72,8 cm ²	$W_{el,z}$	= 340,19 cm ³
$W_{el,y,sup}$	= 1012,8 cm ³	$W_{pl,z}$	= 518,13 cm ³
$W_{el,y,inf}$	= 1012,8 cm ³		
$W_{pl,y}$	= 1112,2 cm ³		

Stiffness relaxations :

θ	: Continuous
v'	: Continuous
θ'	: Continuous
w'	: Continuous

- Section No. 2 : HEA 280

Abscissa from the left end of the beam : $x = 10,7 \text{ m}$

Type : In catalogue (OTUA)

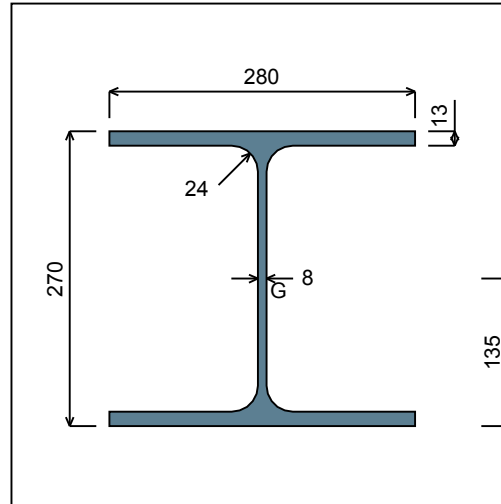


Figure 3 : Section No. 2 (HEA 280).

Main geometrical properties :

- $z_S = 0 \text{ cm}$
- $z_G = 13,5 \text{ cm}$
- $I_y = 13673 \text{ cm}^4$
- $I_z = 4762,6 \text{ cm}^4$
- $I_t = 60,55 \text{ cm}^4$ (Villette)
- $I_w = 786419 \text{ cm}^6$

Other geometrical properties :

- | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| $A = 97,26 \text{ cm}^2$ | |
| $A_{v,y} = 72,8 \text{ cm}^2$ | $A_{v,z} = 31,74 \text{ cm}^2$ |
| $W_{el,y,sup} = 1012,8 \text{ cm}^3$ | |
| $W_{el,y,inf} = 1012,8 \text{ cm}^3$ | $W_{el,z} = 340,19 \text{ cm}^3$ |
| $W_{pl,y} = 1112,2 \text{ cm}^3$ | $W_{pl,z} = 518,13 \text{ cm}^3$ |

Stiffness relaxations :

- θ : Continuous
- v' : Continuous
- θ' : Continuous
- w' : Continuous

I.2 - Lateral restraints

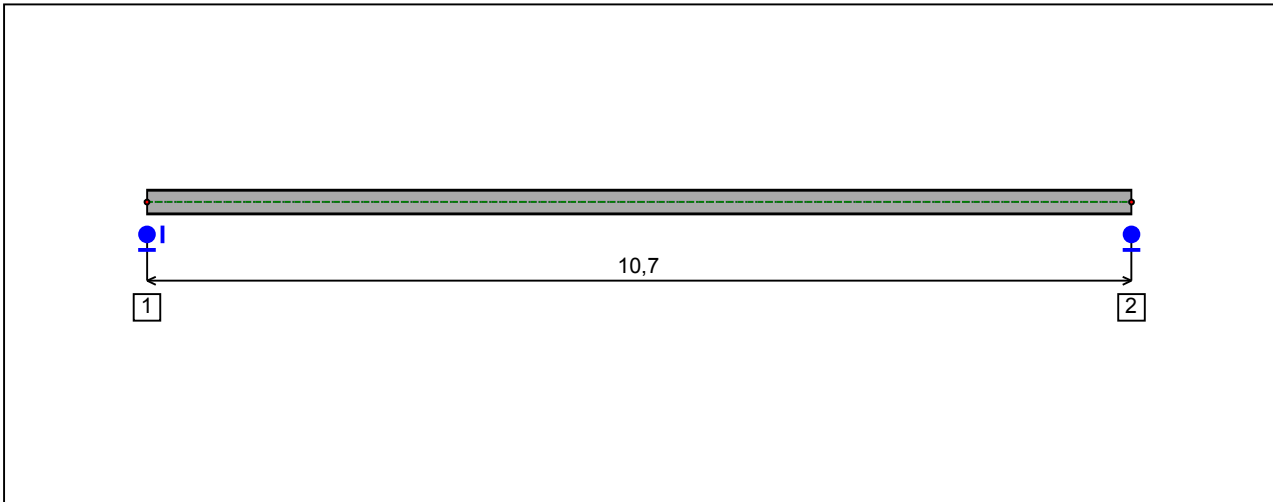


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

- Restraint No. 1 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m

Vertical position from the shear centre : $z = 0$ cm

Restraint conditions :

- v : Fixed
- θ : Fixed
- v' : Fixed
- θ' : Free

- Restraint No. 2 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 10,7$ m

Vertical position from the shear centre : $z = 0$ cm

Restraint conditions :

- v : Fixed
- θ : Free
- v' : Free
- θ' : Free

I.3 - Supports

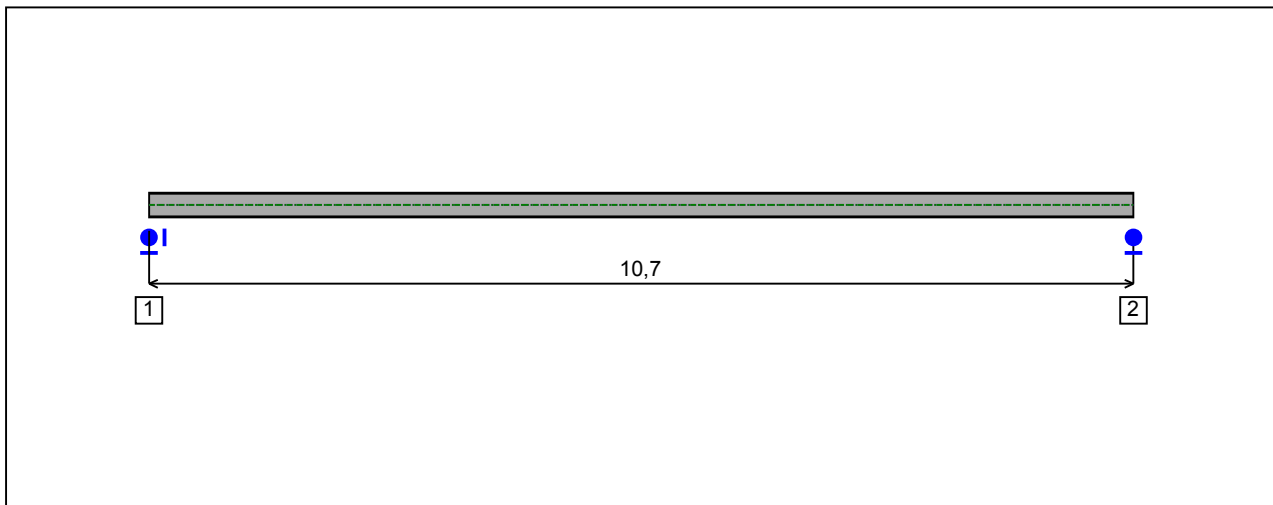


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

- Support No. 1 :

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m

Support conditions :

u : Fixed
w : Fixed
w' : Free

- Support No. 2 :

Abscissa from the left end of the beam : $x = 10,7$ m

Support conditions :

u : Free
w : Fixed
w' : Free

I.4 - Loads

Type of loading :

External

The weight of the beam is not taken into account.

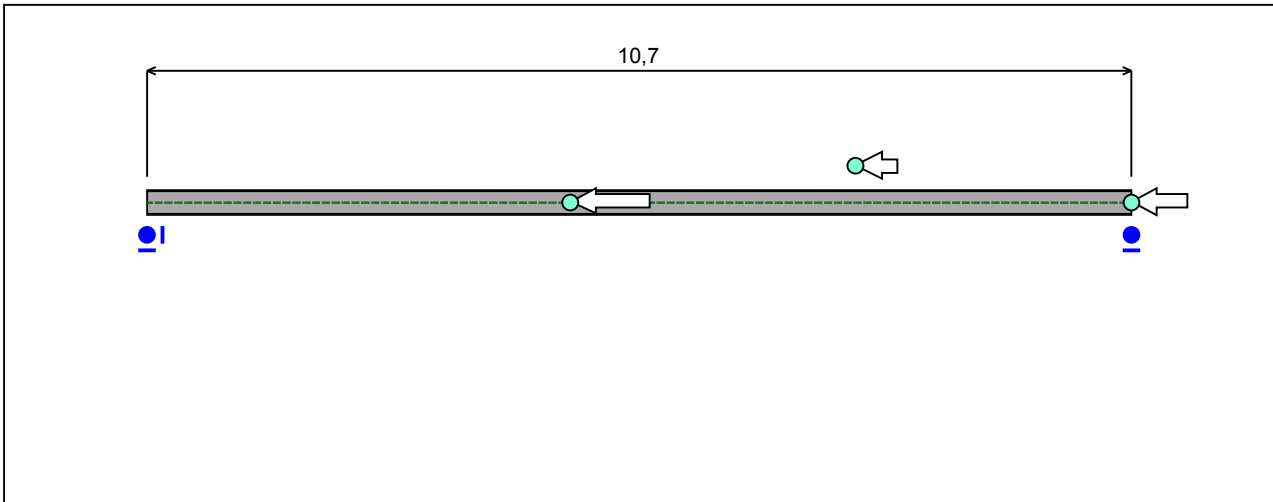


Figure 6 : Profile in long with loads.

- Concentrated loads :

Table 1 : Concentrated loads.

x(m)	z ^(*) (cm)	F _x (kN)	F _z (kN)	M _y (kN.m)	Active
10,7	0	-148,64	0	0	Yes
7,7	40	-111,53	0	0	Yes
4,6	0	-211,85	0	0	Yes

(*) Vertical position from the shear centre

- Distributed loads :

No load has been defined.

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes : 1
 Blocked moment diagram : No
 Blocked axial force diagram : No

II.1 - LTB modes

Table 2 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	5,888	189,12	7,704	-2779,2	0

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 3 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	5,888	189,12	7,704	-2779,2	0

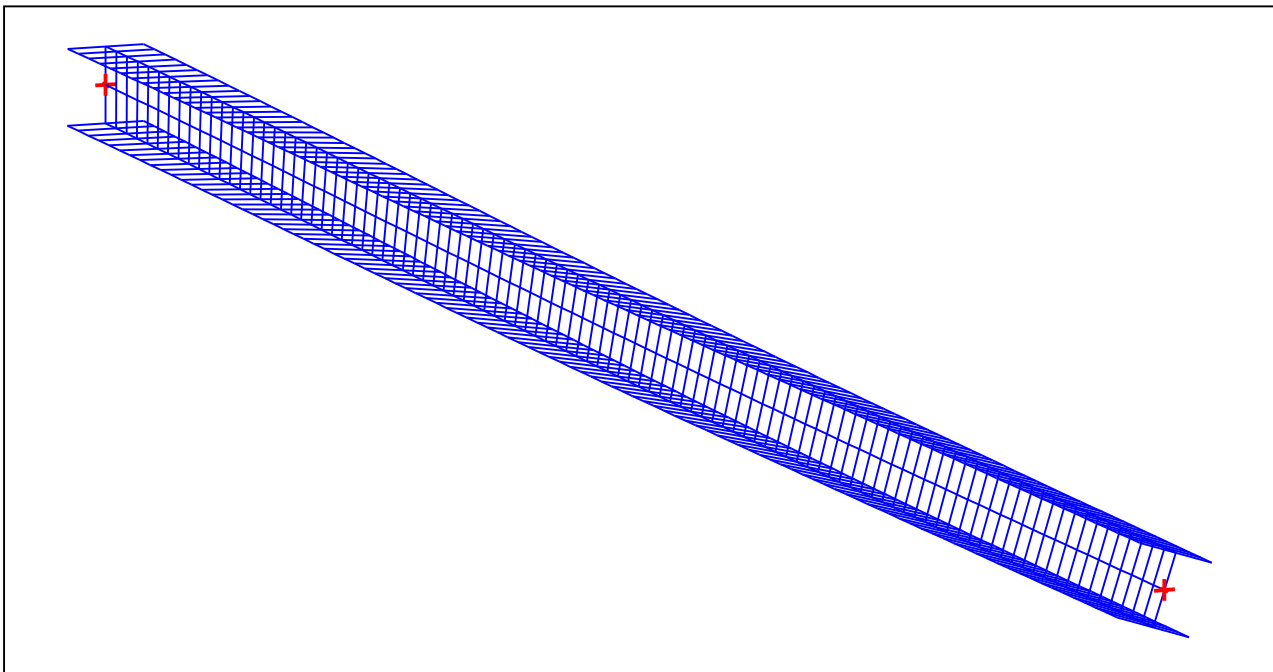


Figure 7 : Mode shape in 3D (Mode 1).

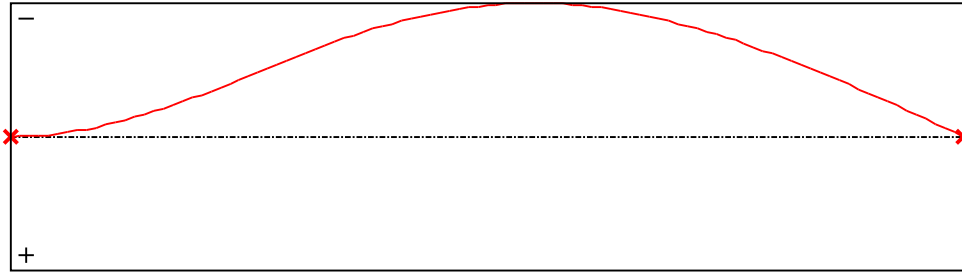


Figure 8 : Lateral displacement compoment of the shear centre (Mode 1).

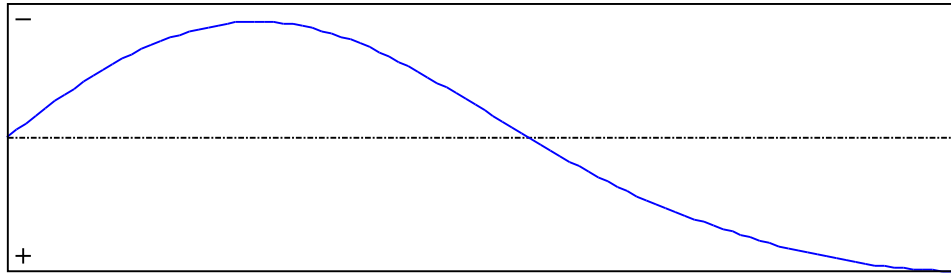


Figure 9 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

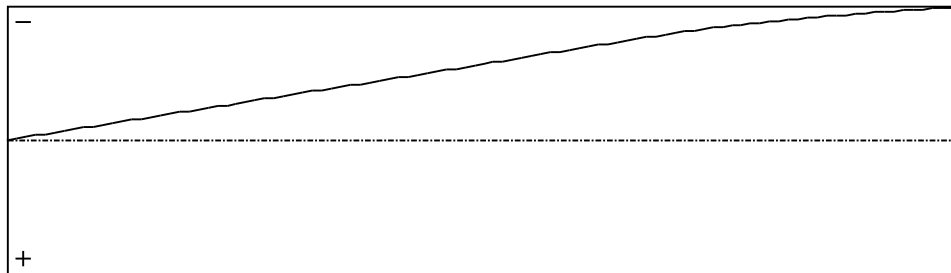


Figure 10 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

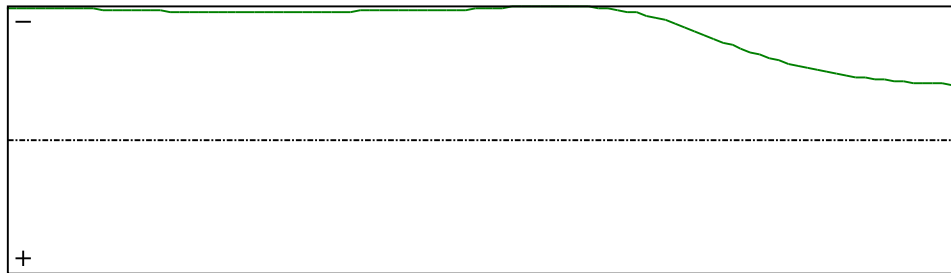


Figure 11 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

TABLE OF CONTENTS

I - PARAMETERS	p.1
I.1 - Sections	p.1
- Section No. 1 : HEA 280	p.2
- Section No. 2 : HEA 280	p.3
I.2 - Lateral restraints	p.4
- Restraint No. 1 :	p.4
- Restraint No. 2 :	p.4
I.3 - Supports	p.5
- Support No. 1 :	p.5
- Support No. 2 :	p.5
I.4 - Loads	p.6
- Concentrated loads :	p.6
- Distributed loads :	p.6
II - LTB CALCULATION	p.7
II.1 - LTB modes	p.7
II.2 - Mode shapes	p.7
- Mode 1	p.7

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.

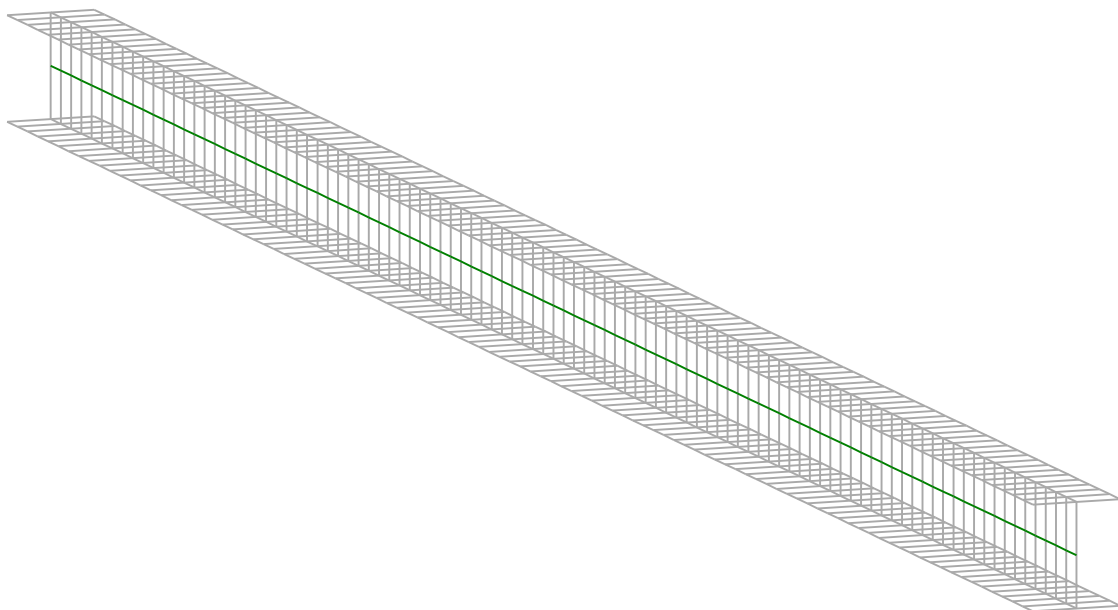
This software is available free of charge. No rights are conferred on the user of the present software. The property and all intellectual rights of the latter continue belonging exclusively to CTICM. The use of this software involves no guarantee for the profit of the user who is committed to keep CTICM 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.

LTBeamN

v 1.0.3

CALCULATION SHEET

Jeřábová hala Zbuzany



I - PARAMETERS

I.1 - Sections

Alignment of sections :

Top

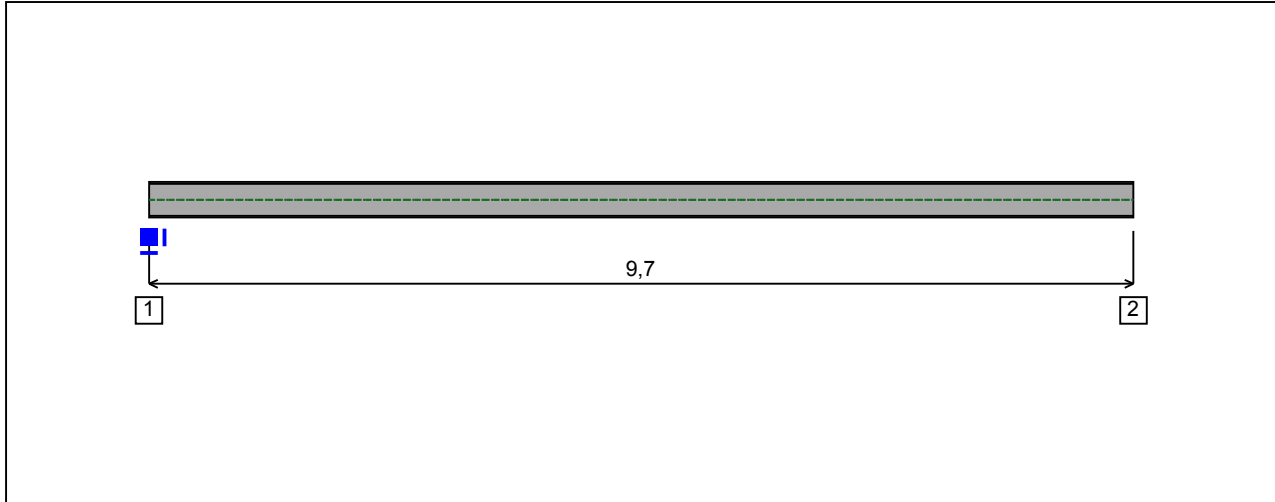


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

- Section No. 1 : HEA 360

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m

Type : In catalogue (OTUA)

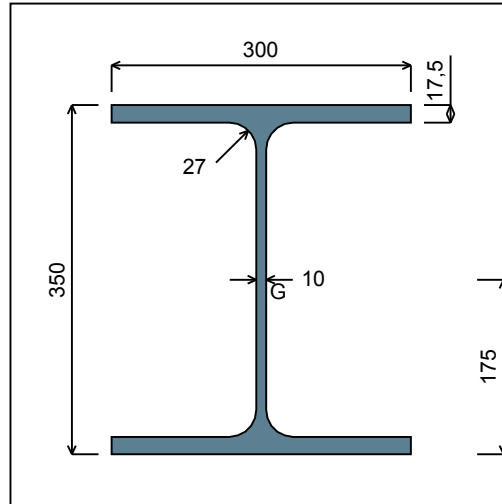


Figure 2 : Section No. 1 (HEA 360).

Main geometrical properties :

z_S	= 0 cm
z_G	= 17,5 cm
I_y	= 33090 cm ⁴
I_z	= 7886,8 cm ⁴
I_t	= 149,08 cm ⁴ (Villette)
I_w	= 2,18E+6 cm ⁶

Other geometrical properties :

A	= 142,76 cm ²	$A_{v,z}$	= 48,96 cm ²
$A_{v,y}$	= 105 cm ²	$W_{el,z}$	= 525,79 cm ³
$W_{el,y,sup}$	= 1890,8 cm ³	$W_{pl,z}$	= 802,28 cm ³
$W_{el,y,inf}$	= 1890,8 cm ³		
$W_{pl,y}$	= 2088,5 cm ³		

Stiffness relaxations :

θ	: Continuous
v'	: Continuous
θ'	: Continuous
w'	: Continuous

- Section No. 2 : HEA 360

Abscissa from the left end of the beam : $x = 9,7 \text{ m}$

Type : In catalogue (OTUA)

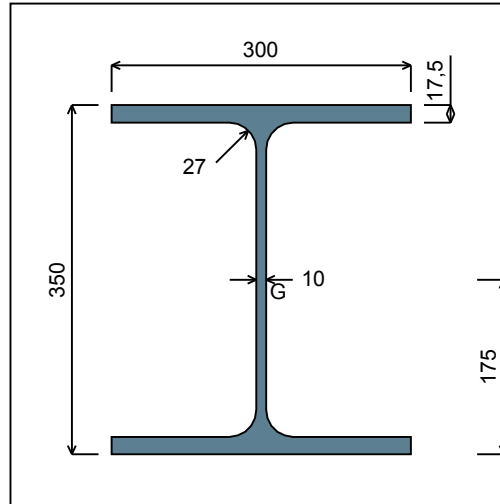


Figure 3 : Section No. 2 (HEA 360).

Main geometrical properties :

z_S	= 0 cm
z_G	= 17,5 cm
I_y	= 33090 cm ⁴
I_z	= 7886,8 cm ⁴
I_t	= 149,08 cm ⁴ (Villette)
I_w	= 2,18E+6 cm ⁶

Other geometrical properties :

A	= 142,76 cm ²	$A_{v,z}$	= 48,96 cm ²
$A_{v,y}$	= 105 cm ²	$W_{el,z}$	= 525,79 cm ³
$W_{el,y,sup}$	= 1890,8 cm ³	$W_{pl,z}$	= 802,28 cm ³
$W_{el,y,inf}$	= 1890,8 cm ³		
$W_{pl,y}$	= 2088,5 cm ³		

Stiffness relaxations :

θ	: Continuous
v'	: Continuous
θ'	: Continuous
w'	: Continuous

I.2 - Lateral restraints

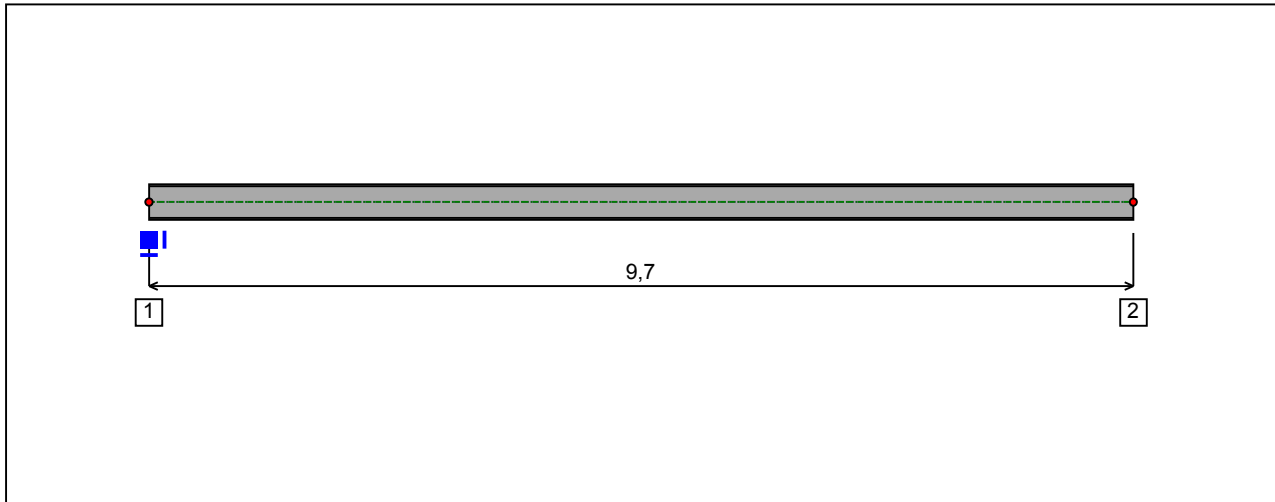


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

- Restraint No. 1 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m

Vertical position from the shear centre : $z = 0$ cm

Restraint conditions :

- v : Fixed
- θ : Fixed
- v' : Fixed
- θ' : Free

- Restraint No. 2 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 9,7$ m

Vertical position from the shear centre : $z = 0$ cm

Restraint conditions :

- v : Fixed
- θ : Free
- v' : Free
- θ' : Free

I.3 - Supports

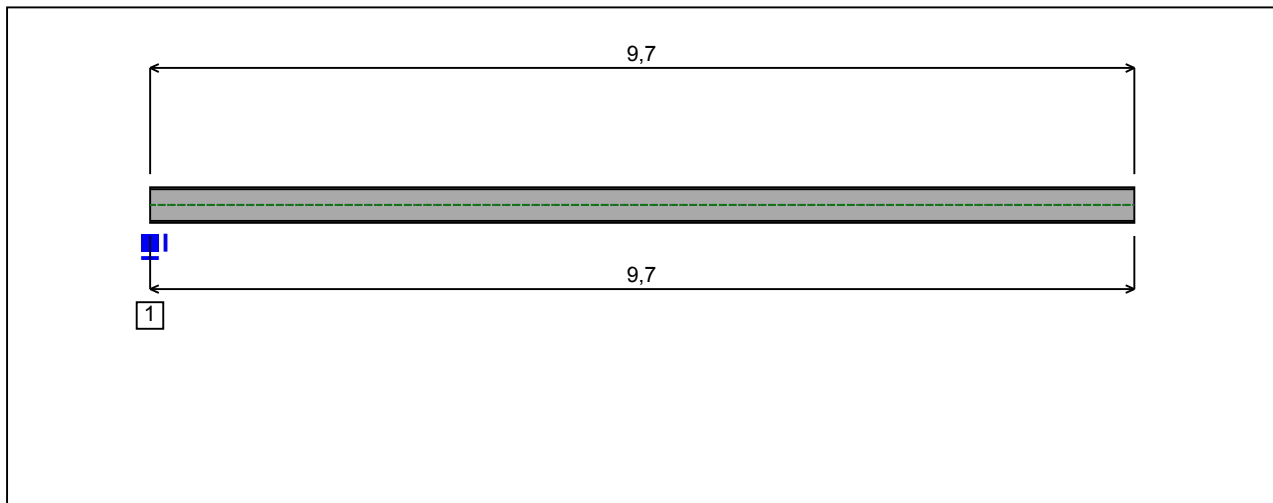


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

- Support No. 1 :

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m

Support conditions :

u : Fixed

w : Fixed

w' : Fixed

I.4 - Loads

Type of loading :

External

The weight of the beam is not taken into account.

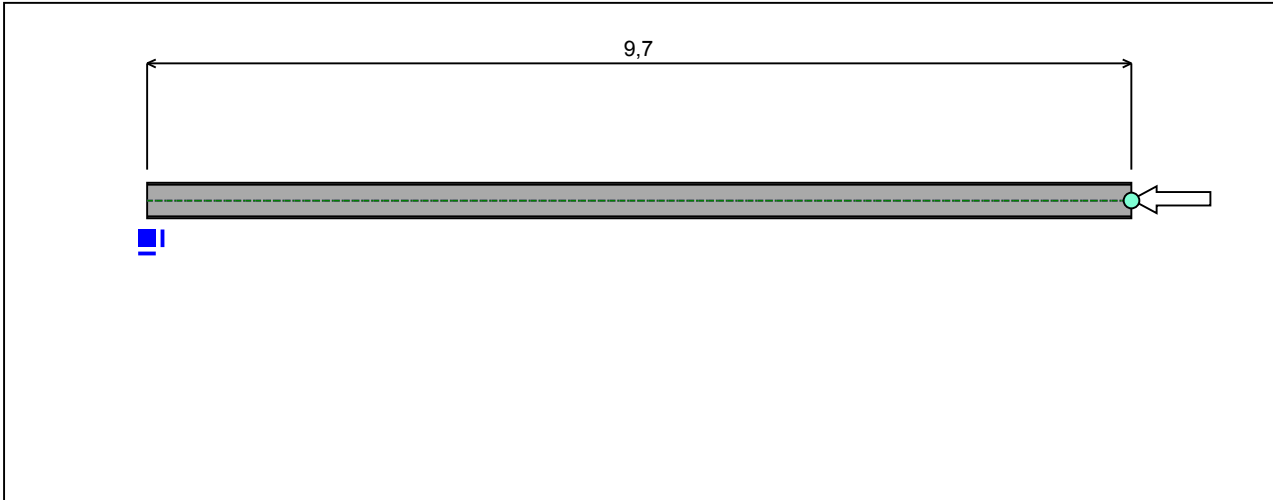


Figure 6 : Profile in long with loads.

- Concentrated loads :

Table 1 : Concentrated loads.

x(m)	z ^(*) (cm)	F _x (kN)	F _z (kN)	M _y (kN.m)	Active
9,7	0	-140,91	0	0	Yes

(*) Vertical position from the shear centre

- Distributed loads :

No load has been defined.

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes : 1
 Blocked moment diagram : No
 Blocked axial force diagram : No

II.1 - LTB modes

Table 2 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	25,22	0	0	-3554,3	0

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 3 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	25,22	0	0	-3554,3	0

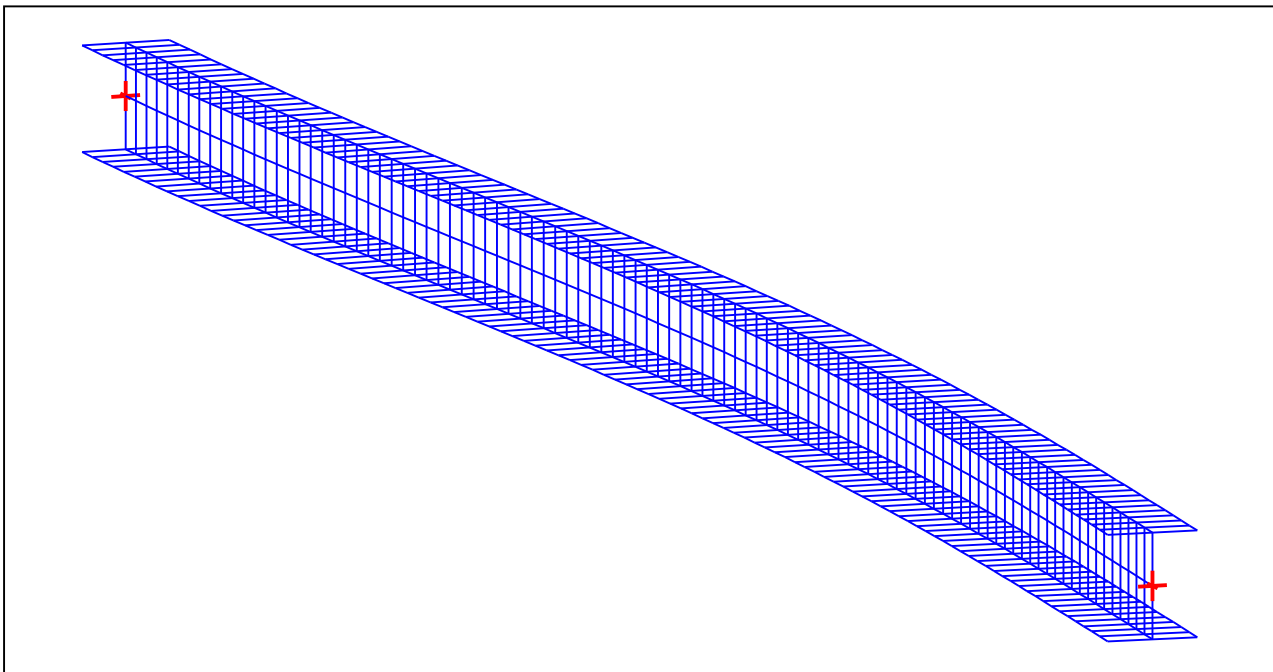


Figure 7 : Mode shape in 3D (Mode 1).

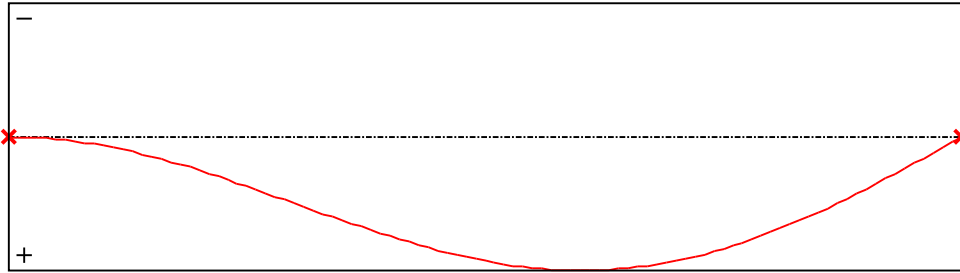


Figure 8 : Lateral displacement compoment of the shear centre (Mode 1).

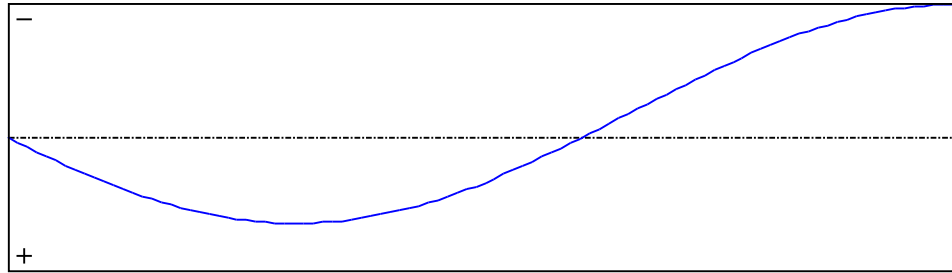


Figure 9 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

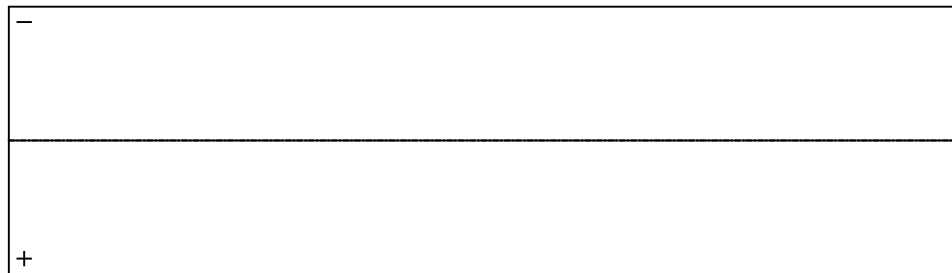


Figure 10 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

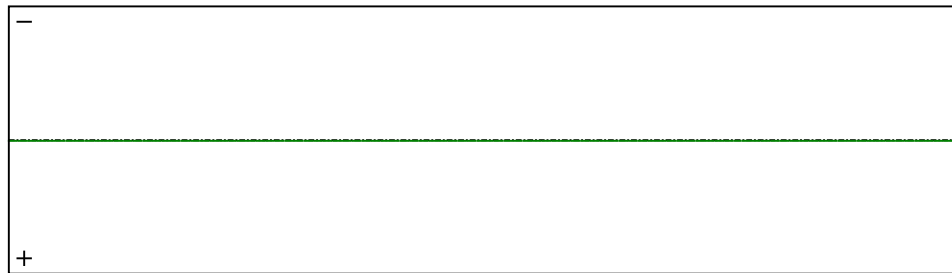


Figure 11 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

TABLE OF CONTENTS

I - PARAMETERS	p.1
I.1 - Sections	p.1
- Section No. 1 : HEA 360	p.2
- Section No. 2 : HEA 360	p.3
I.2 - Lateral restraints	p.4
- Restraint No. 1 :	p.4
- Restraint No. 2 :	p.4
I.3 - Supports	p.5
- Support No. 1 :	p.5
I.4 - Loads	p.6
- Concentrated loads :	p.6
- Distributed loads :	p.6
II - LTB CALCULATION	p.7
II.1 - LTB modes	p.7
II.2 - Mode shapes	p.7
- Mode 1	p.7

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.

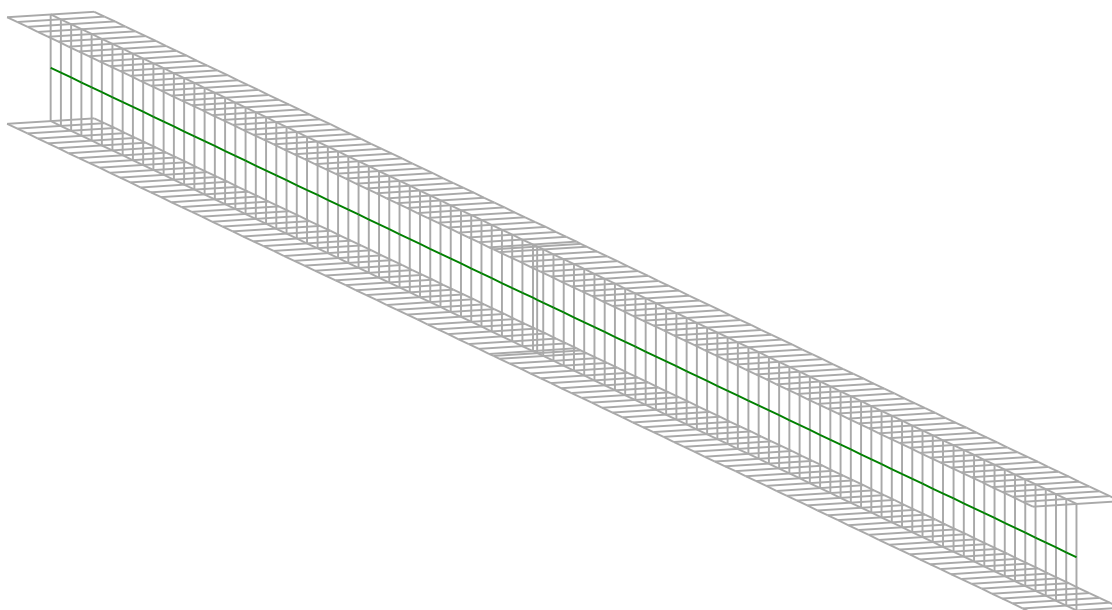
This software is available free of charge. No rights are conferred on the user of the present software. The property and all intellectual rights of the latter continue belonging exclusively to CTICM. The use of this software involves no guarantee for the profit of the user who is committed to keep CTICM 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.

LTBeamN

v 1.0.3

CALCULATION SHEET

Jeřábová hala Zbuzany



I - PARAMETERS

I.1 - Sections

Alignment of sections :

Top

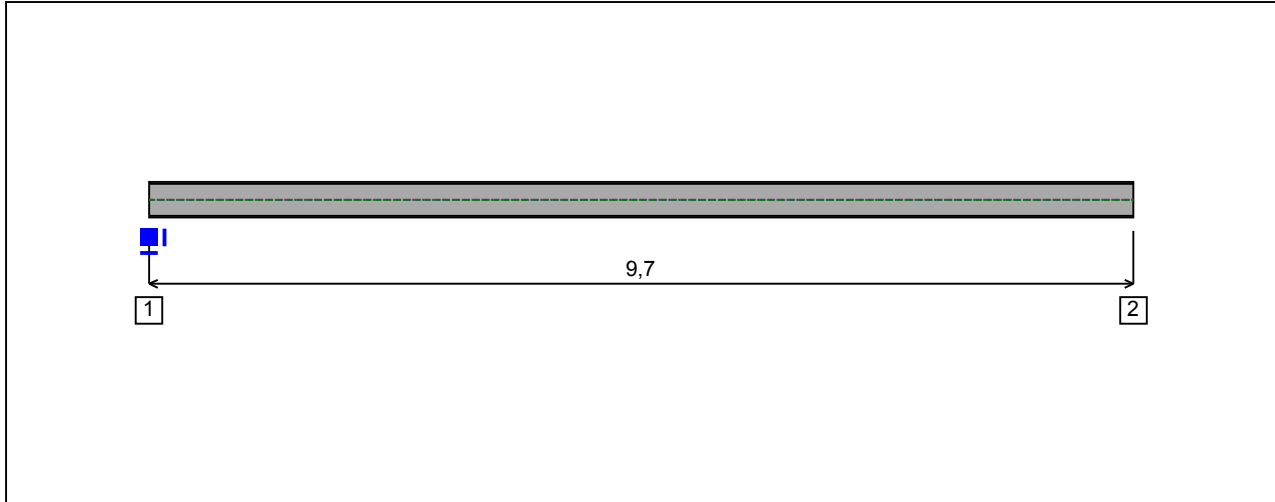


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

- Section No. 1 : HEA 360

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m

Type : In catalogue (OTUA)

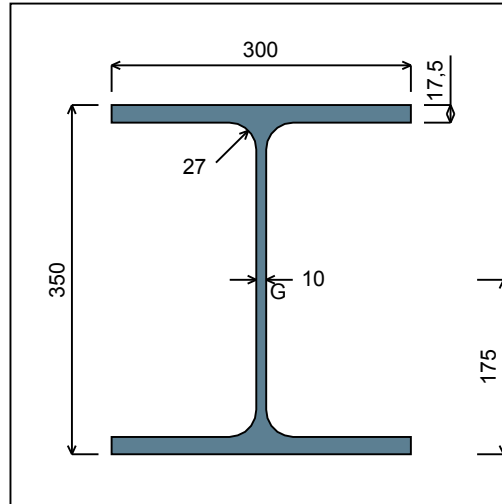


Figure 2 : Section No. 1 (HEA 360).

Main geometrical properties :

z_S	= 0 cm
z_G	= 17,5 cm
I_y	= 33090 cm ⁴
I_z	= 7886,8 cm ⁴
I_t	= 149,08 cm ⁴ (Villette)
I_w	= 2,18E+6 cm ⁶

Other geometrical properties :

A	= 142,76 cm ²	$A_{v,z}$	= 48,96 cm ²
$A_{v,y}$	= 105 cm ²	$W_{el,z}$	= 525,79 cm ³
$W_{el,y,sup}$	= 1890,8 cm ³	$W_{pl,z}$	= 802,28 cm ³
$W_{el,y,inf}$	= 1890,8 cm ³		
$W_{pl,y}$	= 2088,5 cm ³		

Stiffness relaxations :

θ	: Continuous
v'	: Continuous
θ'	: Continuous
w'	: Continuous

- Section No. 2 : HEA 360

Abscissa from the left end of the beam : $x = 9,7 \text{ m}$

Type : In catalogue (OTUA)

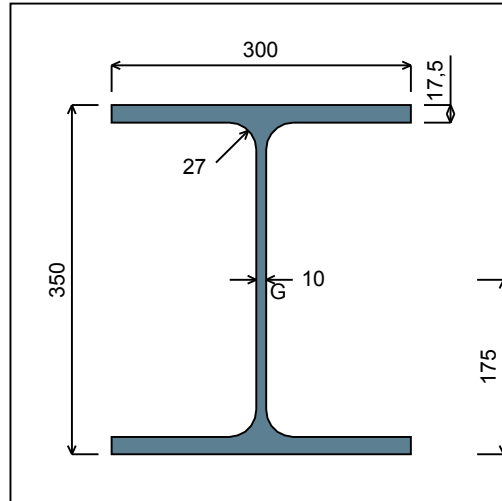


Figure 3 : Section No. 2 (HEA 360).

Main geometrical properties :

z_S	= 0 cm
z_G	= 17,5 cm
I_y	= 33090 cm ⁴
I_z	= 7886,8 cm ⁴
I_t	= 149,08 cm ⁴ (Villette)
I_w	= 2,18E+6 cm ⁶

Other geometrical properties :

A	= 142,76 cm ²	$A_{v,z}$	= 48,96 cm ²
$A_{v,y}$	= 105 cm ²	$W_{el,z}$	= 525,79 cm ³
$W_{el,y,sup}$	= 1890,8 cm ³	$W_{pl,z}$	= 802,28 cm ³
$W_{el,y,inf}$	= 1890,8 cm ³		
$W_{pl,y}$	= 2088,5 cm ³		

Stiffness relaxations :

θ	: Continuous
v'	: Continuous
θ'	: Continuous
w'	: Continuous

I.2 - Lateral restraints

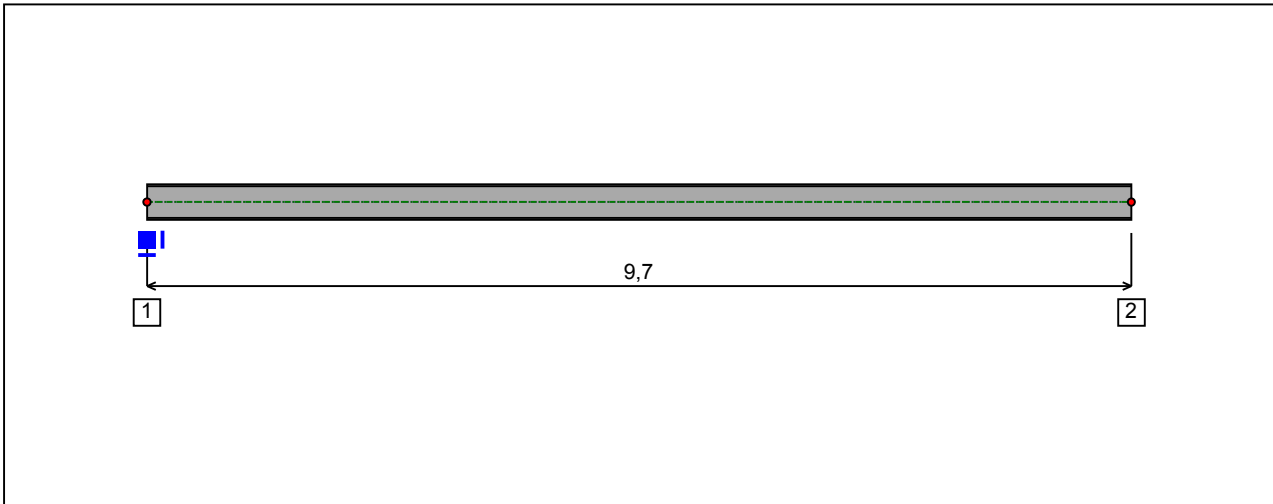


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

- Restraint No. 1 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m

Vertical position from the shear centre : $z = 0$ cm

Restraint conditions :

- v : Fixed
- θ : Fixed
- v' : Fixed
- θ' : Free

- Restraint No. 2 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 9,7$ m

Vertical position from the shear centre : $z = 0$ cm

Restraint conditions :

- v : Fixed
- θ : Free
- v' : Free
- θ' : Free

I.3 - Supports

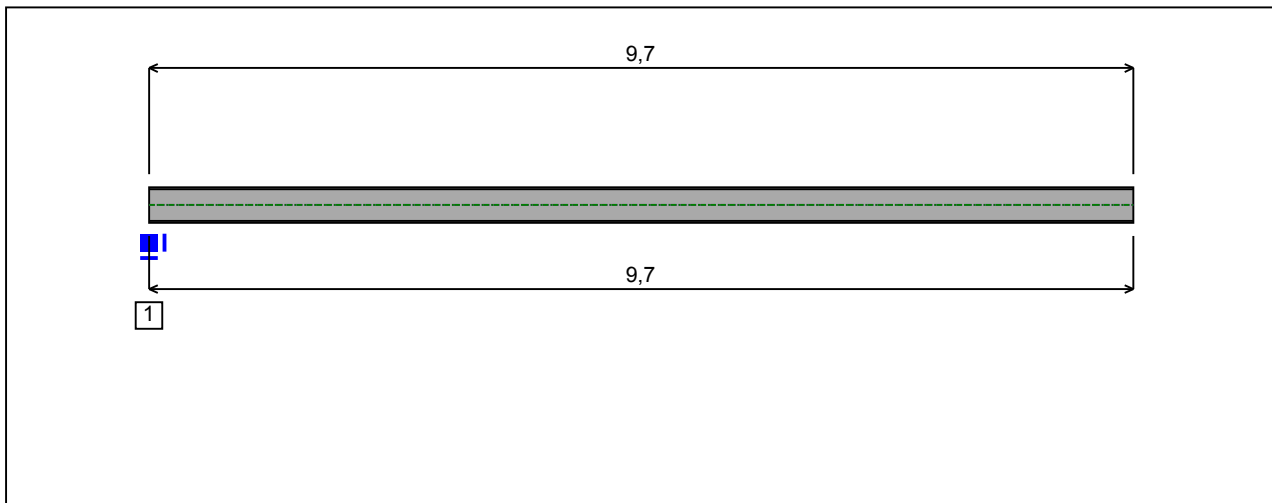


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

- Support No. 1 :

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m

Support conditions :

u : Fixed

w : Fixed

w' : Fixed

I.4 - Loads

Type of loading :

External

The weight of the beam is not taken into account.

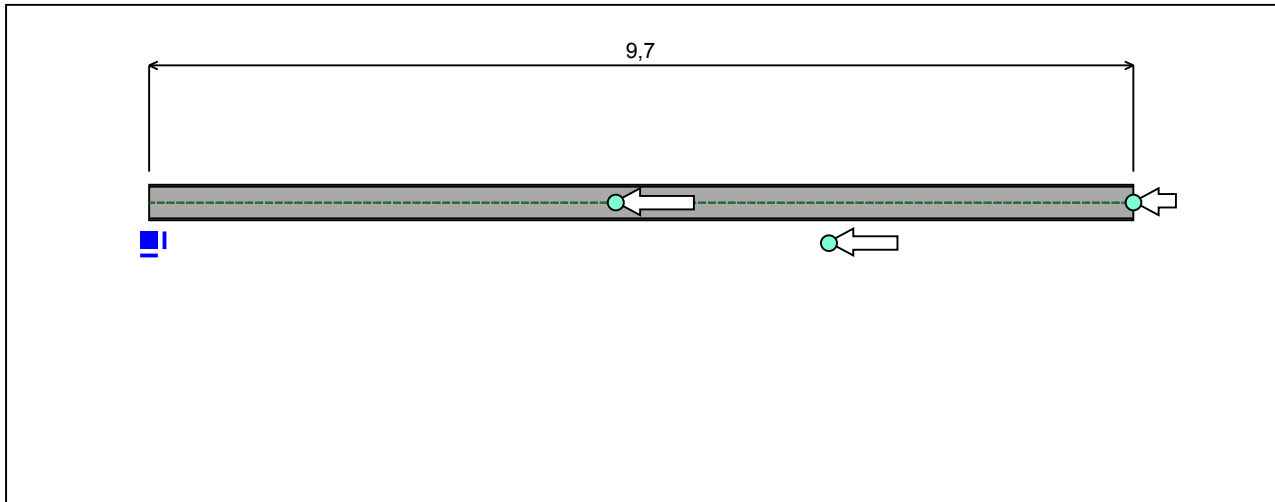


Figure 6 : Profile in long with loads.

- Concentrated loads :

Table 1 : Concentrated loads.

x(m)	z ^(*) (cm)	F _x (kN)	F _z (kN)	M _y (kN.m)	Active
9,7	0	-77,84	0	0	Yes
6,7	-40	-124,22	0	0	Yes
4,6	0	-141,41	0	0	Yes

(*) Vertical position from the shear centre

- Distributed loads :

No load has been defined.

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes : 1
 Blocked moment diagram : No
 Blocked axial force diagram : No

II.1 - LTB modes

Table 2 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	9,754	-484,63	0	-3350,1	0

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 3 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	9,754	-484,63	0	-3350,1	0

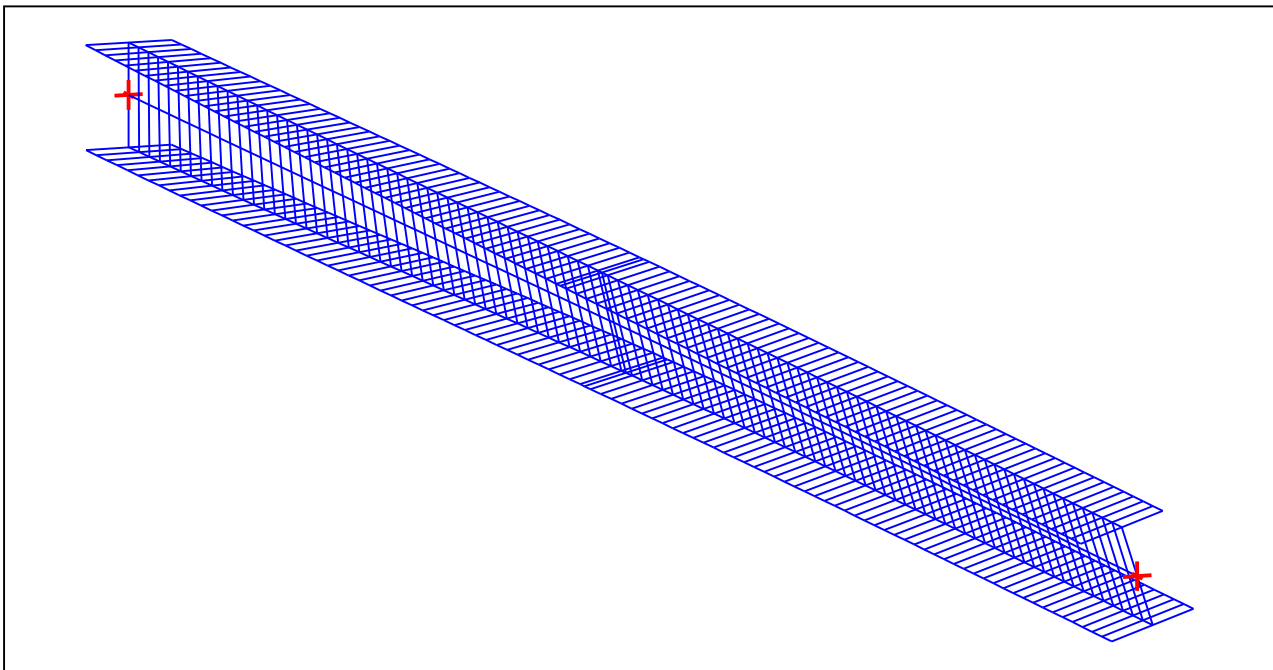


Figure 7 : Mode shape in 3D (Mode 1).

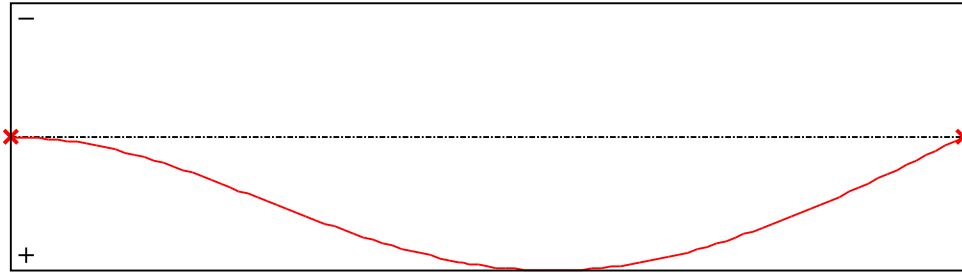


Figure 8 : Lateral displacement compopent of the shear centre (Mode 1).

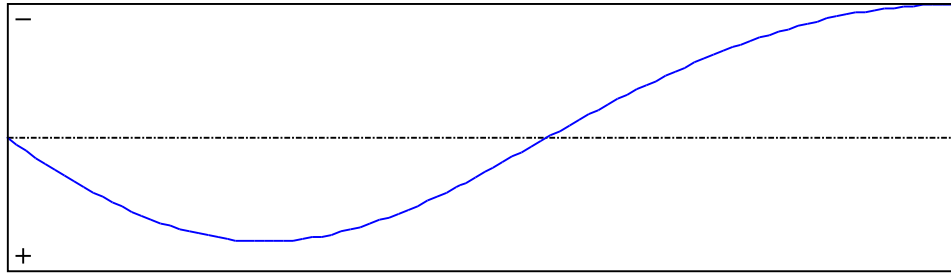


Figure 9 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

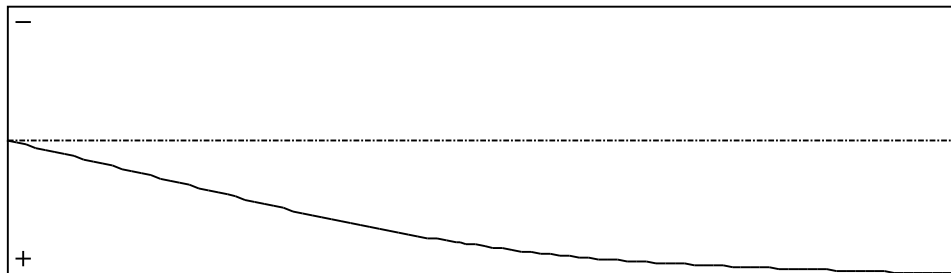


Figure 10 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

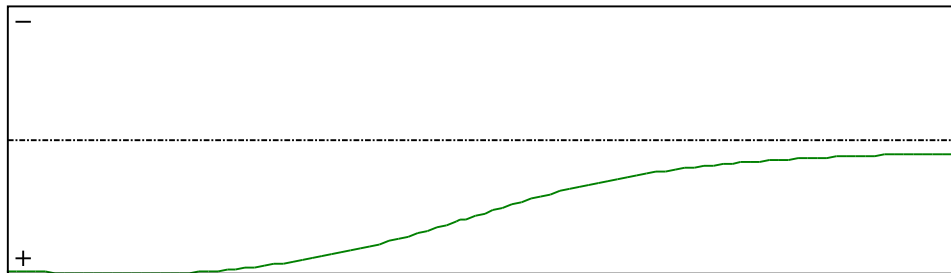


Figure 11 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

TABLE OF CONTENTS

I - PARAMETERS	p.1
I.1 - Sections	p.1
- Section No. 1 : HEA 360	p.2
- Section No. 2 : HEA 360	p.3
I.2 - Lateral restraints	p.4
- Restraint No. 1 :	p.4
- Restraint No. 2 :	p.4
I.3 - Supports	p.5
- Support No. 1 :	p.5
I.4 - Loads	p.6
- Concentrated loads :	p.6
- Distributed loads :	p.6
II - LTB CALCULATION	p.7
II.1 - LTB modes	p.7
II.2 - Mode shapes	p.7
- Mode 1	p.7

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.

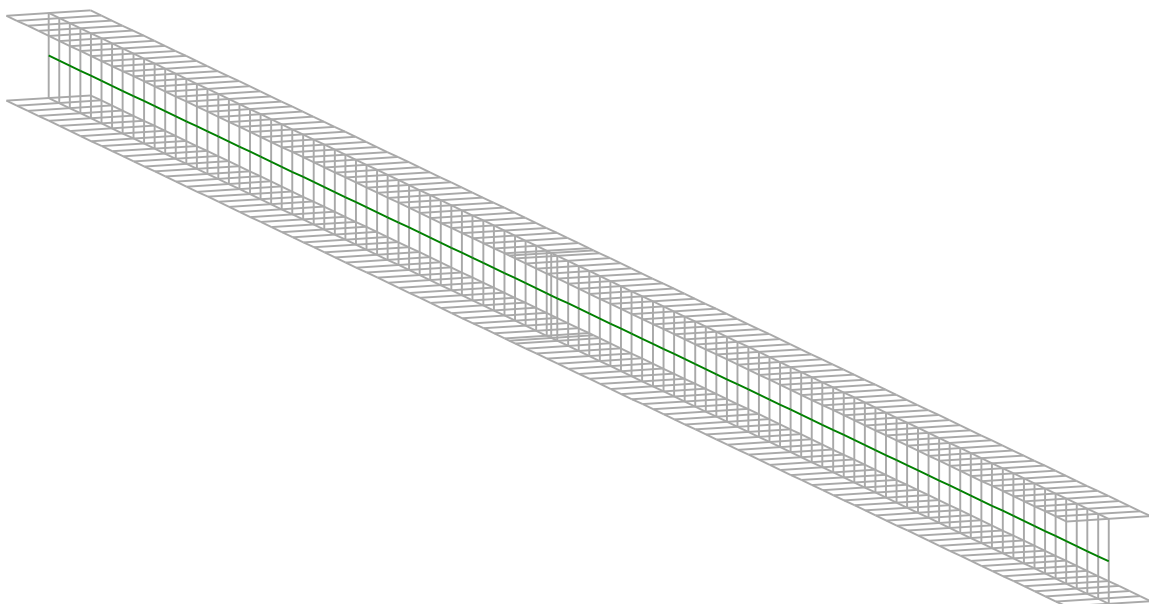
This software is available free of charge. No rights are conferred on the user of the present software. The property and all intellectual rights of the latter continue belonging exclusively to CTICM. The use of this software involves no guarantee for the profit of the user who is committed to keep CTICM 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.

LTBeamN

v 1.0.3

CALCULATION SHEET

Jeřábová hala Zbuzany



I - PARAMETERS

I.1 - Sections

Alignment of sections :

Top

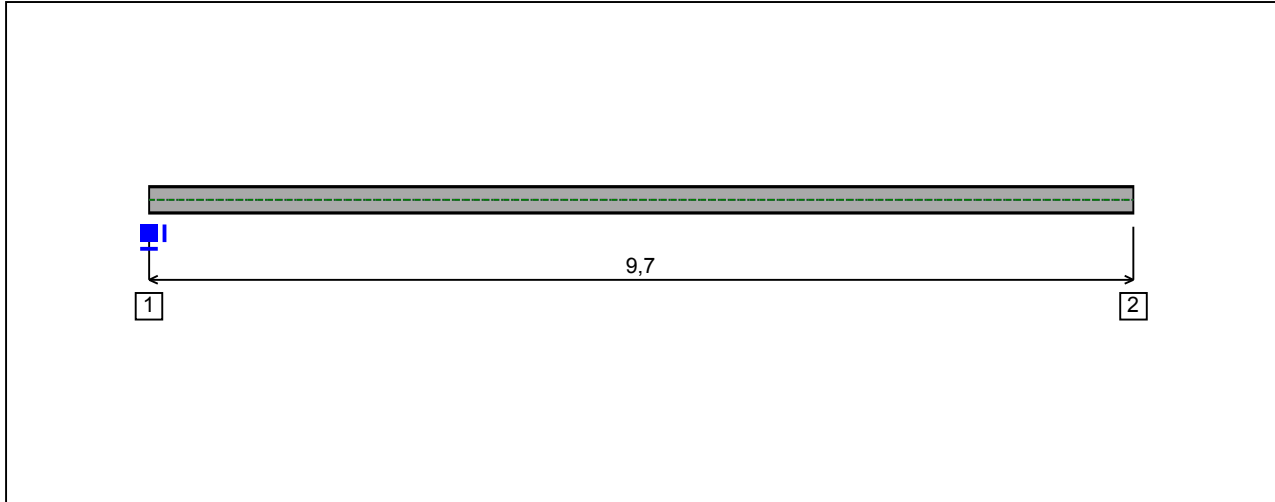


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

- Section No. 1 : HEA 280

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m

Type : In catalogue (OTUA)

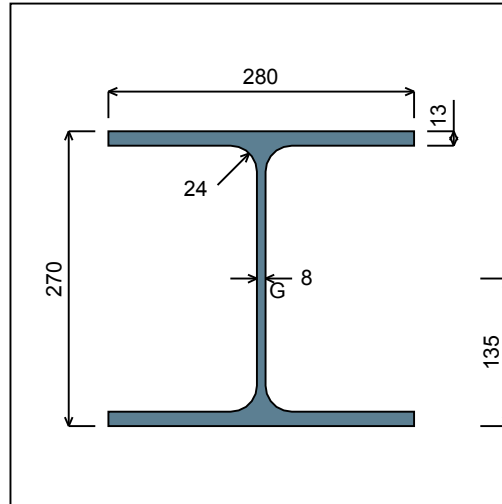


Figure 2 : Section No. 1 (HEA 280).

Main geometrical properties :

z_S	= 0 cm
z_G	= 13,5 cm
I_y	= 13673 cm ⁴
I_z	= 4762,6 cm ⁴
I_t	= 60,55 cm ⁴ (Villette)
I_w	= 786419 cm ⁶

Other geometrical properties :

A	= 97,26 cm ²	$A_{v,z}$	= 31,74 cm ²
$A_{v,y}$	= 72,8 cm ²	$W_{el,z}$	= 340,19 cm ³
$W_{el,y,sup}$	= 1012,8 cm ³	$W_{pl,z}$	= 518,13 cm ³
$W_{el,y,inf}$	= 1012,8 cm ³		
$W_{pl,y}$	= 1112,2 cm ³		

Stiffness relaxations :

θ	: Continuous
v'	: Continuous
θ'	: Continuous
w'	: Continuous

- Section No. 2 : HEA 280

Abscissa from the left end of the beam : $x = 9,7 \text{ m}$

Type : In catalogue (OTUA)

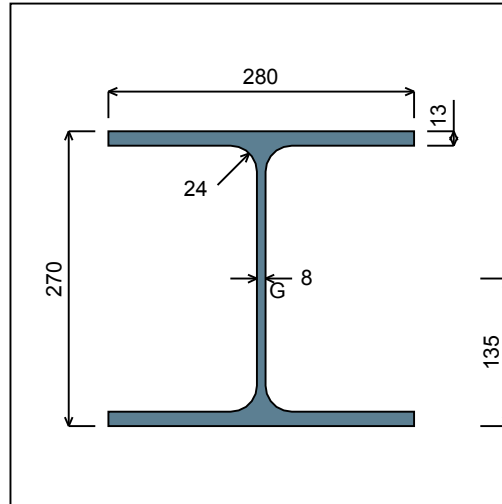


Figure 3 : Section No. 2 (HEA 280).

Main geometrical properties :

- $z_S = 0 \text{ cm}$
- $z_G = 13,5 \text{ cm}$
- $I_y = 13673 \text{ cm}^4$
- $I_z = 4762,6 \text{ cm}^4$
- $I_t = 60,55 \text{ cm}^4$ (Villette)
- $I_w = 786419 \text{ cm}^6$

Other geometrical properties :

- | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| $A = 97,26 \text{ cm}^2$ | |
| $A_{v,y} = 72,8 \text{ cm}^2$ | $A_{v,z} = 31,74 \text{ cm}^2$ |
| $W_{el,y,sup} = 1012,8 \text{ cm}^3$ | |
| $W_{el,y,inf} = 1012,8 \text{ cm}^3$ | $W_{el,z} = 340,19 \text{ cm}^3$ |
| $W_{pl,y} = 1112,2 \text{ cm}^3$ | $W_{pl,z} = 518,13 \text{ cm}^3$ |

Stiffness relaxations :

- θ : Continuous
- v' : Continuous
- θ' : Continuous
- w' : Continuous

I.2 - Lateral restraints

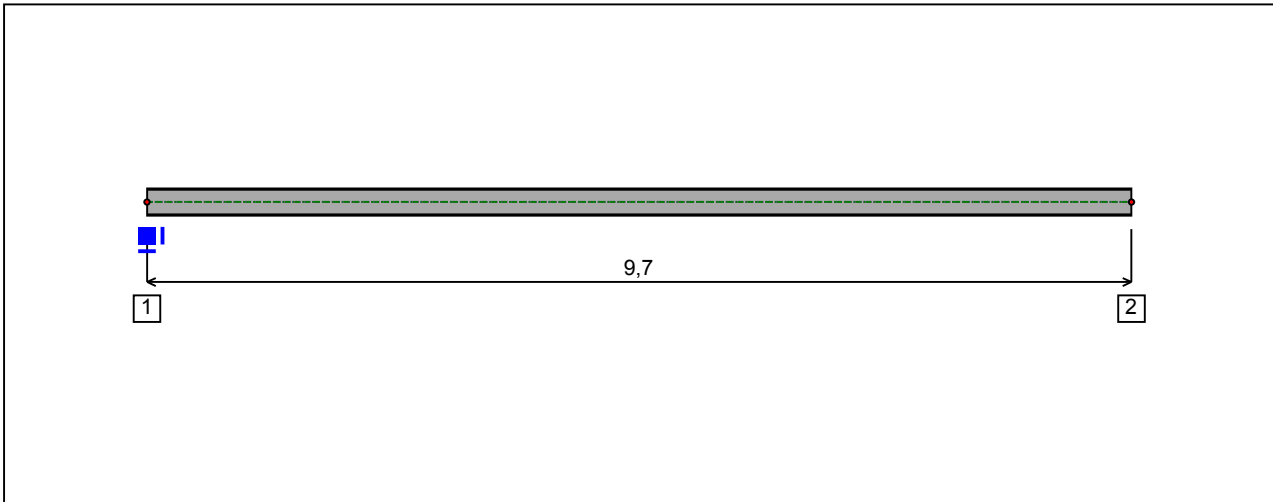


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

- Restraint No. 1 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m

Vertical position from the shear centre : $z = 0$ cm

Restraint conditions :

- v : Fixed
- θ : Fixed
- v' : Fixed
- θ' : Free

- Restraint No. 2 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 9,7$ m

Vertical position from the shear centre : $z = 0$ cm

Restraint conditions :

- v : Fixed
- θ : Free
- v' : Free
- θ' : Free

I.3 - Supports

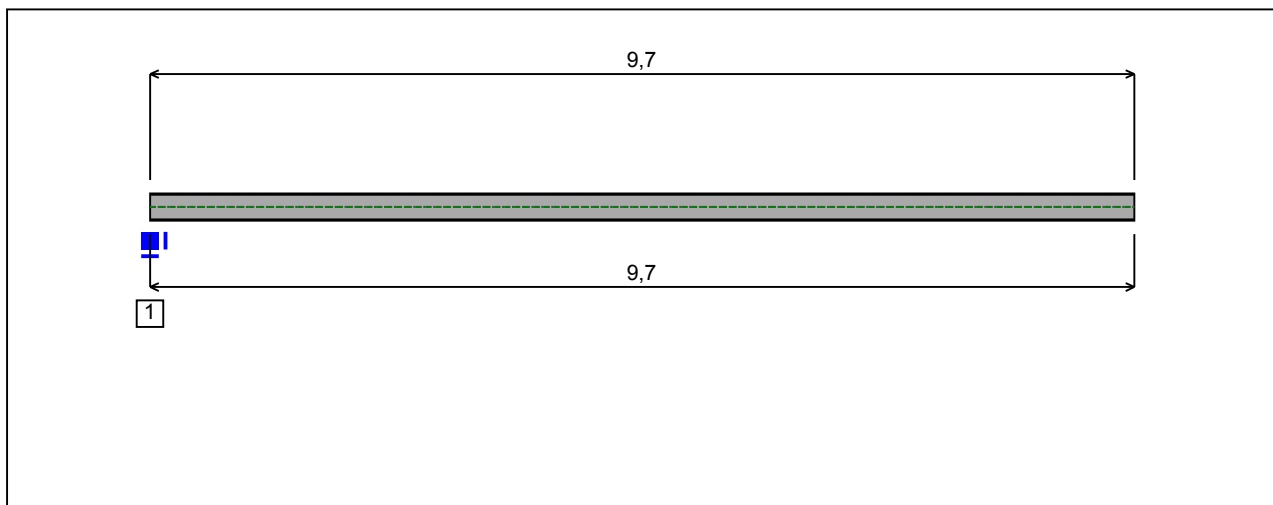


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

- Support No. 1 :

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m

Support conditions :

u : Fixed

w : Fixed

w' : Fixed

I.4 - Loads

Type of loading :

External

The weight of the beam is not taken into account.

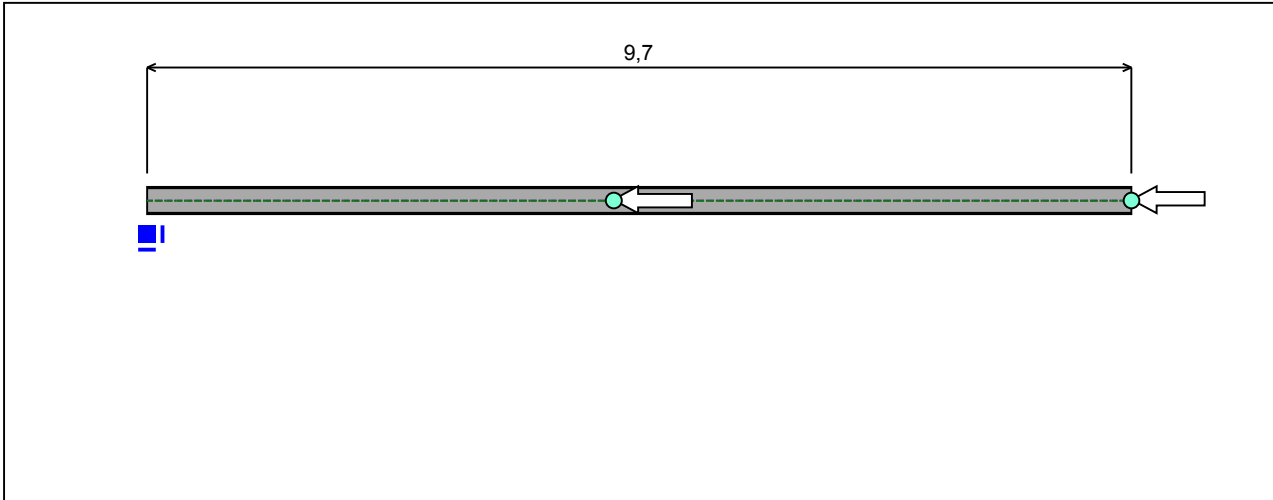


Figure 6 : Profile in long with loads.

- Concentrated loads :

Table 1 : Concentrated loads.

x(m)	z ^(*) (cm)	F _x (kN)	F _z (kN)	M _y (kN.m)	Active
9,7	0	-74,37	0	0	Yes
4,6	0	-79,46	0	0	Yes

(*) Vertical position from the shear centre

- Distributed loads :

No load has been defined.

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes : 1
 Blocked moment diagram : No
 Blocked axial force diagram : No

II.1 - LTB modes

Table 2 : 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	0	0	-2995,1	0

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 3 : 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	0	0	-2995,1	0

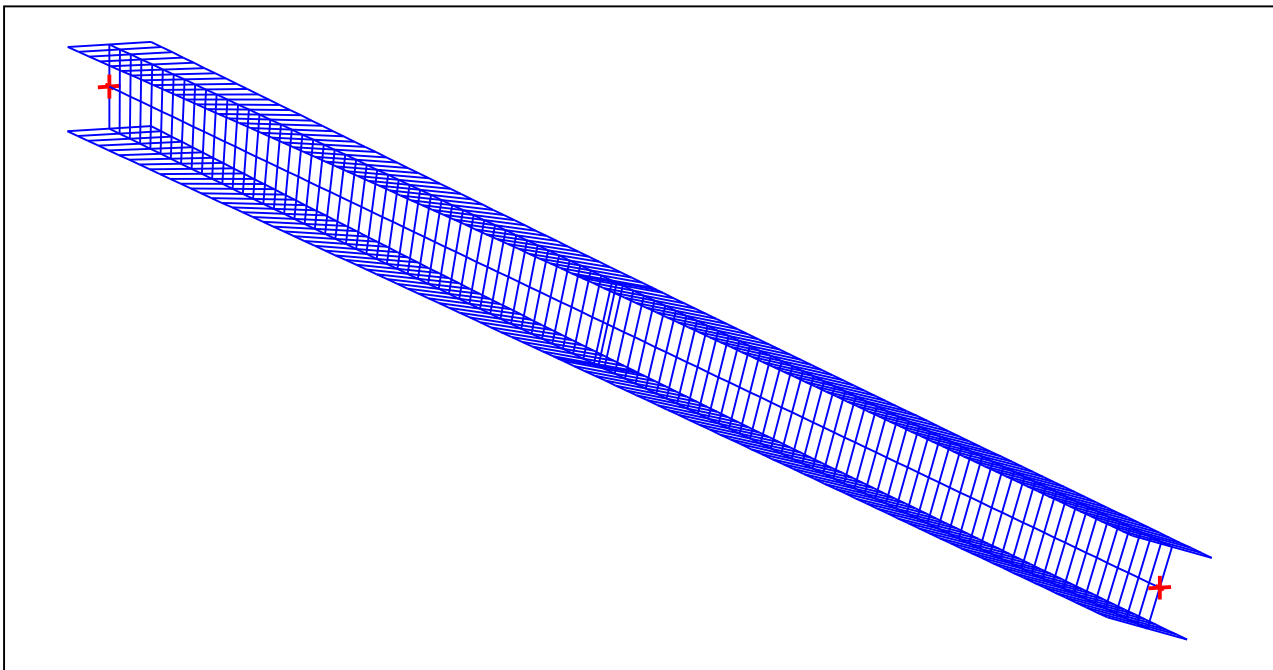


Figure 7 : Mode shape in 3D (Mode 1).

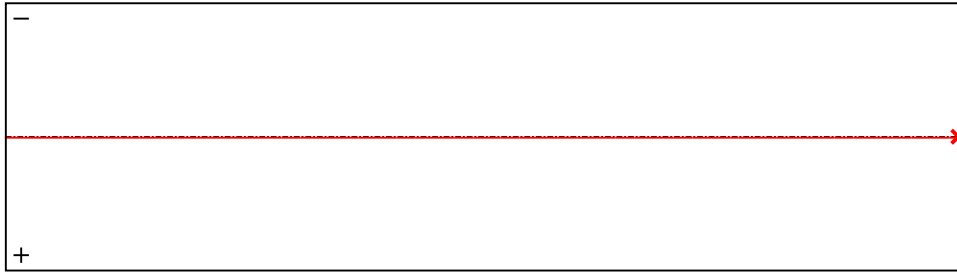


Figure 8 : Lateral displacement compoment of the shear centre (Mode 1).

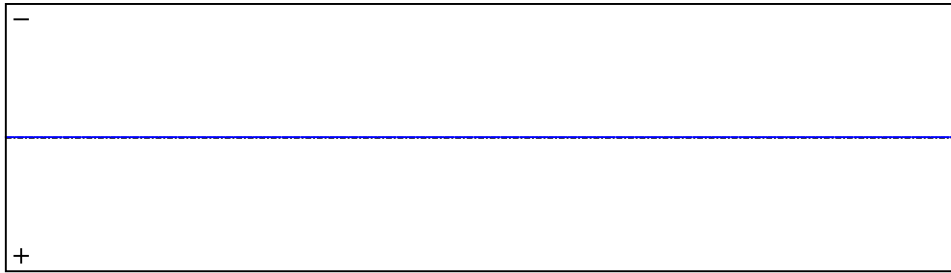


Figure 9 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

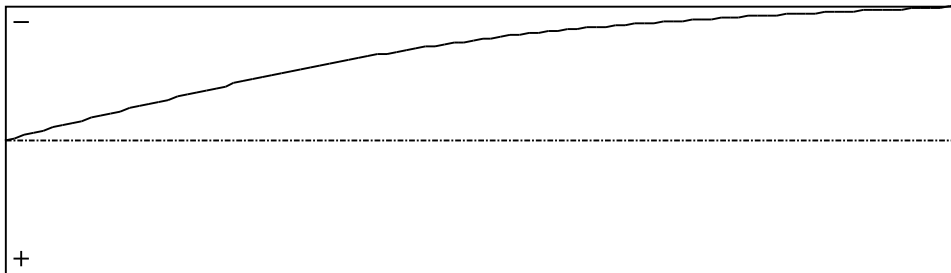


Figure 10 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

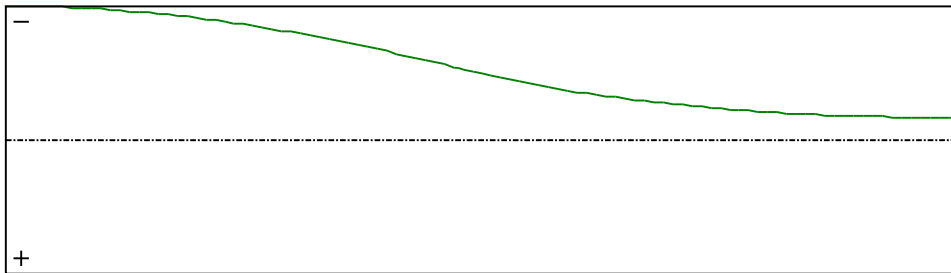


Figure 11 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

TABLE OF CONTENTS

I - PARAMETERS	p.1
I.1 - Sections	p.1
- Section No. 1 : HEA 280	p.2
- Section No. 2 : HEA 280	p.3
I.2 - Lateral restraints	p.4
- Restraint No. 1 :	p.4
- Restraint No. 2 :	p.4
I.3 - Supports	p.5
- Support No. 1 :	p.5
I.4 - Loads	p.6
- Concentrated loads :	p.6
- Distributed loads :	p.6
II - LTB CALCULATION	p.7
II.1 - LTB modes	p.7
II.2 - Mode shapes	p.7
- Mode 1	p.7

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.

Diplomová práce

Příloha C

Tabulky únosnosti výrobce tenkostěnných Z-profilů

Jakub Fribert
13.12.2020

Z 210-S

Únosnost dle ČSN EN 1993-1-3:

Rádek č. 1 : Únosnost bez vlivu osově síly (návrhová hodnota)

Rádek č. 2 : Únosnost s vlivem osově síly 30 kN (návrhová hodnota, osová síla v tlaku nebo tahu)

Rádek č. 3 : Únosnost pro sání bez vlivu osově síly (návrhová hodnota)

Rádek č. 4 : Únosnost pro sání s vlivem osově síly 30 kN (návrhová hodnota, osová síla v tlaku nebo tahu)

Rádek č. 5 : Maximální zatížení pro deformaci L/200 (charakteristická hodnota, únosnost dle MSÚ není zohledněna)

Rádek č. 6 : Maximální zatížení pro deformaci L/300 (charakteristická hodnota, únosnost dle MSÚ není zohledněna)

PROSTÝ NOSNÍK

Profil G [kg/m]		Přípustné rovnoměrné zatížení [kN/m] pro pole rozpětí L [m]																
		4.00	4.50	5.00	5.25	5.50	5.75	6.00	6.25	6.50	6.75	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00
Z 210/1,5 G = 4,37 kg/m	1	3.95	3.12	2.53	2.29	2.09	1.91	1.75	1.62	1.49	1.39	1.29	1.12	0.99	0.87	0.78	0.70	0.63
	2	1.72	1.28	0.98	0.86	0.77	0.68	0.61	0.54	0.48	0.43	0.39	0.31	0.26	0.20	0.16	0.13	0.10
	3	-2.31	-1.78	-1.41	-1.27	-1.14	-1.03	-0.94	-0.86	-0.78	-0.72	-0.66	-0.57	-0.49	-0.43	-0.37	-0.33	-0.29
	4	-0.72	-0.51	-0.37	-0.32	-0.28	-0.24	-0.21	-0.18	-0.16	-0.14	-0.12	-0.10	-0.07	-0.06	-0.04	-0.04	-0.03
	5	3.68	2.59	1.89	1.63	1.42	1.24	1.09	0.97	0.86	0.77	0.69	0.56	0.46	0.38	0.32	0.27	0.24
	6	2.46	1.72	1.26	1.09	0.94	0.83	0.73	0.64	0.57	0.51	0.46	0.37	0.31	0.26	0.22	0.18	0.16
Z 210/2,0 G = 5,82 kg/m	1	6.45	5.09	4.13	3.74	3.41	3.12	2.86	2.64	2.44	2.26	2.10	1.83	1.61	1.43	1.27	1.14	1.03
	2	4.31	3.21	2.45	2.16	1.91	1.70	1.52	1.35	1.21	1.09	0.98	0.80	0.66	0.55	0.46	0.39	0.33
	3	-3.75	-2.90	-2.31	-2.07	-1.87	-1.70	-1.54	-1.41	-1.29	-1.19	-1.09	-0.94	-0.81	-0.70	-0.62	-0.55	-0.48
	4	-2.24	-1.70	-1.32	-1.17	-1.05	-0.94	-0.85	-0.77	-0.70	-0.63	-0.58	-0.49	-0.41	-0.35	-0.30	-0.26	-0.23
	5	5.38	3.78	2.75	2.38	2.07	1.81	1.59	1.41	1.25	1.12	1.00	0.82	0.67	0.56	0.47	0.40	0.34
	6	3.59	2.52	1.84	1.59	1.38	1.21	1.06	0.94	0.84	0.75	0.67	0.54	0.45	0.37	0.31	0.27	0.23
Z 210/2,5 G = 7,28 kg/m	1	8.88	7.01	5.68	5.15	4.70	4.30	3.95	3.64	3.36	3.12	2.90	2.53	2.22	1.97	1.75	1.57	1.42
	2	6.32	4.84	3.80	3.39	3.04	2.74	2.47	2.22	2.00	1.81	1.64	1.36	1.13	0.94	0.79	0.67	0.57
	3	-5.03	-3.90	-3.10	-2.79	-2.52	-2.28	-2.08	-1.90	-1.74	-1.60	-1.47	-1.26	-1.09	-0.95	-0.83	-0.73	-0.65
	4	-3.59	-2.75	-2.16	-1.93	-1.73	-1.56	-1.41	-1.28	-1.17	-1.07	-0.98	-0.83	-0.71	-0.61	-0.53	-0.46	-0.41
	5	6.96	4.89	3.56	3.08	2.68	2.34	2.06	1.82	1.62	1.45	1.30	1.06	0.87	0.73	0.61	0.52	0.45
	6	4.64	3.26	2.38	2.05	1.78	1.56	1.37	1.22	1.08	0.97	0.87	0.70	0.58	0.48	0.41	0.35	0.30

SPOJITÝ NOSNÍK O 3 NEBO 4 POLÍCH - PŘESAHY 0,6 m

Profil		Přípustné rovnoměrné zatížení [kN/m] pro pole rozpětí L [m]																
		4.00	4.50	5.00	5.25	5.50	5.75	6.00	6.25	6.50	6.75	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00
Z 210/1,5	1	4.79	3.82	3.12	2.84	2.60	2.39	2.20	2.01	1.84	1.69	1.56	1.33	1.15	1.01	0.89	0.79	0.70
	2	2.39	1.86	1.48	1.33	1.19	1.07	0.96	0.85	0.76	0.68	0.61	0.49	0.40	0.32	0.25	0.20	0.16
	3	-3.83	-2.95	-2.33	-2.09	-1.88	-1.70	-1.54	-1.41	-1.29	-1.19	-1.09	-0.94	-0.81	-0.71	-0.62	-0.55	-0.49
	4	-1.41	-1.01	-0.74	-0.63	-0.55	-0.48	-0.42	-0.37	-0.33	-0.29	-0.26	-0.21	-0.17	-0.14	-0.11	-0.09	-0.07
	5	6.98	4.90	3.57	3.09	2.68	2.35	2.07	1.83	1.63	1.45	1.30	1.06	0.87	0.73	0.61	0.52	0.45
	6	4.65	3.27	2.38	2.06	1.79	1.57	1.38	1.22	1.08	0.97	0.87	0.71	0.58	0.48	0.41	0.35	0.30
Z 210/2,0	1	7.37	5.91	4.86	4.44	4.07	3.76	3.47	3.18	2.92	2.69	2.48	2.13	1.85	1.62	1.43	1.27	1.13
	2	5.41	4.29	3.50	3.18	2.89	2.62	2.39	2.13	1.92	1.72	1.56	1.28	1.06	0.88	0.73	0.61	0.52
	3	-6.14	-4.76	-3.78	-3.39	-3.06	-2.77	-2.52	-2.31	-2.12	-1.95	-1.80	-1.54	-1.34	-1.17	-1.03	-0.91	-0.81
	4	-3.85	-2.92	-2.27	-2.02	-1.80	-1.61	-1.45	-1.32	-1.20	-1.10	-1.00	-0.85	-0.72	-0.62	-0.54	-0.47	-0.41
	5	10.2	7.15	5.21	4.50	3.92	3.43	3.02	2.67	2.37	2.12	1.90	1.54	1.27	1.06	0.89	0.76	0.65
	6	6.79	4.77	3.48	3.00	2.61	2.29	2.01	1.78	1.58	1.41	1.27	1.03	0.85	0.71	0.60	0.51	0.43
Z 210/2,5	1	9.73	7.82	6.44	5.89	5.42	5.00	4.63	4.24	3.90	3.59	3.32	2.86	2.48	2.18	1.92	1.71	1.53
	2	8.11	6.56	5.45	5.00	4.61	4.23	3.89	3.50	3.16	2.86	2.59	2.15	1.80	1.50	1.25	1.05	0.89
	3	-8.23	-6.38	-5.07	-4.56	-4.11	-3.73	-3.39	-3.10	-2.85	-2.62	-2.42	-2.08	-1.80	-1.57	-1.38	-1.22	-1.09
	4	-6.05	-4.63	-3.63	-3.24	-2.91	-2.62	-2.36	-2.15	-1.97	-1.80	-1.66	-1.41	-1.21	-1.05	-0.91	-0.80	-0.71
	5	13.2	9.25	6.75	5.83	5.07	4.44	3.90	3.45	3.07	2.74	2.46	2.00	1.65	1.37	1.16	0.98	0.84
	6	8.78	6.17	4.50	3.89	3.38	2.96	2.60	2.30	2.05	1.83	1.64	1.33	1.10	0.92	0.77	0.66	0.56

SPOJITÝ NOSNÍK O 5 A VÍCE POLÍCH - PŘESAHY 0,6 m + 0,9 m

Profil		Přípustné rovnoměrné zatížení [kN/m] pro pole rozpětí L [m]																
		4.00	4.50	5.00	5.25	5.50	5.75	6.00	6.25	6.50	6.75	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00
krajní : Z 210/2,0 vnitřní : Z 210/1,5	1	5.96	4.84	4.03	3.71	3.42	3.18	2.96	2.71	2.49	2.29	2.12	1.82	1.58	1.36	1.19	1.04	0.92
	2	4.74	3.87	3.25	2.99	2.78	2.58	2.41	2.16	1.93	1.74	1.57	1.29	1.06	0.88	0.73	0.61	0.52
	3	-6.19	-4.80	-3.81	-3.42	-3.09	-2.79	-2.54	-2.33	-2.13	-1.96	-1.81	-1.56	-1.35	-1.18	-1.03	-0.92	-0.81
	4	-3.89	-2.95	-2.29	-2.03	-1.82	-1.63	-1.46	-1.33	-1.21	-1.10	-1.01	-0.85	-0.73	-0.63	-0.54	-0.47	-0.42
	5	10.3	7.24	5.28	4.56	3.97	3.47	3.06	2.70	2.40	2.15	1.92	1.56	1.29	1.07	0.91	0.77	0.66
	6	6.88	4.83	3.52	3.04	2.64	2.31	2.04	1.80	1.60	1.43	1.28	1.04	0.86	0.72	0.60	0.51	0.44
krajní : Z 210/2,5 vnitřní : Z 210/2,0	1	8.86	7.25	6.08	5.62	5.21	4.85	4.54	4.18	3.86	3.57	3.32	2.88	2.53	2.18	1.90	1.66	1.46
	2	7.42	6.12	5.17	4.79	4.46	4.17	3.91	3.52	3.17	2.87	2.60	2.16	1.80	1.50	1.25	1.05	0.89
	3	-8.35	-6.48	-5.15	-4.62	-4.17	-3.78	-3.44	-3.15	-2.89	-2.66	-2.46	-2.11	-1.83	-1.60	-1.40	-1.24	-1.10
	4	-6.15	-4.70	-3.69	-3.29	-2.95	-2.66	-2.40	-2.19	-2.00	-1.83	-1.68	-1.43	-1.23	-1.06	-0.93	-0.81	-0.72
	5	13.5	9.46	6.90	5.96	5.18	4.54	3.99	3.53	3.14	2.80	2.51	2.04	1.68	1.40	1.18	1.01	0.86
	6	8.98	6.31	4.60	3.97	3.46	3.02	2.66	2.36	2.09	1.87	1.68	1.36	1.12	0.94	0.79	0.67	0.58

Z 240-S

Únosnost dle ČSN EN 1993-1-3:

Rádek č. 1 : Únosnost bez vlivu osové síly (návrhová hodnota)

Rádek č. 2 : Únosnost s vlivem osové síly 30 kN (návrhová hodnota, osová síla v tlaku nebo tahu)

Rádek č. 3 : Únosnost pro sání bez vlivu osové síly (návrhová hodnota)

Rádek č. 4 : Únosnost pro sání s vlivem osové síly 30 kN (návrhová hodnota, osová síla v tlaku nebo tahu)

Rádek č. 5 : Maximální zatížení pro deformaci L/200 (charakteristická hodnota, únosnost dle MSÚ není zohledněna)

Rádek č. 6 : Maximální zatížení pro deformaci L/300 (charakteristická hodnota, únosnost dle MSÚ není zohledněna)

PROSTÝ NOSNÍK

Profil G [kg/m]		Přípustné rovnoměrné zatížení [kN/m] pro pole rozpětí L [m]																
		5.00	5.50	6.00	6.25	6.50	6.75	7.00	7.25	7.50	7.75	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00	10.50	11.00
Z 240/2,0 G = 6,61 kg/m	1	4.74	3.91	3.29	3.03	2.80	2.60	2.42	2.25	2.11	1.97	1.85	1.64	1.46	1.31	1.18		
	2	2.89	2.33	1.90	1.72	1.56	1.42	1.30	1.18	1.09	1.00	0.92	0.77	0.65	0.55	0.47		
	3	-2.73	-2.22	-1.83	-1.68	-1.54	-1.42	-1.31	-1.21	-1.12	-1.04	-0.97	-0.85	-0.74	-0.66	-0.58		
	4	-1.60	-1.27	-1.03	-0.93	-0.85	-0.77	-0.71	-0.65	-0.59	-0.55	-0.51	-0.43	-0.38	-0.33	-0.29		
	5	3.89	2.92	2.25	1.99	1.77	1.58	1.42	1.27	1.15	1.04	0.95	0.79	0.67	0.57	0.49		
	6	2.59	1.95	1.50	1.33	1.18	1.05	0.94	0.85	0.77	0.70	0.63	0.53	0.44	0.38	0.32		
Z 240/2,5 G = 8,26 kg/m	1	6.80	5.62	4.72	4.35	4.02	3.73	3.47	3.23	3.02	2.83	2.66	2.35	2.10	1.88	1.70		
	2	4.83	3.91	3.21	2.92	2.65	2.42	2.22	2.04	1.87	1.73	1.60	1.35	1.15	0.98	0.85		
	3	-3.84	-3.13	-2.59	-2.37	-2.18	-2.00	-1.85	-1.71	-1.59	-1.48	-1.37	-1.20	-1.05	-0.93	-0.83		
	4	-2.75	-2.22	-1.82	-1.65	-1.51	-1.38	-1.27	-1.17	-1.08	-1.00	-0.93	-0.78	-0.66	-0.56	-0.48		
	5	5.13	3.85	2.97	2.63	2.33	2.08	1.87	1.68	1.52	1.38	1.25	1.04	0.88	0.75	0.64		
	6	3.42	2.57	1.98	1.75	1.56	1.39	1.25	1.12	1.01	0.92	0.83	0.70	0.59	0.50	0.43		
Z 240/3,0 G = 9,91 kg/m	1	8.79	7.27	6.11	5.63	5.20	4.82	4.49	4.18	3.91	3.66	3.44	3.04	2.71	2.44	2.20		
	2	6.76	5.49	4.53	4.12	3.76	3.44	3.15	2.90	2.67	2.47	2.29	1.95	1.67	1.44	1.25		
	3	-4.86	-3.96	-3.28	-3.00	-2.76	-2.54	-2.34	-2.17	-2.01	-1.87	-1.74	-1.52	-1.34	-1.18	-1.05		
	4	-3.81	-3.08	-2.53	-2.31	-2.11	-1.94	-1.78	-1.64	-1.52	-1.41	-1.31	-1.14	-0.99	-0.87	-0.77		
	5	6.28	4.72	3.63	3.21	2.86	2.55	2.29	2.06	1.86	1.69	1.53	1.28	1.08	0.92	0.78		
	6	4.18	3.14	2.42	2.14	1.90	1.70	1.52	1.37	1.24	1.12	1.02	0.85	0.72	0.61	0.52		

SPOJITÝ NOSNÍK O 3 NEBO 4 POLÍCH - PŘESAHY 0,6 m

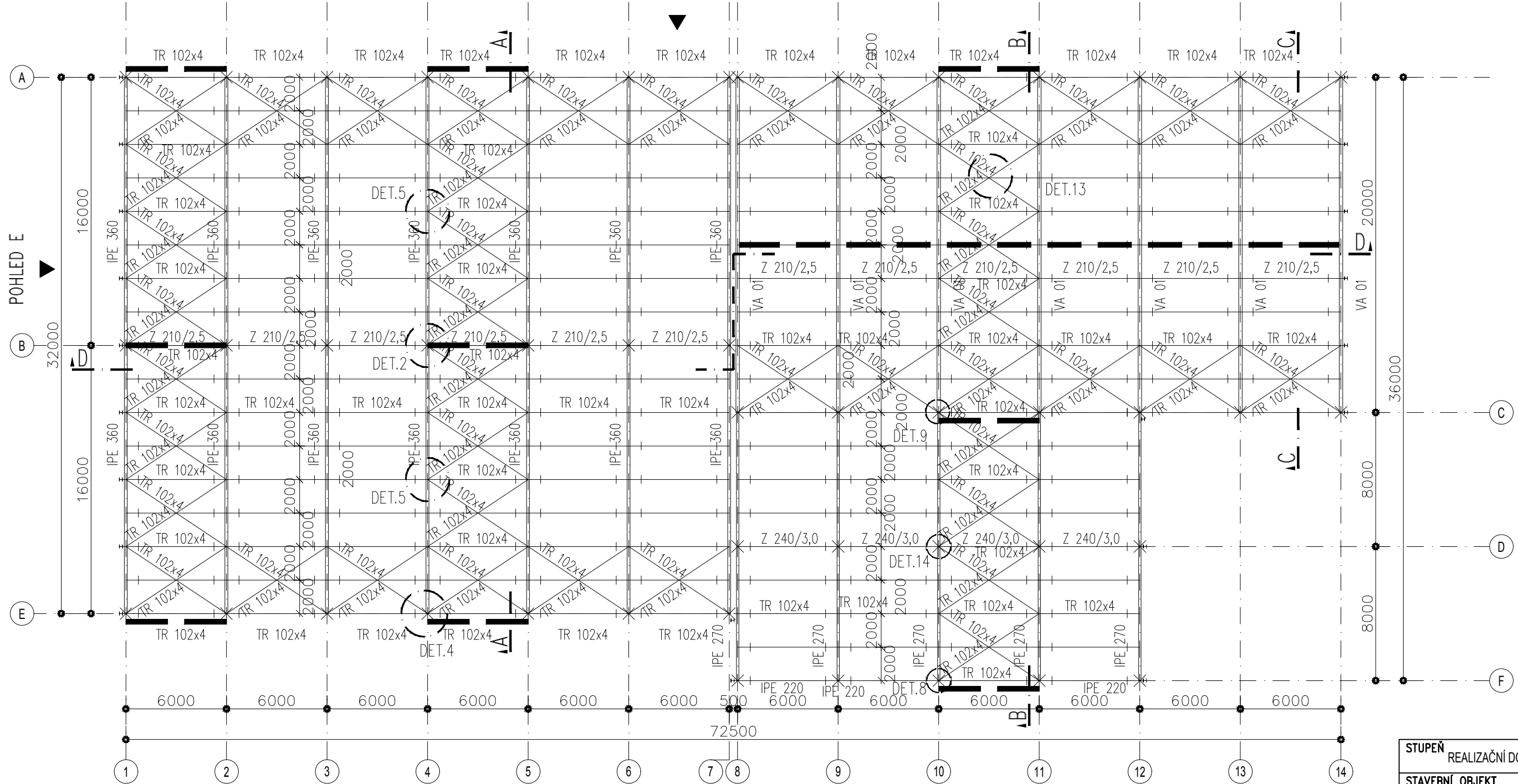
Profil		Přípustné rovnoměrné zatížení [kN/m] pro pole rozpětí L [m]																
		5.00	5.50	6.00	6.25	6.50	6.75	7.00	7.25	7.50	7.75	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00	10.50	11.00
Z 240/2,0	1	5.65	4.69	3.95	3.61	3.31	3.05	2.81	2.60	2.41	2.24	2.09	1.84	1.63	1.45	1.30	1.17	1.06
	2	4.24	3.56	2.99	2.71	2.46	2.24	2.05	1.87	1.72	1.58	1.46	1.23	1.04	0.89	0.76	0.65	0.56
	3	-4.48	-3.62	-2.97	-2.72	-2.50	-2.31	-2.13	-1.97	-1.83	-1.71	-1.59	-1.39	-1.23	-1.09	-0.97	-0.87	-0.78
	4	-2.76	-2.17	-1.74	-1.58	-1.45	-1.32	-1.21	-1.11	-1.03	-0.95	-0.88	-0.76	-0.66	-0.58	-0.51	-0.45	-0.40
	5	7.36	5.53	4.26	3.77	3.35	2.99	2.68	2.41	2.18	1.98	1.80	1.50	1.26	1.07	0.92	0.79	0.69
	6	4.90	3.68	2.84	2.51	2.23	1.99	1.79	1.61	1.45	1.32	1.20	1.00	0.84	0.72	0.61	0.53	0.46
Z 240/2,5	1	7.74	6.44	5.45	4.99	4.58	4.22	3.90	3.61	3.36	3.12	2.91	2.57	2.28	2.03	1.83	1.65	1.49
	2	6.80	5.83	5.04	4.58	4.18	3.82	3.50	3.22	2.96	2.73	2.53	2.15	1.84	1.58	1.37	1.17	1.01
	3	-6.26	-5.07	-4.18	-3.83	-3.53	-3.25	-3.01	-2.79	-2.59	-2.41	-2.25	-1.97	-1.74	-1.54	-1.38	-1.23	-1.11
	4	-4.62	-3.69	-3.00	-2.74	-2.51	-2.31	-2.13	-1.96	-1.82	-1.68	-1.57	-1.36	-1.19	-1.05	-0.93	-0.83	-0.74
	5	9.71	7.30	5.62	4.97	4.42	3.95	3.54	3.18	2.88	2.61	2.37	1.98	1.66	1.42	1.21	1.05	0.91
	6	6.47	4.86	3.75	3.31	2.95	2.63	2.36	2.12	1.92	1.74	1.58	1.32	1.11	0.94	0.81	0.70	0.61
Z 240/3,0	1	9.69	8.07	6.84	6.27	5.76	5.31	4.92	4.56	4.24	3.95	3.68	3.25	2.89	2.58	2.32	2.09	1.89
	2	9.09	7.82	6.84	6.25	5.74	5.28	4.87	4.51	4.18	3.88	3.62	3.09	2.66	2.30	2.00	1.72	1.49
	3	-7.91	-6.41	-5.29	-4.85	-4.46	-4.11	-3.80	-3.53	-3.28	-3.06	-2.85	-2.50	-2.20	-1.95	-1.74	-1.56	-1.41
	4	-6.33	-5.09	-4.15	-3.80	-3.48	-3.20	-2.95	-2.73	-2.53	-2.35	-2.19	-1.91	-1.67	-1.48	-1.31	-1.17	-1.05
	5	11.9	8.93	6.88	6.08	5.41	4.83	4.33	3.90	3.52	3.19	2.90	2.42	2.04	1.67	1.49	1.28	1.12
	6	7.92	5.95	4.58	4.06	3.61	3.22	2.89	2.60	2.35	2.13	1.93	1.61	1.36	1.12	0.99	0.86	0.74

SPOJITÝ NOSNÍK O 5 A VÍCE POLÍCH - PŘESAHY 0,6 m + 0,9 m

Profil		Přípustné rovnoměrné zatížení [kN/m] pro pole rozpětí L [m]																
		5.00	5.50	6.00	6.25	6.50	6.75	7.00	7.25	7.50	7.75	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00	10.50	11.00
krajní : Z 240/2,5 vnitřní : Z 240/2,0	1	7.20	6.09	5.23	4.81	4.43	4.09	3.79	3.52	3.28	3.06	2.86	2.48	2.16	1.90	1.67	1.49	1.33
	2	6.16	5.29	4.61	4.24	3.91	3.62	3.36	3.12	2.91	2.72	2.55	2.16	1.85	1.59	1.37	1.18	1.01
	3	-6.35	-5.14	-4.24	-3.89	-3.57	-3.30	-3.05	-2.83	-2.63	-2.45	-2.29	-2.00	-1.76	-1.56	-1.39	-1.25	-1.13
	4	-4.69	-3.75	-3.05	-2.78	-2.55	-2.34	-2.16	-1.99	-1.84	-1.71	-1.59	-1.38	-1.21	-1.06	-0.94	-0.84	-0.75
	5	9.91	7.44	5.73	5.07	4.51	4.03	3.61	3.25	2.94	2.66	2.42	2.02	1.70	1.44	1.24	1.07	0.93
	6	6.61	4.96	3.82	3.38	3.01	2.69	2.41	2.17	1.96	1.77	1.61	1.34	1.13	0.96	0.83	0.71	0.62
krajní : Z 240/3,0 vnitřní : Z 240/2,5	1	9.37	7.96	6.88	6.36	5.90	5.50	5.13	4.80	4.50	4.23	3.99	3.45	3.01	2.64	2.32	2.07	1.85
	2	8.48	7.30	6.38	5.89	5.46	5.07	4.73	4.42	4.14	3.88	3.65	3.12	2.68	2.32	2.01	1.74	1.50
	3	-8.06	-6.53	-5.38	-4.93	-4.54	-4.19	-3.87	-3.59	-3.34	-3.11	-2.91	-2.54	-2.24	-1.99	-1.77	-1.59	-1.43
	4	-6.46	-5.18	-4.23	-3.87	-3.55	-3.26	-3.01	-2.78	-2.58	-2.40	-2.23	-1.94	-1.71	-1.50	-1.34	-1.19	-1.07
	5	12.2	9.17	7.07	6.25	5.56	4.96	4.45	4.01	3.62	3.28	2.98	2.49	2.09	1.78	1.53	1.32	1.15
	6	8.14	6.12	4.71	4.17	3.71	3.31	2.97	2.67	2.41	2.19	1.99	1.66	1.40	1.19	1.02	0.88	0.76

PŮDORYS V ÚROVNI +12,000
M 1:250

POHLED F

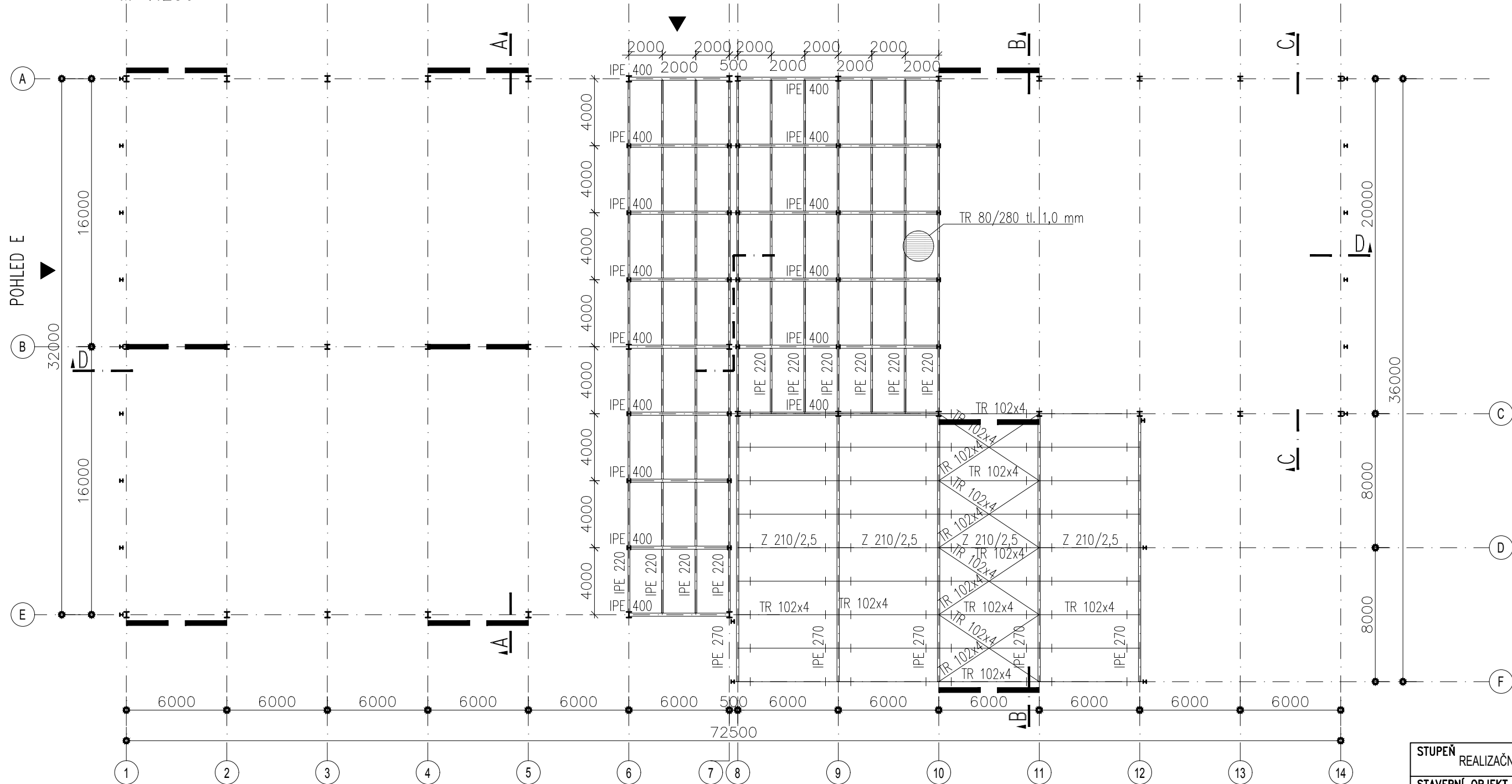


TRÍDA PROVEDENÍ: EXC2
 OCEL : S355
 PLECHY: S355
 SVARY: fu= 490 MPa
 SPOJOVACÍ MATERIÁL: 5.8; fu=500 MPa
 8.8; fu=800 Mpa

STUPEŇ REALIZAČNÍ DOKUMENTACE		
STAVEBNÍ OBJEKT SO01		
ČÁST STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ		
VYPRACOVAL JAKUB FRIBERT		PARĚ
DATUM 13.12.2020	MĚŘÍTKO 1:250	FORMÁT 2xA4
NÁZEV VÝKRESU PŮDORYS STŘECHY JEŘÁBOVÁ HALA ZBUZANY		
ČÍSLO VÝKRESU 001		

PŮDORYS V ÚROVNI +4,800
M 1:250

POHLED F

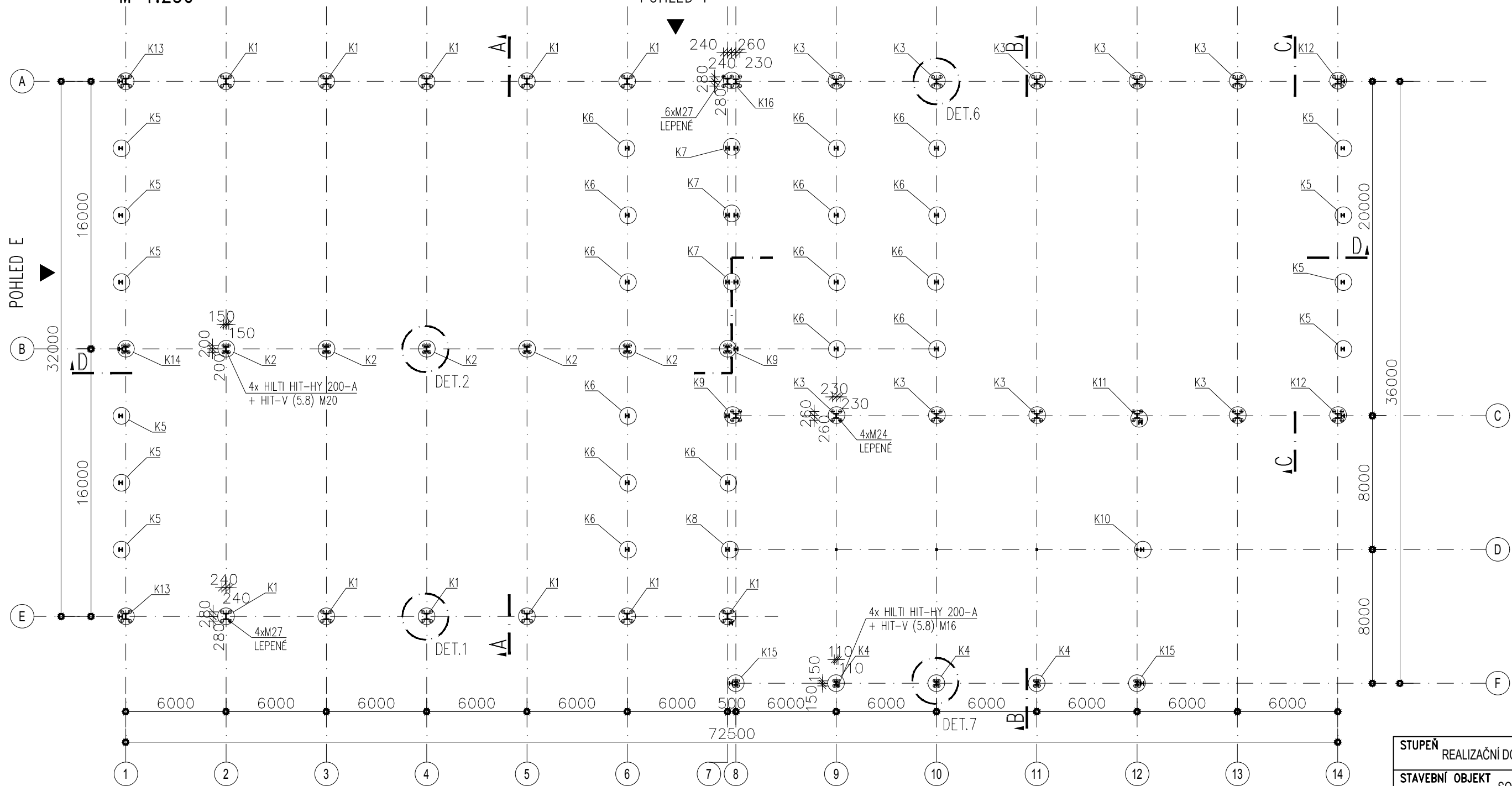


TRÍDA PROVEDENÍ: EXC2
 OCEL : S355
 PLECHY: S355
 SVARY: $f_u = 490 \text{ MPa}$
 SPOJOVACÍ MATERIÁL: 5.8; $f_u = 500 \text{ MPa}$
 8.8; $f_u = 800 \text{ MPa}$

STUPEŇ REALIZAČNÍ DOKUMENTACE		
STAVEBNÍ OBJEKT SO01		
ČÁST STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ		
VYPRACOVAL JAKUB FRIBERT		PARĚ
DATUM 13.12.2020	MĚŘÍTKO 1:250	FORMÁT 2xA4
NÁZEV VÝKRESU PŮDORYS MEZIPATRA JEŘÁBOVÁ HALA ZBUZANY		
ČÍSLO VÝKRESU 002		

PŮDORYS V ÚROVNI -0,300
M 1:250

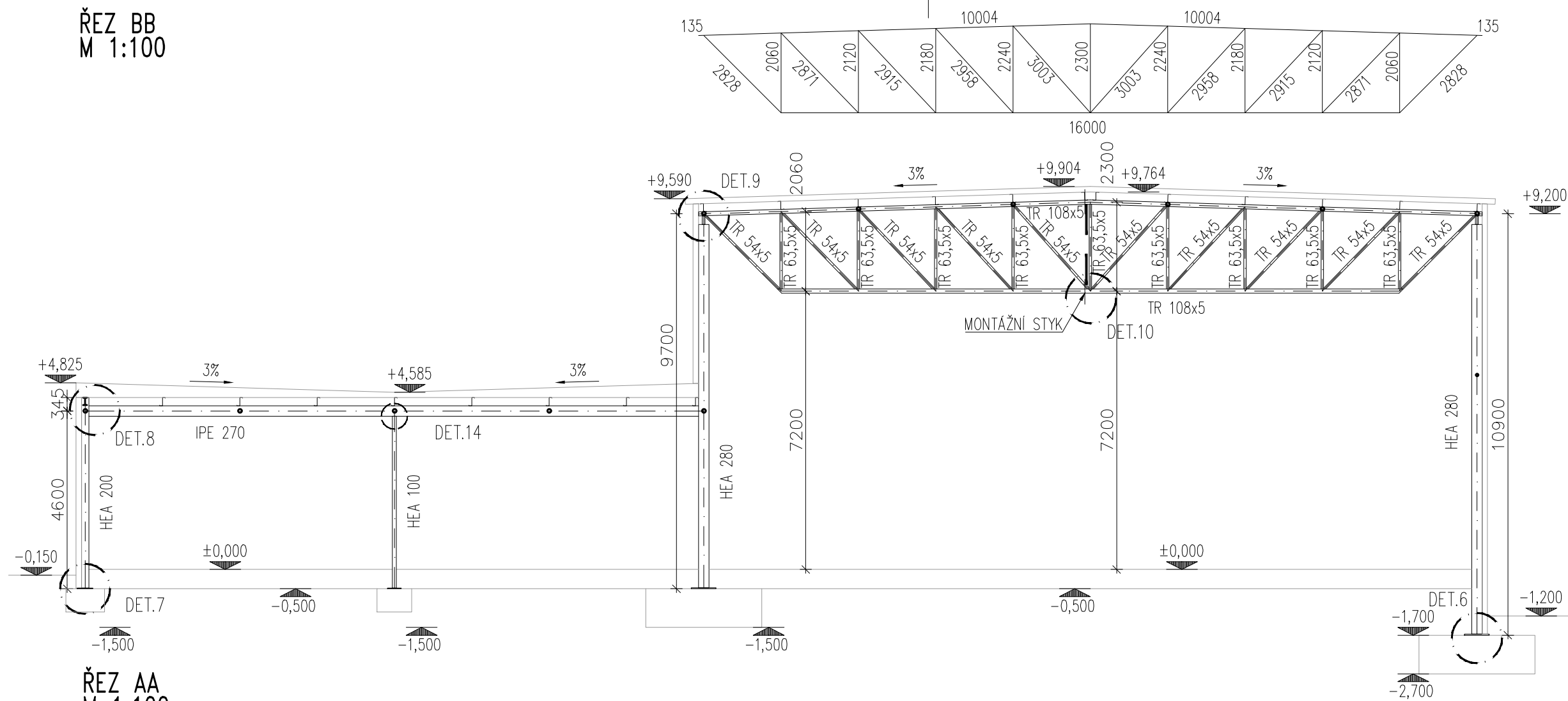
POHLED F



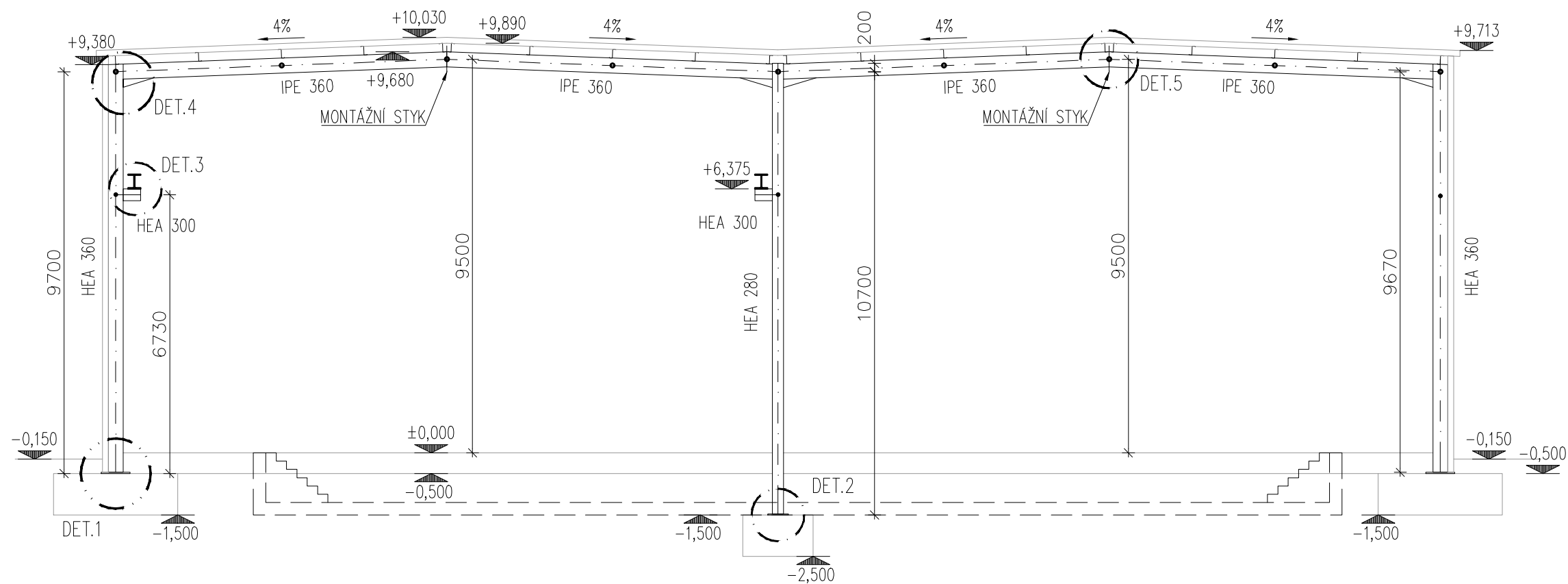
TRÍDA PROVEDENÍ: EXC2
 OCEL : S355
 PLECHY: S355
 SVARY: fu= 490 MPa
 SPOJOVACÍ MATERIÁL: 5.8; fu=500 MPa
 8.8; fu=800 Mpa

STUPEŇ REALIZAČNÍ DOKUMENTACE		
STAVEBNÍ OBJEKT SO01		
ČÁST STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ		
VYPRACOVAL JAKUB FRIBERT		PARĚ
DATUM 13.12.2020	MĚŘÍTKO 1:250	FORMÁT 2xA4
NÁZEV VÝKRESU PŮDORYS KOTVENÍ JEŘÁBOVÁ HALA ZBUZANY		
ČÍSLO VÝKRESU 003		

ŘEZ BB
M 1:100



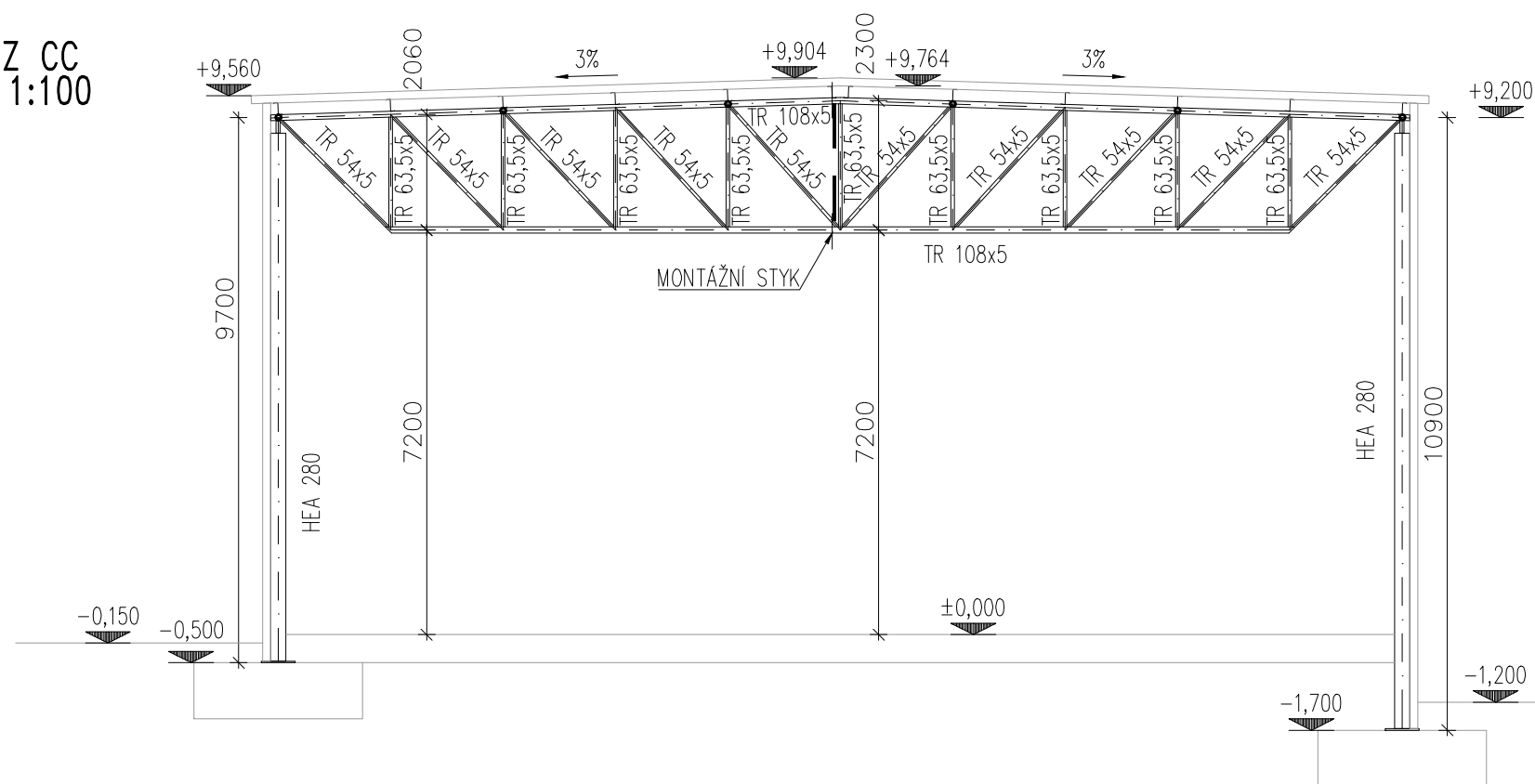
ŘEZ AA
M 1:100



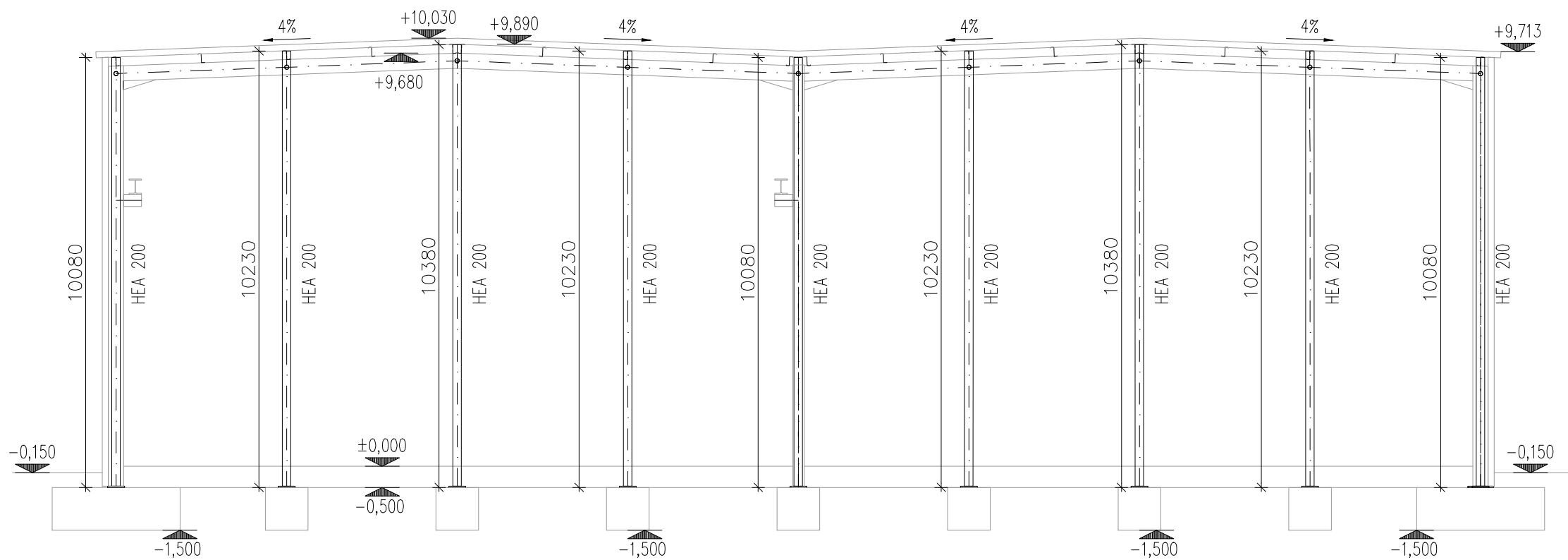
TŘÍDA PROVEDENÍ: EXC2
 OCEL: S355
 PLECHY: S355
 SVARY: $f_u = 490 \text{ MPa}$
 SPOJOVACÍ MATERIÁL: 5.8; $f_u = 500 \text{ MPa}$
 8.8; $f_u = 800 \text{ MPa}$

STUPĚŇ REALIZAČNÍ DOKUMENTACE		
STAVEBNÍ OBJEKT S001		
ČÁST STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ		
VYPRACOVAL JAKUB FRIBERT		PARĚ
DATUM 13.12.2020	MĚŘÍTKO 1:100	FORMÁT 2xA4
NÁZEV VÝKRESU ŘEZY A,B JEŘÁBOVÁ HALA ZBUZANY		
ČÍSLO VÝKRESU 004		

ŘEZ CC
M 1:100



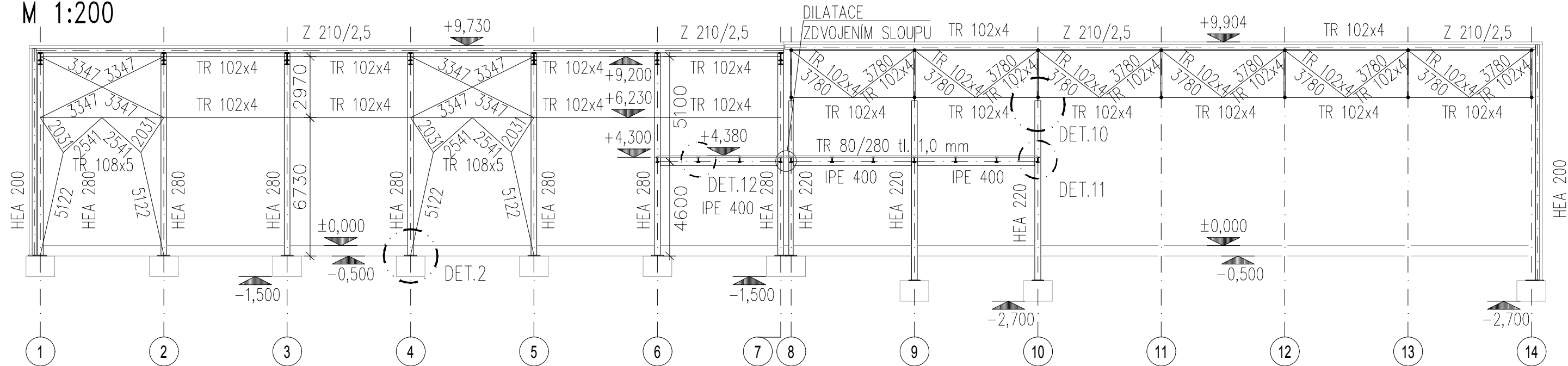
POHLED E
M 1:100



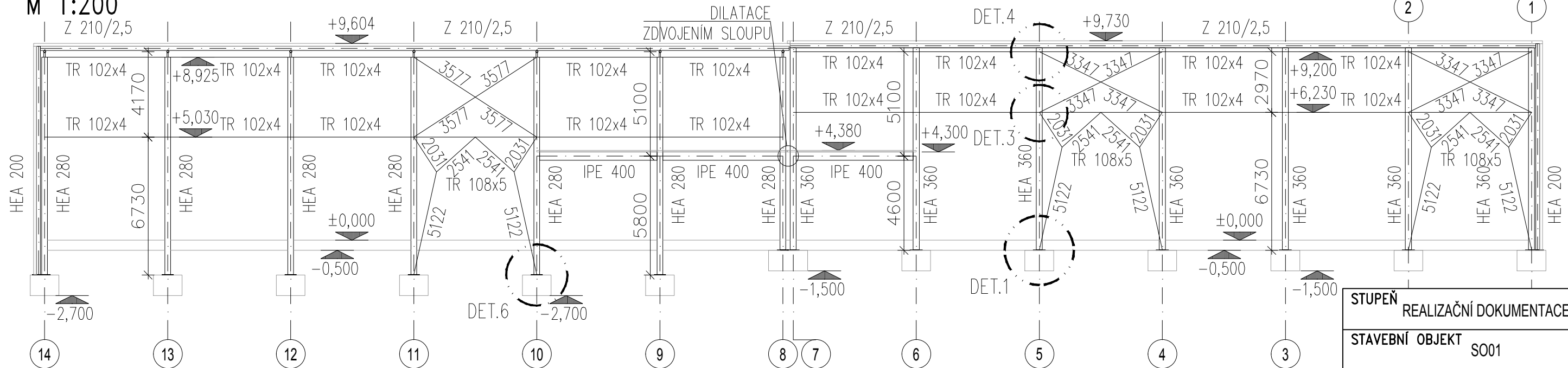
TŘÍDA PROVEDENÍ: EXC2
 OCEL: S355
 PLECHY: S355
 SVARY: $f_u = 490 \text{ MPa}$
 SPOJOVACÍ MATERIÁL: 5.8; $f_u = 500 \text{ MPa}$
 8.8; $f_u = 800 \text{ MPa}$

STUPĚŇ REALIZAČNÍ DOKUMENTACE		
STAVEBNÍ OBJEKT SO01		
ČÁST STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ		
VYPRACOVAL JAKUB FRIBERT		PARÉ
DATUM 13.12.2020	MĚŘÍTKO 1:100	FORMÁT 2xA4
NÁZEV VÝKRESU ŘEZ C A POHLED E JEŘÁBOVÁ HALA ZBUZANY		
ČÍSLO VÝKRESU 005		

ŘEZ DD
M 1:200



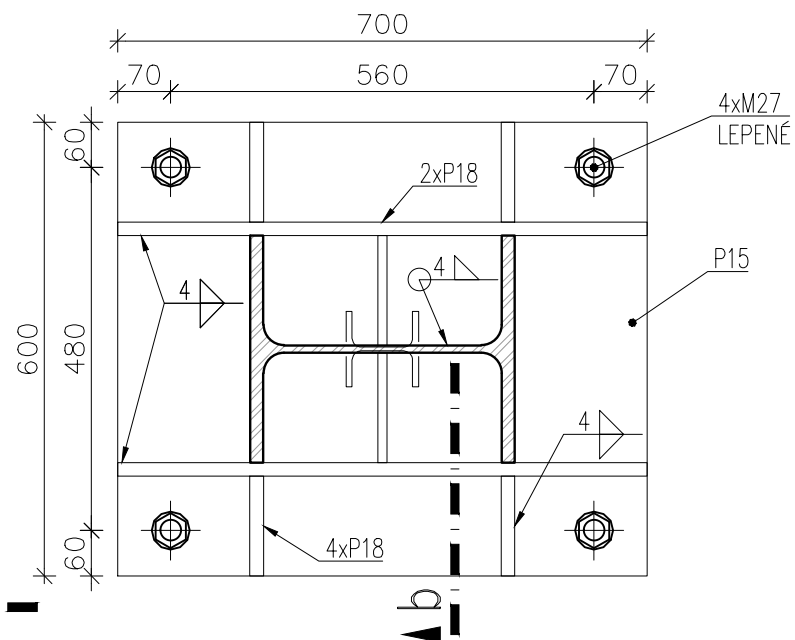
POHLED F
M 1:200



TŘÍDA PROVEDENÍ: EXC2
 OCEL: S355
 PLECHY: S355
 SVARY: fu=490 MPa
 SPOJOVACÍ MATERIÁL: 5.8; fu=500 MPa
 8.8; fu=800 Mpa

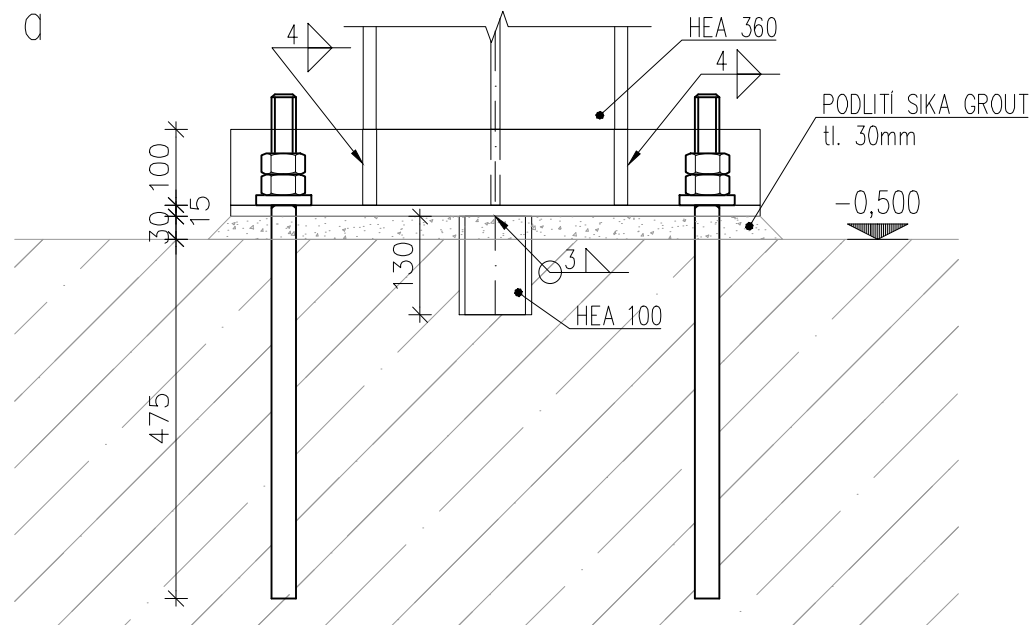
STUPĚŇ REALIZAČNÍ DOKUMENTACE		
STAVEBNÍ OBJEKT S001		
ČÁST STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ		
VYPRACOVAL JAKUB FRIBERT		PARĚ
DATUM 13.12.2020	MĚŘÍTKO 1:200	FORMÁT 2xA4
NÁZEV VÝKRESU ŘEZ A POHLED JEŘÁBOVÁ HALA ZBUZANY		
ČÍSLO VÝKRESU 006		

DETAIL 1
M:1:10
PŮDORYS

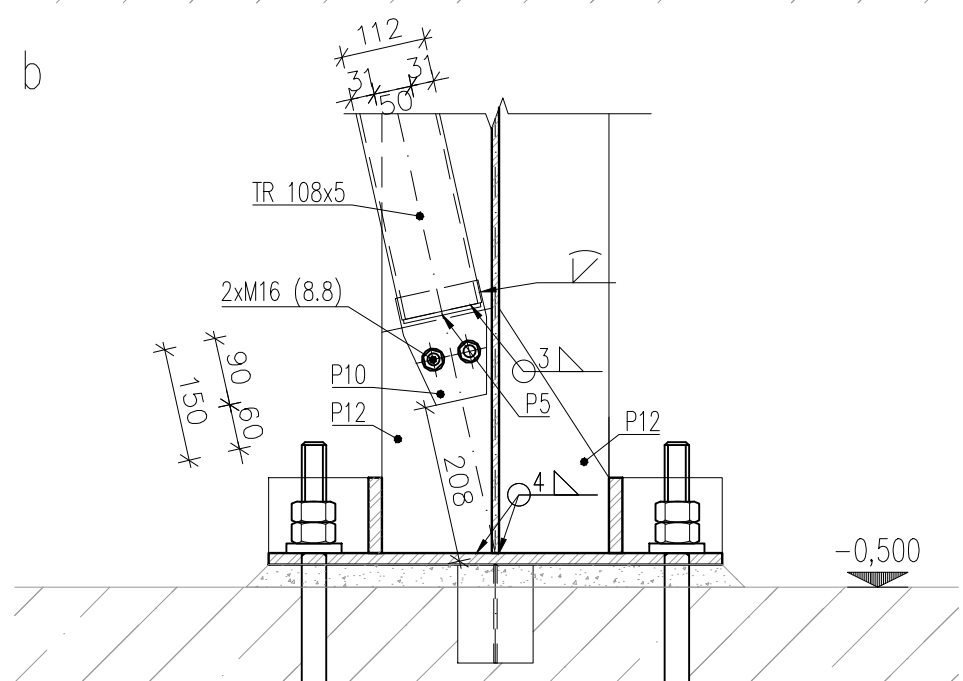


▲ a

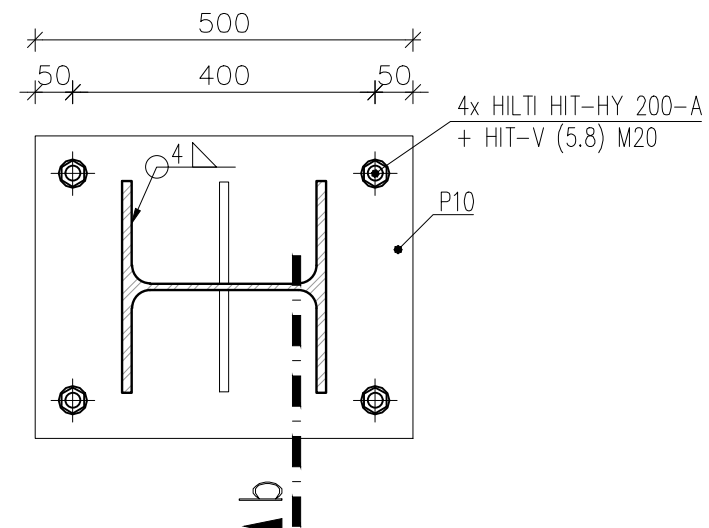
ŘEZ a



ŘEZ b

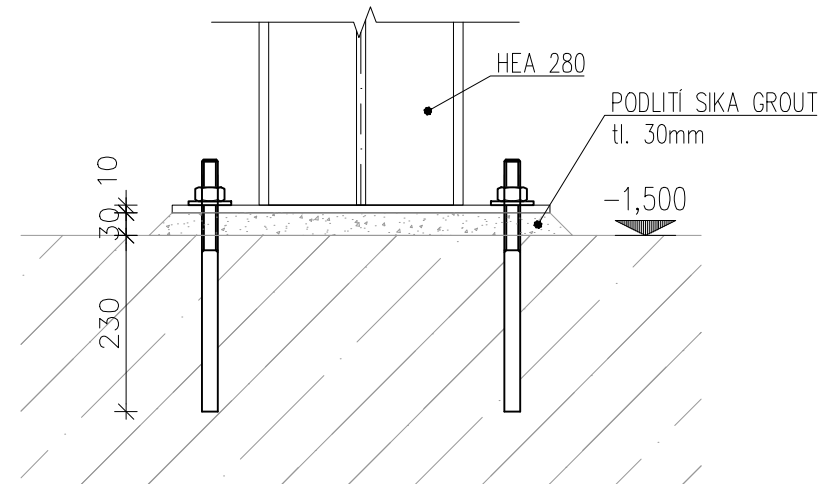


DETAIL 2
M:1:10
PŮDORYS

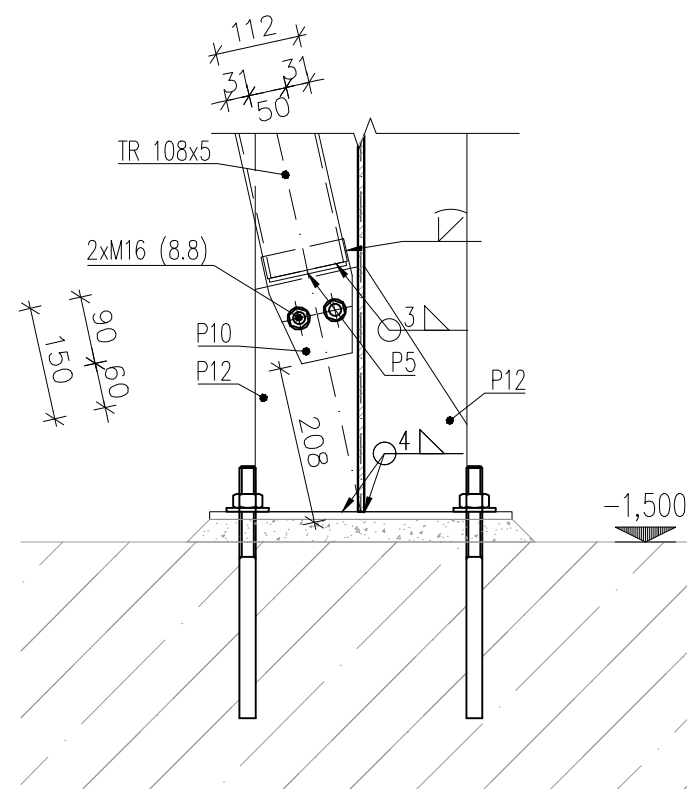


▲ a

ŘEZ a



ŘEZ b

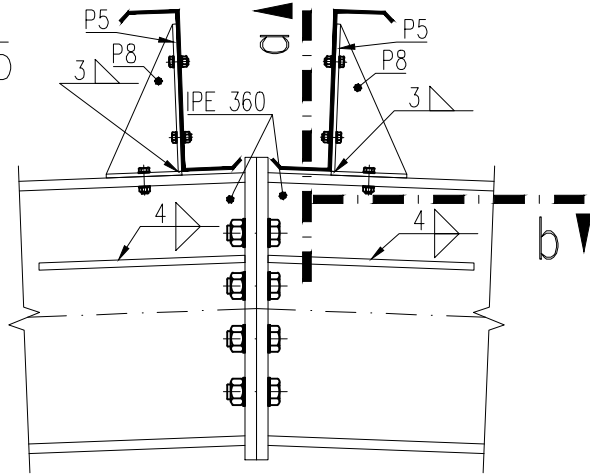


TŘÍDA PROVEDENÍ: EXC2
 OCEL: S355
 PLECHY: S355
 SVARY: fu= 490 MPa
 SPOJOVACÍ MATERIÁL: 5.8; fu=500 MPa
 8.8; fu=800 Mpa

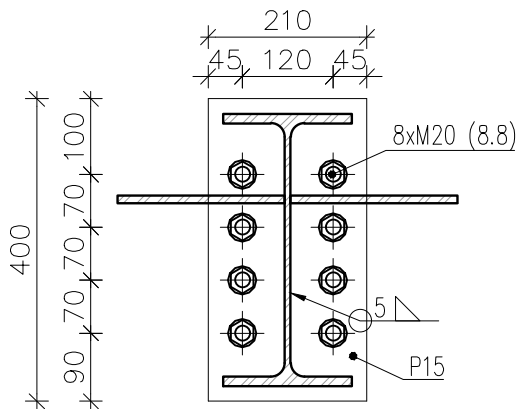
BETONOVÉ PATKY
 Beton musí splňovat požadavky ČSN EN 206+ČSN P 73 2404
 C20/25

STUPĚŇ REALIZAČNÍ DOKUMENTACE		
STAVEBNÍ OBJEKT S001		
ČÁST STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ		
VYPRACOVAL JAKUB FRIBERT		PARÉ
DATUM 13.12.2020	MĚŘÍTKO 1:10	FORMÁT 2xA4
NÁZEV VÝKRESU DETAILY 1,2 JEŘÁBOVÁ HALA ZBUZANY		
ČÍSLO VÝKRESU 007		

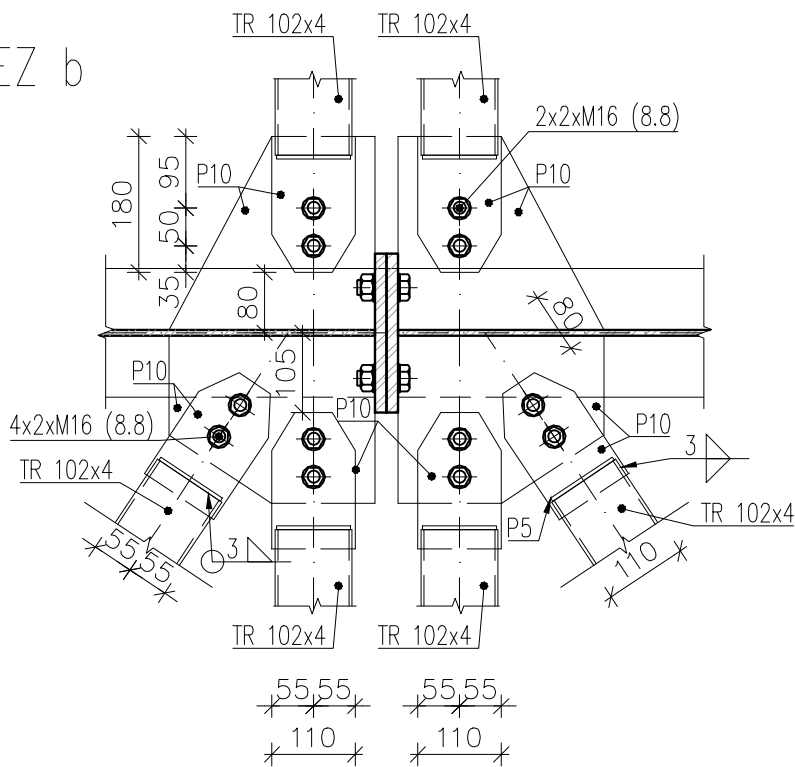
DETAIL 5
M:1:10
POHLED



ŘEZ a



ŘEZ b



TŘÍDA PŘÍKRYTÍ: EXC2
 OCEL : S355
 PLECHY: S355
 SVARY: $f_u = 490 \text{ MPa}$
 SPOJOVACÍ MATERIÁL: 5.8; $f_u = 500 \text{ MPa}$
 8.8; $f_u = 800 \text{ MPa}$

STUPEŇ REALIZAČNÍ DOKUMENTACE		
STAVEBNÍ OBJEKT S001		
ČÁST STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ		
VYPRACOVAL JAKUB FRIBERT		PARÉ
DATUM 13.12.2020	MĚŘÍTKO 1:10	FORMÁT 1xA4
NÁZEV VÝKRESU DETAIL 5 JEŘÁBOVÁ HALA ZBUZANY		
ČÍSLO VÝKRESU 009		

Diplomová práce

Technická zpráva

Jeřábová hala ve Zbuzanech u Prahy

Jakub Fribert
13.12.2020

Obsah

1.	Statická část	2
1.1.	Účel stavby.....	2
1.2.	Architektonické a dispoziční řešení.....	2
1.3.	Statické schéma	2
1.4.	Základové poměry.....	2
1.5.	Výpočet zatížení.....	2
1.6.	Metody výpočtu.....	2
1.7.	Posouzení konstrukce	3
1.8.	Navržené prvky	3
1.9.	Ztužení	3
1.10.	Kotvení.....	3
1.11.	Jeřábová dráha.....	3
1.12.	Ochrana ocelové konstrukce.....	3
1.13.	Montáž ocelové konstrukce	4
1.14.	Závěr	4
2.	Soubor použitých norem a literatury	4

1. Statická část

1.1. Účel stavby

Stavební objekt se nachází v ulici Na Sadech ve Zbuzanech u Prahy. Účelem stavebního objektu je provoz truck-servisu. Objekt se skládá ze tří částí, které jsou rozděleny do dvou dilatačních celků. První částí (a zároveň první dilatační celek) je hala s jeřábovou drahou, kde bude servis provozován. Druhou částí je skladová hala s mezipatrem, ve které budou skladovány díly. Třetí částí bude zázemí, šatny a kanceláře. Druhá a třetí část tvoří druhý dilatační celek.

1.2. Architektonické a dispoziční řešení

Stavební objekt bude jednopodlažní s vloženým patrem v druhé části s přechodem do první. Rozměry první části jsou 36 x 32 x 10 m. Rozměry druhé části jsou 36 x 20 x 10 m. Rozměry třetí přístavkové části jsou 24x16x4,6 m.

1.3. Statické schéma

Hlavní příčná vazba první části je řešena jako dvoulodní plnostěnný rám uložený na jednosměrně vetknuté sloupy, o rozpětí 2x16 m. Hlavní příčná vazba druhé části o rozpětí 20 m je řešena jako kloubově uložený příhradový vazník na jednosměrně vetknuté sloupy. Vazník je svařovaný z kruhových trubek a má montážní styk v polovině rozpětí. Příčná vazba přístavku je řešena jako půl rám s kloubově uloženým sloupem. Vaznice jsou navrženy jako prosté nosníky uložené na horní pás vazníku nebo pásnici rámu. Na koncích budovy je první vazba stejná jako zbytek části a fasádní sloupy jsou předsazené. Detailní schéma viz výkresová dokumentace. Materiál uvažovaný při výpočtech je ocel S355-J2 pro ocelové pruty a ocel 8.8 a 5.8 pro spojovací materiál. Materiál použitý pro vaznice je S350-GD. Třída provedení EX-C2.

1.4. Základové poměry

Základové poměry jsou uvažovány dle geovědní mapy. Horninový typ je sediment zpevněný, hornina je tmavošedý jílovec zpevněný. Pro předběžný výpočet základové konstrukce byly zvoleny charakteristiky zemin: Efektivní koheze – 10 kPa; Efektivní úhel vnitřního tření – 17°; Objemová tíha zeminy – 21 kN/m³.

1.5. Výpočet zatížení

Uvažované zatížení bude: sněhové, větrové, stálé od konstrukcí skladeb a stálé od nosné konstrukce, užité pro skladovací plochy a stálé od zatížení jeřábu.

Sněhové zatížení se týká první sněhové oblasti, základní charakteristické zatížení je 0,6 kN/m². Součinitel expozice a tepelný součinitel jsou rovny 1,0. Detailní výpočet viz statický výpočet.

Větrové zatížení se týká druhé větrové oblasti a kategorie terénu 3. Pro zjednodušení je uvažována náhradní obdélníková konstrukce s délkou 73 m šířkou 36,5 m a výškou 10 m. Detailní výpočet viz statický výpočet.

Stálé zatížení od jednotlivých obvodových konstrukcí viz statický výpočet.

1.6. Metody výpočtu

Metody výpočtu se liší dle jednotlivých částí. Byl vytvořen samostatný 3D model pro první část, jehož výstup je přiložen ve statickém výpočtu. Druhá a třetí část byla vymodelována ve 2D modelu. Tyto modely byly vytvořeny v programu SCIA Engineer a výpočetní metodou je numerická metoda konečných prvků. Vnitřní síly z tohoto programu byly použity pro další posouzení konstrukcí. Převzaty jsou z tohoto modelu také veškeré deformace. Pro posouzení 1. mezního stavu pak byl použit výpočetní software Excel s pomocí výpočtu některých stabilitních součinitelů v programech LTBeamN a SCIA Engineer. LTBeamN stejně jako SCIA využívá numerické metody konečných prvků.

1.7. Posouzení konstrukce

Posouzení proběhlo na dvou úrovních, a to sice posouzení 1. a 2. mezního stavu. Posouzení MSÚ proběhlo v programu Excel. Posouzení MSP pak proběhlo ručně pomocí výsledků z programu SCIA Engineer. Všechny konstrukce jsou navrženy tak, aby vyhověly na oba mezní stavy dle platných norem, viz kapitola 2. Dimenze prvků viz výkresová dokumentace. Výpočet jednotlivých prvků viz výpočtová dokumentace.

1.8. Navržené prvky

První dilatační celek má hlavní nosné sloupy navržené profilu HEA 360 se středním sloupem HEA 280. Hlavním vodorovným prvkem je plnostěnný nosník IPE 360. Vaznice jsou tenkostěnného profilu Z 210/2,5. Fasádní sloupy jsou navrženy profilu HEA 200. Sloupy pro nesená mezipatra jsou navrženy dimenze HEA 220. Stropnice nesoucí mezipatro jsou navrženy dimenze IPE 270, průvlaky IPE 400. Jeřábová dráha je navržena dimenzí HEA 360 s konzolou HEA 300.

Druhý dilatační celek má hlavní nosné sloupy navržené profilu HEA 280 s přístavkovými sloupy HEA 200 a HEA 100 (střední sloupek). Hlavním vodorovným prvkem je příhradový vazník složený z kruhový trubkových profilů TR 108x5 (horní a spodní pás), TR 63,5x5 (svislíce) a TR 54x5 (diagonála). Přístavková část má hlavní vodorovný prvek profilu IPE 270. Vaznice jsou tenkostěnného profilu Z 210/2,5 pro halovou část a Z 240/3,0 pro část přístavku. Fasádní sloupy jsou navrženy profilu HEA 200. Sloupy pro nesená mezipatra jsou navrženy dimenze HEA 220. Stropnice nesoucí mezipatro jsou navrženy dimenze IPE 270, průvlaky IPE 400. Detailnější přehled prvků viz výkresová část.

1.9. Ztužení

Objekty hal jsou ztuženy v rovině střechy příčným a podélným střešním ztužidlem profilu TR 102x4 a hlavními svislými podélnými ztužidly v obou podélných stěnách hal profilu TR 102x4. Stěnová ztužidla přebírající zatížení ze střešních ztužidel jsou dimenze TR 108x5. Příčné vazníky jsou ztužovány podélným svislým ztužidlem s prvky tvořenými pruty profilu TR 102x4 v polovině rozpětí. Přístavek je ztužen v příčném směru svislým stěnovým ztužidlem.

1.10. Kotvení

Byl proveden předběžný výpočet rozměrů základových patek dle základových poměrů. Kotvení hlavních sloupů (HEA 360) v první části bylo navrženo jako vetknutí ze 4 lepených kotevních šroubů M27 se smykovou zarážkou profilu HEA 100 na základové patce 3,4 x 1,4 x 1,0 m. Kotvení středních sloupů (HEA 280) bylo navrženo kloubově ze 4 lepených šroubů M20 na základové patce 1,7 x 1,5 x 1,0 m. Kotvení hlavních sloupů (HEA 280) v první části bylo navrženo jako vetknutí ze 4 lepených kotevních šroubů M24 se smykovou zarážkou profilu HEA 100 na základové patce 3,4 x 1,4 x 1,0 m. Kotvení přístavkových sloupů (HEA 200) bylo navrženo kloubově ze 4 lepených šroubů M16 na základové patce 1,7 x 1,5 x 0,6 m. Patky jsou uvažovány vyztužené. Beton je uvažován C 20/25, výztuž B500B.

1.11. Jeřábová dráha

Jeřábová dráha je navržena pro třídu zvedacího zatížení HC2. Nosnost jeřábové dráhy je navržena do 10 t. Typ kolejnice je použit JKL 55.

1.12. Ochrana ocelové konstrukce

Ochrana ocelové konstrukce proti korozi bude na úrovni C2 a bude řešena nátěry. Základní nátěr bude akrylový, dvouvrstvý o tloušťce 80 µm. Finální nátěr bude akrylový, dvouvrstvý o tloušťce 40 µm.

1.13. Montáž ocelové konstrukce

Po osazení sloupů se stěnovými ztužidly a jeřábovými drahami budou přišroubovány vazníky a nosníky se střešními ztužidly. Následovat bude osazení fasádních sloupů, a nakonec bude připojena část přístavku. Všechny spoje jsou šroubované. Spojovací materiál ocel-ocel je pevnosti 8.8 a pro spoje ocel-beton 5.8.

1.14. Závěr

V rámci projektu byla navržena kompletní nosná ocelová konstrukce jeřábové haly.

2. Soubor použitých norem a literatury

Normy:

ČSN EN 1991-1-1	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
ČSN EN 1991-1-3	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem
ČSN EN 1991-1-4	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
ČSN EN 1991-3	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 3: Zatížení od jeřábů a strojního vybavení
ČSN EN 1993-1-1	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1993-1-8	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – část 1-8: Navrhování styčnicků
ČSN EN 1993-1-9	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-9: Únava
ČSN EN 1993-6	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 6: Jeřábové dráhy

Skripta:

Vraný T., Eliášová M., Jandera M.: Ocelové konstrukce 02 - cvičení, ČVUT Praha, 2015

Wald F. a kolektiv: Prvky ocelových konstrukcí – příklady podle eurokódů

Pilgr M. – Kovové konstrukce – Výpočet jeřábové dráhy pro mostové jeřáby podle ČSN EN 1991-3 a ČSN EN 1993-6

Tabulky:

Vraný T., Wald F.: Ocelové konstrukce - tabulky, ČVUT Praha, 2009

Webové stránky výrobců:

<http://www.kovprof.cz>

Software:

SCIA Engineer

MS Excel

MS Word

Autocad

Hilti Profis Anchor

LTBeamN

SPANer

Teplo EDU