



FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

Sportovní hala s obloukovou střechou

Arched sports hall

BAKALÁŘSKA PRÁCE

Vedoucí práce: doc. Ing. Michal Jandera, Ph.D.

Autor: Matiukhov Mykyta

Praha, 2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracoval samostatně za použití uvedené literatury a pramenů.

V Praze dne 15.5.2022

.....
Matiukhov Mykyta

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu panu doc. Ing. Michalu Janderovi, Ph.D. za ochotu a čas, který mi věnoval během zpracování práce.

V Praze dne 15.05.2022

Matiukhov Mykyta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Matiukhov Jméno: Mykyta Osobní číslo: 484550
Zadávající katedra: Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí
Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Sportovní hala s obloukovou střechou
Název bakalářské práce anglicky: Arched sports hall

Pokyny pro vypracování:

Návrh nosné ocelové konstrukce, jejích hlavních prvků (vnitřní vazba, štítová stěna, ztužení) a vybraných detailů. Výkresová dokumentace konstrukce (půdorys, vybrané řezy, pohledy, navržené detaily). Technická zpráva.

Seznam doporučené literatury:

Návrh konstrukce bude proveden dle evropských norem. Tj. zejména využití částí ČSN EN 1991 a ČSN EN 1993.

Jméno vedoucího bakalářské práce: Michal Jandera

Datum zadání bakalářské práce: 17.2.2022 Termín odevzdání bakalářské práce: 15.5.2022
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 bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

17.2.2022

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Abstrakt

Práce je zaměřena na statické posouzení ocelové konstrukce sportovní haly s obloukovou střechou. Konstrukce má obdélníkový půdorys o rozměru 24x54 m. Budova je řešena jako obloukový vazník uložený na sloupy. Prostorovou tuhost konstrukce zajišťují svislá stěnové příčné ztužení, střešní příčné ztužení, stěnové podélné ztužení a střešní svislé ztužení.

Statický výpočet byl proveden podle příslušných norem. Pro určení vnitřních sil konstrukce hlavní a štítové vazby byly vymodelovány v programu SCIA Engineer 21.1. Práce se skládá z technické zprávy, statického výpočtu, výkresové dokumentace a příloh.

Klíčová slova:

Ocelová konstrukce, obloukový nosník, sloup, momentová spojnice, diagonální ztužidlo, přípoj, montážní spoj, kloubová patka.

Abstract

The work focuses on the structural design of the steel structure of a sports hall with an arched roof. The structure has a rectangular plan with dimensions 24x54 m. The building is designed as an arch truss placed on columns. The spatial rigidity of the structure is provided by vertical wall cross bracing, roof cross bracing, wall longitudinal bracing and roof vertical bracing.

The static calculation was carried out according to the relevant standards. To determine the internal forces of the structure the main and gable ties were modelled in SCIA Engineer 21.1. The work consists of a technical report, static calculation, drawing documentation and attachments.

Keywords:

Steel structure, arch beam, column, moment connection, diagonal stiffener, connection, assembly connection, column base.



Sportovní hala s obloukovou střechou

BAKALÁŘSKA PRÁCE

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Vedoucí práce: doc. Ing. Michal Jandera, Ph.D.

Autor: Matiukhov Mykyta

Praha, 2022

OBSAH

1. POPIS KONSTRUKCE.....	2
2. POPIS NOSNÉ KONSTRUKCE.....	2
3. ZATÍŽENÍ.....	2
4. POUŽITÉ MATERIALY.....	2
5. POUŽITÉ NORMY.....	2
6. VÝROBA OCELOVÉ KONSTRUKCE.....	2
7. MONTÁŽ OCELOVÉ KONSTRUKCE.....	3
8. OCHRANA PROTI KOROZI.....	3
9. OCHRANA PROTI POŽÁRU.....	3
10. POUŽITÉ PROGRAMY.....	3
11. POUŽITÁ LITERATURA.....	3

1. POPIS KONSTRUKCE

Tématem této bakalářské práce je návrh sportovní haly s obloukovou střechou. Stavba se nachází v Praze. Objekt je obdélníkového půdorysného tvaru o rozměru 24x54 m. Vnitřní část objektu umožňuje využití 1296 m² plochy pro sportovní účely.

2. POPIS NOSNÉ KONSTRUKCE

Nosná konstrukce haly se skládá ze hlavní a štítové vazby. Hlavní vazba je navržena jako Vierendeelův obloukový nosník. Vrchol oblouku dosahuje výšky 9.575 m. Horní a spodní pasy nosníku jsou z obdélníkových trubek 150/100/6.3 mm. Spojnice mezi pasy je z hranaté trubky 100/100/4.0. Nosník je svařovaný a pro jeho přepravu byl rozdělen do 3 dílců spojovaných šroubovanými přípoji. Ve spodní části oblouku je přes plech navařen na sloupky z čtvercových trubek 100/100/3.0 a 100/100/5.0. Osová vzdálenost mezi vazbami je 6.0 m. Štítová vazba se skládá z oblouku profilu HEA 120, uloženého na pět sloupů, rozmístěné po cca 6.0 m podél oblouku.

Zatížení od příčného větru přenáší stěnové příčné ztužení ve štítové vazbě a střešní příčná ztužidla. Jsou tvořena čtvercovými trubkami různých dimenzí.

Podélný vítr je přenášen stěnovými ztužidly a svislým střešním ztužením. Podélná stěnová ztužidla se nachází ve dvou krajních a jednom prostředním poli, a je tvořeno diagonálně rozmístěnými čtvercovými trubkami 70/70/3.2.

Konstrukce je založená kloubově na betonových patkách. Kotvení sloupů je zajištěno pomocí injektážních galvanizovaných kotev M20 a M24 se smykovou zarážkou u běžné vazby.

3. ZATÍŽENÍ

Zatížení od sněhu je spočítáno pro 3 varianty: nenavátý sníh, 2 varianty s navátým sněhem. Charakteristická hodnota zatížení sněhem byla odečtena ze sněhové mapy ČR pro Prahu (I. oblast - $s_k = 0.7$ kPa).

Pro zatížení větrem je uvažována základní rychlost větru dle mapy větrných oblastí na území ČR pro oblast II (Praha) a III. kategorie terénu.

Užité zatížení nebylo uvažováno ve výpočtu. Ve značení užitého zatížení v statickém výpočtu bylo použito zatížení od technického zařízení (osvětlení, větrání).

4. POUŽITÉ MATERIALY

Ocel: S355JR - Svislé nosné konstrukce, vodorovné nosné konstrukce, čelní desky
S235JR - Ztužidla, spojovací plechy
S320GD - Trapézové plechy
Beton: C20/25, XC2, Cl 0,2 –Dmax 22 mm–S2 - Základové konstrukce
Šrouby: 8.8
Kotvení: FHB II-A L 210/50

5. POUŽITÉ NORMY

ČSN EN 1991-1-3: Obecná zatížení – zatížení sněhem
ČSN EN 1991-1-4: Obecná zatížení – zatížení větrem
ČSN EN 1993-1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1993-1-8: Navrhování styčnic

6. VÝROBA OCELOVÉ KONSTRUKCE

Konstrukce bude provedena dle třídy provedení EXC2.

U plechu namáhaných kolmo na jejich povrch by bylo nutné stanovit hodnotu Z_{Ed} .

7. MONTÁŽ OCELOVÉ KONSTRUKCE

Montáž ocelových konstrukcí bude provedena pomocí mobilního jeřábu. Nejprve se smontuje hlavní vazba, pak štíťová vazba a ztužující prvky, následně obvodový a střešní plášť.

8. OCHRANA PROTI KOROZI

Veškeré ocelové konstrukce jsou zabudovány v interiéru budovy, kde se nenachází agresivní ani vlhké prostředí.

Protikorozní ochrana je navržena v souladu s ČSN EN ISO 12944 (1998):

- Stupeň korozní agresivity: C2 – nízká (prostory s občasou kondenzací)
- Předpokládaná životnost: Vysoká(H) – více než 15 let
- Příprava povrchu: Sa 21/2 – Otryskávání – odstranění okují, rzi, nátěrů a cizích látek
- Zvolený nátěrový systém: ISO 12944-5/A2.02.
- Požadovaná tloušťka suchého povlaku vrchního nátěru: 120 μm
- Ocelové profily budou natřeny dílensky 1-2 x základním nátěrem a 1-2 x vrchním nátěrem.
- Veškeré šrouby jsou také chráněny zinkovou povrchovou úpravou.

9. OCHRANA PROTI POŽÁRU

Návrh požární bezpečnosti není součástí této práce, je potřeba ji navrhnout.

10. POUŽITÉ PROGRAMY

Autodesk AutoCad 2022

SCIA Engineer 21.1

LTBeam 1.0

FIXPERIENCE

PTC Mathcad 7.0.0.0

Advance Steel 2021

10. POUŽITÉ LITERATURA

- [1] Michal Jandera, Martina Eliášová, Tomáš Vraný, Ocelové konstrukce 01 - Cvičení, Praha: ČVUT, 2015.
- [2] „ČSN EN 1993-1-1,“ Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, 1.2007.
- [3] Vraný Tomáš, Wald František, Ocelové konstrukce, tabulky, Praha: ČVUT, 2009.
- [4] „ČSN EN 1993-1-8,“ Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčnicků, 7.2011.

- [5] „ČSN EN 1991-1-3,“ Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem, 6.2013.
- [6] „ČSN EN 1991-1-4,“ Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem, 4.2013.
- [7] „Technický list "Arval", „https://svf.uniza.sk/kskm/subory/KK/Trapezove_profily“

- [8] „Technický list "KINGSPAN", „<https://www.kingspan.com/cz/cs-cz/produkty/izolacni-sendvicove-panely/stenove-izolacni-panely/stenovy-sendvicovy-panel-ks1150-nf>“



Sportovní hala s obloukovou střechou

BAKALÁŘSKA PRÁCE

STATICKÝ VÝPOČET

Vedoucí práce: doc. Ing. Michal Jandera, Ph.D.

Autor: Matiukhov Mykyta

Praha, 2022

Popis použitých symbolů

A	plocha průřezu
A_c	půdorysná plocha patky
A_{eff}	efektivní plocha
A_y	smyková plocha ve směru hlavní osy y
A_z	smyková plocha ve směru hlavní osy z
a	výška profilu
a_0	délka patního plechu
a_c	délka patky
a_l	započitatelná délka patky
b	šířka profilu
b_c	šířka patky
b_l	započitatelná šířka patky
b_0	šířka patního plechu
c	účinná šířka patní desky
C_e	součinitel expozice
C_{my}	součinitel ekvivalentního momentu pro vzpěr v ose y
C_{mz}	součinitel ekvivalentního momentu pro vzpěr v ose z
C_t	tepelný součinitel
$C_{0,z}$	součinitel ortografie
C_{dir}	součinitel směru větru
C_{season}	součinitel ročního období
d	šířka konstrukce
E	modul pružnosti v tlaku a tahu
f_{ck}	charakteristická pevnost betonu
f_{jd}	návrhová pevnost betonu
F_{Hd}	normálová síla v diagonále
$f_{rd,T}$	návrhové zatížení od větru (tlak)
$f_{rd,S}$	návrhové zatížení od větru (sání)
f_y	mez kluzu oceli
f_u	pevnost oceli v tahu
G	modul pružnosti ve smyku
g_{Rk}	charakteristická únosnost trapézového plechu

g_{EK}	charakteristické zatížení na trapézového plechu
h	výška konstrukce
h_c	výška patky
h_p	výška sloupu běžné vazby
I_t	moment setrvačnosti ve volném kroucení
I_y	moment setrvačnosti k ose y
i_y	poloměr setrvačnosti průřezu k ose y
I_w	výsečový moment setrvačnosti
I_z	moment setrvačnosti k ose z
i_z	poloměr setrvačnosti průřezu k ose z
$l_{zat.}$	zatěžovací šířka pro běžnou vazbu
k_j	součinitel koncentrace napětí
k_t	součinitel turbulence
K_{wt}	bezrozměrný parametr kroucení
k	interakční součinitel
k_{σ}	součinitel kritického napětí
l	délka konstrukce
L_{we}	délka svaru
L_{cr}	vzpěrná délka
l_{eff}	efektivní délka porušení
$M_{y.Ed}$	hodnota ohybového momentu okolo osy y od zatížení
$M_{z.Ed}$	hodnota ohybového momentu okolo osy z od zatížení
$M_{y.Rd}$	hodnota návrhového ohybového momentu okolo osy y od zatížení
$M_{z.Rd}$	hodnota návrhového ohybového momentu okolo osy z od zatížení
N_{Ed}	hodnota normálové síly od zatížení
N_{Rd}	hodnota návrhové normálové síly
q_b	základní dynamický tlak větru (pro střední rychlost)
$q_{p,z}$	maximální hodnota dynamického tlaku
s_k	charakteristická hodnota zatížení sněhem
t_p	tloušťka plechu
t_w	tloušťka profilu
τ	smykové napětí ve svaru
R_x	reakce ve směru x
R_z	reakce ve směru z

U_x	maximální vodorovný posun
U_z	maximální svislý průhyb
V_b	základní rychlost větru
V_{Ed}	hodnota posouvající síly od zatížení
V_{Rd}	hodnota návrhové posouvající síly
w_e	tlak větru
W_y	modul průřezu v ohybu kolem osy y
W_z	modul průřezu v ohybu kolem osy z
$W_{y,pl}$	plastický modul průřezu v ohybu kolem osy y
$W_{z,pl}$	plastický modul průřezu v ohybu kolem osy z
Z_{min}	minimální výška
Z_{max}	maximální výška
Z_0	parametr drsnosti terénu
μ_1	tvarový součinitel zatížení sněhem pro nenavátý sních
μ_3	tvarový součinitel zatížení sněhem pro navátý sních
$\rho_{vzduchu}$	měrná hmotnost vzduchu
a_h	rámové imperfekce
a_{LT}	součinitel imperfekce při klopení
β_w	korelační součinitel pro koutové svary
ϕ	úhel natočení sloupu od svislé roviny
σ_x	normálové napětí
ε	poměrná deformace
λ	štíhlost
λ_p	poměrná štíhlost
χ	součinitel vzpěrnosti
χ_{LT}	součinitel klopení

OBSAH

1. Úvod.....	1
2. Zatížení.....	2
3. Návrh obvodového pláště.....	6
4. Návrh střešního pláště.....	7
5. Rámové imperfekce.....	8
6. Kombinace zatížení.....	8
7. Předběžný návrh konstrukce.....	10
8. Horní pas oblouku.....	10
9. Spodní pas oblouku.....	16
10. Momentová spojnice horního a dolního pasu.....	24
11. Krajní sloupy.....	28
12. Vnitřní šikmé sloupy.....	32
13. Momentová spojnice mezi sloupy.....	36
14. Štítivá vazba - zatížení.....	40
15. Návrh obvodového pláště.....	44
16. Obloukový nosník.....	45
17. Štítové krajní sloupy.....	50
18. Štítové vnitřní sloupy.....	55
19. Štítový prostřední sloup.....	59
20. Vodorovná ztužidla štítové vazby.....	63
21. Diagonální ztužidla štítové vazby.....	66
22. Podélná stěnová diagonální ztužidla.....	69
23. Příčná střešní ztužidla.....	71
24. Detail 1: Patka běžné vazby bez ztužidla.....	74
25. Detail 2: Patka štítové vazby se ztužidlem.....	77
26. Detail 3: Přípoje střešních ztužidel ke štítové vazbě.....	82
27. Detail 4: Montážní styky horního a dolního pásů	88
28. Závěr.....	95

Úvod

Tématem této bakalářské práce je návrh sportovní haly s obloukovou střechou. V rámci práci výpočtu budou navrženy a posouzeny hlavní nosné prvky konstrukce, včetně spojů a vybraných detailů.

Nejdříve bude popsáno zatížení působící na konstrukci. Poté bude provedeno modelování dvou variant obloukového vazníku v programu SCIA Engineer 21.1., porovnání a výběr vhodné varianty. Dále budou navrženy a posouzeny prvky běžné vazby v tlaku, ohybu a kombinaci tlaku a ohybu. Následně bude popsáno zatížení pro štítovou vazbu. Dále budou navrženy a posouzeny prvky štítové vazby v tlaku, v ohybu a v kombinaci tlaku a ohybu. Poté budou navrženy a posouzeny prvky stěnového a střešního ztužení v tlaku a tahu. Následně bude proveden návrh a posouzení 4 vybraných detailů. V poslední části práce bude zpracována výkresová dokumentace navržených prvků.

- Geometrie

$l := 54 \text{ m}$ - délka konstrukce
 $d := 24 \text{ m}$ - šířka konstrukce
 $h := 9.5 \text{ m}$ - výška konstrukce

- Zatížení:

$l_{zat.} := 6 \text{ m}$ - zatěžovací šířka pro běžnou vazbu

- Vlastní tíha

- Je automaticky vygenerována programem SCIA Engineer 21.1

- Klimatická zatížení - sněh

$\mu_1 := 0.8$ - tvarový součinitel zatížení sněhem pro nenavátý sněh

$\mu_3 := 2.0$ - tvarový součinitel zatížení sněhem pro navátý sněh

$C_e := 1$ - součinitel expozice pro normální typ krajiny

$C_t := 1$ - tepelný součinitel

$s_k := 0.7 \frac{kN}{m^2}$ - charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi (Praha, Oblast I)

- Zatížení sněhem: nenavátý sněh

$$s_1 := s_k \cdot \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t = 0.56 \frac{kN}{m^2}$$

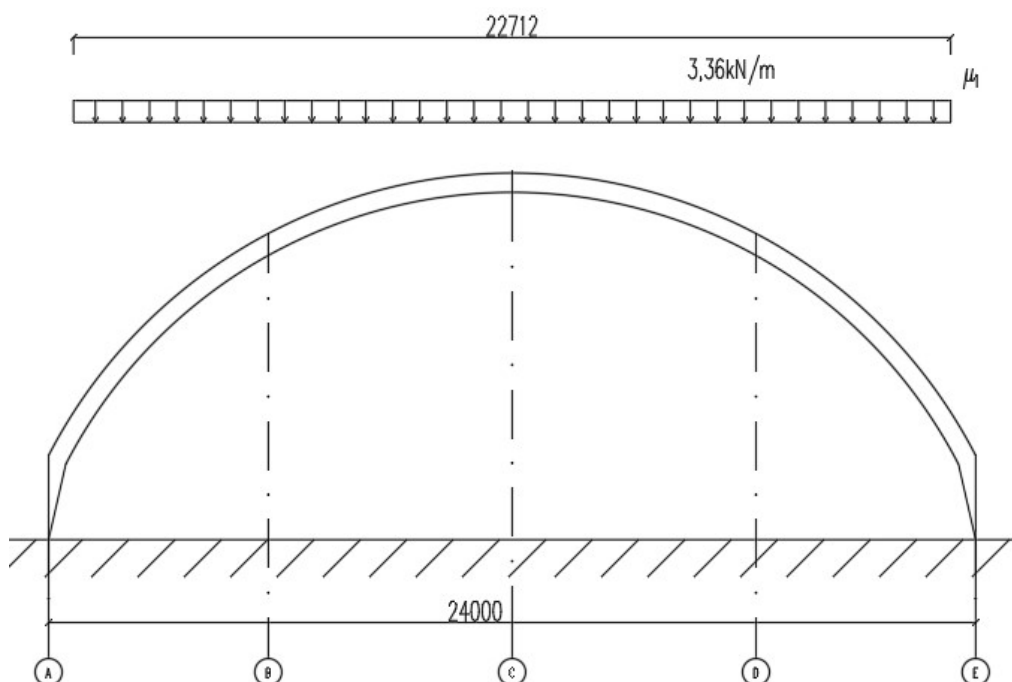
- Zatížení sněhem: navátý sněh 1. varianta

$$s_2 := s_k \cdot \mu_3 \cdot C_e \cdot C_t = 1.4 \frac{kN}{m^2}$$

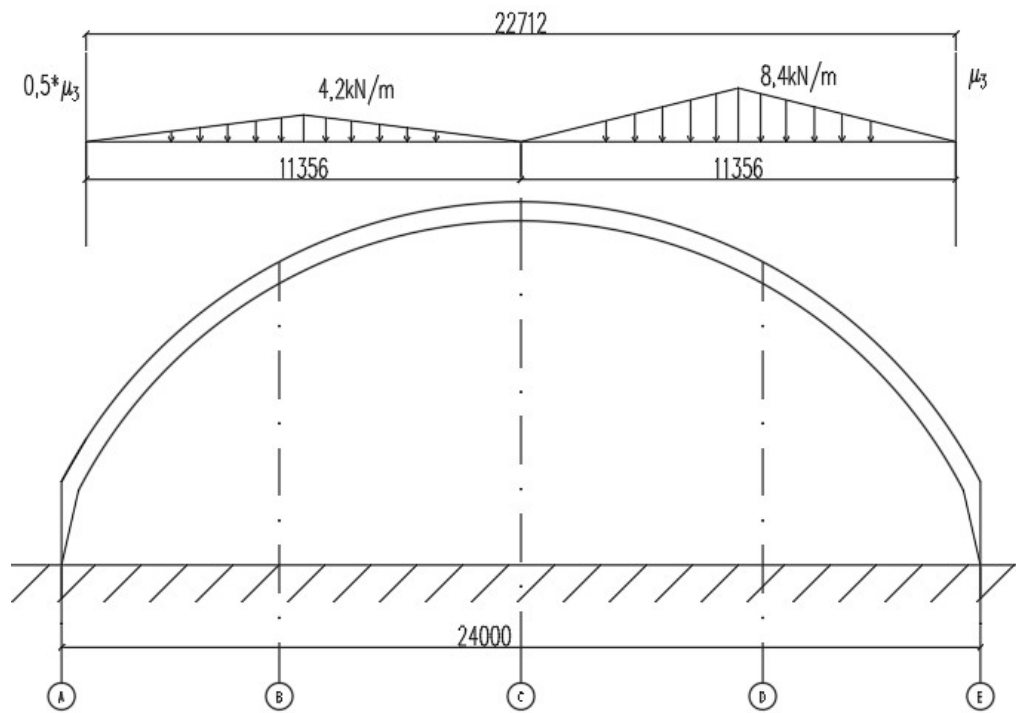
- Zatížení sněhem: navátý sněh 2. varianta

$$s_3 := s_k \cdot 0.5 \cdot \mu_3 \cdot C_e \cdot C_t = 0.7 \frac{kN}{m^2}$$

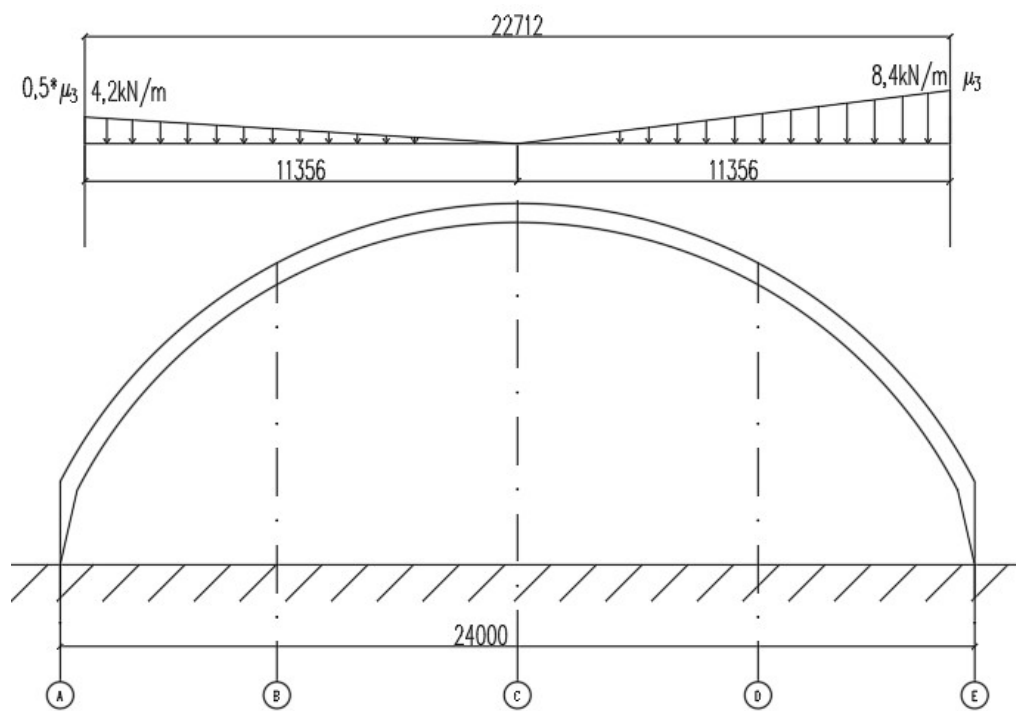
- Nenavátý sněh



- Navátý sníh 1. varianta



- Navátý sníh 2. varianta



- Klimatická zatížení - vítr

$$v_{b,0} := 25 \frac{m}{s}$$

- základní rychlost větru dle mapy větrných oblastí na území ČR

$$C_{dir} := 1$$

pro oblast II (Praha)

- součinitel směru větru

$$C_{season} := 1$$

- součinitel ročního období

- Výpočet základní rychlosti větru

$$v_b := C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 25 \frac{m}{s}$$

$$\rho_{vzduchu} := 1.25 \frac{kg}{m^3}$$

- měrná hmotnost vzduchu

- Základní tlak větru

$$q_b := \frac{1}{2} \cdot \rho_{vzduchu} \cdot v_b^2 = 390.6 \text{ Pa}$$

- Maximální dynamický tlak ve výšce z: $q_b(z)$

$$z_0 := 0.3 \text{ m}$$

- parametr drsnosti terénu

$$z_{min} := 5 \text{ m}$$

- minimální výška

$$z_{max} := 200 \text{ m}$$

- maximální výška

$$z := h = 9.5 \text{ m}$$

$$C_{e,z} := 1.5$$

- součinitel expozice

$$C_{0,z} := 1$$

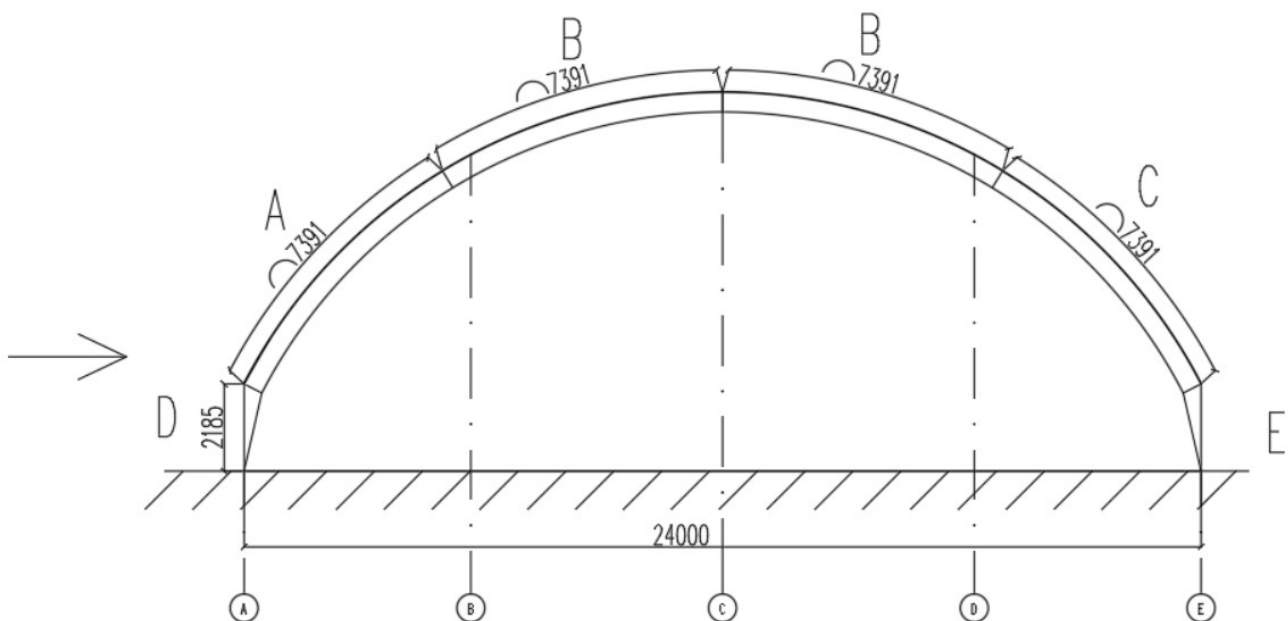
- součinitel ortografie

$$k_f := 1$$

- součinitel turbulence

$$q_{p,z} := C_{e,z} \cdot q_b = 0.586 \frac{kN}{m^2}$$

- Příčný vítr



- Tlak na vnějším povrchu

$$w_e = q_{p,z} \cdot C_{pe.10}$$

$$w_{e,A} := q_{p,z} \cdot 0.38 = 0.223 \frac{kN}{m^2}$$

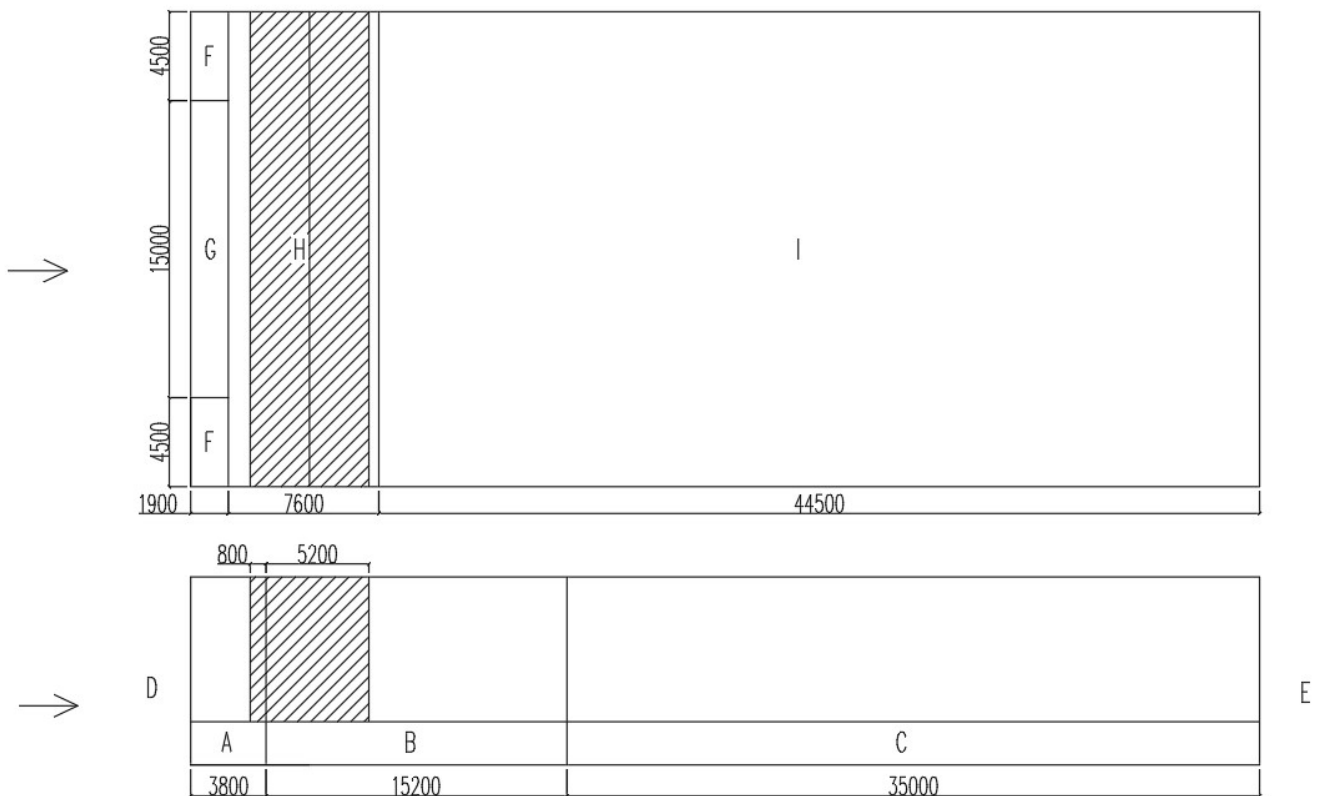
$$w_{e,B} := q_{p,z} \cdot (-1) = -0.586 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,C} := q_{p,z} \cdot (-0.4) = -0.234 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,D} := q_{p,z} \cdot 0.7 = 0.41 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,E} := q_{p,z} \cdot -0.3 = -0.176 \frac{kN}{m^2}$$

- Podélný vítr



- Tlak na vnějším povrchu

$$w_e = q_{p,z} \cdot C_{pe.10}$$

$$w_{e,A} := q_{p,z} \cdot (-1.2) = -0.703 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,F} := q_{p,z} \cdot -1.1 = -0.645 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,B} := q_{p,z} \cdot (-0.8) = -0.469 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,G} := q_{p,z} \cdot -1.4 = -0.82 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,C} := q_{p,z} \cdot (-0.5) = -0.293 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,H} := q_{p,z} \cdot -0.8 = -0.469 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,D} := q_{p,z} \cdot 0.78 = 0.457 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,I} := q_{p,z} \cdot -0.5 = -0.293 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,E} := q_{p,z} \cdot -0.3 = -0.176 \frac{kN}{m^2}$$

- Návrh obvodového pláště (stěnových panelů)

Schéma: prostý nosník o rozpětí 6m
Orientace pnutí: vodorovně pnuté

$$h_p := 2.185 \text{ m}$$

- výška sloupu = výška podélné stěny

	g_k (kN/m ²)	γ_G (-)	g_d (kN/m ²)
<u>Stěnový izolační panel KINGSPAN KS1150 NF 120</u> d=120mm plech vnější: 0,6mm plech vnitřní: 0,4mm profilace M, QuadCore hmotnost 13,28 kg/m ² U=0,15 W/(m ² K)	0,1328	1,35	0,1793
Celkem			0,179

- Zatížení:

Tlak:

$$w_{e,D} = 0.457 \frac{kN}{m^2}$$

Sání:

$$w_{e,A} = -0.703 \frac{kN}{m^2}$$

- Posouzení panelu:

Tlak

$$f_{rk,T} := 0.457 \frac{kN}{m^2}$$

$$l_{max} - 9.12 \text{ m pro } q_{k,t} := 0.5 \frac{kN}{m^2} - l - 6.0 \text{ m}$$

Sání

$$f_{rk,S} := 0.703 \frac{kN}{m^2}$$

$$l_{max} - 6.01 \text{ m pro } q_{k,s} := 0.75 \frac{kN}{m^2} - l - 6.0 \text{ m}$$

Navržený panel VYHOVUJE

• Návrh střešního pláště:

- Schéma: prostý nosník
- Rozpětí: 6m

- Návrh trapézového plechu (prostý nosník)

Trapézový plech TR 153/290/1,0

Typ	Materiál	g_{rk} (kN/m ²)	γ_G (-)	g_{rd} (kN/m ²)
Stálé	Hydroizolace DEKPLAN 76, tl.1,8mm, $g_0=2,2\text{kg/m}^2$	0,022	1,35	0,030
	Izolace ISOVER S tl.100mm, $\gamma=175\text{kg/m}^3$, $g_0=175*10^{-2}*100*10^{-3}$	0,175		0,236
	Izolace ISOVER T tl.100mm, $\gamma=160\text{kg/m}^3$, $g_0=160*10^{-2}*100*10^{-3}$	0,160		0,216
	Parozabrána DEKSEPAR, tl.0,2mm, $g_0=0,185\text{kg/m}^2$	0,185		0,250
	Trap. Plech TR153/290 tl.1,00mm	0,166		0,225
Celkem		0,708		0,956

Tlak (nejpříznivější)			
Typ	g_{Ek} (kN/m ²)	γ_G (-)	g_{Ed} (kN/m ²)
Stálé	0,708	1,35	0,956
Sníh	1,4	1,5	2,1
Vítr	0,223	1,5	0,3345
Celkem	2,331		3,390

Tlak			
Typ	g_{Ek} (kN/m ²)	γ_G (-)	g_{Ed} (kN/m ²)
Stálé	0,708	1	0,708
Sníh	0,56	1	0,56
Vítr	0,223	1	0,223
Celkem	1,491		1,491

MSU:

$$g_{Rk} := 3.84 \frac{kN}{m^2} > g_{Ek} := 3.39 \frac{kN}{m^2}$$

Vyhovuje

MSP:

$$g_{Rk} := 1.73 \frac{kN}{m^2} > g_{Ek} := 1.491 \frac{kN}{m^2}$$

Navržený trapézový plech VYHOVUJE

- Rámové imperfekce:

$$a_h := \frac{2}{2\sqrt{h}} = 0.649 \frac{1}{\sqrt{m}} \quad \frac{2}{3} \leq a_h \leq 1, \text{ proto } a_h := 0.667 \cdot \frac{1}{\sqrt{m}}$$

$m := 2$ - dva sloupy v řadě

$$a_m := \sqrt{0.5 \cdot \left(1 + \frac{1}{m}\right)} = 0.866$$

- Úhel natočení sloupu je:

$$\phi_0 := \frac{1}{200}$$

$$\phi := \phi_0 \cdot a_h \cdot a_m = (2.888 \cdot 10^{-3}) \frac{1}{\sqrt{m}}$$

- Kombinace zatížení:

1. Zatěžovací stavy

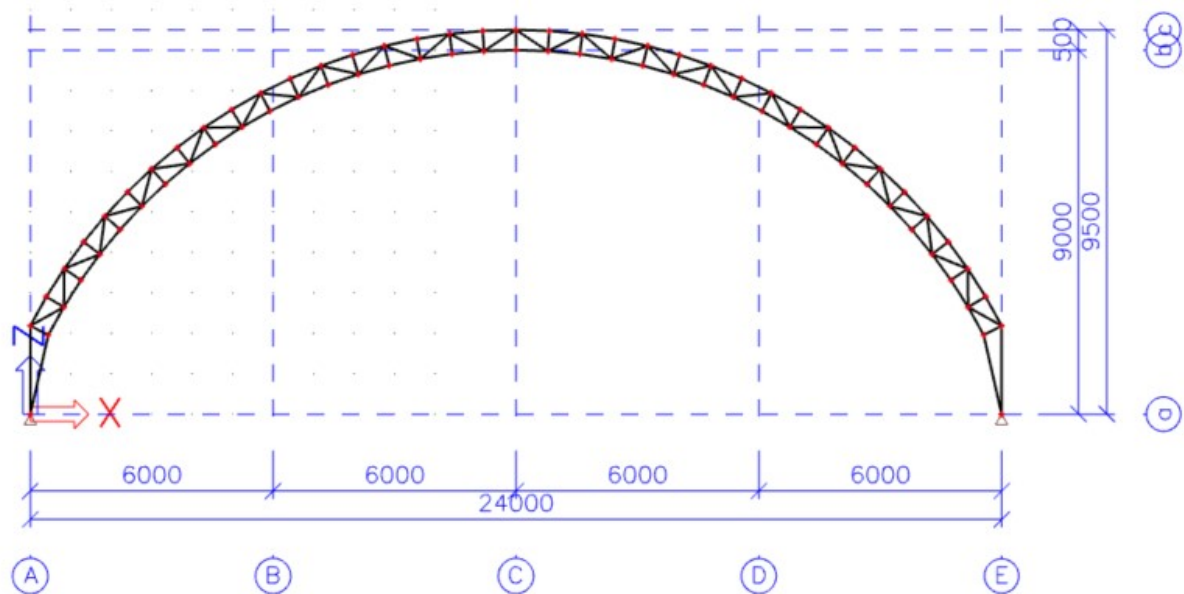
Jméno	Popis Spec	Typ působení Typ zatížení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Řídící zat. stav
ZS1	Vlastní tíha	Stálé Vlastní tíha	Stálé	-Z		
ZS2	Ostatní stálé	Stálé Standard	Stálé			
ZS3	Sníh 1 nenavátý Standard	Proměnné Statické	Sníh		Krátkodobé	Žádný
ZS4	Sníh 2 navátý 1 Standard	Proměnné Statické	Sníh		Krátkodobé	Žádný
ZS5	Sníh 3 navátý 2 Standard	Proměnné Statické	Sníh		Krátkodobé	Žádný
ZS6	Vítr příčný 1 Standard	Proměnné Statické	Vítr		Krátkodobé	Žádný
ZS7	Vítr podélný Standard	Proměnné Statické	Vítr		Krátkodobé	Žádný
ZS8	Sníh 4 navátý 3 Standard	Proměnné Statické	Sníh		Krátkodobé	Žádný
ZS9	Sníh 5 navátý 4 Standard	Proměnné Statické	Sníh		Krátkodobé	Žádný
ZS10	Proměnné Standard	Proměnné Statické	Proměnné		Krátkodobé	Žádný
ZS11	Ostatní stálé: panely	Stálé Standard	Stálé			

Nelineární kombinace												
1	1,35	Vlastní tíha	1,35	Ostatní stálé	1,35	Ostatní stálé: pan.	1,5	Proměnné	1,5	Sníh 1		
2	1,35	Vlastní tíha	1,35	Ostatní stálé	1,35	Ostatní stálé: pan.	1,5	Proměnné	1,5	Sníh 2		
3	1,35	Vlastní tíha	1,35	Ostatní stálé	1,35	Ostatní stálé: pan.	1,5	Proměnné	1,5	Sníh 3		
4	1,35	Vlastní tíha	1,35	Ostatní stálé	1,35	Ostatní stálé: pan.	1,5	Proměnné	1,5	Sníh 4		
5	1,35	Vlastní tíha	1,35	Ostatní stálé	1,35	Ostatní stálé: pan.	1,5	Proměnné	1,5	Sníh 5		
6	1,35	Vlastní tíha	1,35	Ostatní stálé	1,35	Ostatní stálé: pan.	1,5	Proměnné	1,5	Sníh 1	0,9	Vítr příčný 1
7	1,35	Vlastní tíha	1,35	Ostatní stálé	1,35	Ostatní stálé: pan.	1,5	Proměnné	1,5	Sníh 2	0,9	Vítr příčný 1
8	1,35	Vlastní tíha	1,35	Ostatní stálé	1,35	Ostatní stálé: pan.	1,5	Proměnné	1,5	Sníh 3	0,9	Vítr příčný 1
9	1,35	Vlastní tíha	1,35	Ostatní stálé	1,35	Ostatní stálé: pan.	1,5	Proměnné	1,5	Sníh 4	0,9	Vítr příčný 1
10	1,35	Vlastní tíha	1,35	Ostatní stálé	1,35	Ostatní stálé: pan.	1,5	Proměnné	1,5	Sníh 5	0,9	Vítr příčný 1
11	1,35	Vlastní tíha	1,35	Ostatní stálé	1,35	Ostatní stálé: pan.	1,5	Proměnné	0,75	Sníh 1	1,5	Vítr příčný 1
12	1,35	Vlastní tíha	1,35	Ostatní stálé	1,35	Ostatní stálé: pan.	1,5	Proměnné	0,75	Sníh 2	1,5	Vítr příčný 1
13	1,35	Vlastní tíha	1,35	Ostatní stálé	1,35	Ostatní stálé: pan.	1,5	Proměnné	0,75	Sníh 3	1,5	Vítr příčný 1
14	1,35	Vlastní tíha	1,35	Ostatní stálé	1,35	Ostatní stálé: pan.	1,5	Proměnné	0,75	Sníh 4	1,5	Vítr příčný 1
15	1,35	Vlastní tíha	1,35	Ostatní stálé	1,35	Ostatní stálé: pan.	1,5	Proměnné	0,75	Sníh 5	1,5	Vítr příčný 1
16	1,0	Vlastní tíha	1,0	Ostatní stálé	1,0	Ostatní stálé: pan.					1,5	Vítr podélný
17	1,0	Vlastní tíha	1,0	Ostatní stálé	1,0	Ostatní stálé: pan.					1,5	Vítr příčný 1

- Předběžný návrh konstrukce:

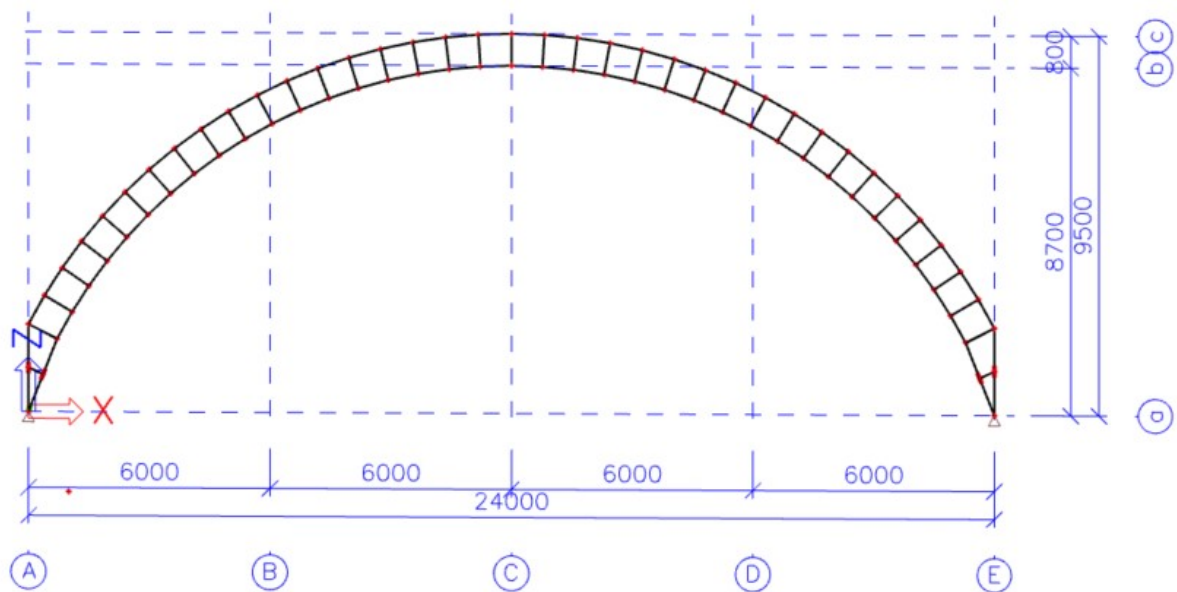
- Varianta 1:

Příhradový obloukový příhradový nosník z kruhových trubek 88,9/5,0



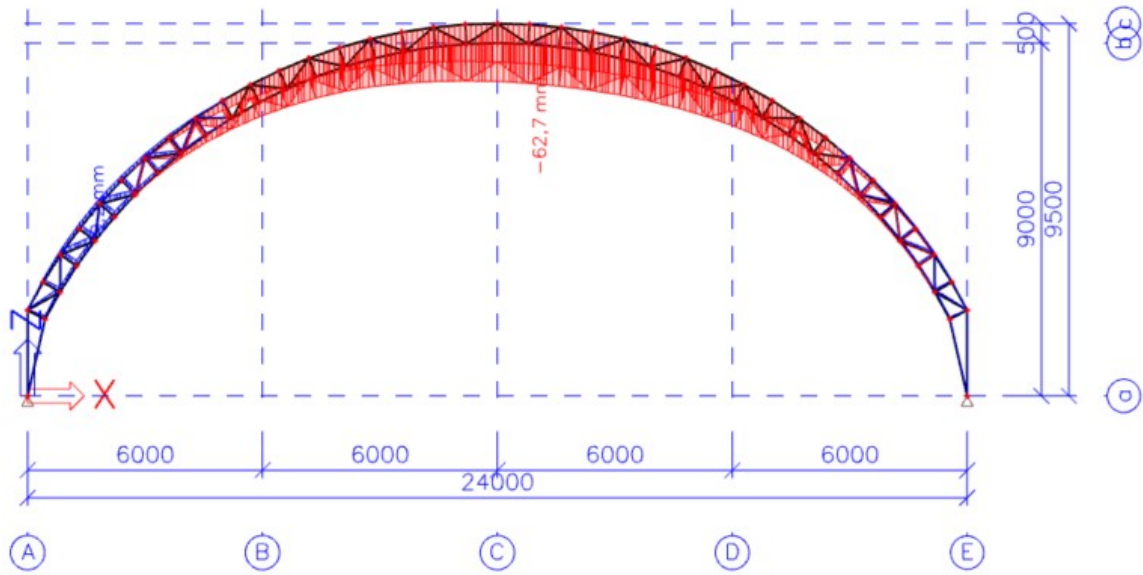
- Varianta 2:

Vierendeelův nosník z hranatých trubek 90/90/5,0

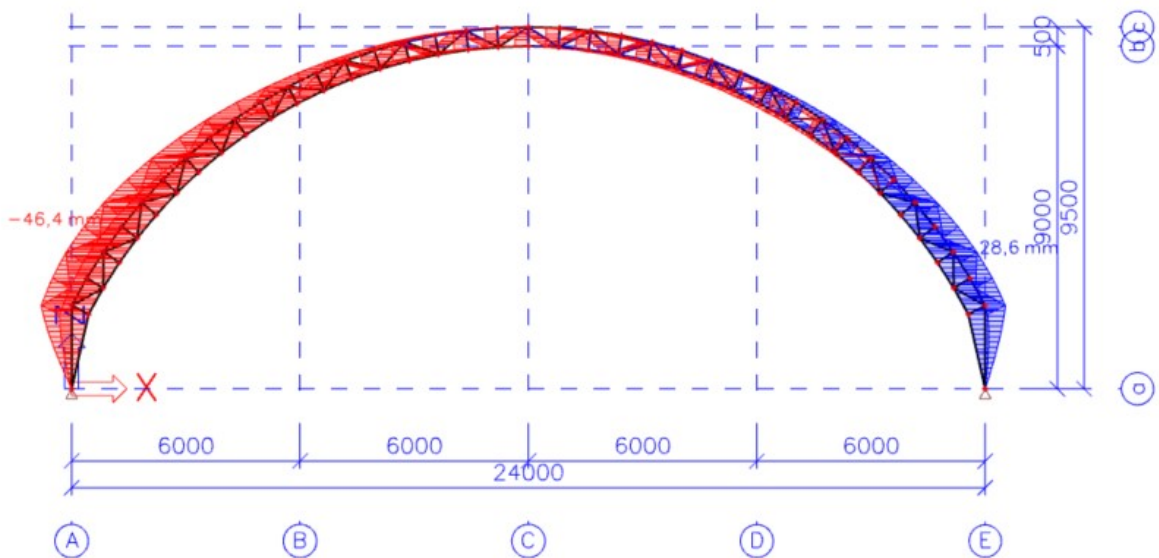


- Varianta 1: průhyby a normálové napětí v konstrukci v MSP

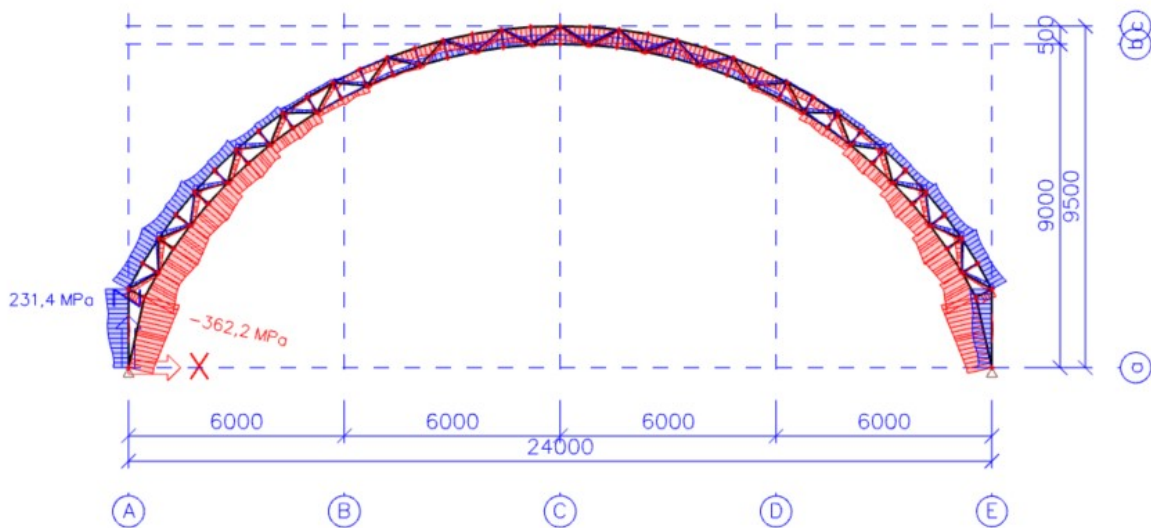
Maximální svislý průhyb: $u_{z,1} := 62.7 \text{ mm}$



Maximální vodorovný posun: $u_{x,1} := 46.4 \text{ mm}$

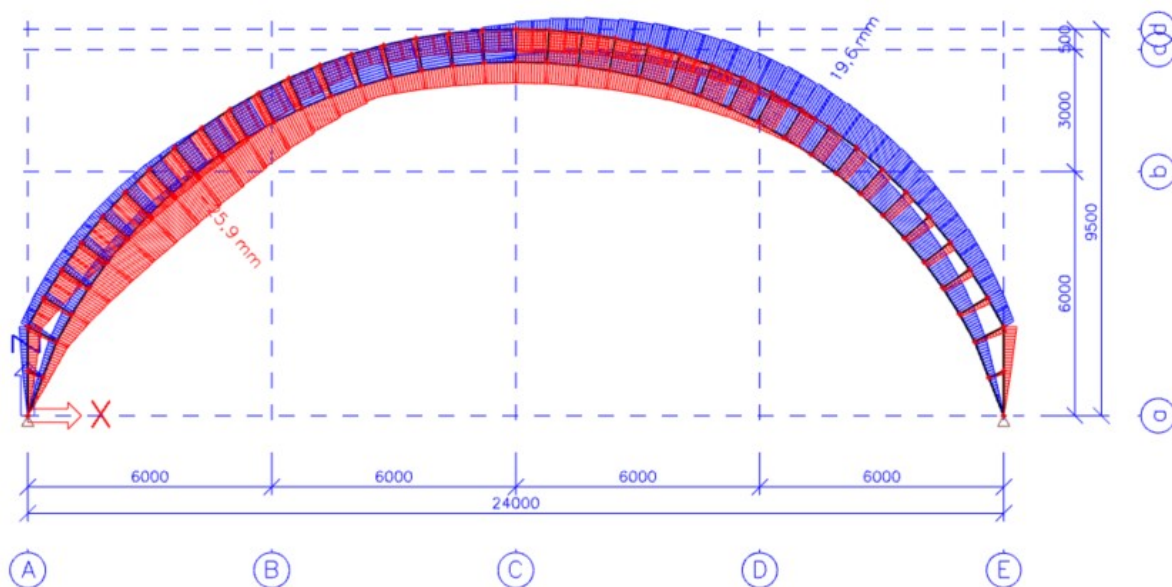


Maximální napětí: $\sigma_{x,1} := 362.2 \text{ MPa}$

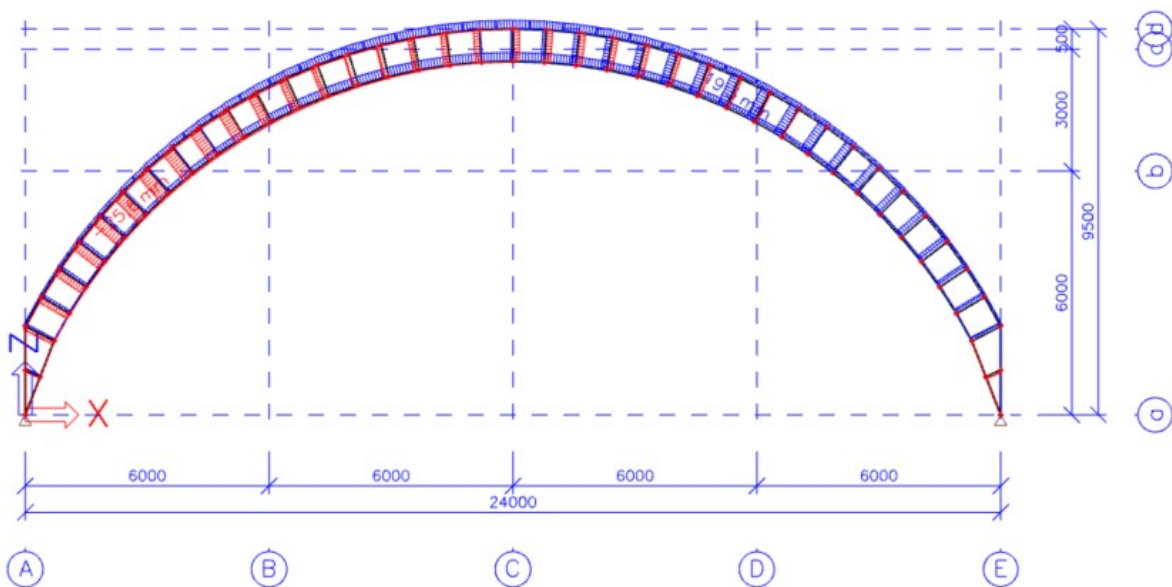


- Varianta 2: průhyby a normálové napětí v konstrukci v MSP

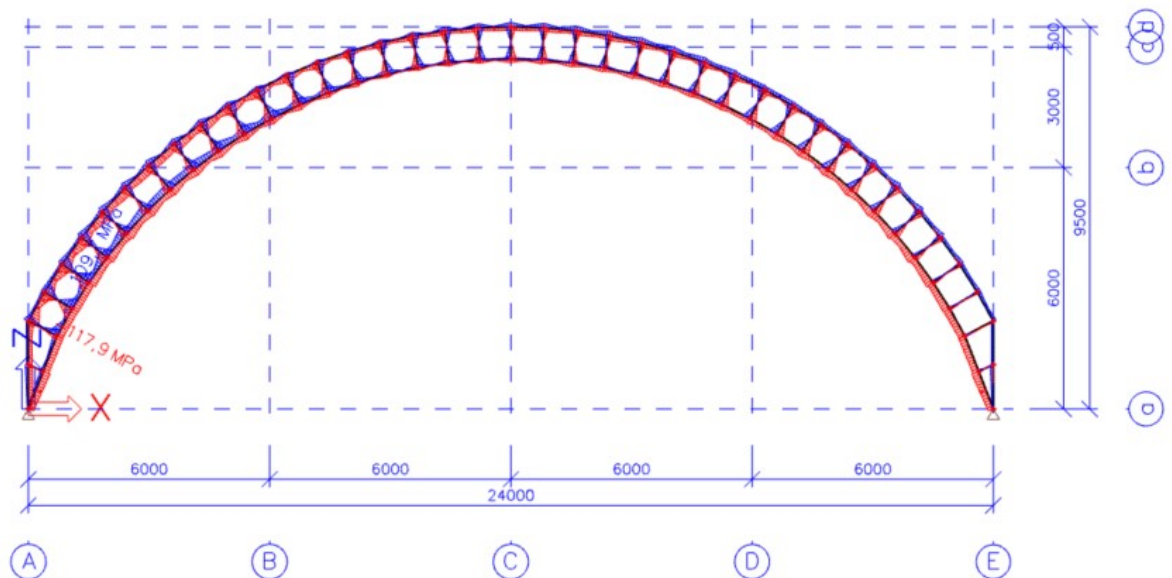
Maximální svislý průhyb: $u_{z,2} := 25.9 \text{ mm}$



Maximální vodorovný posun: $u_{x,1} := 25.6 \text{ mm}$



Maximální napětí: $\sigma_{x,1} := 117.9 \text{ MPa}$

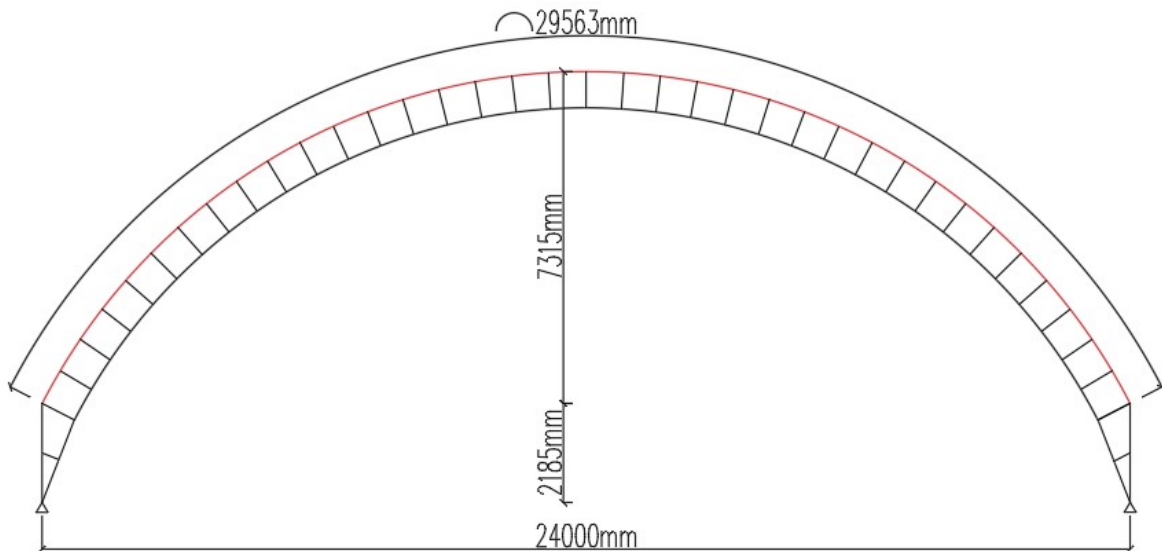


- Volba konstrukčního systému:

Volím 2. variantu konstrukčního systému, a to obloukový Vierendeelův nosník. V porovnání s první variantou vykazuje menší průhyby a napětí v prvcích při cca stejné vazě konstrukce (1. 1233,51 kg; 2. 1272,07 kg). Druhá varianta má mnohém lehčí provedení, protože množství prvků k svařování je cca 2x méně - 45 ks, oproti 82 ks v 1. variantě, a prvky se napojují pod úhlem 90°, v porovnání s šikmými prvky v příhradové variantě.

- Horní pas oblouku:

Schéma:



- Profil: RHS 150/100/6.3

$$a := 150 \text{ mm}$$

$$A := 2950 \text{ mm}^2$$

$$b := 100 \text{ mm}$$

$$i_y := 55.2 \text{ mm}$$

$$t_w := 6.3 \text{ mm}$$

$$i_z := 40.1 \text{ mm}$$

$$I_y := 8.98 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{y,pl} := 145 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_z := 4.74 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{z,pl} := 109 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$f_y := 355 \text{ MPa}$$

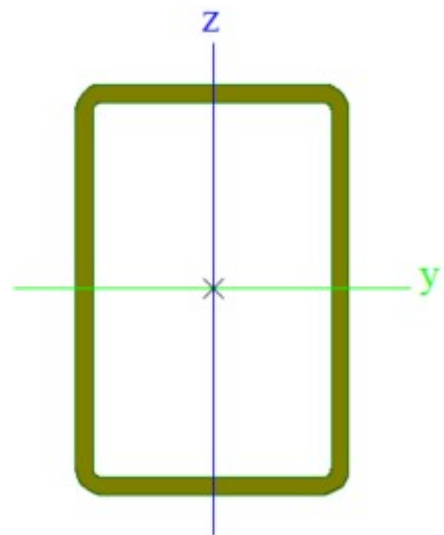
$$A_y := 1.69 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$$

$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$A_z := 1.753 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$G := 80 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 0.814$$



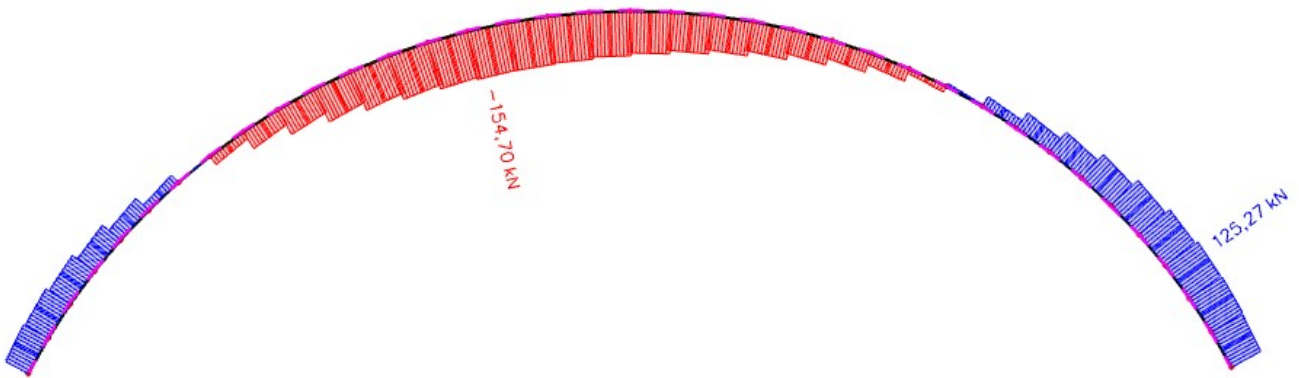
- Vnitřní síly: rozhodující kombinace - NK_CO4

$$N_{Ed} := 154.7 \text{ kN}$$

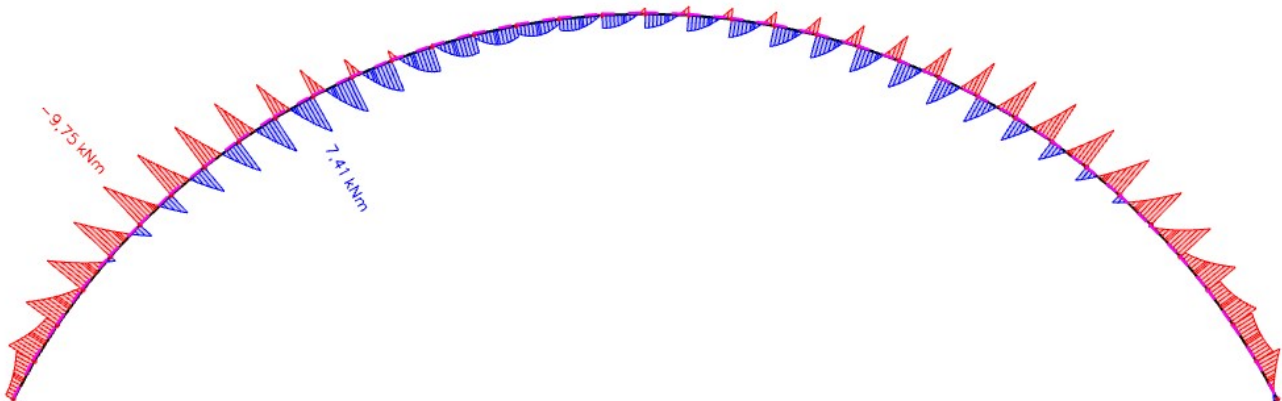
$$V_{Ed} := 25.18 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} := 9.75 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- NK_CO4 - Ned



- NK_CO4 - My



- Charakteristická únosnost v prostém tlaku:

$$N_{Rk} := A \cdot f_y = 1047.25 \text{ kN} \quad N_{Rk} > N_{Ed} \quad N_{Ed} = 154.7 \text{ kN}$$

- Charakteristická únosnost ohybu:

$$M_{c,Rk} := W_{y,pl} \cdot f_y = 51.475 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{c,Rk} > M_{Ed} \quad M_{Ed} = 9.75 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- Únosnost v kombinaci tlaku a ohybu:

- Vzpěrné délky a součinitel vzpěrnosti:

$$L_{cr,y} := 821 \text{ mm} \quad L_{cr,z} := 6568 \text{ mm}$$

- Štíhlosti sloupu:

$$\lambda_y := \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 14.873$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 163.791$$

- Poměrné štíhlosti:

$$\lambda_1 := 93.9 \cdot \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 76.399$$

$$\lambda_{y,p} := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.195$$

$$\lambda_{z,p} := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 2.144$$

Součinitel vzpěrnosti se určí pomocí křivky „c“ v obou směrech pro tvarovanou za studena obdélníkovou trubku.

$$\chi_y := 1.0$$

$$\chi_z := 0.175$$

Ke klopení docházet nebude, protože prvek je spojen momentově se spodním obloukem.

$$\chi_{LT} := 1.0$$

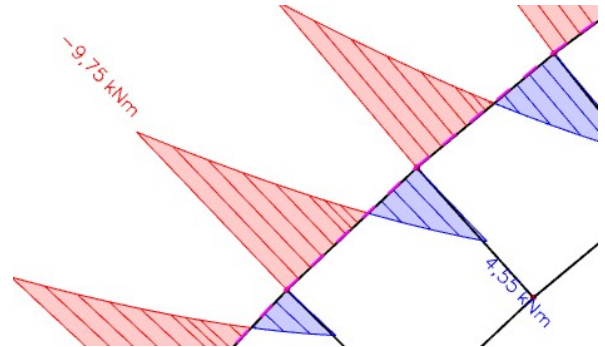
- Posouzení nosníku na kombinaci tlaku s ohybem:

$$M_{Ed,l} := -9.75 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,p} := 4.55 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\psi := \frac{M_{Ed,p}}{M_{Ed,l}} = -0.467$$

$$\text{pro: } -1 \leq \psi \leq 1$$



Tvar ohybového momentu M_y

$$C_{my} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi = 0.413$$

- Interakční součinitele pro neklopící nosník:

$$Y_{M1} := 1.0$$

$$Y_{M0} := 1.0$$

$$k_{yy} := \min \left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_{y,p} - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} \right), \left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} \right) \right) \right) = 0.413$$

$$k_{zy} := 0.6 \cdot k_{yy}$$

- Nosník musí vyhovět následujícím podmínkám:

$$\frac{N_{Ed}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed}}{X_{LT} \cdot \frac{M_{c,Rk}}{Y_{M1}}} = 0.226 \quad 0.226 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed}}{X_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed}}{X_{LT} \cdot \frac{M_{c,Rk}}{Y_{M1}}} = 0.891 \quad 0.891 < 1.0$$

- Zároveň je nezbytné splnit podmínku únosnosti pro průřez:

$$\frac{N_{Ed}}{Y_{M0}} + \frac{M_{Ed}}{Y_{M0}} = 0.337 \quad 0.337 < 1.0$$

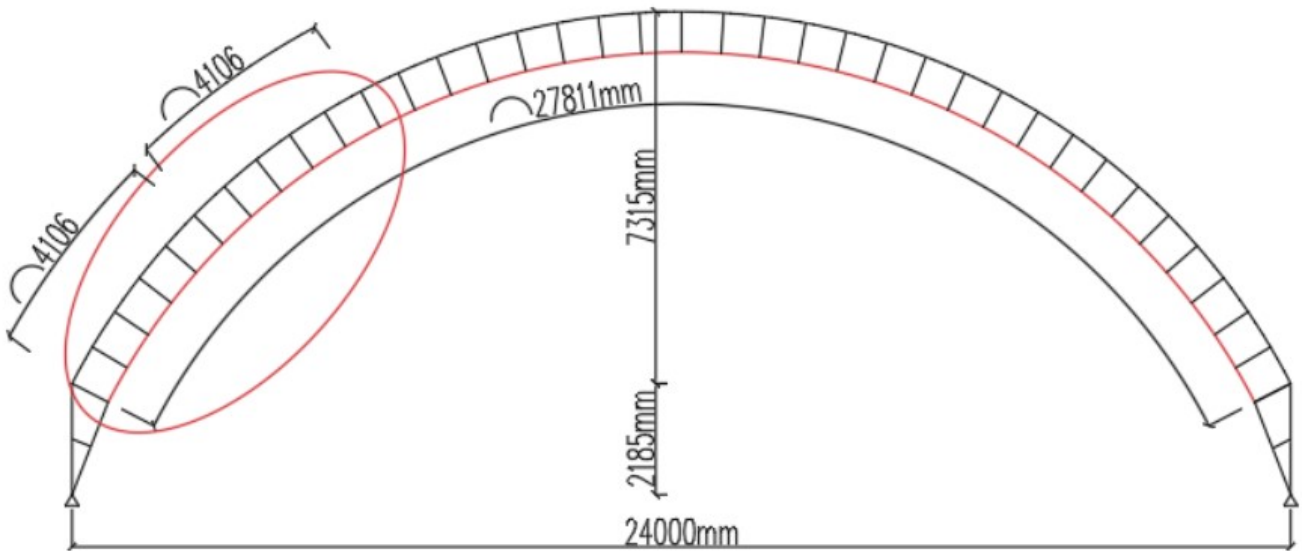
- Posouzení smykové únosnosti:

$$V_{pl.Rd} := \frac{A_z \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 359.294 \text{ kN} \quad V_{pl.Rd} > V_{Ed} \quad V_{Ed} = 25.18 \text{ kN}$$

Navržený pás **VYHOVUJE**

- Spodní pas oblouku:

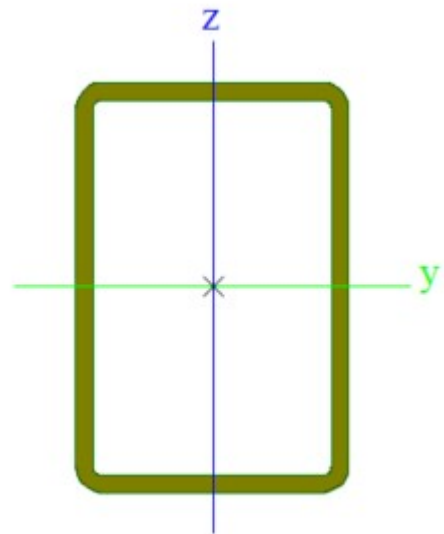
Schéma:



Výpočet spodního pásu v části menší vzpěrné délky a větší normálové síly:

- Profil: RHS 150/100/6.3

$a := 150 \text{ mm}$	$A := 2950 \text{ mm}^2$
$b := 100 \text{ mm}$	$i_y := 55.2 \text{ mm}$
$t_w := 6.3 \text{ mm}$	$i_z := 40.1 \text{ mm}$
$I_y := 8.98 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$	$W_{y,pl} := 145 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
$I_z := 4.74 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$	$W_{z,pl} := 109 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
$f_y := 355 \text{ MPa}$	$A_y := 1.69 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$
$E := 210 \text{ GPa}$	$A_z := 1.753 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$
$G := 80 \text{ GPa}$	$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 0.814$



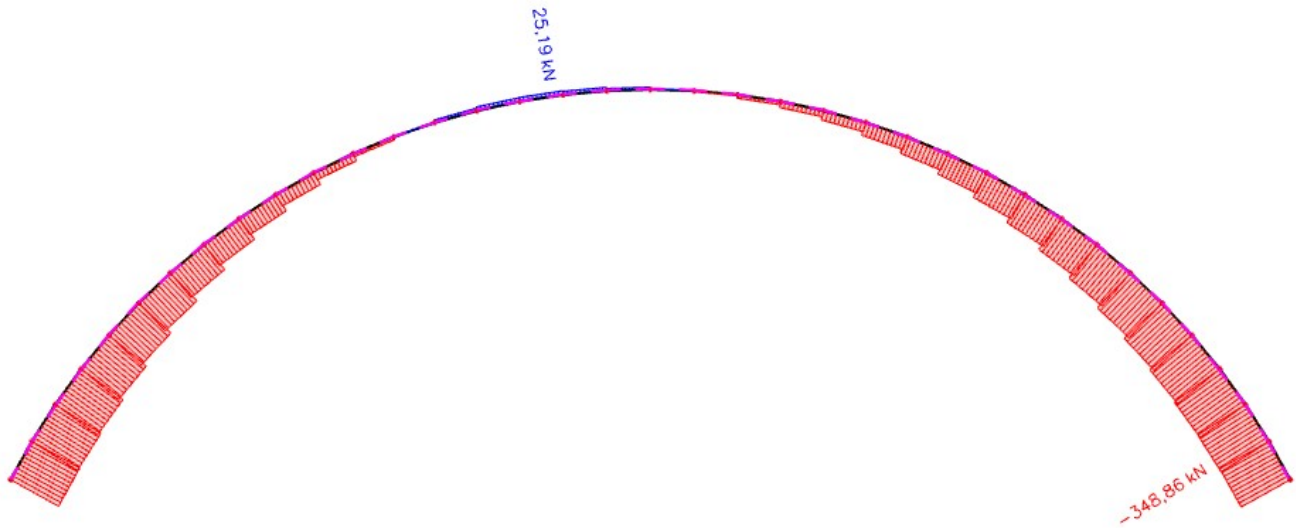
- Vnitřní síly: rozhodující kombinace - NK_CO4

$$N_{Ed} := 348.86 \text{ kN}$$

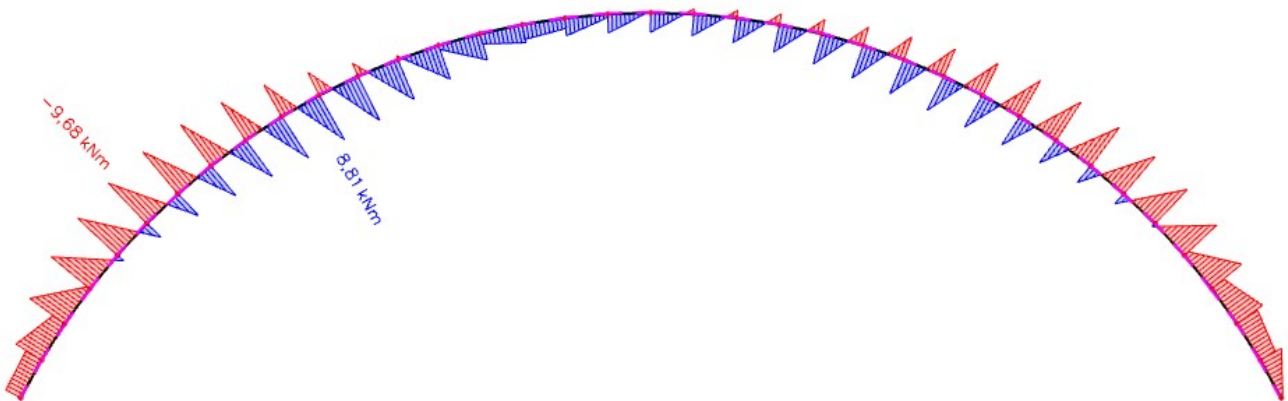
$$V_{Ed} := 21.64 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} := 9.68 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

- NK_CO4 - Ned



- NK_CO4 - My



- Charakteristická únosnost v prostém tlaku:

$$N_{Rk} := A \cdot f_y = 1047.25 \text{ kN} \quad N_{Rk} > N_{Ed} \quad N_{Ed} = 348.86 \text{ kN}$$

- Únosnost v ohybu:

$$M_{c,Rk} := W_{y,pl} \cdot f_y = 51.475 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{c,Rk} > M_{Ed} \quad M_{Ed} = 9.68 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- Únosnost v kombinaci tlaku a ohybu:

- Vzpěrné délky a součinitel vzpěrnosti:

$$L_{cr,y} := 821 \text{ mm} \quad L_{cr,z} := 4106 \text{ mm}$$

- Štíhlost vazníku:

$$\lambda_y := \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 14.873$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 102.394$$

- Poměrné štíhlosti:

$$\lambda_1 := 93.9 \cdot \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 76.399$$

$$\lambda_{y,p} := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.195$$

$$\lambda_{z,p} := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 1.34$$

Součinitel vzpěrnosti se určí pomocí křivky „c“ v obou směrech pro tvarovanou za studena obdélníkovou trubku.

$$\chi_y := 1$$

$$\chi_z := 0.37$$

Ke klopení docházet nebude, protože prvek je spojen momentově s horním obloukem.

$$\chi_{LT} := 1.0$$

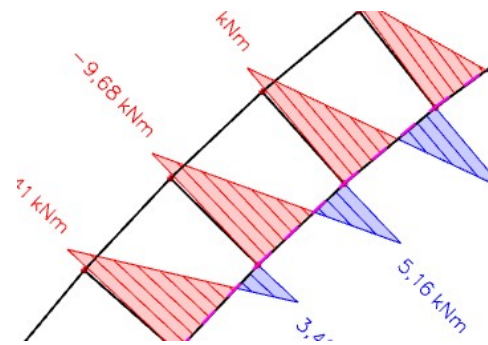
- Posouzení nosníku na kombinaci tlaku s ohybem:

$$M_{Ed,l} := -9.68 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,p} := 5.16 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\psi := \frac{M_{Ed,p}}{M_{Ed,l}} = -0.533$$

$$\text{pro: } -1 \leq \psi \leq 1$$



Tvar ohybového momentu M_y

$$C_{my} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi = 0.387$$

$$C_{my} := 0.4$$

- Interakční součinitele pro neklopící nosník:

$$\gamma_{M1} := 1.0$$

$$\gamma_{M0} := 1.0$$

$$k_{yy} := \min \left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_{y,p} - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right), \left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \right) \right) = 0.399$$

$$k_{zy} := 0.6 \cdot k_{yy}$$

- Nosník musí vyhovět následujícím podmínkám:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{c,Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0.408 \quad 0.408 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed}}{X_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed}}{X_{LT} \cdot \frac{M_{C.Rk}}{Y_{M1}}} = 0.945 \quad 0.945 < 1.0$$

- Zároveň je nezbytné splnit podmínku únosnosti pro průřez:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{Ed}}{M_{C.Rk}} = 0.521 \quad 0.521 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed}}{Y_{M0}} + \frac{M_{Ed}}{Y_{M0}} = 0.521$$

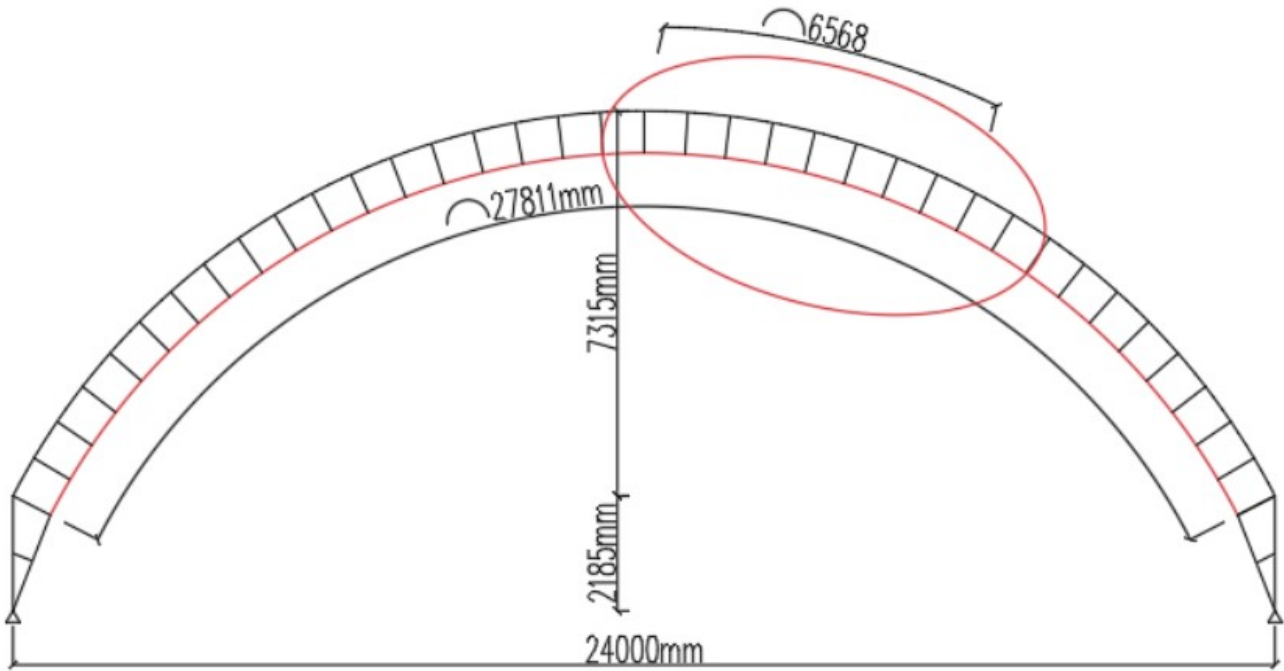
- Posouzení smykové únosnosti:

$$V_{pl.Rd} := \frac{A_z \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot Y_{M0}} = 359.294 \text{ kN} \quad V_{pl.Rd} > V_{Ed} \quad V_{Ed} = 21.64 \text{ kN}$$

Navržený pas **VYHOVUJE**

Výpočet dolního pásu v části větší vzpěrné délky a menší normálové síly:

Schéma:



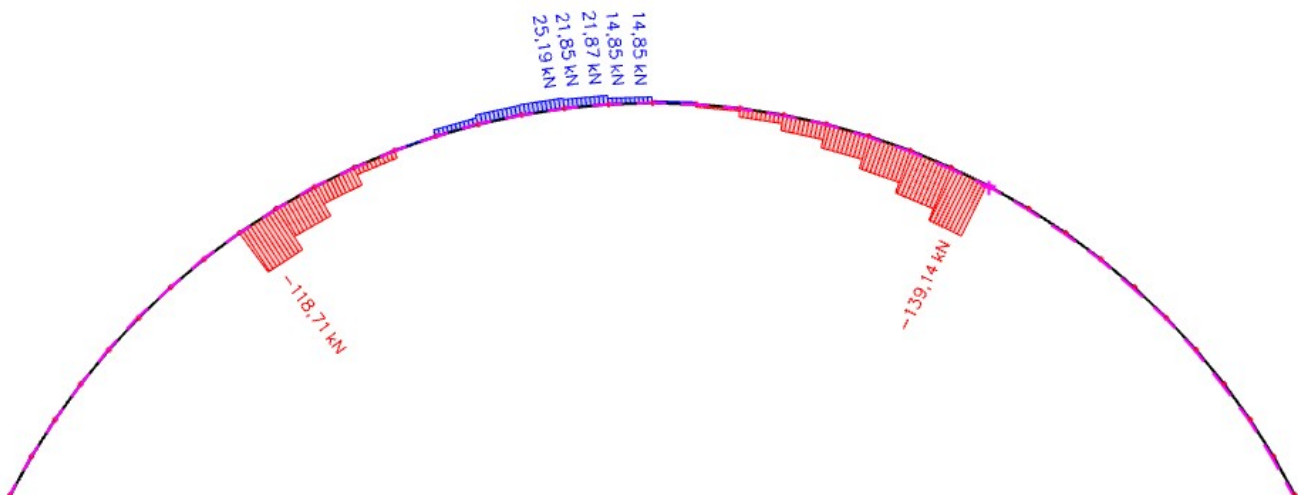
- Vnitřní síly:

$$N_{Ed} = 139.14 \text{ kN}$$

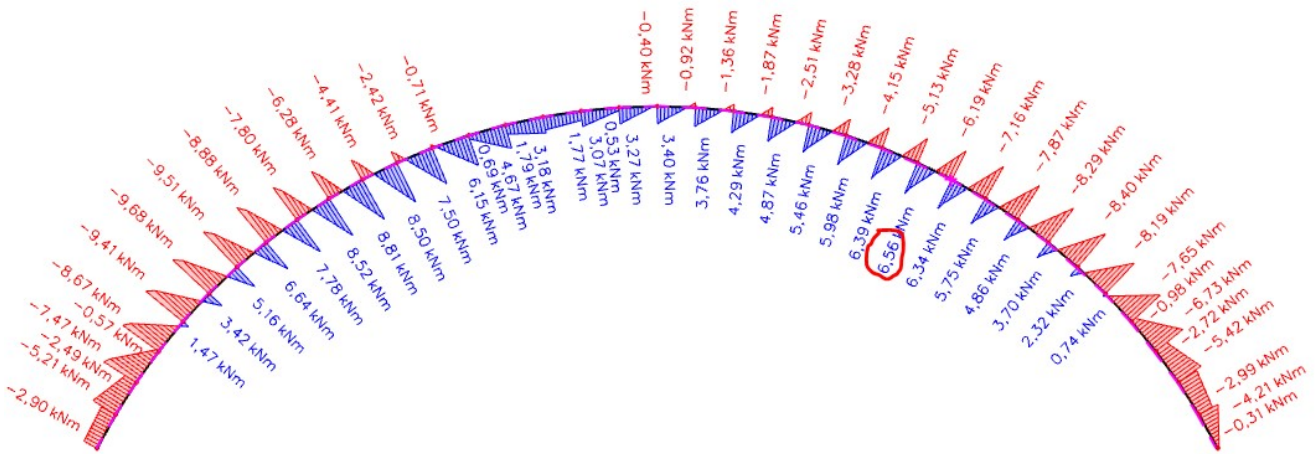
$$V_{Ed} = 16.8 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 6.56 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

- NK_CO4 - Ned



- NK_CO4 - My



- Únosnost v kombinaci tlaku a ohybu:

- Vzpěrné délky a součinitel vzpěrnosti:

$$L_{cr,y} := 821 \text{ mm} \quad L_{cr,z} := 6568 \text{ mm}$$

- Štíhlost vazníku:

$$\lambda_y := \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 14.873$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 163.791$$

- Poměrné štíhlosti:

$$\lambda_1 := 93.9 \cdot \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 76.399$$

$$\lambda_{y,p} := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.195$$

$$\lambda_{z,p} := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 2.144$$

Součinitel vzpěrnosti se určí pomocí křivky „c“ v obou směrech pro tvarovanou za studena obdélníkovou trubku.

$$\chi_y := 1$$

$$\chi_z := 0.175$$

Ke klopení docházet nebude, protože prvek je spojen momentově s horním obloukem.

$$\chi_{LT} := 1.0$$

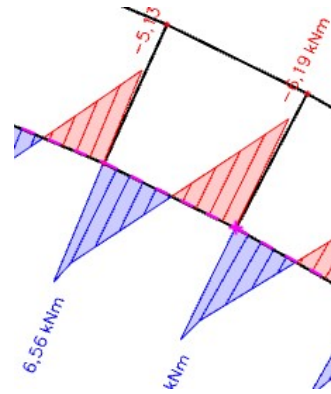
- Posouzení nosníku na kombinaci tlaku s ohybem:

$$M_{Ed,l} := 6.56 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,p} := -6.19 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\psi := \frac{M_{Ed,p}}{M_{Ed,l}} = -0.944$$

pro: $-1 \leq \psi \leq 1$



Tvar ohybového momentu M_y

$$C_{my} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi = 0.223$$

$$C_{my} := 0.4$$

- Interakční součinitele pro neklopící nosník:

$$\gamma_{M1} := 1.0 \quad \gamma_{M0} := 1.0$$

$$k_{yy} := \min \left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_{y,p} - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right), \left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \right) \right) = 0.4$$

$$k_{zy} := 0.6 \cdot k_{yy}$$

- Nosník musí vyhovět následujícím podmínkám:

$$\frac{N_{Ed}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed}}{X_{LT} \cdot \frac{M_{c,Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0.184 \quad 0.184 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed}}{X_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed}}{X_{LT} \cdot \frac{M_{c,Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0.79 \quad 0.79 < 1.0$$

- Zároveň je nezbytné splnit podmínku únosnosti pro průřez:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rk}} = 0.26 \quad 0.26 < 1.0$$

- Posouzení smykové únosnosti:

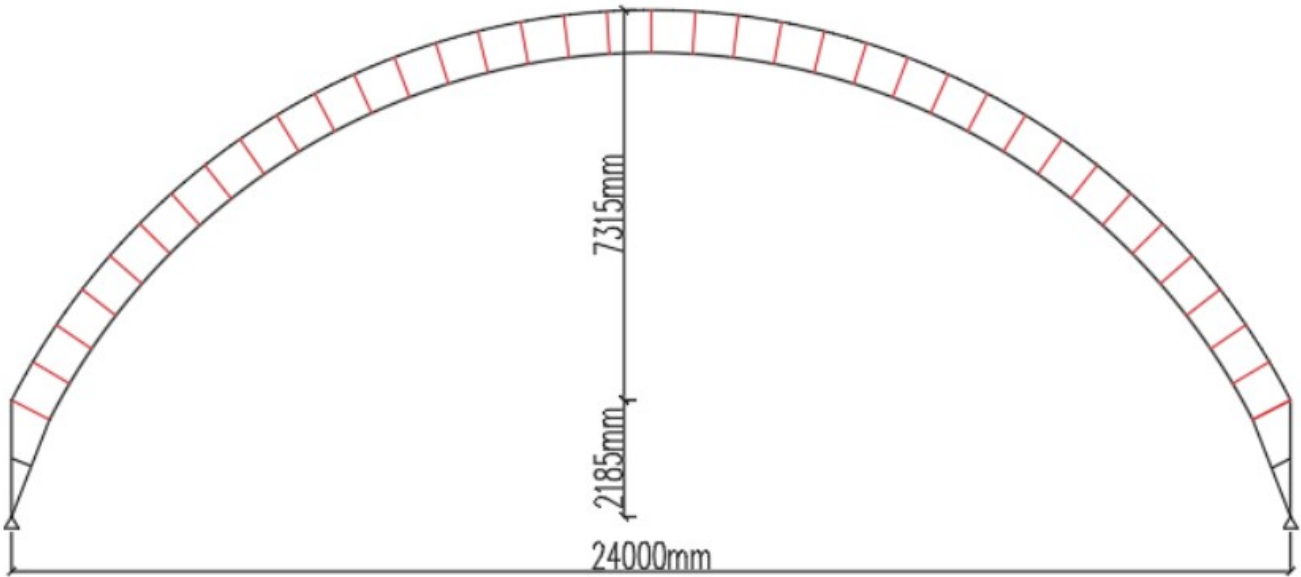
$$V_{pl,Rd} := \frac{A_z \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 359.294 \text{ kN} \quad V_{pl,Rd} > V_{Ed} \quad V_{Ed} = 16.8 \text{ kN}$$

Navržený pás **VYHOVUJE**

Závěr: první varianta výpočtu spodního pásu v části menší vzpěrné délky a větší normálové síly je rozhodující, protože byl dosazen větší procent využití profilu (94,5%).

- Momentová spojnice horního a dolního oblouku:

Schéma:



- Profil: SHS 100/100/4.0

$$a := 100 \text{ mm}$$

$$A := 1490 \text{ mm}^2$$

$$b := 100 \text{ mm}$$

$$i_y := 39.4 \text{ mm}$$

$$t_w := 4.0 \text{ mm}$$

$$i_z := 39.4 \text{ mm}$$

$$I_y := 2.26 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{y,pl} := 53.3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_z := 2.26 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{z,pl} := 53.3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$f_y := 355 \text{ MPa}$$

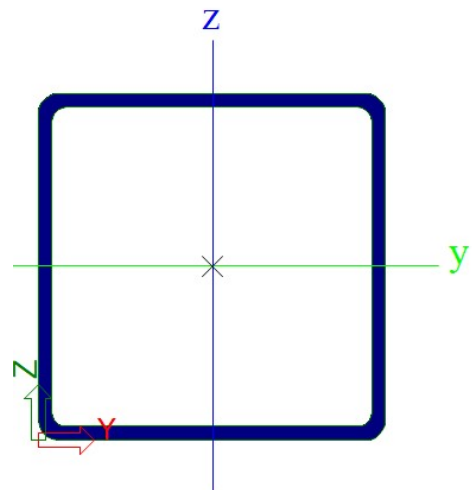
$$A_y := 7.59 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$$

$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$A_z := 7.59 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$$

$$G := 80 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 0.814$$



- Vnitřní síly: rozhodující kombinace - NK_CO4

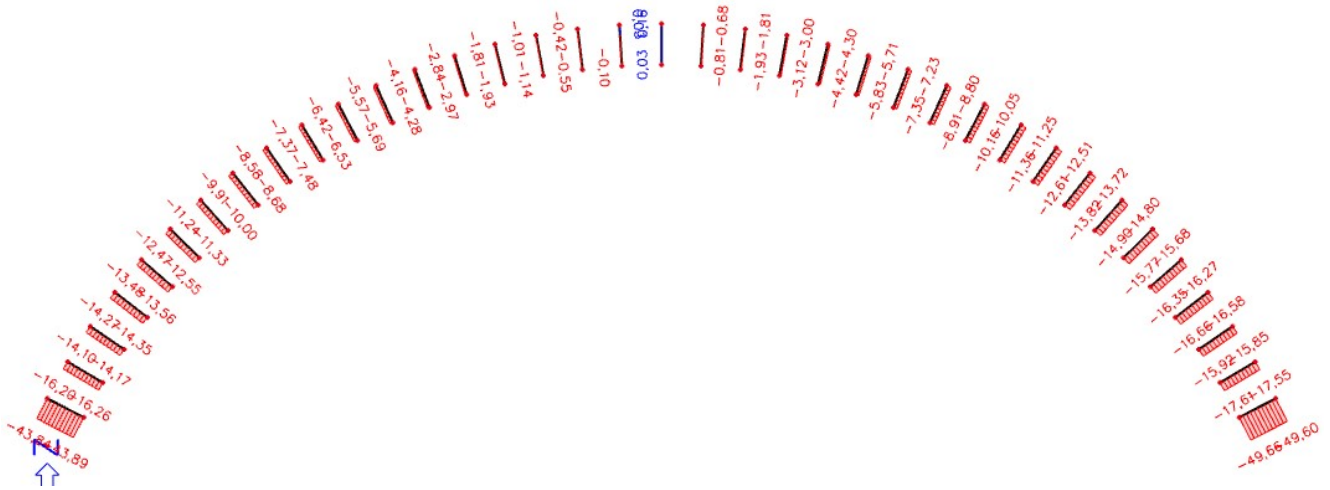
$$N_{Ed} := 8.68 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} := 38.42 \text{ kN}$$

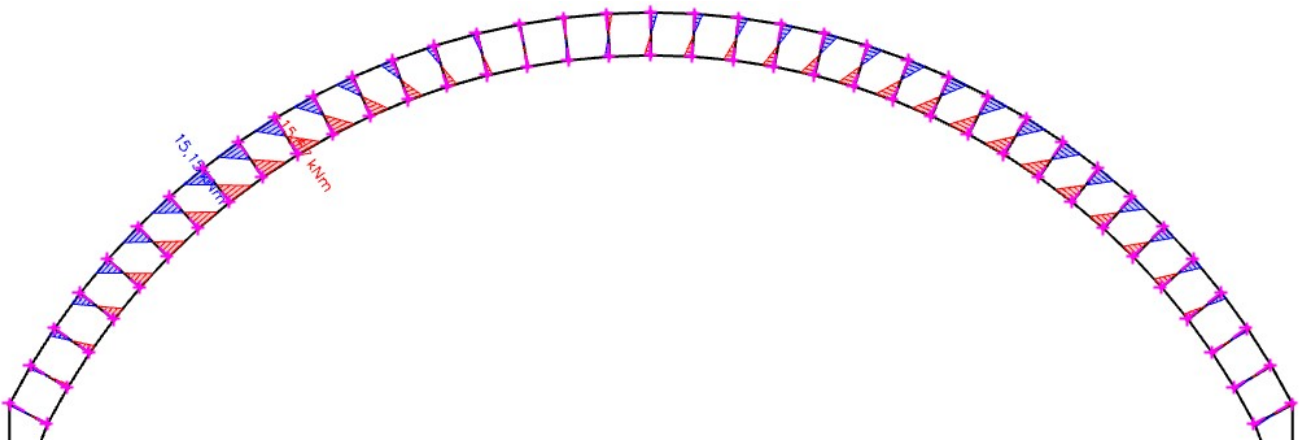
$$M_{Ed} := 15.57 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- Kombinace byla vybrána na základě toho, že nosník je víc ovlivněn momentovou únosností, než tlakovou.

- NK_CO4 - Ned



- NK_CO4 - My



- Charakteristická únosnost v prostém tlaku:

$$N_{Rk} := A \cdot f_y = 528.95 \text{ kN} \quad N_{Rk} > N_{Ed} \quad N_{Ed} = 8.68 \text{ kN}$$

- Charakteristická únosnost v ohybu:

$$M_{c,Rk} := W_{y,pl} \cdot f_y = 18.922 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{c,Rk} > M_{Ed} \quad M_{Ed} = 15.57 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- Únosnost v kombinaci tlaku a ohybu:

- Vzpěrná délka a součinitel vzpěrnosti:

$$L_{cr} := 800 \text{ mm}$$

- Štíhlost prvku:

$$\lambda := \frac{L_{cr}}{i_y} = 20.305$$

- Poměrná štíhlost:

$$\lambda_1 := 93.9 \cdot \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 76.399$$

$$\lambda_p := \frac{\lambda}{\lambda_1} = 0.266$$

Součinitel vzpěrnosti se určí pomocí křivky „c“ v obou směrech pro tvarovanou za studena hranatou trubku.

$$\chi := 0.964$$

Ke klopení docházet nebude, protože prvek je spojen momentově s horním a spodním obloukem.

$$\chi_{LT} := 1.0$$

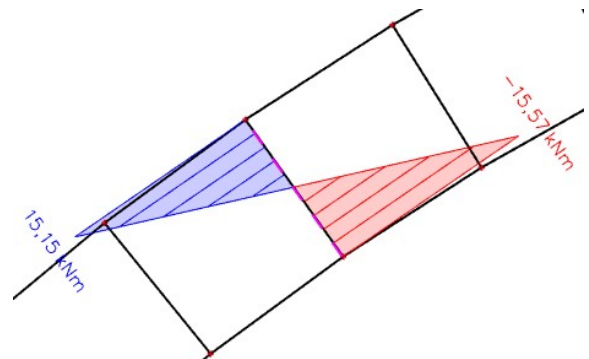
- Posouzení nosníku na kombinaci tlaku s ohybem:

$$M_{Ed,l} := -15.57 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,p} := 15.15 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\psi := \frac{M_{Ed,p}}{M_{Ed,l}} = -0.973$$

$$\text{pro: } -1 \leq \psi \leq 1$$



Tvar ohybového momentu M_y

$$C_{my} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi = 0.211$$

$$C_{my} := 0.4$$

- Interakční součinitele pro neklopící nosník:

$$\gamma_{M1} := 1.0 \quad \gamma_{M0} := 1.0$$

$$k_{yy} := \min \left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_{y,p} - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right), \left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \right) \right) = 0.4$$

$$k_{zy} := 0.6 \cdot k_{yy}$$

- Prvek musí vyhovět následujícím podmínkám:

$$\frac{N_{Ed}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed}}{X_{LT} \cdot \frac{M_{c,Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0.346 \quad 0.346 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed}}{X_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed}}{X_{LT} \cdot \frac{M_{c,Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0.291 \quad 0.291 < 1.0$$

- Zároveň je nezbytné splnit podmínku únosnosti pro průřez:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rk}} = 0.839 \qquad 0.839 < 1.0$$
$$\frac{\quad}{\gamma_{MO}} \quad \frac{\quad}{\gamma_{MO}}$$

- Posouzení smykové únosnosti:

$$V_{pl,Rd} := \frac{A_z \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{MO}} = 155.564 \text{ kN} \qquad V_{pl,Rd} > V_{Ed} \qquad V_{Ed} = 38.42 \text{ kN}$$

Navržená spojnice **VYHOVUJE**

- Kontrola návrhové momentové únosnosti svařovaných styčnicků mezipásových prutů z SHS a pásů z RHS:

- Porušení mezipásového prutu $0.85 \leq \beta \leq 1.0$

$$t_i := t_w \qquad b_0 := b \qquad t_0 := 6.3 \text{ mm} \qquad f_{y0} := f_y \qquad f_{yi} := f_y \qquad b_j := b$$

$$b_{eff} := \frac{10}{b_0} \cdot \frac{f_{y0} \cdot t_0 \cdot b_i}{f_{yi} \cdot t_i} = 99.225 \text{ mm}$$

$$M_{ip,RD} := f_y \cdot \left(W_{y,pl} - \left(1 - \frac{b_{eff}}{b} \right) \cdot b \cdot a \cdot t_w \right) = 18.811 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

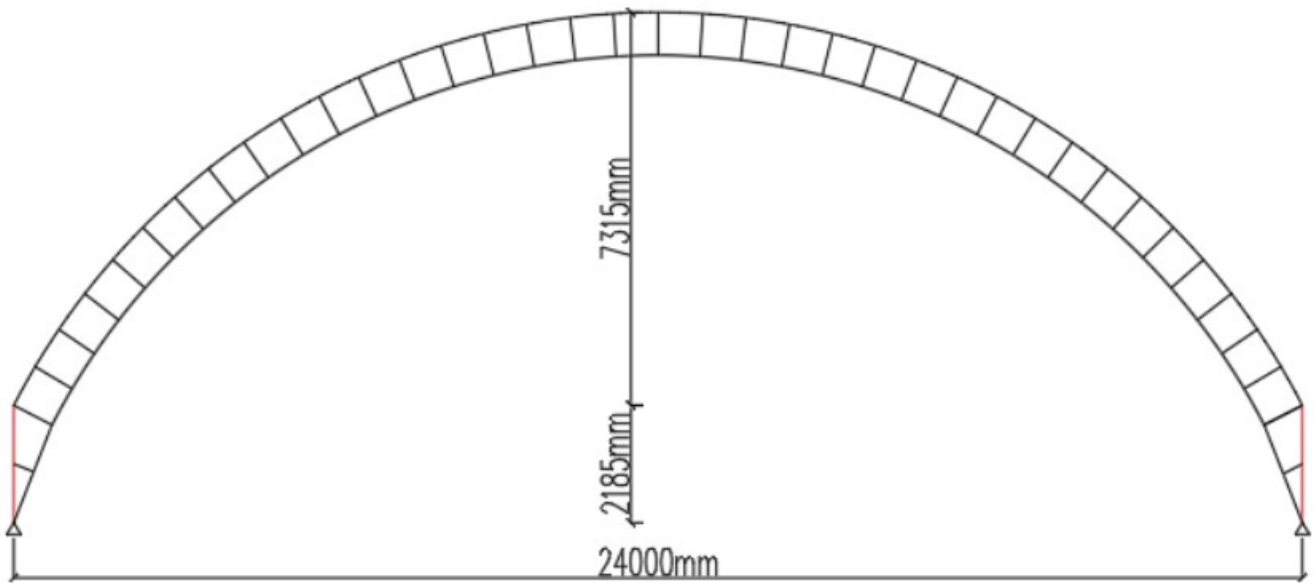
$$M_{Ed,I} := 15.57 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{ip,RD} > M_{Ed,I}$$

Momentová únosnost **VYHOVUJE**

- Krajní sloupy:

Schéma:



- Profil: SHS 100/100/3.0

$$a := 100 \text{ mm}$$

$$A := 1140 \text{ mm}^2$$

$$b := 100 \text{ mm}$$

$$i_y := 39.4 \text{ mm}$$

$$t_w := 3.0 \text{ mm}$$

$$i_z := 39.4 \text{ mm}$$

$$I_y := 1.77 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{y,pl} := 41.2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_z := 1.77 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{z,pl} := 41.2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$f_y := 355 \text{ MPa}$$

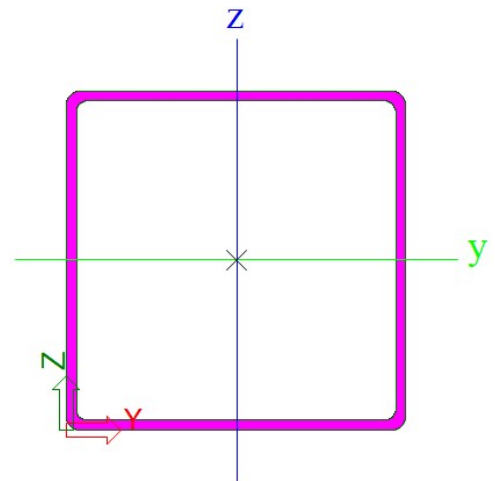
$$A_y := 5.77 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$$

$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$A_z := 5.77 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$$

$$G := 80 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 0.814$$



- Vnitřní síly: rozhodující kombinace s největším tahem - NK_CO4, největší tlakem - NK_CO15

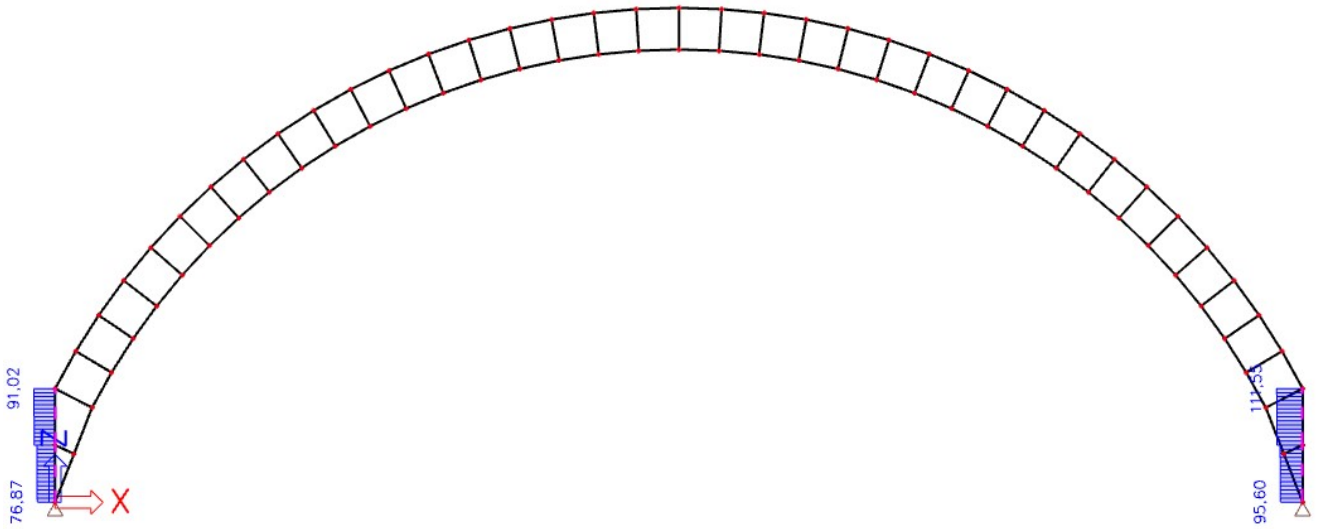
$$N_{Ed,tah} := 111.55 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} := 2.37 \text{ kN}$$

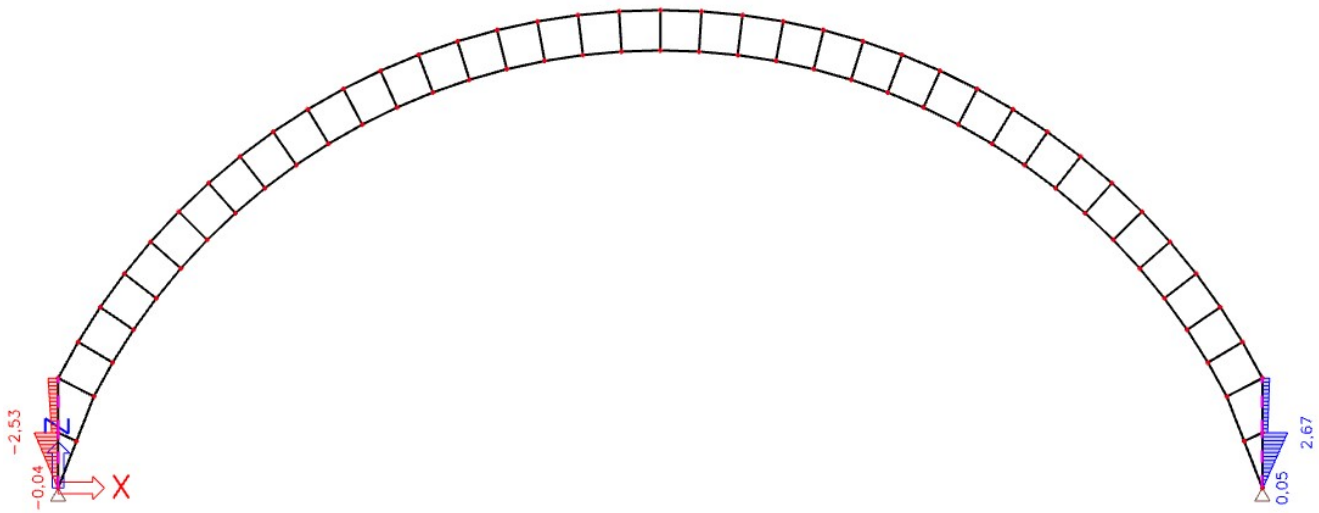
$$M_{Ed} := 2.67 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Ed,tlak} := 24.66 \text{ kN}$$

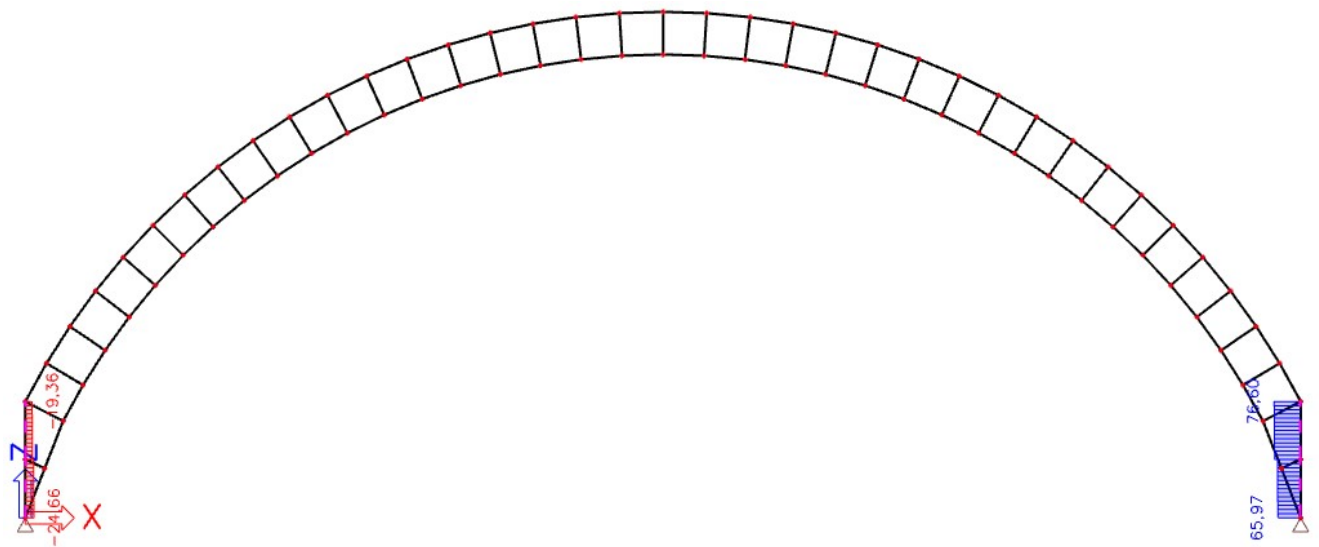
- NK_CO4 - Ned



- NK_CO4 - My



- NK_CO15 - Ned



- Charakteristická únosnost v tahu:

$$N_{Rk} := A \cdot f_y = 404.7 \text{ kN} \quad N_{Rk} > N_{Ed} \quad N_{Ed.tah} = 111.55 \text{ kN}$$

- Charakteristická únosnost v ohybu:

$$M_{c,Rk} := W_{y,pl} \cdot f_y = 14.626 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{c,Rk} > M_{Ed} \quad M_{Ed} = 2.67 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- Únosnost v kombinaci tlaku a ohybu:

- Vzpěrné délky a součinitel vzpěrnosti:

$$L_{cr,y} := 1100 \text{ mm} \quad L_{cr,z} := 2185 \text{ mm}$$

- Štíhlost sloupu:

$$\lambda_y := \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 27.919$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr,z}}{i_y} = 55.457$$

- Poměrné štíhlosti:

$$\lambda_1 := 93.9 \cdot \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 76.399$$

$$\lambda_{y,p} := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.365$$

$$\lambda_{z,p} := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.726$$

Součinitel vzpěrnosti se určí pomocí křivky „c“ v obou směrech pro tvarovanou za studena hranatou trubku.

$$\chi_y := 0.913$$

$$\chi_z := 0.707$$

Ke klopení docházet nebude, protože prvek je spojen momentově s horní a dolní vaznicí.

$$\chi_{LT} := 1.0$$

- Posouzení nosníku na kombinaci tlaku s ohybem:

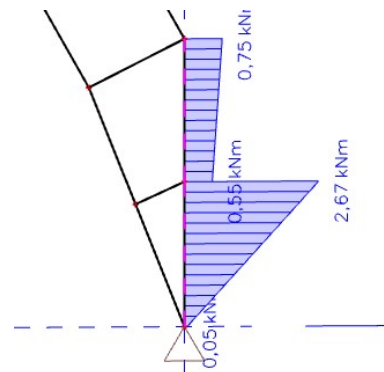
$$M_{Ed,l} := 2.67 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,p} := 0.05 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\psi := \frac{M_{Ed,p}}{M_{Ed,l}} = 0.019$$

pro: $-1 \leq \psi \leq 1$

$$C_{my} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi = 0.607$$



Tvar ohybového momentu M_y

- Interakční součinitele pro neklopící nosník:

$$Y_{M1} := 1.0$$

$$Y_{M0} := 1.0$$

$$k_{yy} := \min \left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_{y,p} - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} \right), \left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} \right) \right) \right) = 0.61$$

$$k_{zy} := 0.6 \cdot k_{yy}$$

- Prvek musí vyhovět následujícím podmínkám: podle největší tlakové síly

$$\frac{N_{Ed.tlak}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed}}{X_{LT} \cdot \frac{M_{c,Rk}}{Y_{M1}}} = 0.178 \quad 0.178 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed.tlak}}{X_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed}}{X_{LT} \cdot \frac{M_{c,Rk}}{Y_{M1}}} = 0.153 \quad 0.153 < 1.0$$

- Zároveň je nezbytné splnit podmínku únosnosti pro průřez: podle největší tahové síly

$$\frac{N_{Ed.tah}}{\frac{N_{Rk}}{Y_{M0}}} + \frac{M_{Ed}}{\frac{M_{c,Rk}}{Y_{M0}}} = 0.458 \quad 0.458 < 1.0$$

V daném prutu rozhoduje tahová síla.

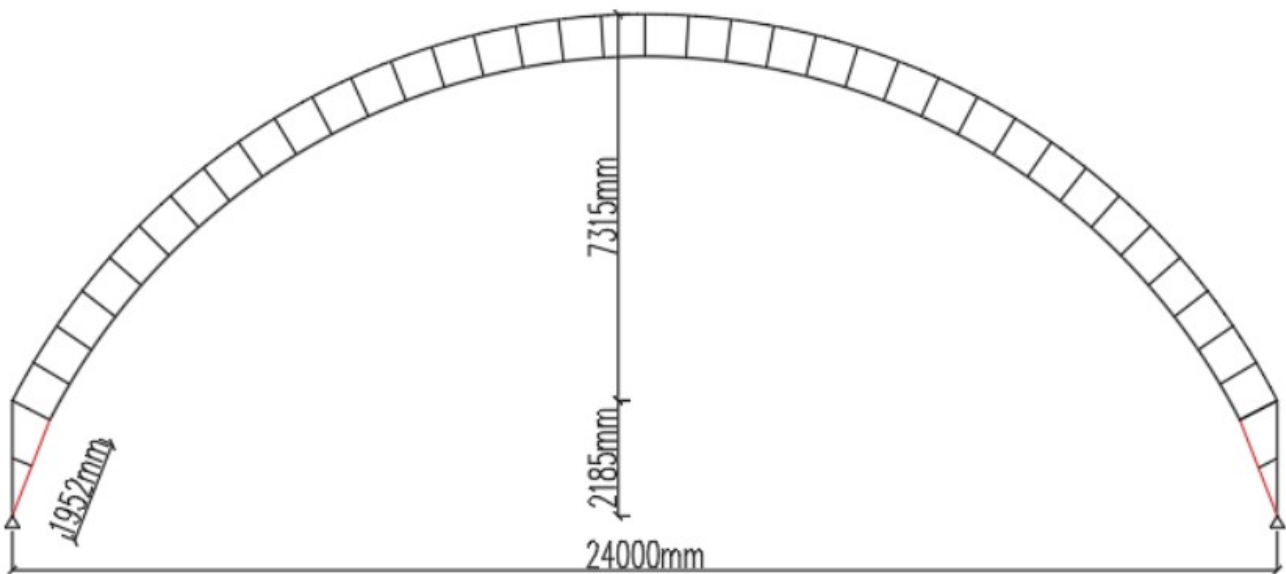
- Posouzení smykové únosnosti:

$$V_{pl,Rd} := \frac{A_z \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot Y_{M0}} = 118.262 \text{ kN} \quad V_{pl,Rd} > V_{Ed} \quad V_{Ed} = 2.37 \text{ kN}$$

Navržená sloup **VYHOVUJE**

- Vnitřní šikmý sloup:

Schéma:



- Profil: SHS 100/100/5.0

$$a := 100 \text{ mm}$$

$$A := 1840 \text{ mm}^2$$

$$b := 100 \text{ mm}$$

$$i_y := 38.4 \text{ mm}$$

$$t_w := 5.0 \text{ mm}$$

$$i_z := 38.4 \text{ mm}$$

$$I_y := 2.71 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{y,pl} := 64.6 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_z := 2.71 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{z,pl} := 64.6 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

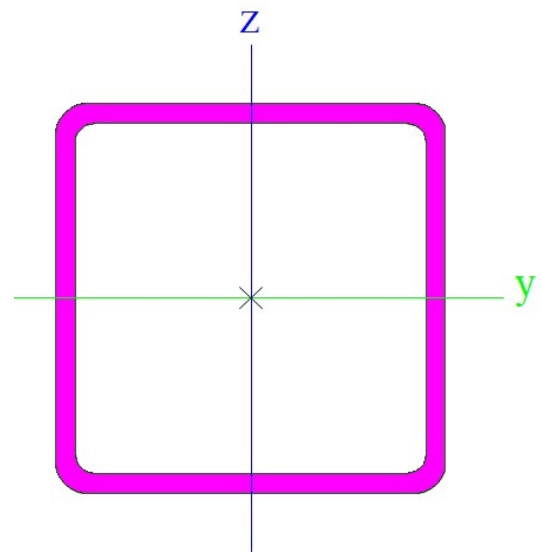
$$f_y := 355 \text{ MPa}$$

$$A_y := 9.36 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$$

$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$A_z := 9.36 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$$

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 0.814 \quad G := 80 \text{ GPa}$$



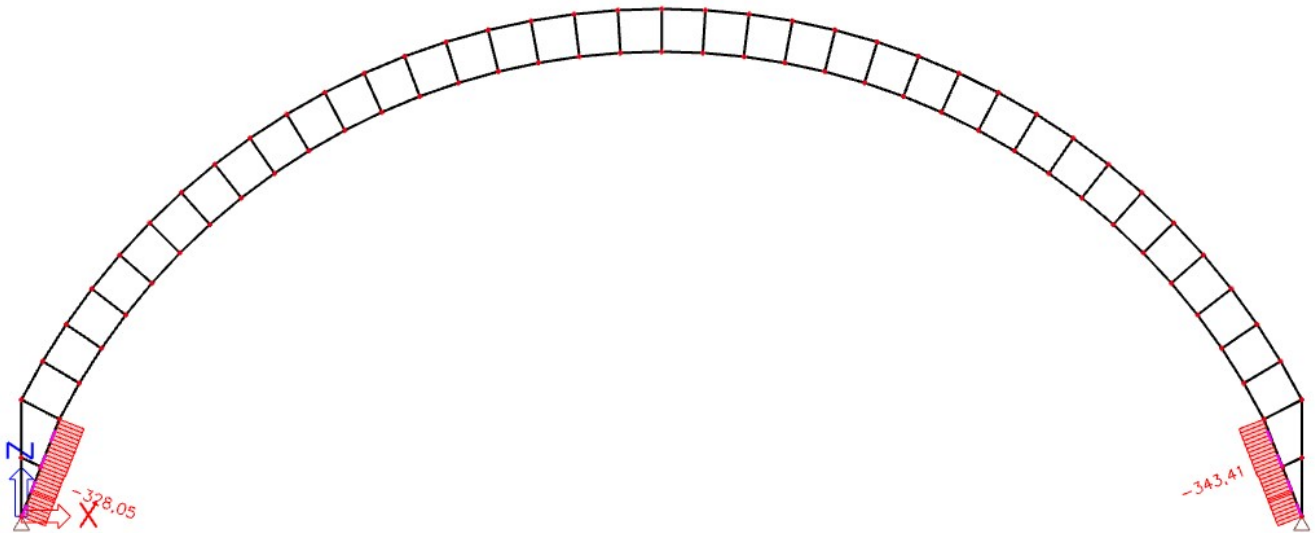
- Vnitřní síly: rozhodující kombinace - NK_CO4

$$N_{Ed} := 343.41 \text{ kN}$$

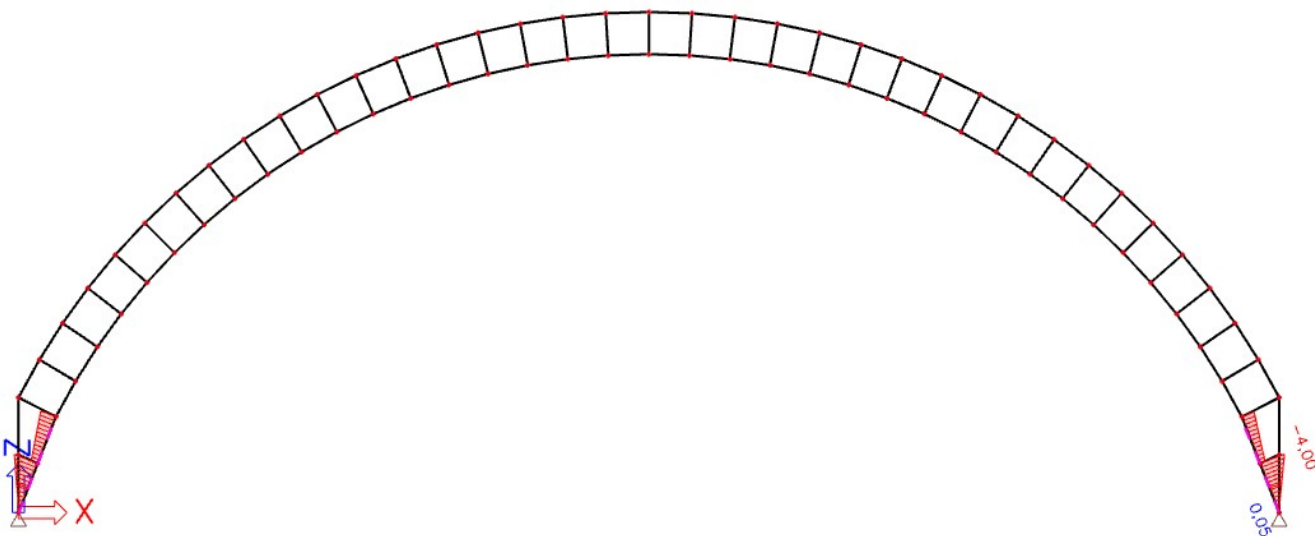
$$V_{Ed} := 4.03 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} := 4.0 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- NK_CO4 - Ned



- NK_CO4 - My



- Charakteristická únosnost v prostém tlaku:

$$N_{Rk} := A \cdot f_y = 653.2 \text{ kN} \quad N_{Rk} > N_{Ed} \quad N_{Ed} = 343.41 \text{ kN}$$

- Únosnost v ohybu:

$$M_{c,Rk} := W_{y,pl} \cdot f_y = 22.933 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{c,Rk} > M_{Ed} \quad M_{Ed} = 4 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- Únosnost v kombinaci tlaku a ohybu:

- Vzpěrné délky a součinitel vzpěrnosti:

$$L_{cr,y} := 1000 \text{ mm} \quad L_{cr,z} := 1952 \text{ mm}$$

- Štíhlost sloupu:

$$\lambda_y := \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 26.042$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr,z}}{i_y} = 50.833$$

- Poměrné štíhlosti:

$$\lambda_1 := 93.9 \cdot \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 76.399$$

$$\lambda_{y,p} := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.341$$

$$\lambda_{z,p} := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.665$$

Součinitel vzpěrnosti se určí pomocí křivky „c“ v obou směrech pro tvarovanou za studena hranatou trubku.

$$\chi_y := 0.93$$

$$\chi_z := 0.753$$

Ke klopení docházet nebude, protože prvek je spojen momentově s horní a dolní vaznicí.

$$\chi_{LT} := 1.0$$

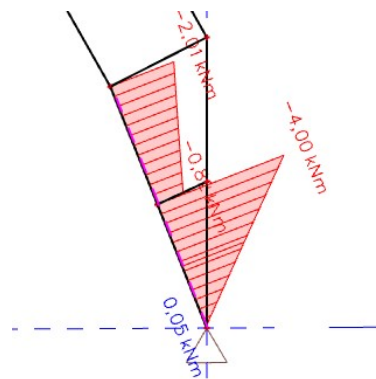
- Posouzení nosníku na kombinaci tlaku s ohybem:

$$M_{Ed,l} := -4 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,p} := 0.05 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\psi := \frac{M_{Ed,p}}{M_{Ed,l}} = -0.013$$

pro: $-1 \leq \psi \leq 1$



Tvar ohybového momentu M_y

$$C_{my} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi = 0.595$$

- Interakční součinitele pro neklopící nosník:

$$\gamma_{M1} := 1.0$$

$$\gamma_{M0} := 1.0$$

$$k_{yy} := \min \left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_{y,p} - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right), \left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \right) \right) = 0.642$$

$$k_{zy} := 0.6 \cdot k_{yy}$$

- Prvek musí vyhovět následujícím podmínkám:

$$\frac{N_{Ed}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{c,Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0.677 \quad 0.677 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed}}{X_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed}}{X_{LT} \cdot \frac{M_{c,Rk}}{Y_{M1}}} = 0.765 \quad 0.765 < 1.0$$

- Zároveň je nezbytné splnit podmínku únosnosti pro průřez:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rk}} = 0.7 \quad 0.7 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed}}{Y_{M0}} + \frac{M_{Ed}}{Y_{M0}} = 0.7$$

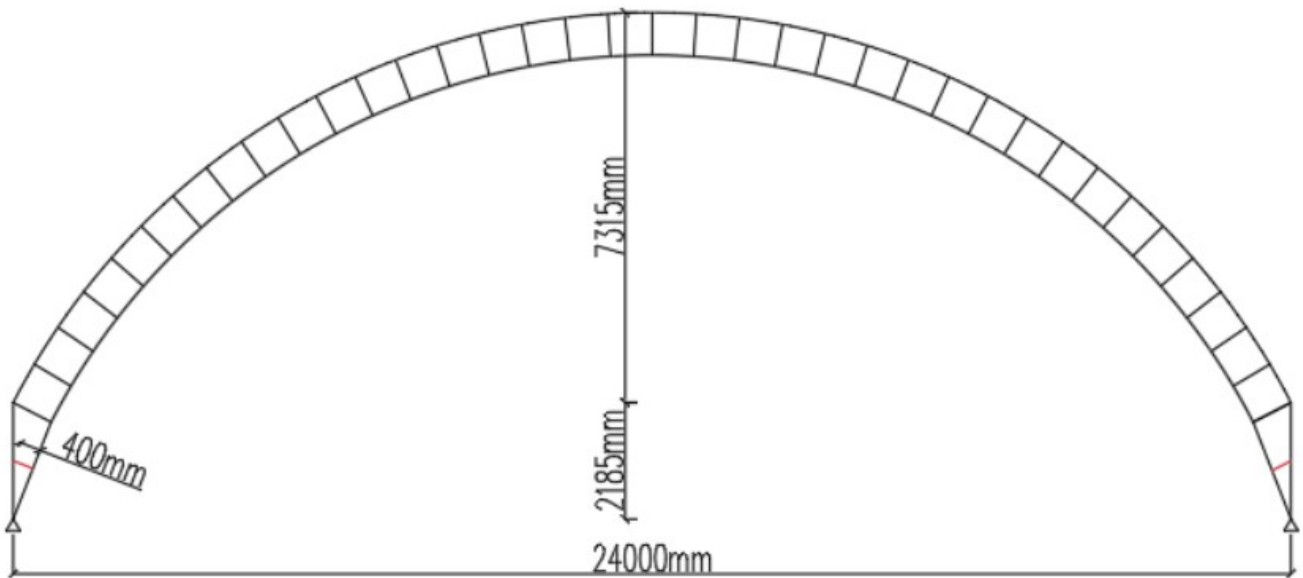
- Posouzení smykové únosnosti:

$$V_{pl,Rd} := \frac{A_z \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot Y_{M0}} = 191.842 \text{ kN} \quad V_{pl,Rd} > V_{Ed} \quad V_{Ed} = 4.03 \text{ kN}$$

Navržená spojnice **VYHOVUJE**

- Momentová spojnice mezi sloupy

Schéma:



- Profil SHS 100/100/3.0:

$$a := 100 \text{ mm}$$

$$A := 1140 \text{ mm}^2$$

$$b := 100 \text{ mm}$$

$$i_y := 39.4 \text{ mm}$$

$$t_w := 3.0 \text{ mm}$$

$$i_z := 39.4 \text{ mm}$$

$$I_y := 1.77 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{y,pl} := 41.2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_z := 1.77 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{z,pl} := 41.2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$f_y := 355 \text{ MPa}$$

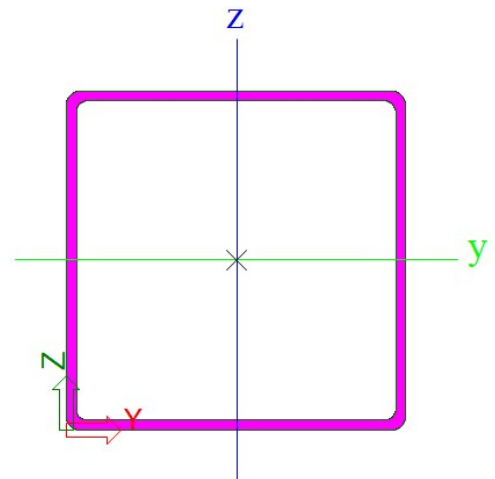
$$A_y := 5.77 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$$

$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$A_z := 5.77 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$$

$$G := 80 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 0.814$$



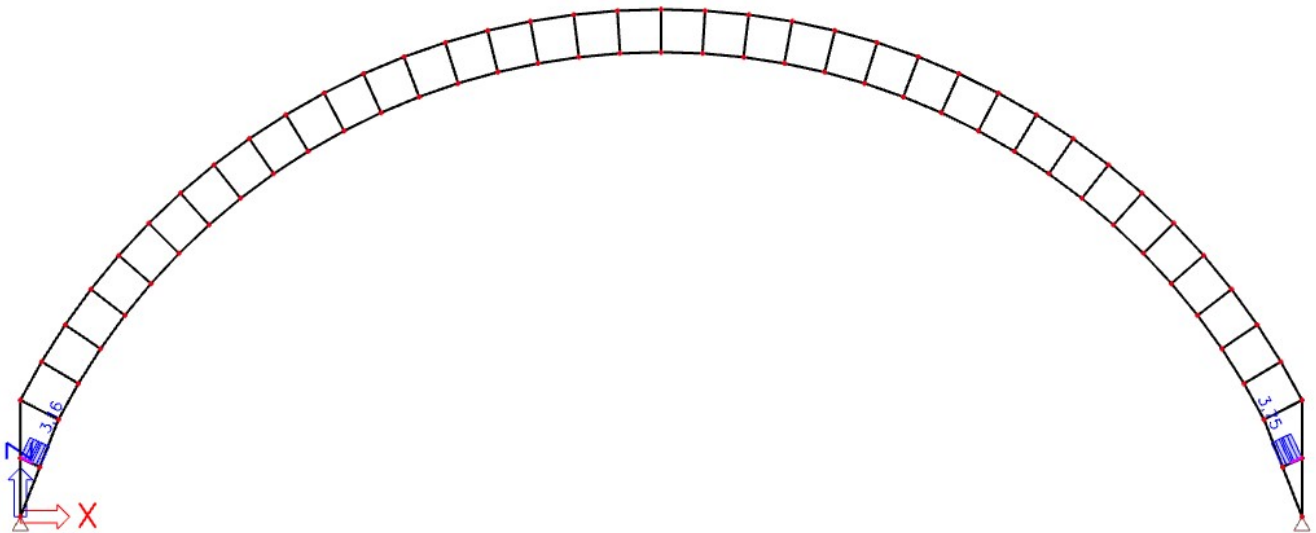
- Vnitřní síly: rozhodující kombinace NK_CO4

$$N_{Ed} := 3.75 \text{ kN}$$

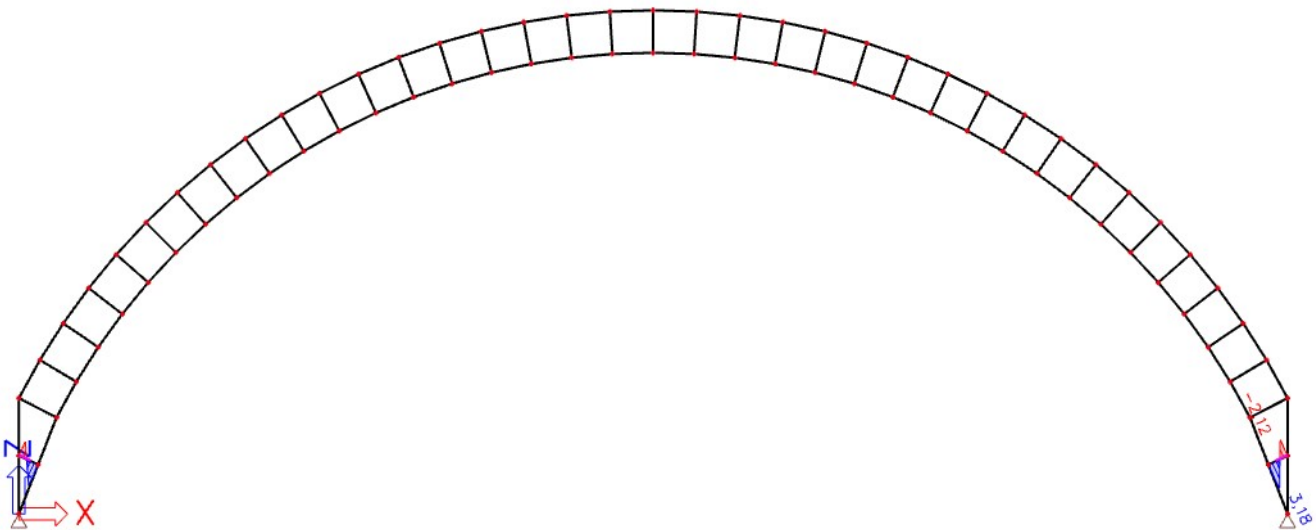
$$V_{Ed} := 14.43 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} := 3.18 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- NK_CO4 - Ned



- NK_CO4 - My



- Charakteristická únosnost v prostém tlaku:

$$N_{Rk} := A \cdot f_y = 404.7 \text{ kN} \quad N_{Rk} > N_{Ed} \quad N_{Ed} = 3.75 \text{ kN}$$

- Charakteristická únosnost v ohybu:

$$M_{C,Rk} := W_{y,pl} \cdot f_y = 14.626 \text{ kN} \cdot m \quad M_{C,Rk} > M_{Ed} \quad M_{Ed} = 3.18 \text{ kN} \cdot m$$

- Únosnost v kombinaci tlaku a ohybu:

- Vzpěrné délky a součinitel vzpěrnosti:

$$L_{cr} := 402 \text{ mm}$$

- Štíhlost sloupu:

$$\lambda := \frac{L_{cr}}{i_y} = 10.203$$

- Poměrné štíhlosti:

$$\lambda_1 := 93.9 \cdot \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 76.399$$

$$\lambda_p := \frac{\lambda}{\lambda_1} = 0.134$$

Součinitel vzpěrnosti se určí pomocí křivky „c“ v obou směrech pro tvarovanou za studena hranatou trubku.

$$\chi := 0.964$$

Ke klopení docházet nebude, protože prvek je spojen momentově s horní a dolní vaznicí.

$$\chi_{LT} := 1.0$$

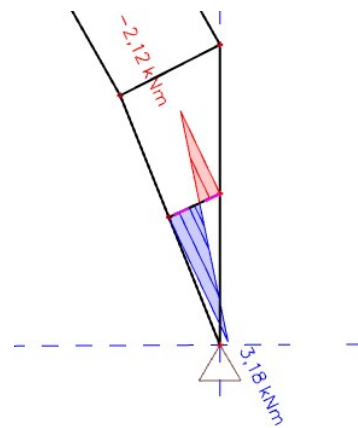
- Posouzení nosníku na kombinaci tlaku s ohybem:

$$M_{Ed,l} := 3.17 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,p} := -2.12 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\psi := \frac{M_{Ed,p}}{M_{Ed,l}} = -0.669$$

$$\text{pro: } -1 \leq \psi \leq 1$$



Tvar ohybového momentu My

$$C_{my} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi = 0.332$$

$$C_{my} := 0.4$$

- Interakční součinitele pro neklopící prvek:

$$k_{yy} := \min \left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_{y,p} - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} \right), \left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} \right) \right) \right) = 0.401$$

$$k_{zy} := 0.6 \cdot k_{yy}$$

- Prvek musí vyhovět následujícím podmínkám:

$$\frac{N_{Ed}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed}}{X_{LT} \cdot \frac{M_{c,Rk}}{Y_{M1}}} = 0.097 \quad 0.097 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed}}{X_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed}}{X_{LT} \cdot \frac{M_{c,Rk}}{Y_{M1}}} = 0.065 \quad 0.065 < 1.0$$

- Zároveň je nezbytné splnit podmínku únosnosti pro průřez:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{RK}} + \frac{M_{Ed}}{M_{c,RK}} = 0.227 \quad 0.227 < 1.0$$
$$\frac{N_{Ed}}{Y_{MO}} + \frac{M_{Ed}}{Y_{MO}} = 0.227$$

- Posouzení smykové únosnosti:

$$V_{pl,Rd} := \frac{A_z \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot Y_{MO}} = 118.262 \text{ kN} \quad V_{pl,Rd} > V_{Ed} \quad V_{Ed} = 14.43 \text{ kN}$$

Navržená spojnice **VYHOVUJE**

Kontrola návrhové momentové únosnosti svařovaných styčníků mezipásových prutů z RHS a pásů z RHS:

Porušení mezipásového prutu $0.85 \leq \beta \leq 1.0$

$$t_i := t_w \quad b_0 := b \quad t_0 := 5.0 \text{ mm} \quad f_{y0} := f_y \quad f_{yi} := f_y \quad b_j := b$$

$$b_{eff} := \frac{10}{b_0} \cdot \frac{f_{y0} \cdot t_0 \cdot b_i}{f_{yi} \cdot t_i} = 83.333 \text{ mm}$$

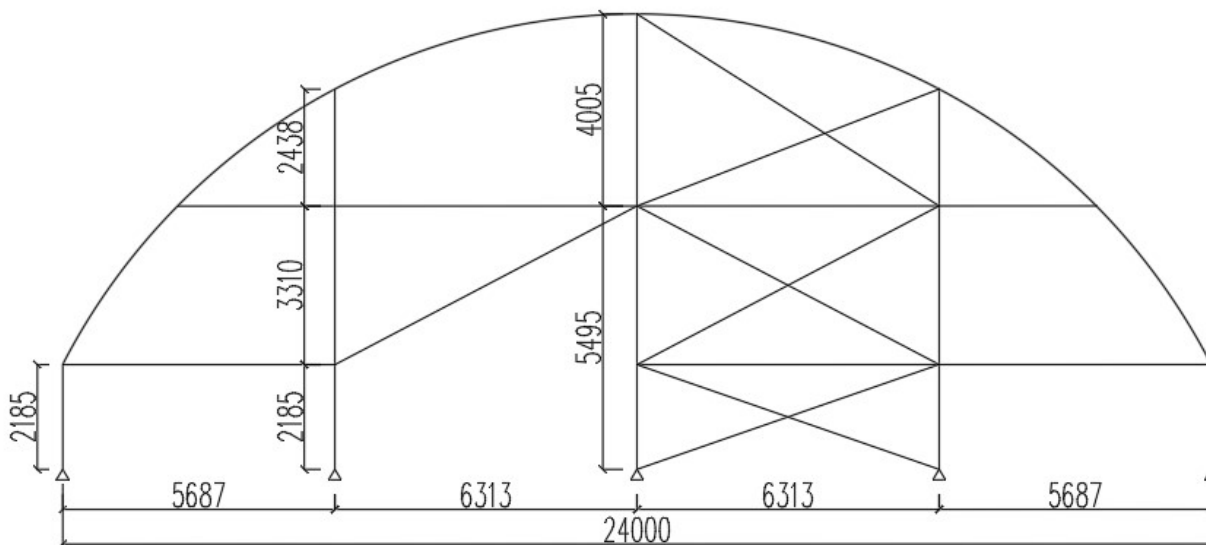
$$M_{ip,RD} := f_y \cdot \left(W_{y,pl} - \left(1 - \frac{b_{eff}}{b} \right) \cdot b \cdot a \cdot t_w \right) = 12.851 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,I} := 3.17 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{ip,RD} > M_{Ed,I}$$

Momentová únosnost **VYHOVUJE**

- Štítová vazba

Schéma:



- Zatížení:

$l_{zat.} := 3 \text{ m}$ - zatěžovací šířka pro štítové vazby

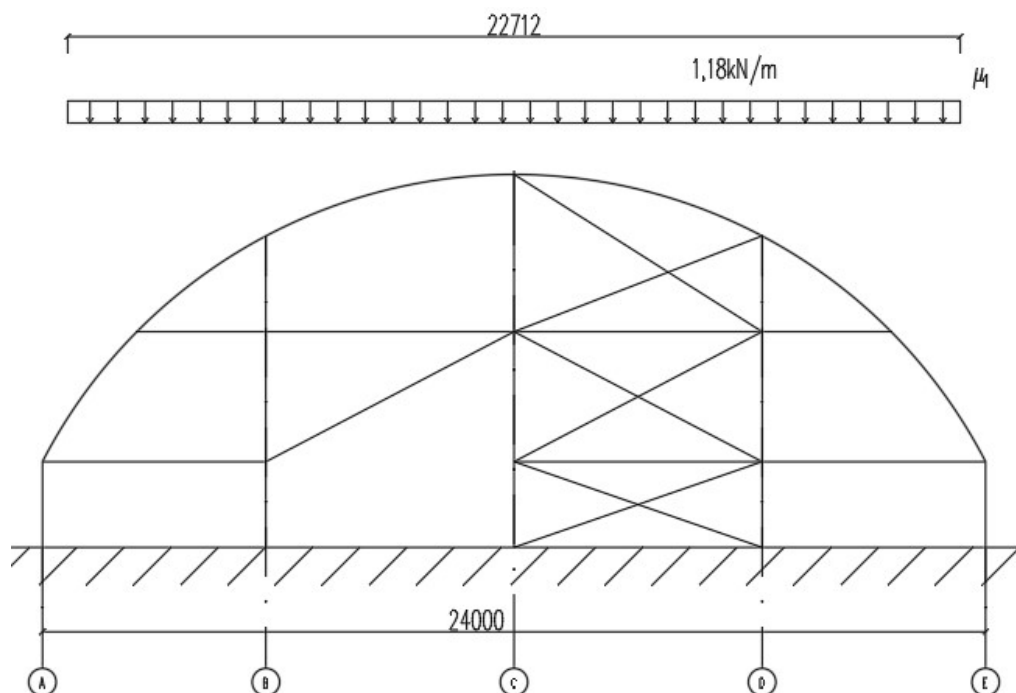
- Vlastní tíha

- Je automaticky vygenerována programem SCIA Engineer 21.0

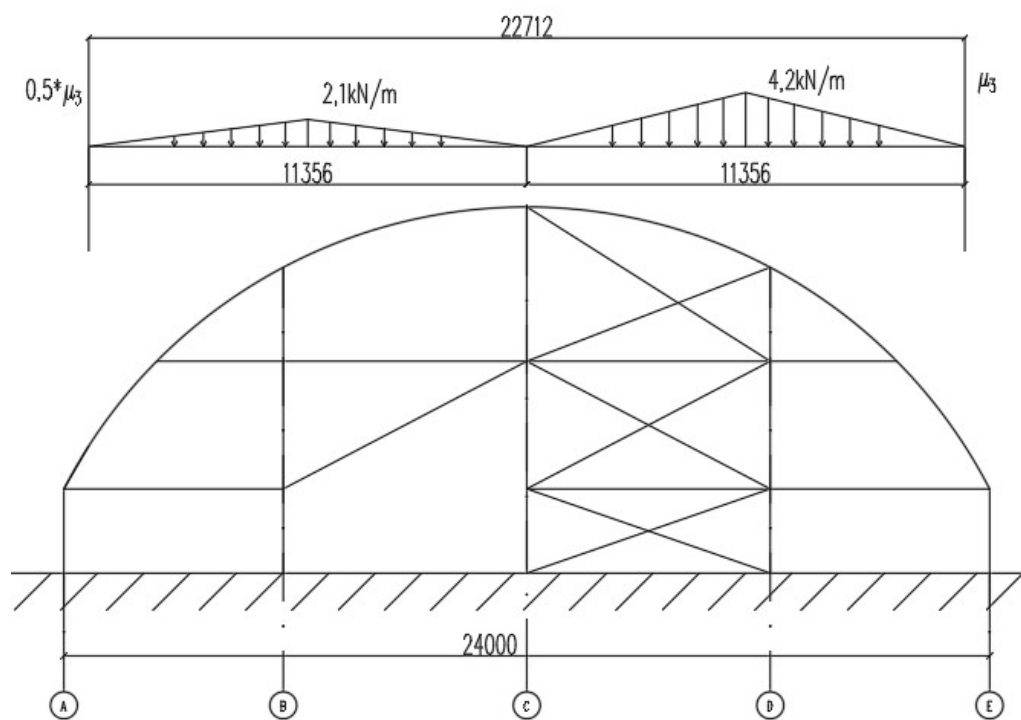
- Klimatická zatížení

- Zatížení sněhem

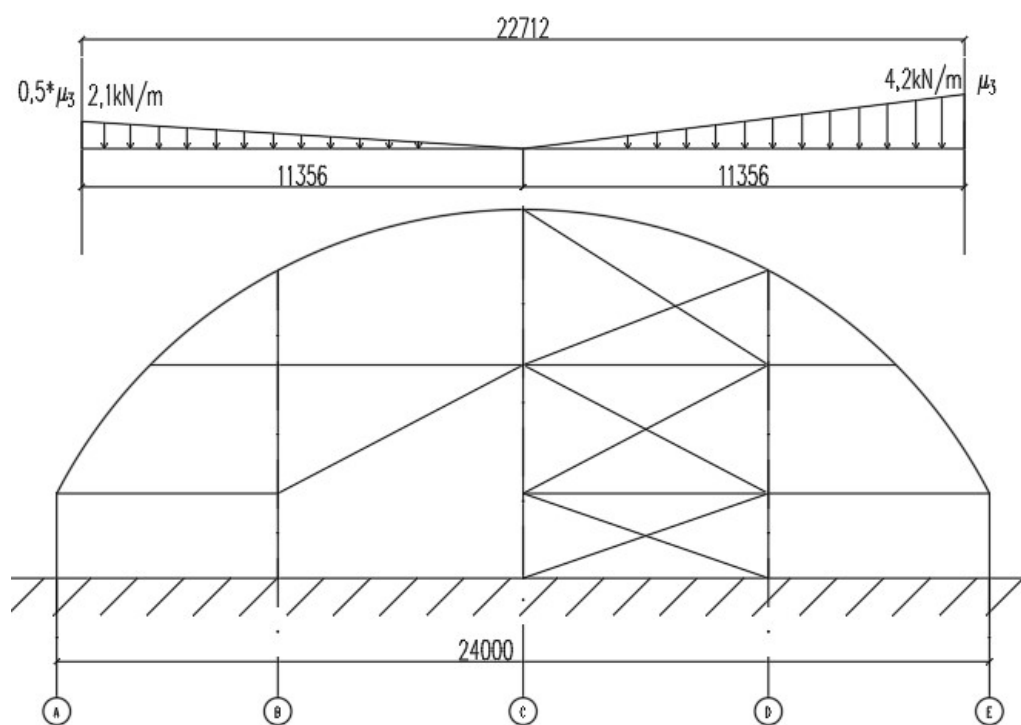
- Nenavátý sníh



- Navátý sníh 1. varianta

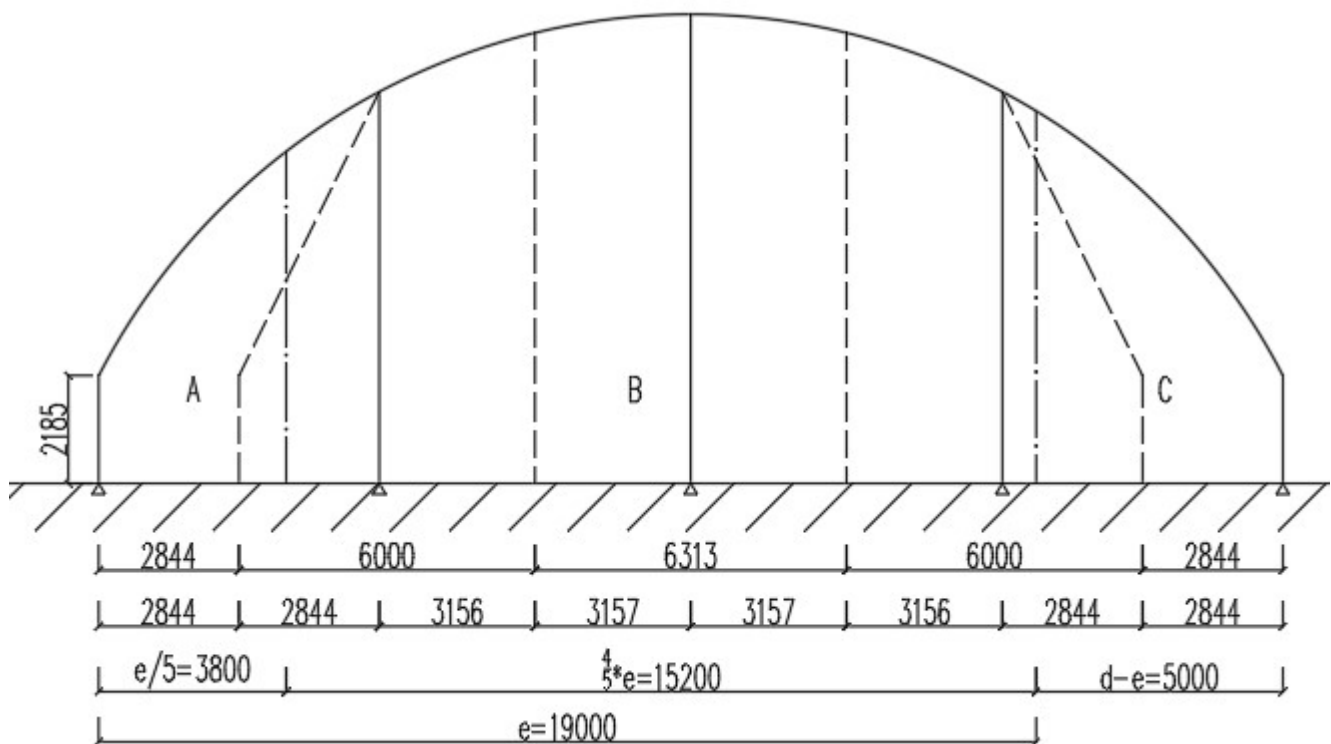


- Navátý sníh 2. varianta



- Příčný vítr

- Schéma pro rozdělení zón a zatěžovací plochy štítové stěny:



- Tlak na vnějším povrchu

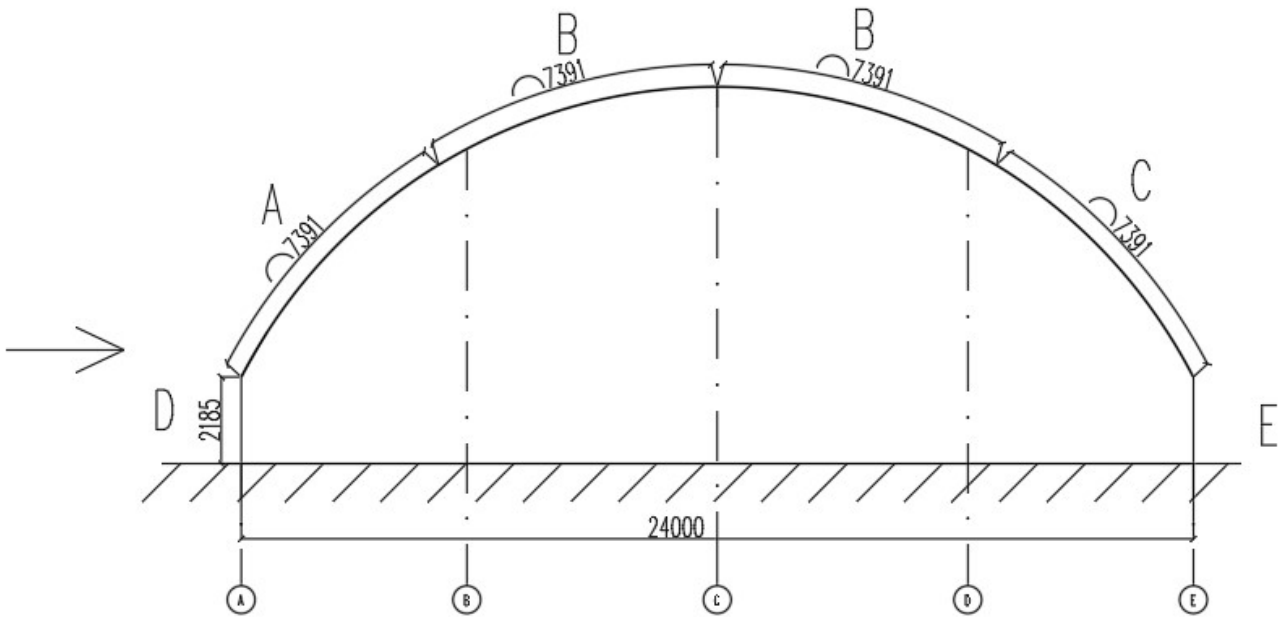
$$w_e = q_{p,z} \cdot C_{pe,10}$$

$$w_{e,A} := q_{p,z} \cdot -1.2 = -0.703 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,B} := q_{p,z} \cdot -0.8 = -0.469 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,C} := q_{p,z} \cdot -0.5 = -0.293 \frac{kN}{m^2}$$

- Schéma pro rozdělení zón a zatěžovací plochy střechy:



- Tlak na vnějším povrchu

$$w_{e,A} := q_{p,z} \cdot 0.38 = 0.223 \frac{kN}{m^2}$$

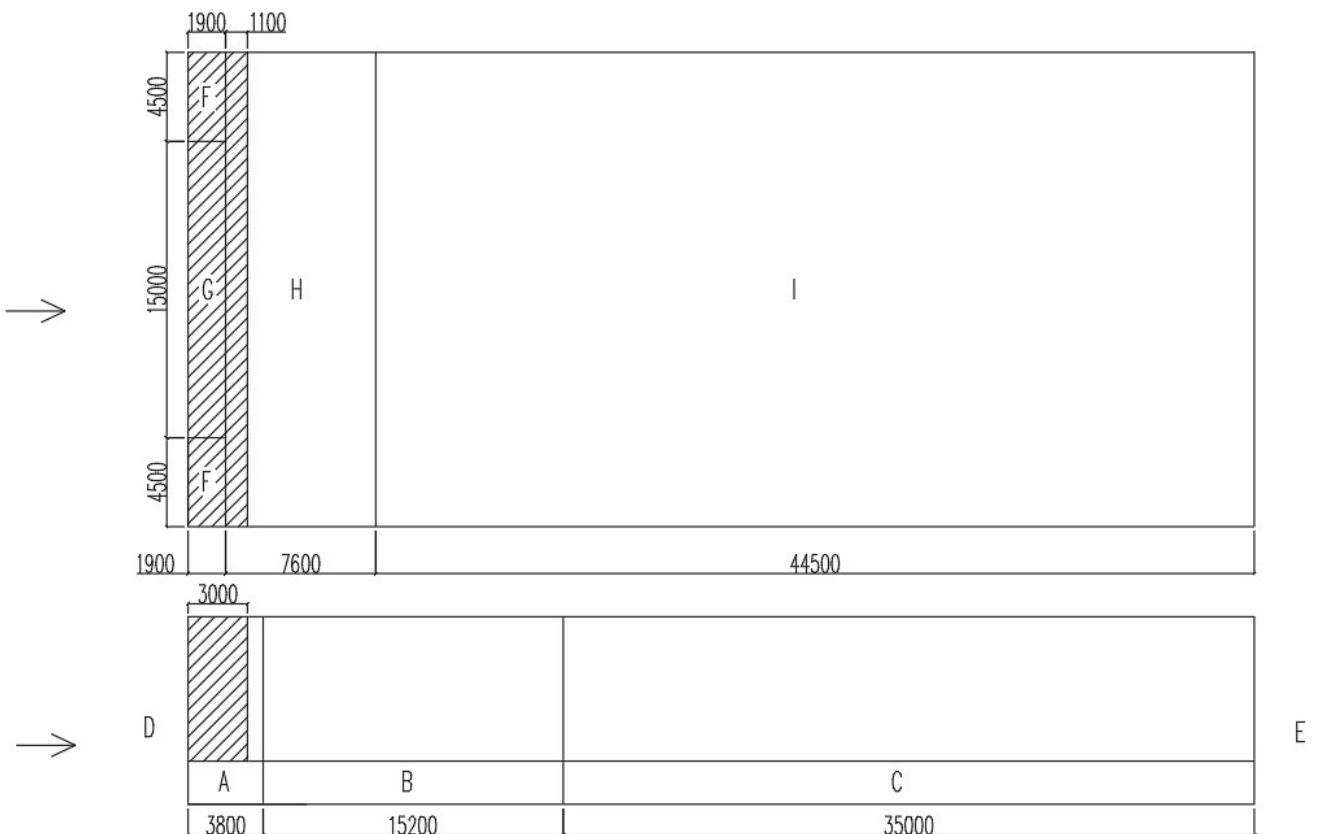
$$w_{e,B} := q_{p,z} \cdot (-1) = -0.586 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,C} := q_{p,z} \cdot (-0.4) = -0.234 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,D} := q_{p,z} \cdot 0.7 = 0.41 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,E} := q_{p,z} \cdot -0.3 = -0.176 \frac{kN}{m^2}$$

- Podélný vítr



- Tlak na vnějším povrchu

$$w_{e.A} := q_{p.z} \cdot (-1.2) = -0.703 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e.F} := q_{p.z} \cdot -1.1 = -0.645 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e.B} := q_{p.z} \cdot (-0.8) = -0.469 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e.G} := q_{p.z} \cdot -1.4 = -0.82 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e.C} := q_{p.z} \cdot (-0.5) = -0.293 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e.H} := q_{p.z} \cdot -0.8 = -0.469 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e.D} := q_{p.z} \cdot 0.78 = 0.457 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e.I} := q_{p.z} \cdot -0.5 = -0.293 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e.E} := q_{p.z} \cdot -0.3 = -0.176 \frac{kN}{m^2}$$

- Návrh obvodového pláště (stěnové panele)

Schéma: prostý nosník o rozpětí 6,313m a 5,687m
Orientace pnutí: vodorovně pnuté

	g_k (kN/m ²)	γ_G (-)	g_d (kN/m ²)
Stěnový izolační panel KINGSPAN KS1150 NF 120 d=120mm plech vnější: 0,6mm plech vnitřní: 0,4mm profilace D, QuadCore hmotnost 13,28 kg/m ² U=0,15 W/(m ² K)	0,1328	1,35	0,1793
Celkem			0,179

- Zatížení:

Tlak:

$$w_{e.D} = 0.457 \frac{kN}{m^2}$$

Sání:

$$w_{e.A} = -0.703 \frac{kN}{m^2}$$

- Posouzení panelu:

Tlak

$$f_{Rk.T} := 0.457 \frac{kN}{m^2}$$

$$l_{max} = 9.09 \text{ m pro } q_{k.t} := 0.5 \frac{kN}{m^2} - l = 6.313 \text{ m}$$

Sání

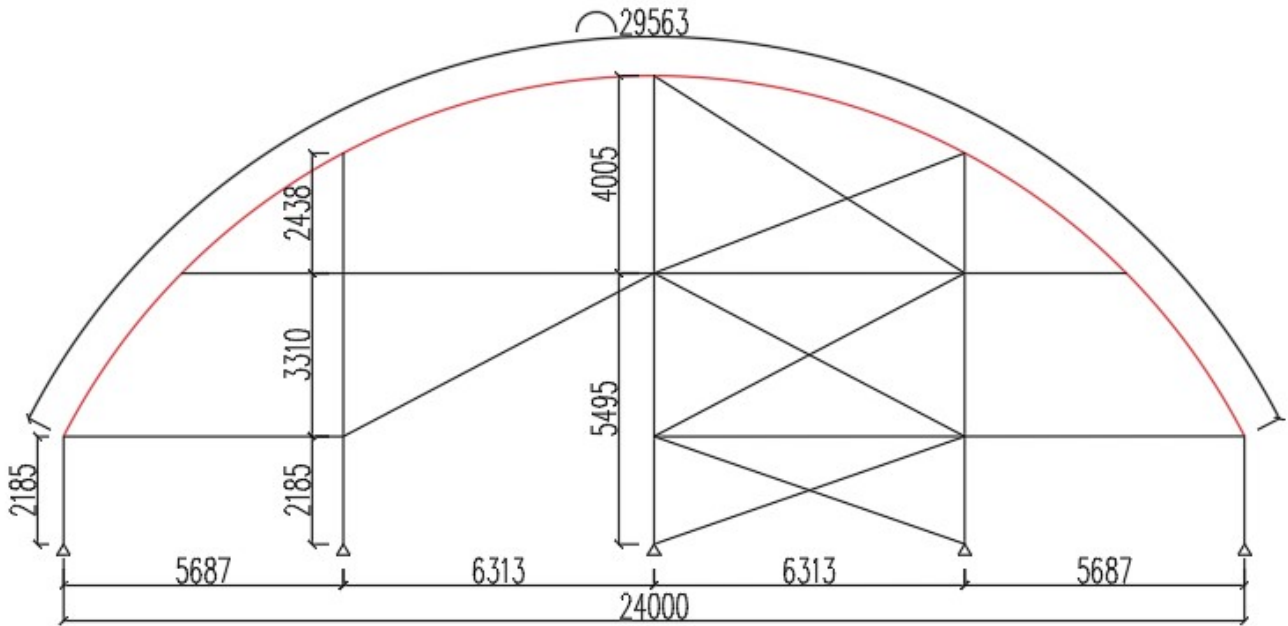
$$f_{Rk.S} := 0.703 \frac{kN}{m^2}$$

$$l_{max} = 6.61 \text{ m pro } q_{k.s} := 0.75 \frac{kN}{m^2} - l = 6.313 \text{ m}$$

Navržený panel VYHOVUJE

- Obloukový nosník:

Schéma:



- Profil: HEA 120

$$h := 114 \text{ mm}$$

$$A := 2530 \text{ mm}^2$$

$$b := 120 \text{ mm}$$

$$i_y := 48.9 \text{ mm}$$

$$t_w := 5.5 \text{ mm}$$

$$i_z := 30.2 \text{ mm}$$

$$I_y := 6.06 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{y,pl} := 119.5 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_z := 2.31 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{z,pl} := 58.85 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$f_y := 355 \text{ MPa}$$

$$I_w := 6.47 \cdot 10^9 \text{ mm}^6$$

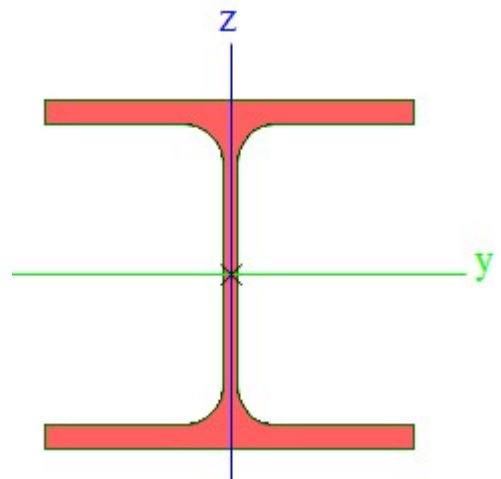
$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$I_t := 5.99 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$G := 80 \text{ GPa}$$

$$A_z := 0.85 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 0.814$$



- Vnitřní síly: rozhodující kombinace - NC_CO9

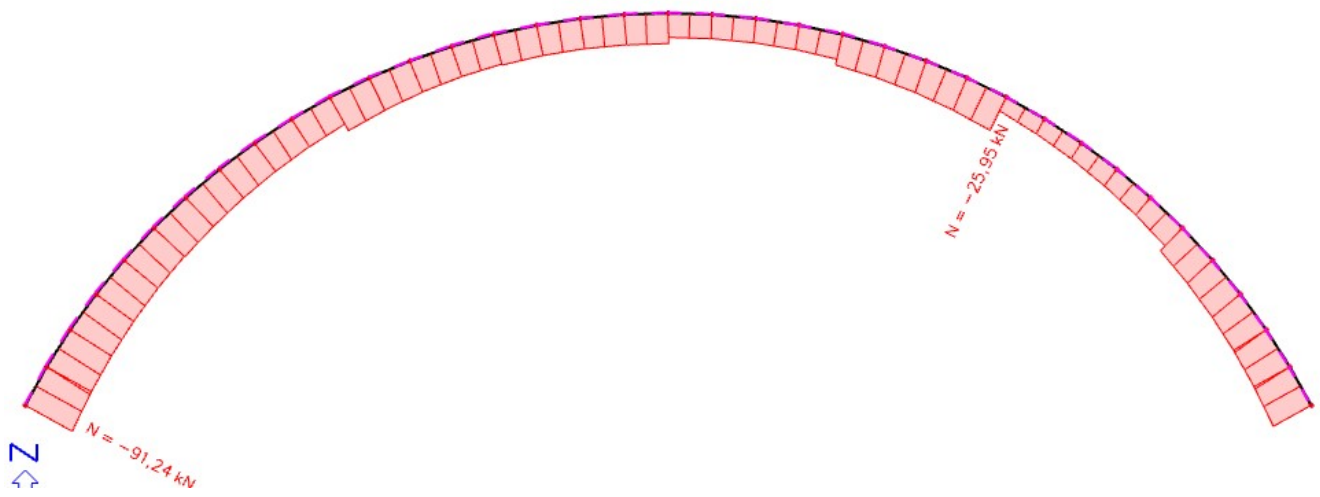
$$N_{Ed,tlak} := 91.24 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} := 11.82 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

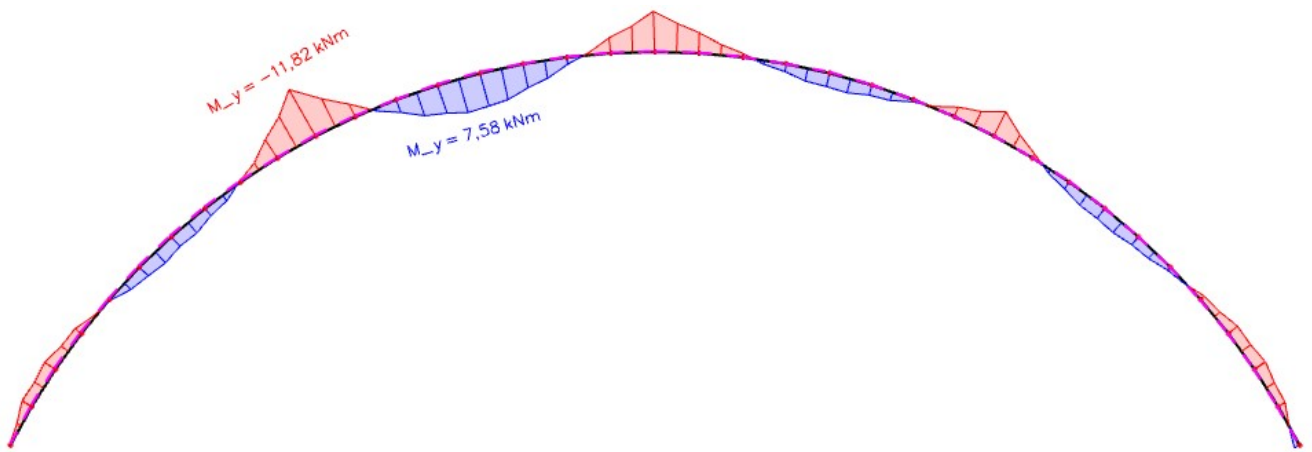
$$M_{z,Ed} := 1.89 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{y,Ed} := 2.81 \text{ kN}$$

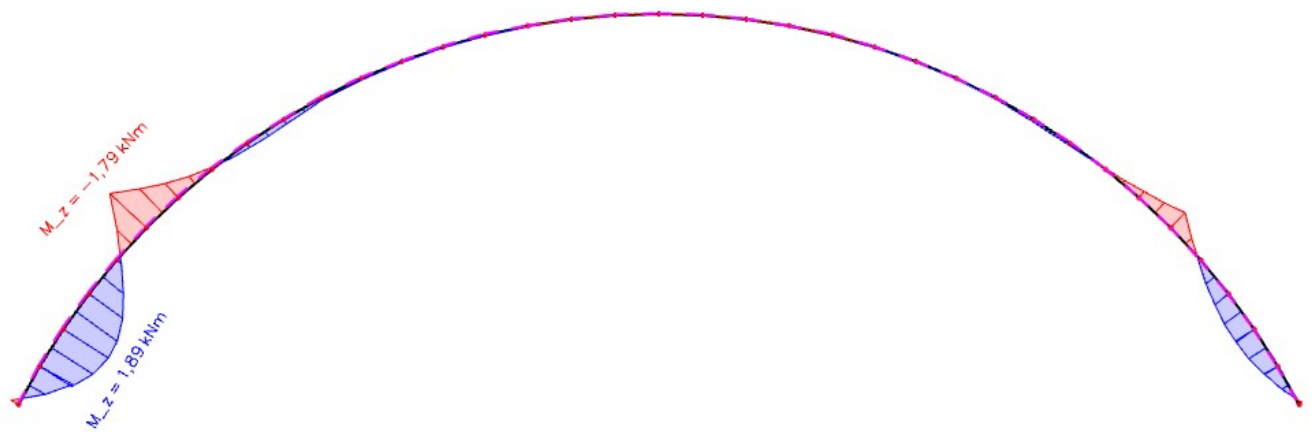
- NC_CO9 - Ned



- NC_CO9 - My



- NC_CO9 - Mz



- Charakteristická únosnost v prostém tlaku:

$$N_{Rk} := A \cdot f_y = 898.15 \text{ kN} \quad N_{Rk} > N_{Ed} \quad N_{Ed.tlak} = 91.24 \text{ kN}$$

- Charakteristická únosnost v ohybu:

$$M_{y,Rk} := W_{y,pl} \cdot f_y = 42.423 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{y,Rk} > M_{y,Ed} \quad M_{y,Ed} = 11.82 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z,Rk} := W_{z,pl} \cdot f_y = 20.892 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{z,Rk} > M_{z,Ed} \quad M_{z,Ed} = 1.89 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- Únosnost v kombinaci tlaku a ohybu:

- Vzpěrné délky a součinitel vzpěrnosti:

$$L_{cr,y} := 8212 \text{ mm} \quad L_{cr,z} := 4106 \text{ mm}$$

- Štíhlost oblouku:

$$\lambda_y := \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 167.935$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 135.96$$

- Poměrné štíhlosti:

$$\lambda_1 := 93.9 \cdot \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 76.399$$

$$\lambda_{y,p} := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 2.198$$

$$\lambda_{z,p} := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 1.78$$

Součinitel vzpěrnosti se určí pomocí křivky „b“ v směru kolmo k ose y, pomocí křivky „c“ v směru kolmo k ose z.

$$\chi_y := 0.17$$

$$\chi_z := 0.23$$

- Vliv klopení:

Podle součinitele ψ se určí součinitel C_1 (postup dle přílohy ČSN EN 1993-1-1):

$$C_{1,0} := 1.85 \quad C_{1,1} := 1.77 \quad k_w := 1.0$$

K_{wt} bezrozměrný parametr kroucení:

$$K_{wt} := \frac{n}{k_w \cdot L_{cr,z}} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = 0.407$$

$$C_1 := C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \cdot K_{wt} = 1.817 < 1.85$$

$$k_z := 1.0$$

$$\mu_{cr} := \frac{C_1}{k_z} \cdot \sqrt{1 + K_{wt}^2} = 1.962$$

$$M_{cr} := \mu_{cr} \cdot \frac{\pi^2 \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t}}{L_{cr,z}} = 72.394 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$a_{LT} := 0.34$$

$$\lambda_{LT,0,p} := 0.4$$

$$\beta := 0.75$$

$$\lambda_{LT,p} := \sqrt{\frac{W_{y,pl} \cdot f_y}{M_{cr}}} = 0.766$$

$$\phi_{LT} := 0.5 \cdot (1 + a_{LT} \cdot (\lambda_{LT,p} - \lambda_{LT,0,p}) + \beta \cdot \lambda_{LT,p}^2) = 0.782$$

$$\chi_{LT} := \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \cdot \lambda_{LT,p}^2}} = 0.836$$

$$\text{ale } \chi_{LT} \leq 1.0$$

$$\chi_{LT} \leq \frac{1}{\lambda_{LT,p}^2} \quad \frac{1}{\lambda_{LT,p}^2} = 1.707 \quad 0.836 \leq 1.707$$

- Posouzení nosníku na kombinaci tlaku s ohybem:

$$M_{Ed,vyšší} := -11.82 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,nížší} := -0.21 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,střed} := 3.24 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\psi := \frac{M_{Ed,nížší}}{M_{Ed,vyšší}} = 0.018$$

$$\alpha_s := \frac{M_{Ed,střed}}{M_{Ed,vyšší}} = -0.274$$

$$\text{pro: } -1 \leq \psi \leq 1$$

$$C_{my} := 0.1 - 0.8 \cdot \alpha_s = 0.319$$

$$C_{my} := 0.4$$

$$M_{Ed,vyšší} := -11.82 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

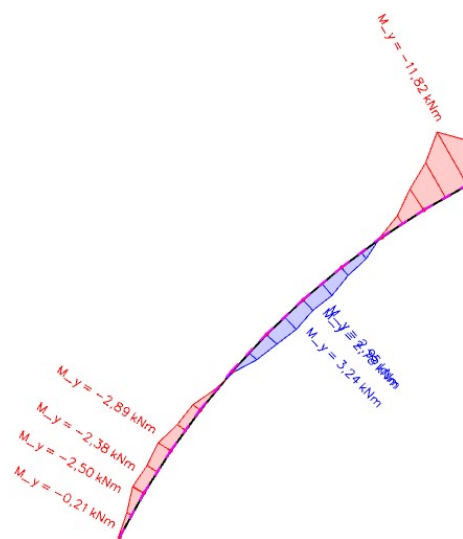
$$M_{Ed,střed} := 3.24 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\psi := \frac{M_{Ed,střed}}{M_{Ed,vyšší}} = -0.274$$

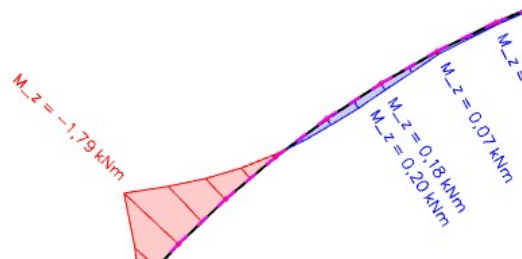
$$C_{mLT} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi = 0.49$$

$$M_{z,Ed,vyšší} := -1.79 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z,Ed,nížší} := 0.07 \text{ kN} \cdot \text{m}$$



Tvar ohybového momentu My



Tvar ohybového momentu Mz

$$\psi := \frac{M_{z.Ed.nizši}}{M_{z.Ed.vyši}} = -0.039$$

pro: $-1 \leq \psi \leq 1$

$$C_{mz} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi = 0.584$$

- Interakční součinitele pro klopící nosník:

$$Y_{M1} := 1.0 \quad Y_{M0} := 1.0$$

$$k_{yy} := \min \left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_{y,p} \cdot \frac{N_{Ed.tlak}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} \right), \left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed.tlak}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} \right) \right) \right) = 0.543$$

$$k_{zy} := \min \left(\left(1 - \frac{0.05 \cdot \lambda_{z,p}}{(C_{mLT} - 0.25)} \cdot \frac{N_{Ed.tlak}}{X_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} \right), \left(1 - \frac{0.05}{(C_{mLT} - 0.25)} \cdot \frac{N_{Ed.tlak}}{X_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} \right) \right) = 0.836$$

$$k_{zz} := \min \left(C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_{y,p} \cdot \frac{N_{Ed.tlak}}{X_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} \right), \left(C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed.tlak}}{X_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} \right) \right) \right) = 0.739$$

$$k_{yz} := k_{zz}$$

- Prvek musí vyhovět následujícím podmínkám:

$$\frac{N_{Ed.tlak}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y.Ed}}{X_{LT} \cdot \frac{M_{y.Rk}}{Y_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z.Ed}}{M_{z.Rk} \cdot \frac{Y_{M1}}{Y_{M1}}} = 0.846 \quad 0.846 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed.tlak}}{X_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y.Ed}}{X_{LT} \cdot \frac{M_{y.Rk}}{Y_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z.Ed}}{M_{z.Rk} \cdot \frac{Y_{M1}}{Y_{M1}}} = 0.787 \quad 0.787 < 1.0$$

- Zároveň je nezbytné splnit podmínku únosnosti pro průřez:

$$\frac{N_{Ed.tlak}}{Y_{M0} \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M0}}} + \frac{M_{y.Ed}}{Y_{M0} \cdot \frac{M_{y.Rk}}{Y_{M0}}} + \frac{M_{z.Ed}}{Y_{M0} \cdot \frac{M_{z.Rk}}{Y_{M0}}} = 0.471 \quad 0.471 < 1.0$$

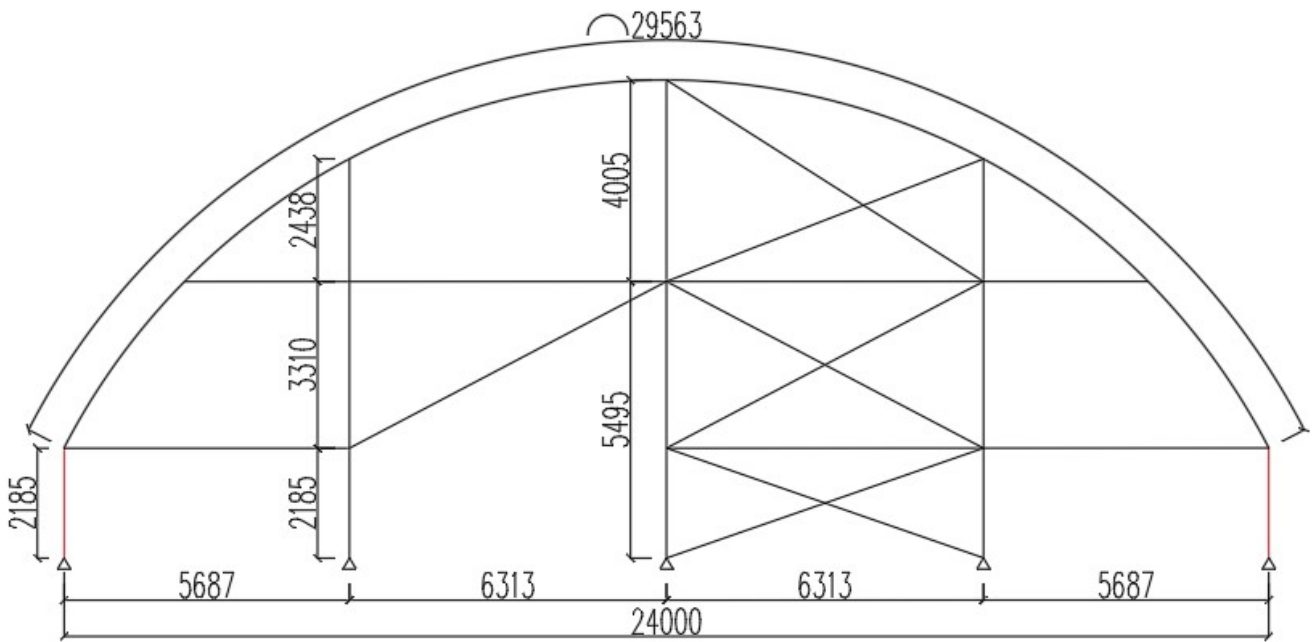
- Smyková únosnost:

$$V_{pl.Rd} := \frac{A_z \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot Y_{M0}} = 174.215 \text{ kN} \quad V_{pl.Rd} > V_{y.Ed} \quad V_{y.Ed} = 2.81 \text{ kN}$$

Navržený pás **VYHOVUJE**

- Štítové krajní sloupy:

- Schéma:



- Profil: HEA 120

$$h := 114 \text{ mm}$$

$$A := 2530 \text{ mm}^2$$

$$b := 120 \text{ mm}$$

$$i_y := 48.9 \text{ mm}$$

$$t_w := 5.5 \text{ mm}$$

$$i_z := 30.2 \text{ mm}$$

$$I_y := 6.06 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{y,pl} := 119.5 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_z := 2.31 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{z,pl} := 58.85 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$f_y := 355 \text{ MPa}$$

$$I_w := 6.47 \cdot 10^9 \text{ mm}^6$$

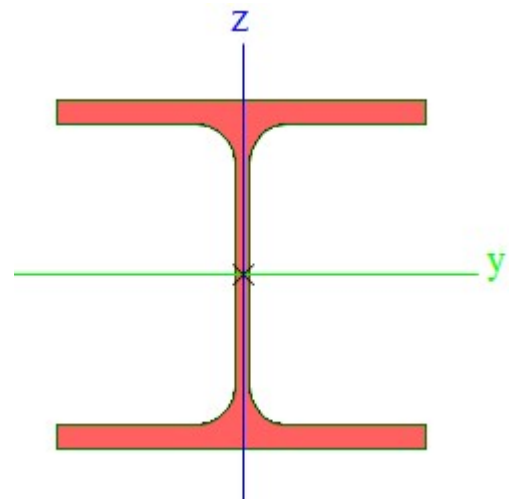
$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$I_t := 5.99 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$G := 80 \text{ GPa}$$

$$A_z := 0.85 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 0.814$$



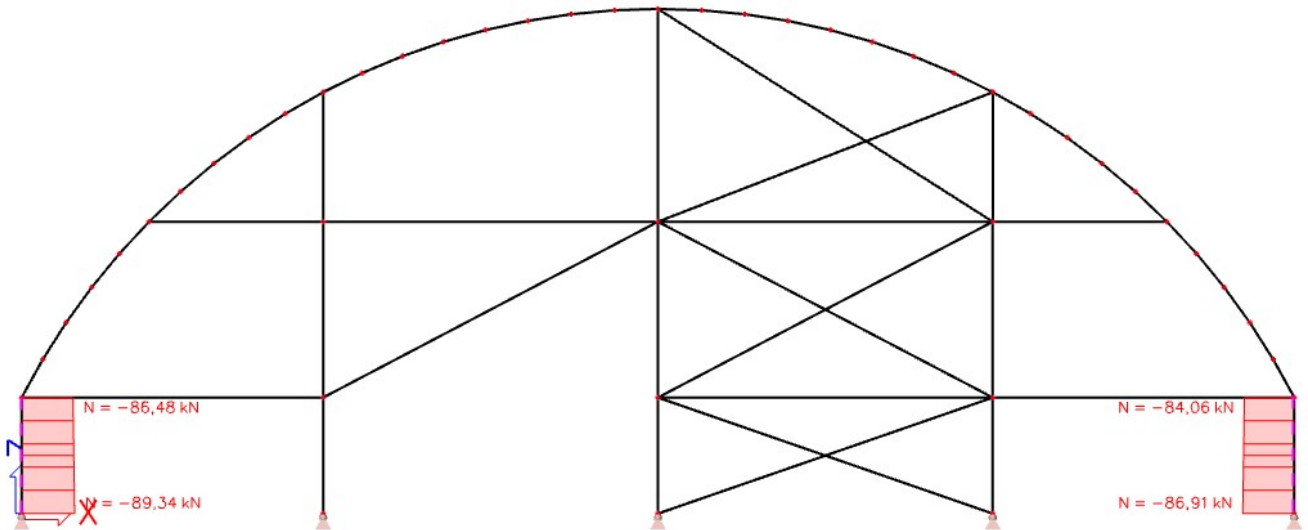
- Vnitřní síly: rozhodující kombinace - NK_CO13

$$N_{Ed,tak} := 89.34 \text{ kN}$$

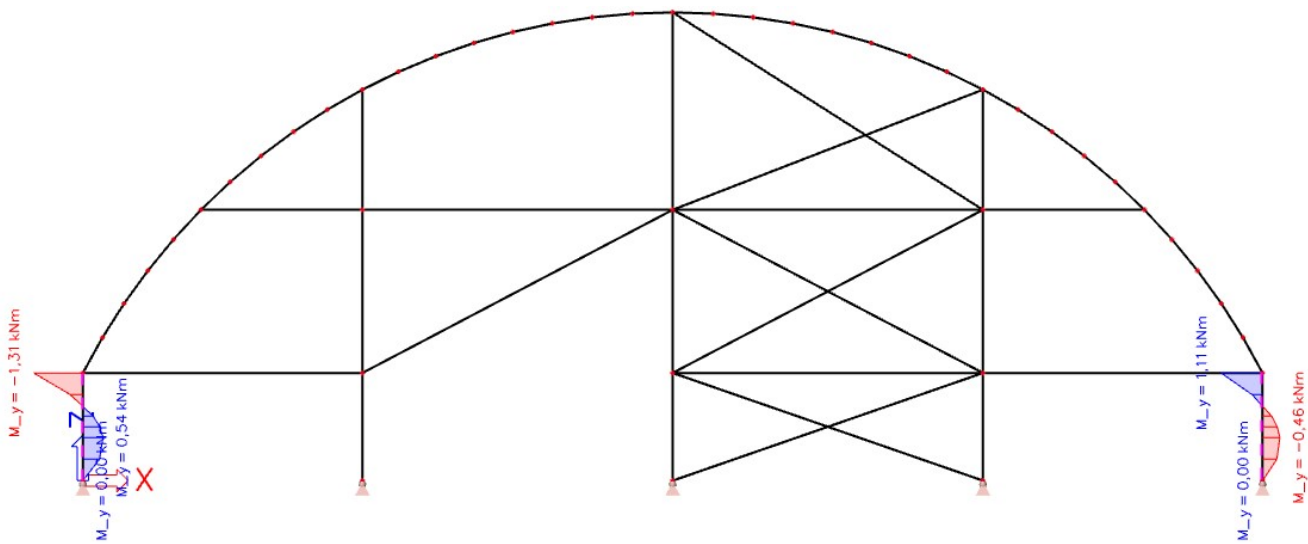
$$M_{y,Ed} := 1.31 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z,Ed} := 1.49 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

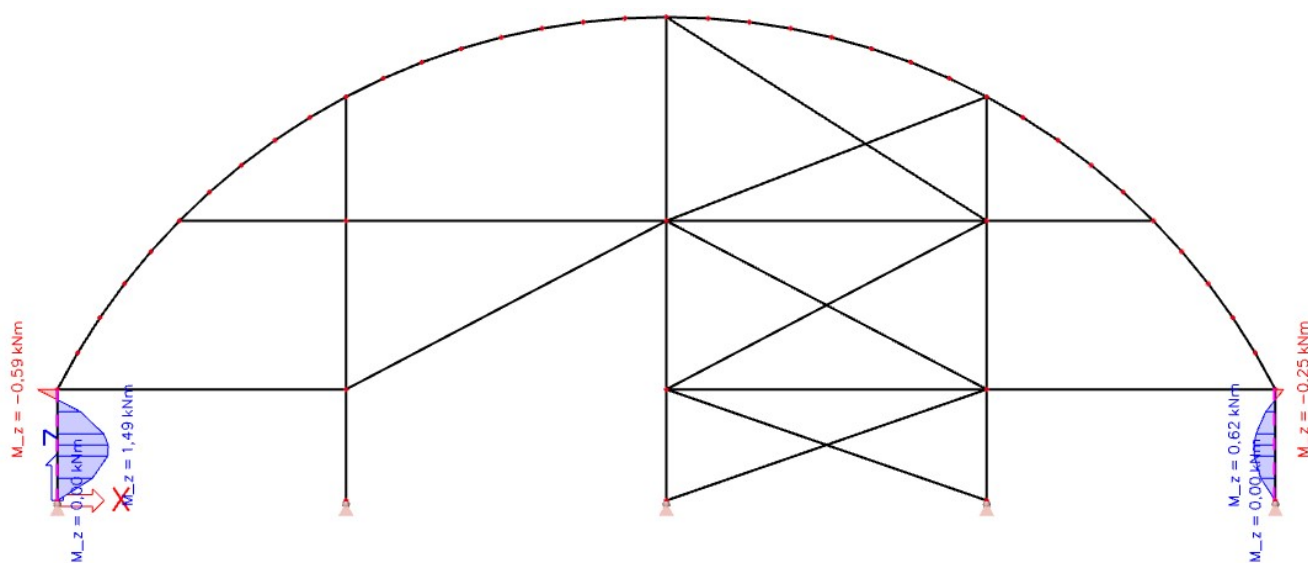
- NK_CO13 - Ned



- NK_CO13 - My



- NK_CO13 - Mz



- Charakteristická únosnost v prostém tlaku:

$$N_{Rk} := A \cdot f_y = 898.15 \text{ kN} \quad N_{Rk} > N_{Ed} \quad N_{Ed.tlak} = 89.34 \text{ kN}$$

- Charakteristická únosnost v ohybu:

$$M_{y,Rk} := W_{y,pl} \cdot f_y = 42.423 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{y,Rk} > M_{y,Ed} \quad M_{y,Ed} = 1.31 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z,Rk} := W_{z,pl} \cdot f_y = 20.892 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{z,Rk} > M_{z,Ed} \quad M_{z,Ed} = 1.49 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- Únosnost v kombinaci tlaku a ohybu:

- Vzpěrné délky a součinitel vzpěrnosti:

$$L_{cr,y} := 2185 \text{ mm} \quad L_{cr,z} := 2185 \text{ mm}$$

- Štíhlost sloupu:

$$\lambda_y := \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 44.683$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 72.351$$

- Poměrné štíhlosti:

$$\lambda_1 := 93.9 \cdot \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 76.399$$

$$\lambda_{y,p} := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.585$$

$$\lambda_{z,p} := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.947$$

Součinitel vzpěrnosti se určí pomocí křivky „b“ ve směru kolmo k ose y a pomocí křivky „c“ ve směru kolmo k ose z.

$$\chi_y := 0.87$$

$$\chi_z := 0.56$$

- Velikost ohybového momentu byla spočítána pomocí programu LTBeam

$$\mu_{cr} := 208.44$$

$$M_{cr} := M_{y,Ed} \cdot \mu_{cr} = 273.056 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$a_{LT} := 0.34$$

$$\lambda_{LT,0,p} := 0.4$$

$$\beta := 0.75$$

$$\lambda_{LT,p} := \sqrt{\frac{W_{y,pl} \cdot f_y}{M_{cr}}} = 0.394$$

$$\phi_{LT} := 0.5 \cdot \left(1 + a_{LT} \cdot (\lambda_{LT,p} - \lambda_{LT,0,p}) + \beta \cdot \lambda_{LT,p}^2 \right) = 0.557$$

$$\chi_{LT} := \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \cdot \lambda_{LT,p}^2}} = 1.002$$

ale $\chi_{LT} \leq 1.0$

$$\chi_{LT} \leq \frac{1}{\lambda_{LT,p}^2} \quad \frac{1}{\lambda_{LT,p}^2} = 6.437$$

$$\chi_{LT} := 1.0$$

Sloup neklopí.

- Posouzení nosníku na kombinaci tlaku s ohybem:

$$M_{Ed,vyšší} := -1.31 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,nizší} := 0 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,střed} := 0.54 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\psi := \frac{M_{Ed,nizší}}{M_{Ed,vyšší}} = 0$$

$$a_s := \frac{M_{Ed,střed}}{M_{Ed,vyšší}} = -0.412$$

pro: $0 \leq \psi \leq 1$
 $-1 \leq a < 0$

$$C_{my} := 0.1 - 0.8 \cdot a_s = 0.43$$

$$M_{z,Ed,střed} := 1.49 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z,Ed,vyšší} := -0.59 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

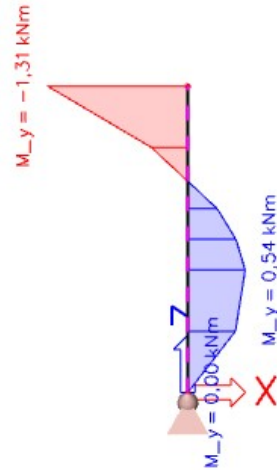
$$M_{Ed,nizší} := 0 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\psi := \frac{M_{z,Ed,nizší}}{M_{z,Ed,vyšší}} = -0.119$$

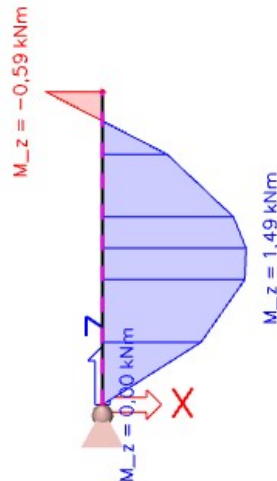
$$a_s := \frac{M_{z,Ed,vyšší}}{M_{z,Ed,střed}} = -0.396$$

pro: $0 \leq \psi \leq 1$
 $-1 \leq a < 0$

$$C_{mz} := 0.95 + 0.05 \cdot a_s = 0.93$$



Tvar ohybového momentu My



Tvar ohybového momentu Mz

- Interakční součinitele pro neklopící nosník:

$$\gamma_{M1} := 1.0 \quad \gamma_{M0} := 1.0$$

$$k_{yy} := \min \left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_{y,p} - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed,tlak}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right), \left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed,tlak}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \right) \right) = 0.449$$

$$k_{zy} := 0.6 \cdot k_{yy} = 0.269$$

$$k_{zz} := \min \left(C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \lambda_{z,p} - 0.6) \cdot \frac{N_{Ed.tlak}}{X_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} \right), \left(C_{mz} \cdot \left(1 + 1.4 \cdot \frac{N_{Ed.tlak}}{X_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} \right) \right) \right) = 1.144$$

$$k_{yz} := 0.6 \cdot k_{zz} = 0.686$$

- Prvek musí vyhovět následujícím podmínkám:

$$\frac{N_{Ed.tlak}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y.Ed}}{X_{LT} \cdot \frac{M_{y.Rk}}{Y_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z.Ed}}{\frac{M_{z.Rk}}{Y_{M1}}} = 0.177 \quad 0.177 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed.tlak}}{X_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y.Ed}}{X_{LT} \cdot \frac{M_{y.Rk}}{Y_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z.Ed}}{\frac{M_{z.Rk}}{Y_{M1}}} = 0.268 \quad 0.268 < 1.0$$

- Zároveň je nezbytné splnit podmínku únosnosti pro průřez:

$$\frac{N_{Ed.tlak}}{\frac{N_{Rk}}{Y_{M0}}} + \frac{M_{y.Ed}}{\frac{M_{y.Rk}}{Y_{M0}}} + \frac{M_{z.Ed}}{\frac{M_{z.Rk}}{Y_{M0}}} = 0.202 \quad 0.202 < 1.0$$

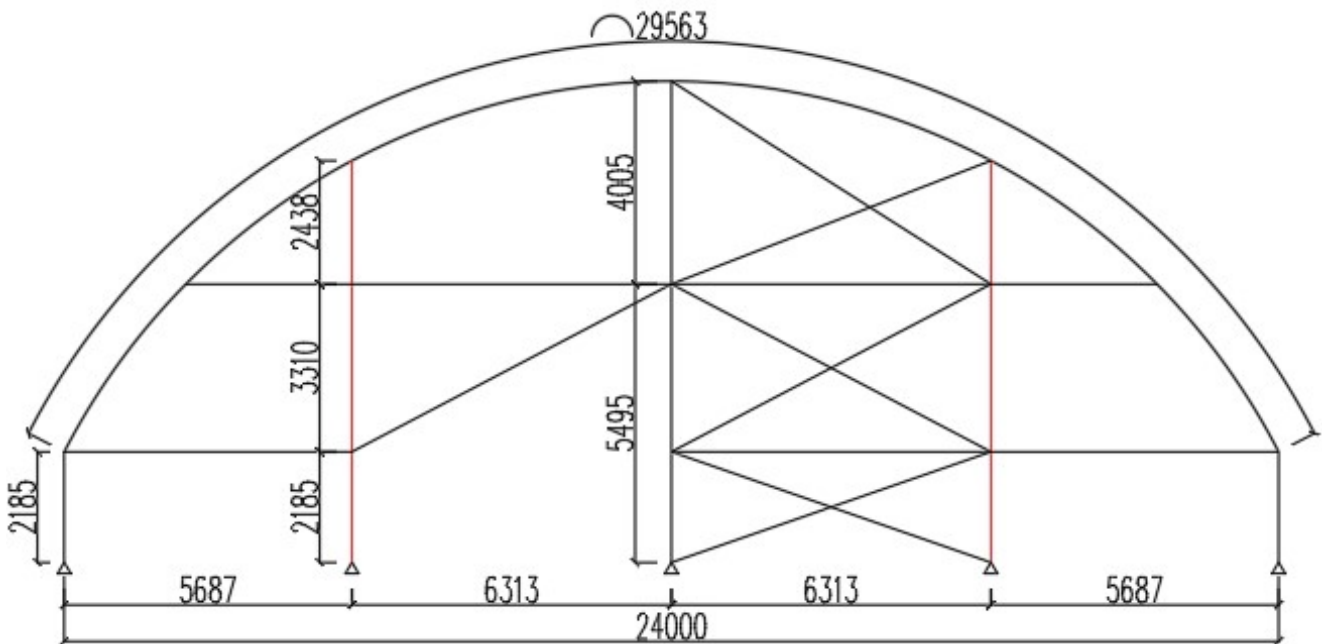
- Posouzení smykové únosnosti:

$$V_{pl.Rd} := \frac{A_z \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot Y_{M0}} = 174.215 \text{ kN} \quad V_{pl.Rd} > V_{Ed} \quad V_{Ed} = 14.43 \text{ kN}$$

Navržený sloup **VYHOVUJE**

- Štítové vnitřní sloupy:

- Schéma:



- Profil: IPE270

$$a := 270 \text{ mm}$$

$$A := 4954 \text{ mm}^2$$

$$b := 135 \text{ mm}$$

$$i_y := 112.3 \text{ mm}$$

$$t_w := 6.6 \text{ mm}$$

$$i_z := 30.2 \text{ mm}$$

$$I_y := 57.9 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{y,pl} := 484 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_z := 4199 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$$

$$W_{z,pl} := 96.95 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

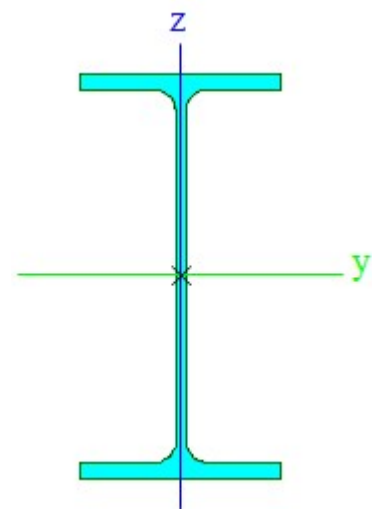
$$f_y := 355 \text{ MPa}$$

$$A_z := 2.214 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 0.814$$

$$G := 80 \text{ GPa}$$



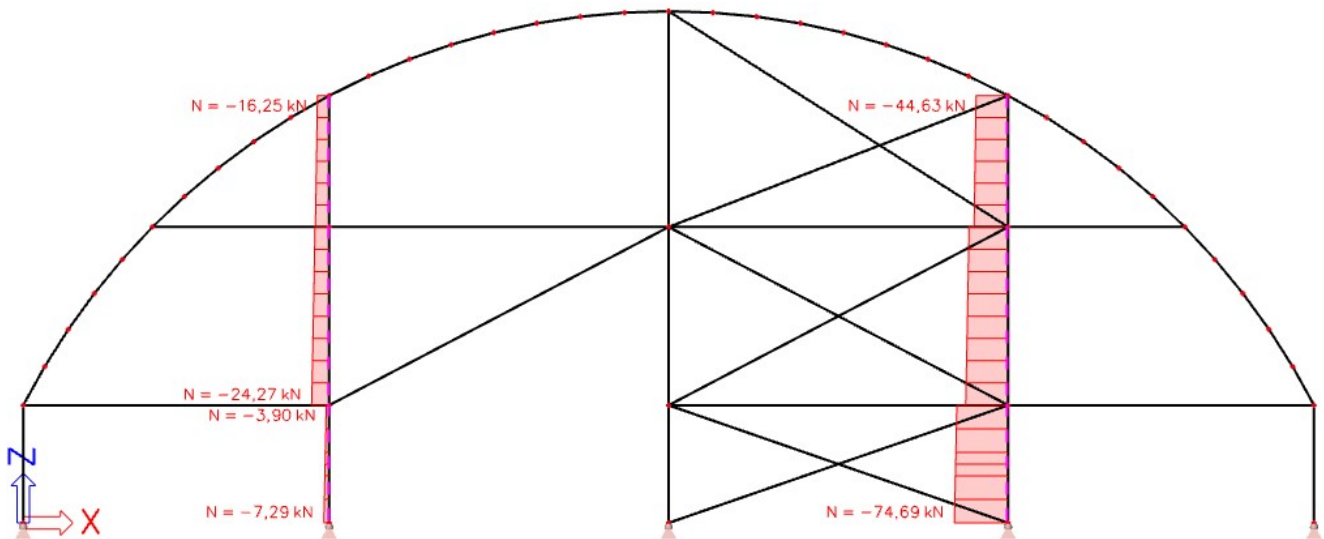
- Vnitřní síly: rozhodující kombinace - NK_CO11

$$N_{Ed,tlak} := 74.7 \text{ kN}$$

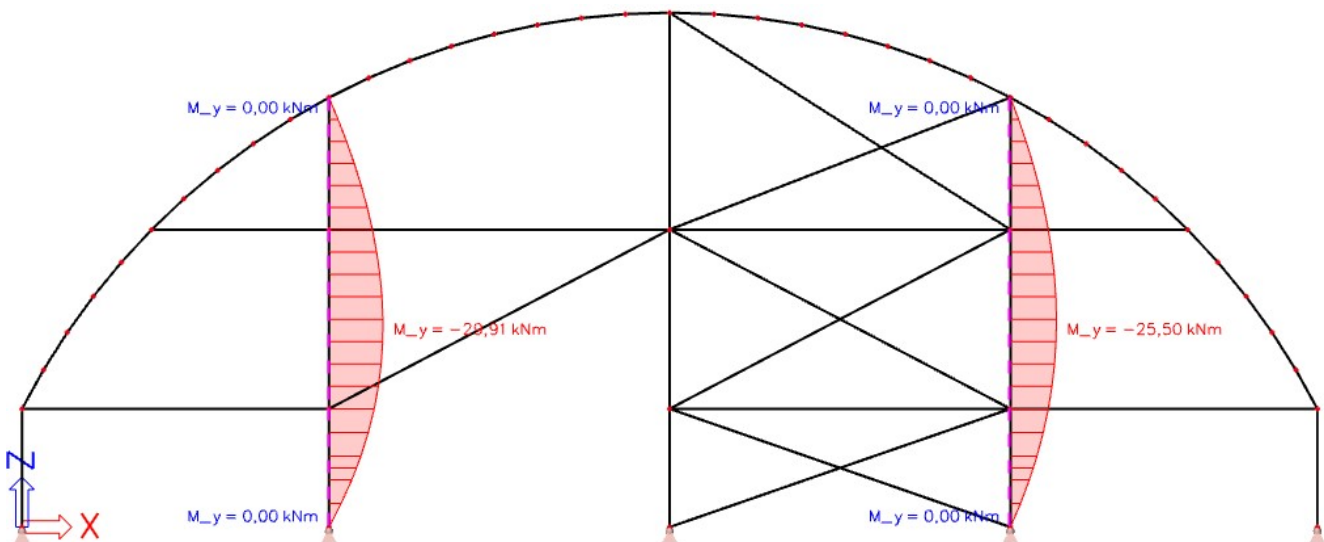
$$M_{y,Ed} := 25.5 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{y,Ed} := 0.4 \text{ kN}$$

- NK_CO11 - Ned



- NK_CO11 - My



- Charakteristická únosnost v prostém tlaku:

$$N_{Rk} := A \cdot f_y = 1758.67 \text{ kN} \quad N_{Rk} > N_{Ed} \quad N_{Ed.tlak} = 74.7 \text{ kN}$$

- Charakteristická únosnost v ohybu:

$$M_{y.Rk} := W_{y.pl} \cdot f_y = 171.82 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{y.Rk} > M_{y.Ed} \quad M_{y.Ed} = 25.5 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- Únosnost v kombinaci tlaku a ohybu:

- Vzpěrné délky a součinitel vzpěrnosti:

$$L_{cr.y} := 7933 \text{ mm} \quad L_{cr.z} := 3310 \text{ mm}$$

- Štíhlost sloupu:

$$\lambda_y := \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 70.641$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 109.603$$

- Poměrné štíhlosti:

$$\lambda_1 := 93.9 \cdot \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 76.399$$

$$\lambda_{y,p} := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.925$$

$$\lambda_{z,p} := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 1.435$$

Součinitel vzpěrnosti se určí pomocí křivky „a“ ve směru kolmo k ose y, pomocí křivky „b“ ve směru kolmo k ose z.

$$\chi_y := 0.74$$

$$\chi_z := 0.36$$

- Velikost ohybového momentu byla spočítána pomocí programu LTBeam

$$\mu_{cr} := 7.062$$

$$M_{cr} := M_{y,Ed} \cdot \mu_{cr} = 180.081 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$a_{LT} := 0.34$$

$$\lambda_{LT,0,p} := 0.4$$

$$\beta := 0.75$$

$$\lambda_{LT,p} := \sqrt[2]{\frac{W_{y,pl} \cdot f_y}{M_{cr}}} = 0.977$$

$$\phi_{LT} := 0.5 \cdot (1 + a_{LT} \cdot (\lambda_{LT,p} - \lambda_{LT,0,p}) + \beta \cdot \lambda_{LT,p}^2) = 0.956$$

$$\chi_{LT} := \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \cdot \lambda_{LT,p}^2}} = 0.714$$

$$\text{ale } \chi_{LT} \leq 1.0$$

$$\chi_{LT} \leq \frac{1}{\lambda_{LT,p}^2}$$

$$\frac{1}{\lambda_{LT,p}^2} = 1.048$$

$$0.714 < 1.048$$

- Posouzení nosníku na kombinaci tlaku s ohybem:

$$\psi := 0$$

$$a_s := 0$$

$$\text{pro: } -1 \leq \psi \leq 1 \\ -1 \leq a < 0$$

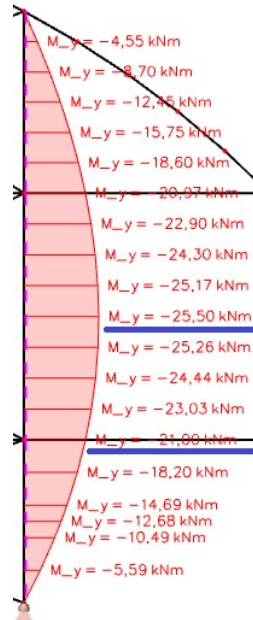
$$C_{my} := 0.95 + 0.05 \cdot a_s = 0.95$$

$$M_{y.Ed.1} := 21.0 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{y.Ed.stred} := 25.5 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$a_s := \frac{M_{y.Ed.1}}{M_{y.Ed.stred}} = 0.824$$

$$C_{mLT} := 0.95 + 0.05 \cdot a_s = 0.991$$



Tvar ohybového momentu M_y

- Interakční součinitele pro klopící nosník:

$$k_{yy} := \min \left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_{y,p} - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed.tlak}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} \right), \left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed.tlak}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} \right) \right) \right) = 0.99$$

$$k_{zy} := \min \left(\left(1 - \frac{0.1 \cdot \lambda_{z,p}}{(C_{mLT} - 0.25)} \cdot \frac{N_{Ed.tlak}}{X_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} \right), \left(1 - \frac{0.1}{(C_{mLT} - 0.25)} \cdot \frac{N_{Ed.tlak}}{X_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} \right) \right) = 0.977$$

- Prvek musí vyhovět následujícím podmínkám:

$$\frac{N_{Ed.tlak}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y.Ed}}{X_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{Y_{M1}}} = 0.263 \quad 0.263 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed.tlak}}{X_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y.Ed}}{X_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{Y_{M1}}} = 0.321 \quad 0.321 < 1.0$$

- Zároveň je nezbytné splnit podmínku únosnosti pro průřez:

$$\frac{N_{Ed.tlak}}{Y_{M0}} + \frac{M_{y.Ed}}{Y_{M0}} = 0.191 \quad 0.191 < 1.0$$

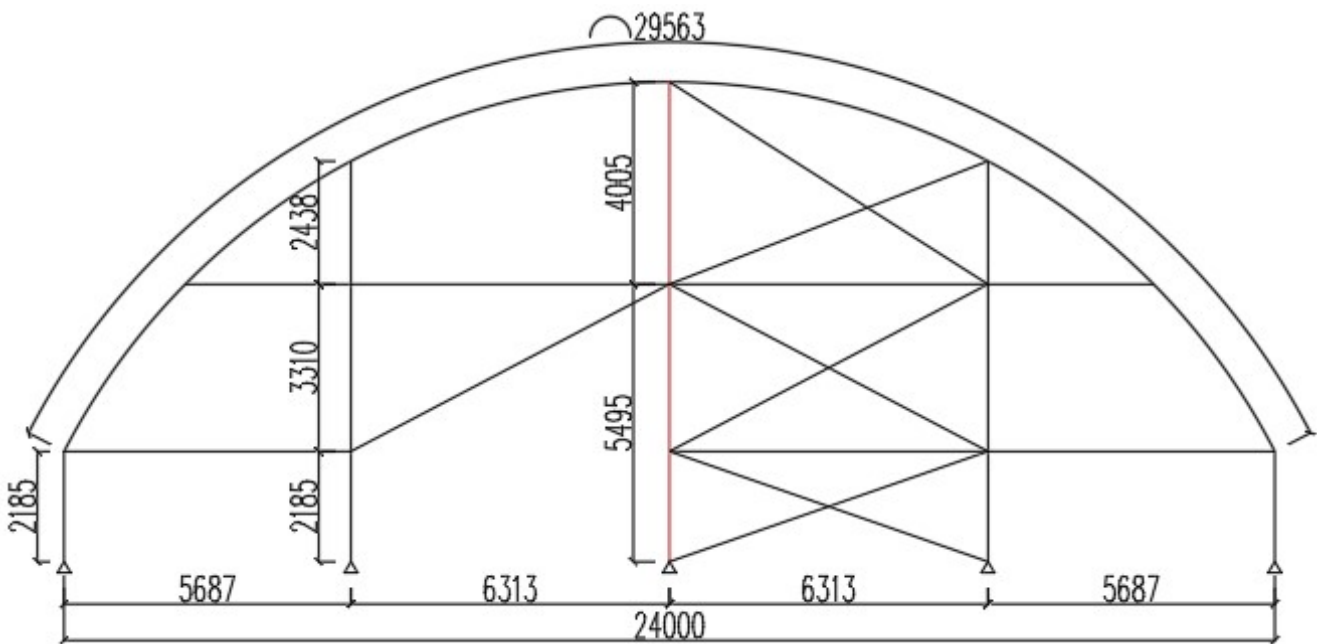
- Posouzení smykové únosnosti:

$$V_{pl.Rd} := \frac{A_z \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot Y_{M0}} = 453.78 \text{ kN} \quad V_{pl.Rd} > V_{y.Ed} \quad V_{y.Ed} = 0.4 \text{ kN}$$

Navržený pás **VYHOVUJE**

- Štítový prostřední sloup:

- Schéma:



- Profil: IPE 300

$$a := 300 \text{ mm}$$

$$A := 5381 \text{ mm}^2$$

$$b := 150 \text{ mm}$$

$$i_y := 124.6 \text{ mm}$$

$$t_w := 7.1 \text{ mm}$$

$$i_z := 33.5 \text{ mm}$$

$$I_y := 83.56 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{y,pl} := 628.4 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_z := 6038 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$$

$$W_{z,pl} := 125.2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$f_y := 355 \text{ MPa}$$

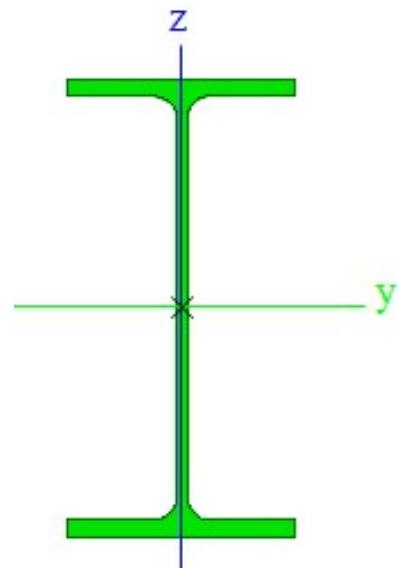
$$A_y := 3.185 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$A_z := 2.177 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$G := 80 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 0.814$$

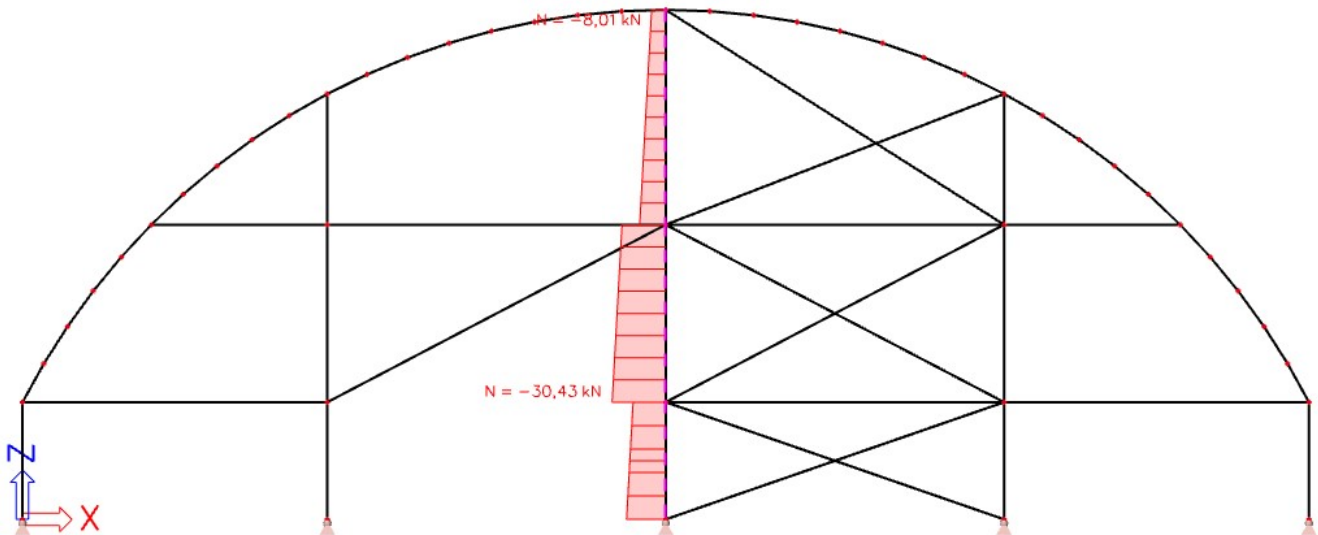


- Vnitřní síly: rozhodující kombinace - NK_CO15

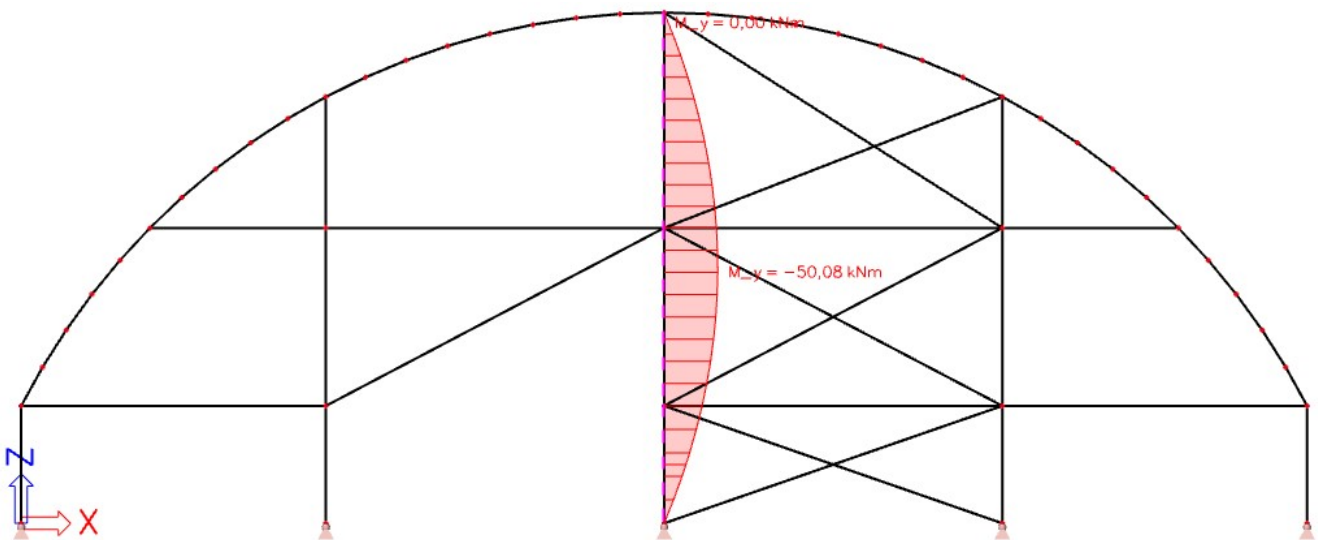
$$N_{Ed,tak} := 30.43 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} := 50.08 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

- NK_CO15 - Ned



- NK_CO15 - My



- Charakteristická únosnost v prostém tlaku:

$$N_{Rk} := A \cdot f_y = 1910.255 \text{ kN} \quad N_{Rk} > N_{Ed} \quad N_{Ed,tlak} = 30.43 \text{ kN}$$

- Charakteristická únosnost v ohybu:

$$M_{y,Rk} := W_{y,pl} \cdot f_y = 223.082 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{y,Rk} > M_{y,Ed} \quad M_{y,Ed} = 50.08 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- Únosnost v kombinaci tlaku a ohybu:

- Vzpěrné délky a součinitel vzpěrnosti:

$$L_{cr,y} := 9500 \text{ mm} \quad L_{cr,z} := 4005 \text{ mm}$$

- Štíhlost sloupu:

$$\lambda_y := \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 76.244$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 119.552$$

- Poměrné štíhlosti:

$$\lambda_1 := 93.9 \cdot \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 76.399$$

$$\lambda_{y,p} := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.998$$

$$\lambda_{z,p} := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 1.565$$

Součinitel vzpěrnosti se určí pomocí křivky „a“ ve směru kolmo k ose y, pomocí křivky „b“ ve směru kolmo k ose z.

$$\chi_y := 0.77$$

$$\chi_z := 0.32$$

- Velikost ohybového momentu byla spočítána pomocí programu LTBeam

$$\mu_{cr} := 7.927$$

$$M_{cr} := M_{y,Ed} \cdot \mu_{cr} = 396.984 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$a_{LT} := 0.34 \quad \lambda_{LT,0,p} := 0.4 \quad \beta := 0.75$$

$$\lambda_{LT,p} := \sqrt{\frac{W_{y,pl} \cdot f_y}{M_{cr}}} = 0.75$$

$$\phi_{LT} := 0.5 \cdot (1 + a_{LT} \cdot (\lambda_{LT,p} - \lambda_{LT,0,p}) + \beta \cdot \lambda_{LT,p}^2) = 0.77$$

$$\chi_{LT} := \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \cdot \lambda_{LT,p}^2}} = 0.844$$

ale $\chi_{LT} \leq 1.0$

$$\chi_{LT} \leq \frac{1}{\lambda_{LT,p}^2} \quad \frac{1}{\lambda_{LT,p}^2} = 1.78$$

- Posouzení nosníku na kombinaci tlaku s ohybem:

$$\psi := 0$$

$$a_s := 0$$

$$\text{pro: } -1 \leq \psi \leq 1$$

$$-1 \leq a < 0$$

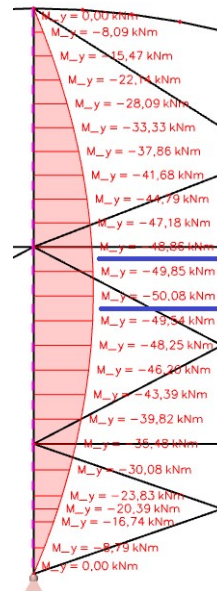
$$C_{my} := 0.95 + 0.05 \cdot a_s = 0.95$$

$$M_{y,Ed,1} := 48.86 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{y,Ed,sted} := 50.08 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$a_s := \frac{M_{y,Ed,1}}{M_{y,Ed,sted}} = 0.976$$

$$C_{mLT} := 0.95 + 0.05 \cdot a_s = 0.999$$



Tvar ohybového momentu M_y

- Interakční součinitele pro klopící nosník:

$$k_{yy} := \min \left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_{y,p} - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed,tlak}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} \right), \left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed,tlak}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} \right) \right) \right) = 0.966$$

$$k_{zy} := \min \left(\left(1 - \frac{0.1 \cdot \lambda_{z,p}}{(C_{mLT} - 0.25)} \cdot \frac{N_{Ed,tlak}}{X_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} \right), \left(1 - \frac{0.1}{(C_{mLT} - 0.25)} \cdot \frac{N_{Ed,tlak}}{X_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} \right) \right) = 0.99$$

- Prvek musí vyhovět následujícím podmínkám:

$$\frac{N_{Ed,tlak}}{X_y \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{X_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{Y_{M1}}} = 0.277 \quad 0.277 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed,tlak}}{X_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{X_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{Y_{M1}}} = 0.313 \quad 0.313 < 1.0$$

- Zároveň je nezbytné splnit podmínku únosnosti pro průřez:

$$\frac{N_{Ed,tlak}}{Y_{M0}} + \frac{M_{y,Ed}}{Y_{M0}} = 0.24 \quad 0.24 < 1.0$$

- Posouzení smykové únosnosti:

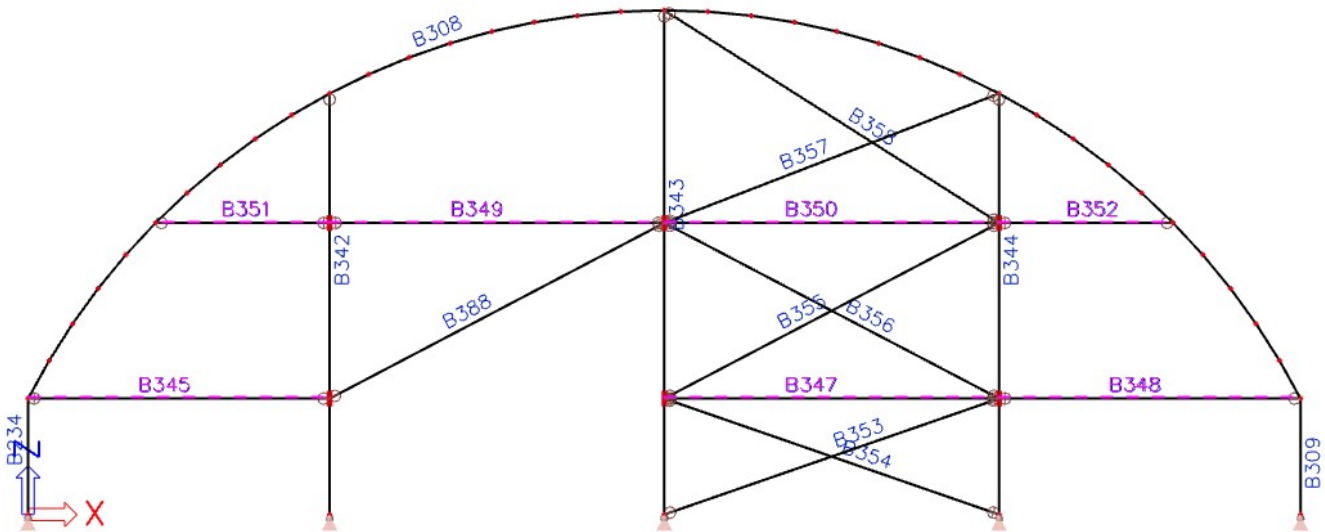
$$V_{pl,Rd} := \frac{A_z \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot Y_{M0}} = 446.196 \text{ kN} \quad V_{pl,Rd} > V_{y,Ed} \quad V_{y,Ed} = 0.4 \text{ kN}$$

Navržený pás **VYHOVUJE**

- Ztužidla

- Vodorovná ztužidla štítové vazby:

- Schéma:



- Prvek B345

- Profil: SHS 70/70/3.2

$$a := 70 \text{ mm}$$

$$A := 844 \text{ mm}^2$$

$$b := 70 \text{ mm}$$

$$i := 27.2 \text{ mm}$$

$$t_w := 3.2 \text{ mm}$$

$$W_{pl} := 21.0 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

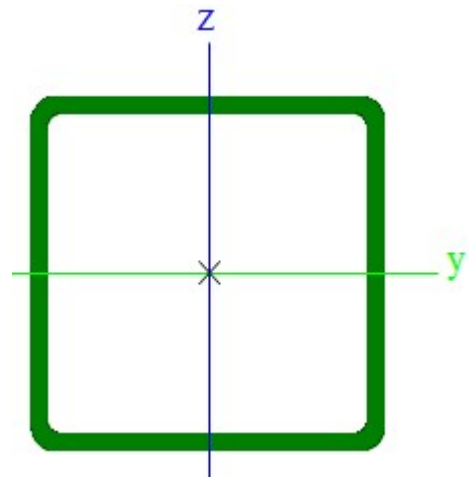
$$I := 0.623 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$f_y := 235 \text{ MPa}$$

$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$G := 80 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 1$$

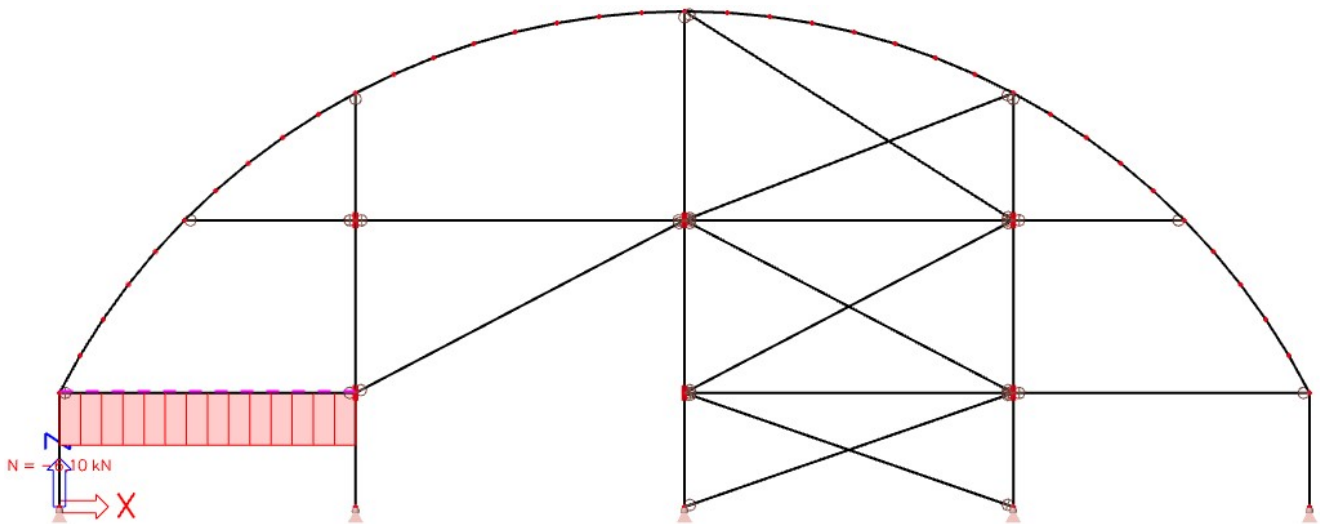


- Vnitřní síly: rozhodující kombinace pro tlak - NK_CO16, rozhodující kombinace pro tah - NK_CO2

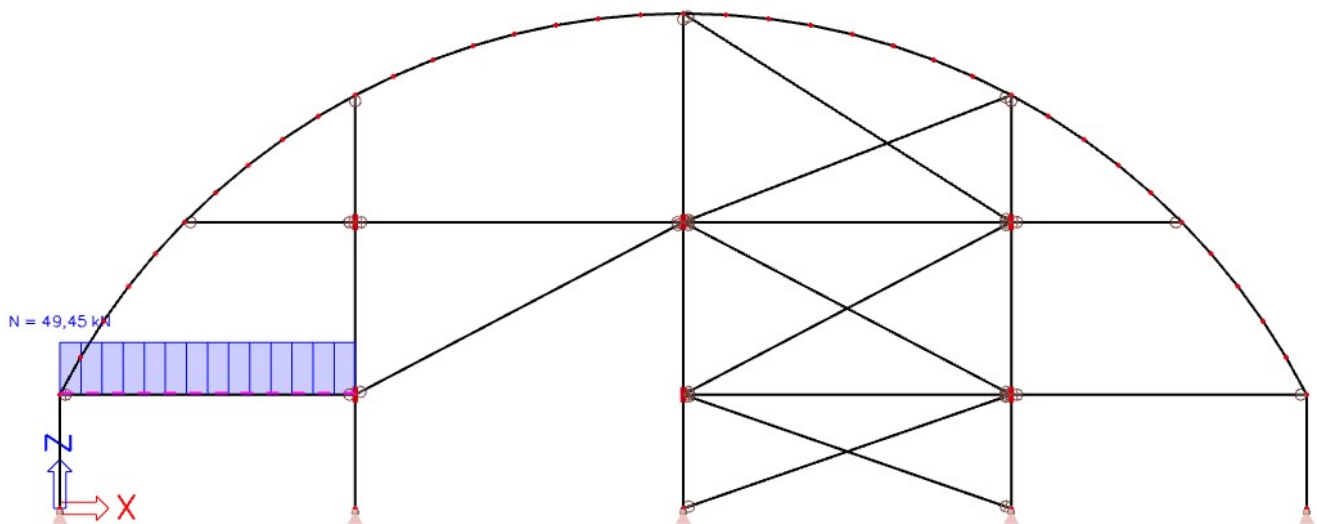
$$N_{Ed.tlak} := 5.87 \text{ kN}$$

$$N_{Ed.tah} := 51.25 \text{ kN}$$

- NK_CO16 - Ned.tlak



- NK_CO2 - Ned.tah



- Vzpěrná délka a součinitel vzpěrnosti:

$$L_{cr} := 5687 \text{ mm}$$

- Štíhlost sloupu:

$$\lambda := \frac{L_{cr}}{i} = 209.081$$

- Poměrné štíhlosti:

$$\lambda_I := 93.9 \cdot \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 93.9$$

$$\lambda_p := \frac{\lambda}{\lambda_I} = 2.227$$

- Součinitel vzpěrnosti se určí pomocí křivky „c“ v obou směrech.

$$\chi := 0.165$$

- Posouzení na vzpěrný tlak a stabilizující tahová síla:

$$Y_{M1} := 1.0 \quad Y_{M0} := 1.0$$

$$N_{Rd.tlak} := \chi \cdot \frac{f_y}{Y_{M1}} \cdot A = 32.726 \text{ kN} > N_{Ed.tlak} = 5.87 \text{ kN}$$

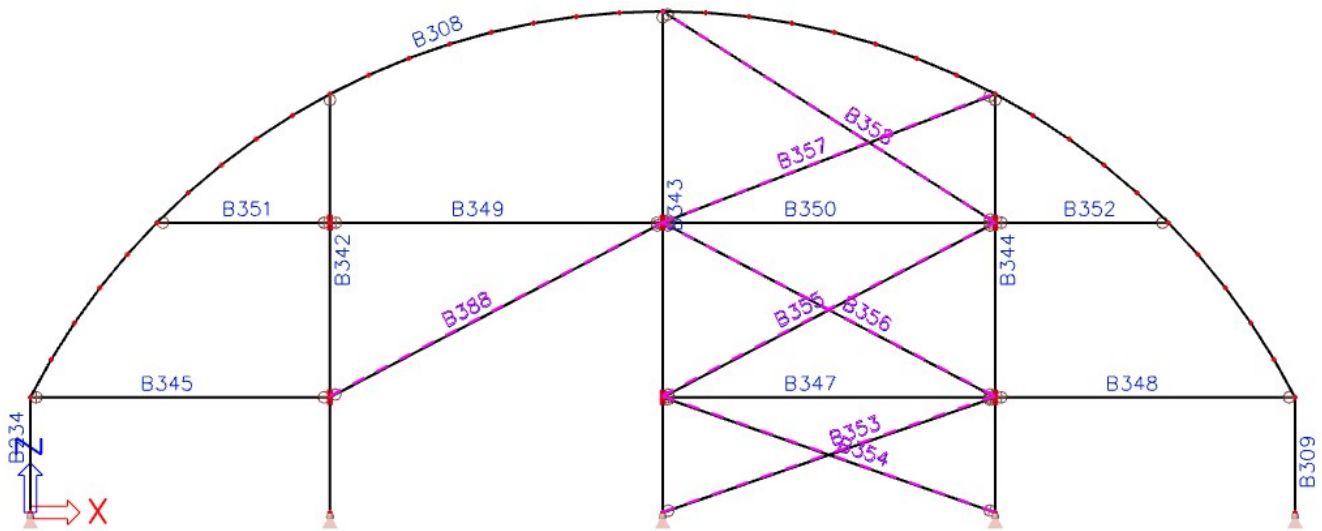
$$N_{Rd.tah} := \frac{f_y}{Y_{M0}} \cdot A = 198.34 \text{ kN} > N_{Ed.tah} = 51.25 \text{ kN}$$

Ostatní vodorovná ztužidla byla spočítaná stejným způsobem:

Druh	Jméno	Stav	NED.c [kN]	NED.t [kN]	L [mm]	λ [-]	$\lambda 1$ [-]	$\lambda p = \lambda / \lambda 1$ [-]	χ [-]	A [mm ²]	f_y [MPa]	Nrd [kN]	výužití [%]
HTR 70/70/3,2	B345	NK_CO16	5,87		5687	209,08	93,90	2,227	0,17	844	235	32,73	17,94
	B345	NK_CO2		51,25	5687	209,08	93,90	2,227	1	844	235	198,34	25,84
HTR 70/70/5.0	B347	NK_CO16	0,76		6313	239,13	93,90	2,547	0,14	1270	235	40,29	1,89
	B347	NK_CO8		16,09	6313	239,13	93,90	2,547	1	1270	235	298,45	5,39
HTR 70/70/3,2	B348	NK_CO16	3,72		5687	209,08	93,90	2,227	0,17	844	235	32,73	11,37
	B348	NK_CO15		49,44	5687	209,08	93,90	2,227	1	844	235	198,34	24,93
HTR 70/70/5.0	B349	NK_CO17	11,74		6313	239,13	93,90	2,547	0,14	1270	235	40,29	29,14
	B349	NK_CO2		14,07	6313	239,13	93,90	2,547	1	1270	235	298,45	4,71
HTR 70/70/5.0	B350	NK_CO7	7,49		6313	239,13	93,90	2,547	0,14	1270	235	40,29	18,59
	B350	NK_CO4		8,25	6313	239,13	93,90	2,547	1	1270	235	298,45	2,76
HTR 50/50/5.0	B351	NK_CO17	12,18		3284	180,44	93,90	1,922	0,21	873	235	43,08	28,27
	B351	NK_CO2		12,96	3284	180,44	93,90	1,922	1	873	235	205,16	6,32
HTR 50/50/5.0	B352	NK_CO3	16,46		3284	180,44	93,90	1,922	0,21	873	235	43,08	38,21
	B352	NK_CO17		1,74	3284	180,44	93,90	1,922	1	873	235	205,16	0,85

- Diagonální ztužidla štítové vazby:

- Schéma:



- Prvek B353

- Profil SHS 90/90/3.6:

$$a := 90 \text{ mm}$$

$$A := 1230 \text{ mm}^2$$

$$b := 90 \text{ mm}$$

$$i := 35.2 \text{ mm}$$

$$t_w := 3.6 \text{ mm}$$

$$W_{pl} := 39.7 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

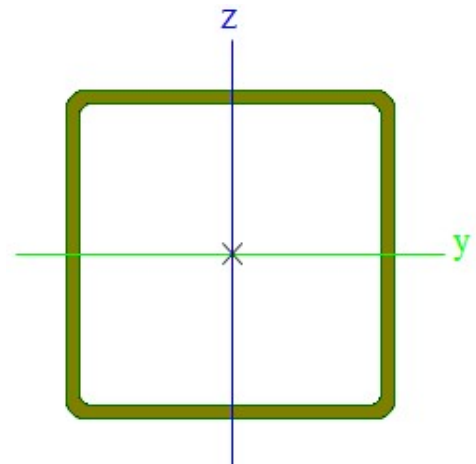
$$I := 1.52 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$f_y := 235 \text{ MPa}$$

$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 1$$

$$G := 80 \text{ GPa}$$

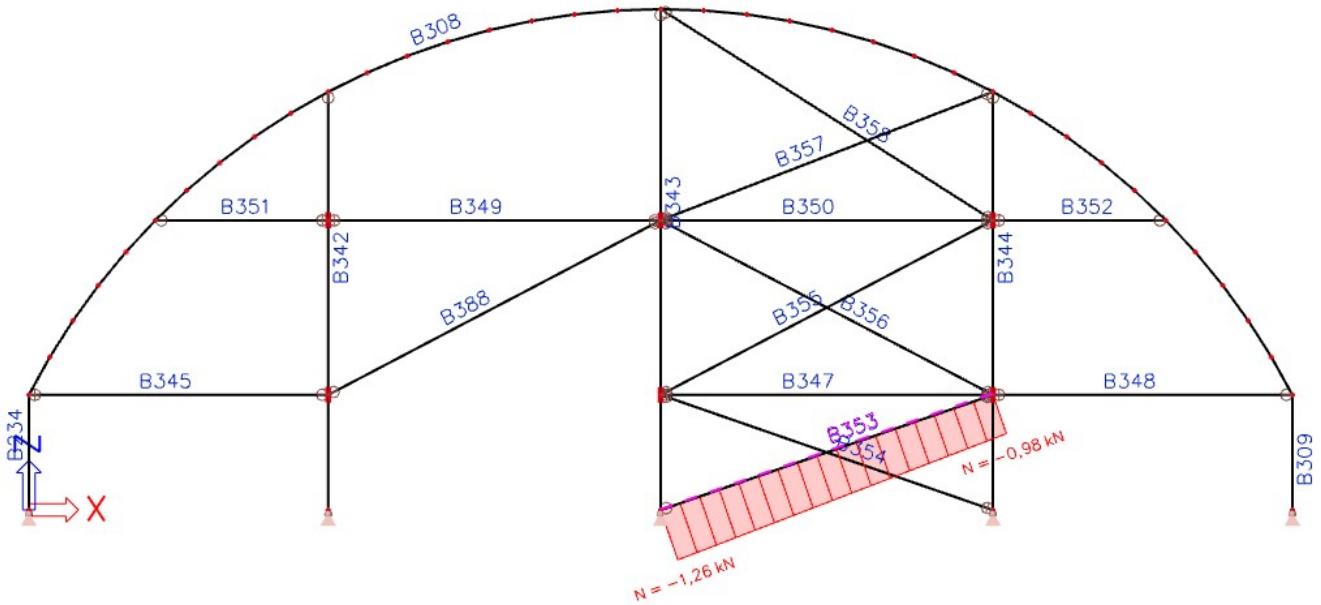


- Vnitřní síly: rozhodující kombinace pro tlak - NK_CO2, rozhodující kombinace pro tah - NK_CO15

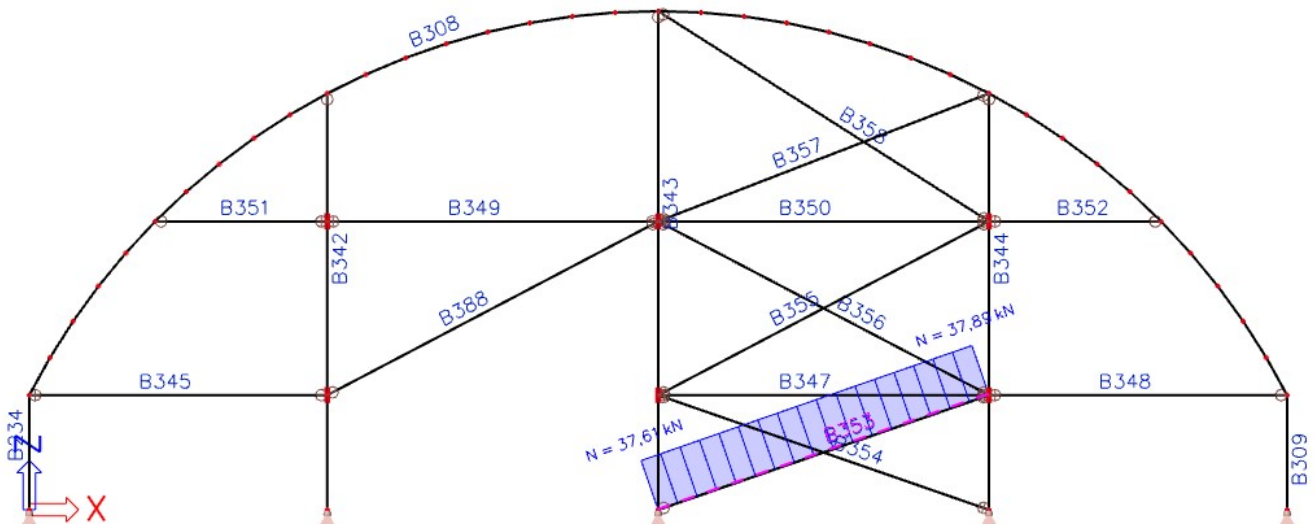
$$N_{Ed.tlak} := 1.26 \text{ kN}$$

$$N_{Ed.tah} := 38.23 \text{ kN}$$

- NK_CO2 - Ned.tlak



- NK_CO15 - Ned.tah



- Vzpěrná délka a součinitel vzpěrnosti:

$$L_{cr} := 6680 \text{ mm}$$

- Štíhlost sloupu:

$$\lambda := \frac{L_{cr}}{i} = 189.773$$

- Poměrné štíhlosti:

$$\lambda_1 := 93.9 \cdot \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 93.9$$

$$\lambda_p := \frac{\lambda}{\lambda_1} = 2.021$$

- Součinitel vzpěrnosti se určí pomocí křivky „c“.

$$\chi := 0.198$$

- Posouzení na vzpěrný tlak a stabilizující tahovou sílu:

$$Y_{M1} := 1.0 \quad Y_{M0} := 1.0$$

$$N_{Rd.tlak} := \chi \cdot \frac{f_y}{Y_{M1}} \cdot A = 57.232 \text{ kN} > N_{Ed.tlak} = 1.26 \text{ kN}$$

$$N_{Rd.tah} := \frac{f_y}{Y_{M0}} \cdot A = 289.05 \text{ kN} > N_{Ed.tah} = 38.23 \text{ kN}$$

- Ostatní diagonální stěnová ztužidla ve štítu byla spočítána stejným způsobem:

Druh	Jméno	Stav	NED.c [kN]	NED.t [kN]	L [mm]	λ [-]	λ_1 [-]	$\lambda_p = \lambda / \lambda_1$ [-]	χ [-]	A [mm ²]	f _y [MPa]	N _{rd} [kN]	výužití [%]
HTR 90/90/3,6	B353	NK_CO2	1,26		6680	189,77	93,90	2,021	0,2	1230	235	57,23	2,20
	B353	NK_CO15		38,23	6680	189,77	93,90	2,021	1	1230	235	289,05	13,23
HTR 90/90/3,6	B354	NK_CO14	27,44		6680	189,77	93,90	2,021	0,2	1230	235	57,23	47,95
	B354	NK_CO3		9,6	6680	189,77	93,90	2,021	1	1230	235	289,05	3,32
HTR 90/90/3,6	B355	NK_CO3	26,31		7130	202,56	93,90	2,157	0,17	1230	235	49,14	53,54
	B355	NK_CO17		13,01	7130	202,56	93,90	2,157	1	1230	235	289,05	4,50
HTR 90/90/3,6	B356	NK_CO17	9,64		7130	202,56	93,90	2,157	0,17	1230	235	49,14	19,62
	B356	NK_CO3		28,01	7130	202,56	93,90	2,157	1	1230	235	289,05	9,69
HTR 90/90/3,6	B357	NK_CO16	6,29		6770	192,33	93,90	2,048	0,2	1230	235	56,36	11,16
	B357	NK_CO7		48,78	6770	192,33	93,90	2,048	1	1230	235	289,05	16,88
HTR 90/90/3,6	B358	NK_CO9	18,96		7480	212,50	93,90	2,263	0,17	1230	235	47,69	39,75
	B358	NK_CO2		25	7480	212,50	93,90	2,263	1	1230	235	289,05	8,65
HTR 90/90/3,6	B388	NK_CO16	6,49		7130	202,56	93,90	2,157	0,17	1230	235	49,14	13,21
	B388	NK_CO2		55,25	7130	202,56	93,90	2,157	1	1230	235	289,05	19,11

- Podélná stěnová diagonální ztužidla:

- Schéma:



- Prvek B368

- Profil SHS 70/70/3.2:

$$a := 70 \text{ mm}$$

$$A := 844 \text{ mm}^2$$

$$b := 70 \text{ mm}$$

$$i := 27.2 \text{ mm}$$

$$t_w := 3.2 \text{ mm}$$

$$W_{pl} := 21.0 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

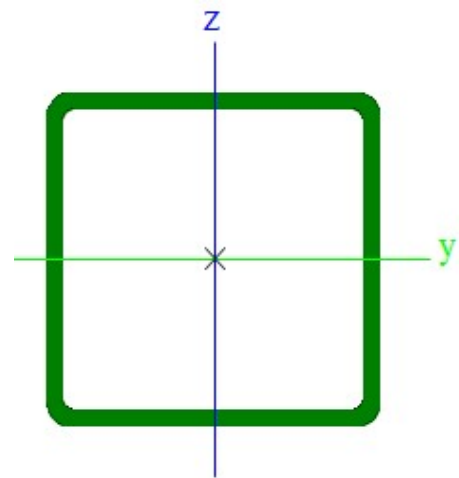
$$I := 0.623 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$f_y := 235 \text{ MPa}$$

$$G := 80 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 1$$

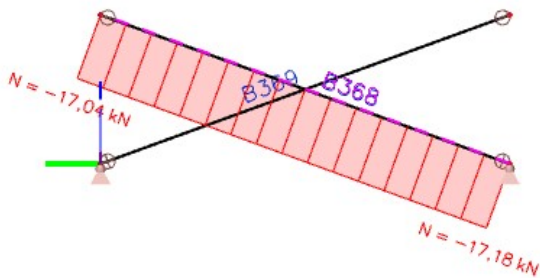


- Vnitřní síly: rozhodující kombinace pro tlak - NK_CO17, rozhodující kombinace - NK_CO16

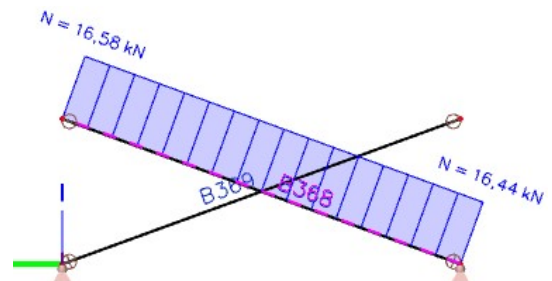
$$N_{Ed.tlak} := 17.18 \text{ kN}$$

$$N_{Ed.tah} := 16.58 \text{ kN}$$

- NK_CO17 - Ned.tlak



- NK_CO16 - Ned.tah



- Vzpěrná délka a součinitel vzpěrnosti:

$$L_{cr} := 6385 \text{ mm}$$

- Štíhlost sloupu:

$$\lambda := \frac{L_{cr}}{i} = 234,743$$

- Poměrné štíhlosti:

$$\lambda_I := 93,9 \cdot \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 93,9$$

$$\lambda_p := \frac{\lambda}{\lambda_I} = 2,5$$

Součinitel vzpěrnosti se určí pomocí křivky „c“.

$$\chi := 0,133$$

- Posouzení na vzpěrný tlak a stabilizující tahovou sílu:

$$N_{Rd.tlak} := \chi \cdot \frac{f_y}{Y_{M1}} \cdot A = 26,379 \text{ kN} > N_{Ed.tlak} = 17,18 \text{ kN}$$

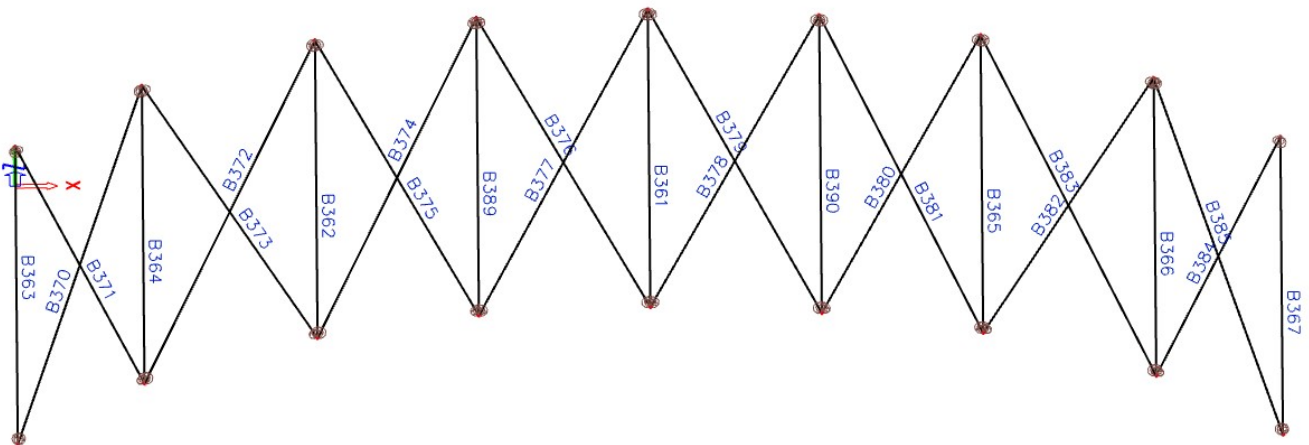
$$N_{Rd.tah} := \frac{f_y}{Y_{M0}} \cdot A = 198,34 \text{ kN} > N_{Ed.tah} = 16,58 \text{ kN}$$

Ostatní diagonální stěnová ztužidla byla počítaná stejným způsobem:

Druh	Jméno	Stav	NED. c [kN]	NED. t [kN]	L [mm]	λ [-]	λ_1 [-]	$\lambda_p = \lambda / \lambda_1$ [-]	χ [-]	A [mm ²]	f_y [MPa]	Nrd [kN]	výužití [%]
HTR 70/70/3,2	B368	NK_CO17	17,18		6385	234,74	93,90	2,500	0,13	844	235	26,38	65,13
	B368	NK_CO16		16,58	6385	234,74	93,90	2,500	1	844	235	198,34	8,36
HTR 70/70/3,2	B369	NK_CO16	13,63		6385	234,74	93,90	2,500	0,13	844	235	26,38	51,67
	B369	NK_CO12		18,02	6385	234,74	93,90	2,500	1	844	235	198,34	9,09
HTR 70/70/3,2	B386	NK_CO16	13,76		6385	234,74	93,90	2,500	0,13	844	235	26,38	52,16
	B386	NK_CO14		23,78	6385	234,74	93,90	2,500	1	844	235	198,34	11,99
HTR 70/70/3,2	B387	NK_CO15	20,15		6385	234,74	93,90	2,500	0,13	844	235	26,38	76,39
	B387	NK_CO16		16,72	6385	234,74	93,90	2,500	1	844	235	198,34	8,43

- Příčná střešní ztužidla:

- Schéma:



- Prvek B370

- Profil SHS 90/90/3.6:

$$a := 90 \text{ mm}$$

$$A := 1230 \text{ mm}^2$$

$$b := 90 \text{ mm}$$

$$i := 35.2 \text{ mm}$$

$$t_w := 3.6 \text{ mm}$$

$$W_{pl} := 39.7 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

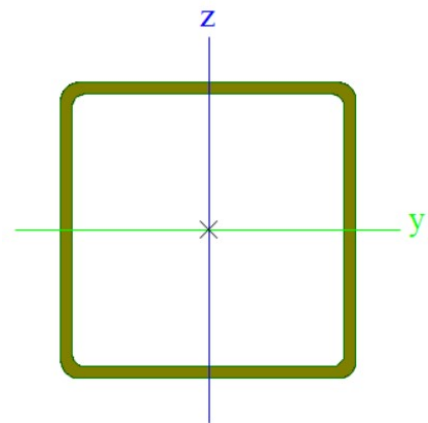
$$I := 1.52 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$f_y := 235 \text{ MPa}$$

$$G := 80 \text{ GPa}$$

$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 1$$

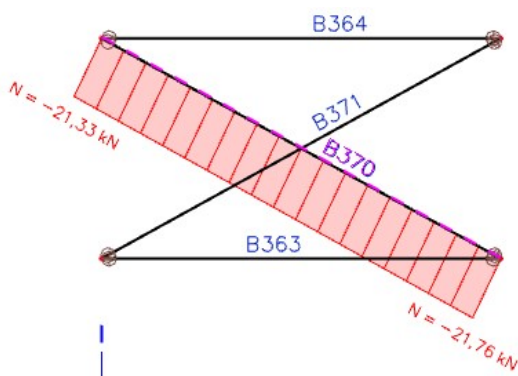


- Vnitřní síly: rozhodující kombinace pro tlak - NK_CO12, rozhodující kombinace pro tah - NK_CO16

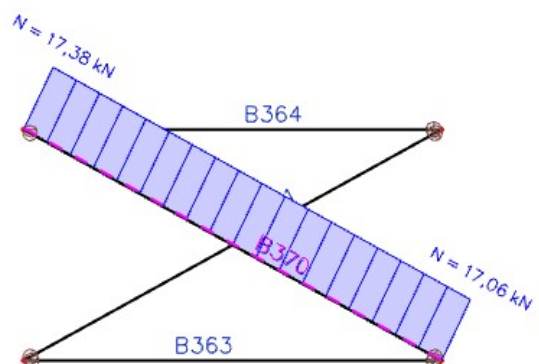
$$N_{Ed.tlak} := 21.76 \text{ kN}$$

$$N_{Ed.tah} := 17.38 \text{ kN}$$

- NK_CO12 - Ned.tlak



- NK_CO16 - Ned.tah



- Vzpěrná délka a součinitel vzpěrnosti:

$$L_{cr} := 7261 \text{ mm}$$

- Štíhlost sloupu:

$$\lambda := \frac{L_{cr}}{i} = 206.278$$

- Poměrné štíhlosti:

$$\lambda_I := 93.9 \cdot \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 93.9$$

$$\lambda_p := \frac{\lambda}{\lambda_I} = 2.197$$

Součinitel vzpěrnosti se určí pomocí křivky „c“.

$$\chi := 0.165$$

- Posouzení na vzpěrný tlak a stabilizující tahovou sílu:

$$N_{Rd.tlak} := \chi \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot A = 47.693 \text{ kN} > N_{Ed.tlak} = 21.76 \text{ kN}$$

$$N_{Rd.tah} := \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \cdot A = 289.05 \text{ kN} > N_{Ed.tah} = 17.38 \text{ kN}$$

Ostatní diagonální střešní ztužidla byla spočítána stejným způsobem:

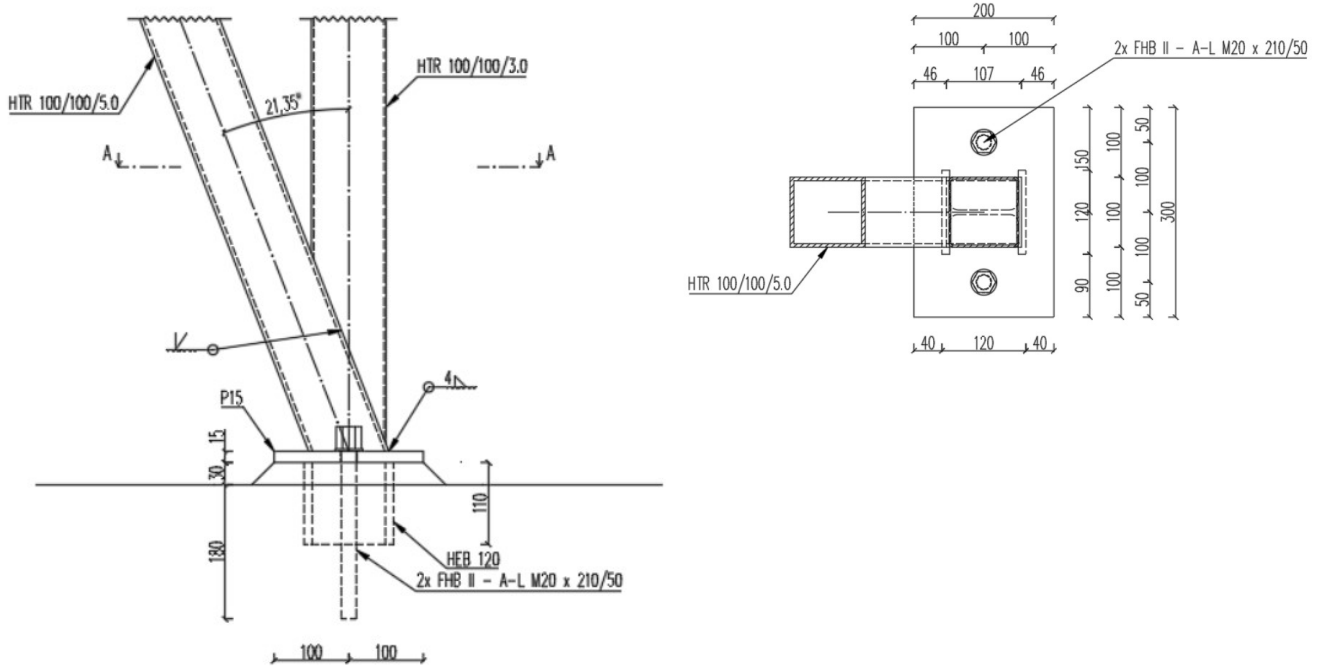
Druh	Jméno	Stav	NED.c [kN]	NED.t [kN]	L [mm]	λ [-]	λ_I [-]	$\lambda_p = \lambda / \lambda_I$ [-]	χ [-]	A [mm ²]	f_y [MPa]	Nrd [kN]	výužití [%]
HTR 90/90/3,6	B370	NK_CO12	21,76		7261	206,28	93,90	2,197	0,165	1230	235	47,69	45,62
	B370	NK_CO16		17,38	7261	206,28	93,90	2,197	1	1230	235	289,05	6,01
HTR 90/90/3,6	B371	NK_CO16	14,37		7261	206,28	93,90	2,197	0,165	1230	235	47,69	30,13
	B371	NK_CO17		11,03	7261	206,28	93,90	2,197	1	1230	235	289,05	3,82
HTR 90/90/3,6	B372	NK_CO7	7,68		7261	206,28	93,90	2,197	0,165	1230	235	47,69	16,10
	B372	NK_CO16		16,02	7261	206,28	93,90	2,197	1	1230	235	289,05	5,54
HTR 90/90/3,6	B373	NK_CO16	15,55		7261	206,28	93,90	2,197	0,165	1230	235	47,69	32,60
	B373	NK_CO17		14,6	7261	206,28	93,90	2,197	1	1230	235	289,05	5,05
HTR 90/90/3,6	B374	NK_CO8	3,93		6836	194,20	93,90	2,068	0,198	1230	235	57,23	6,87
	B374	NK_CO16		4,48	6836	194,20	93,90	2,068	1	1230	235	289,05	1,55
HTR 90/90/3,6	B375	NK_CO16	6,53		6836	194,20	93,90	2,068	0,198	1230	235	57,23	11,41
	B375	NK_CO7		1,42	6836	194,20	93,90	2,068	1	1230	235	289,05	0,49
HTR 90/90/3,6	B376	NK_CO16	7,15		6836	194,20	93,90	2,068	0,198	1230	235	57,23	12,49
	B376	NK_CO17		3,33	6836	194,20	93,90	2,068	1	1230	235	289,05	1,15
HTR 90/90/3,6	B377	NK_CO2	5,56		6836	194,20	93,90	2,068	0,198	1230	235	57,23	9,71
	B377	NK_CO16		3,86	6836	194,20	93,90	2,068	1	1230	235	289,05	1,34
HTR 90/90/3,6	B378	NK_CO16	7,03		6836	194,20	93,90	2,068	0,198	1230	235	57,23	12,28
	B378	NK_CO17		13,63	6836	194,20	93,90	2,068	1	1230	235	289,05	4,72
HTR 90/90/3,6	B379	NK_CO14	13,24		6836	194,20	93,90	2,068	0,198	1230	235	57,23	23,13
	B379	NK_CO16		4,29	6836	194,20	93,90	2,068	1	1230	235	289,05	1,48

Druh	Jméno	Stav	NED.c [kN]	NED.t [kN]	L [mm]	λ [-]	λ_1 [-]	$\lambda_p = \lambda / \lambda_1$ [-]	χ [-]	A [mm ²]	f _y [MPa]	N _{rd} [kN]	výužití [%]
HTR 90/90/3,6	B380	NK_CO16	6,34		6836	194,20	93,90	2,068	0,198	1230	235	57,23	11,08
	B380	NK_CO14		10,99	6836	194,20	93,90	2,068	1	1230	235	289,05	3,80
HTR 90/90/3,6	B381	NK_CO15	14,91		6836	194,20	93,90	2,068	0,198	1230	235	57,23	26,05
	B381	NK_CO16		5,02	6836	194,20	93,90	2,068	1	1230	235	289,05	1,74
HTR 90/90/3,6	B382	NK_CO16	16,74		7261	206,28	93,90	2,197	0,165	1230	235	47,69	35,10
	B382	NK_CO15		26,14	7261	206,28	93,90	2,197	1	1230	235	289,05	9,04
HTR 90/90/3,6	B383	NK_CO14	16,04		7261	206,28	93,90	2,197	0,165	1230	235	47,69	33,63
	B383	NK_CO16		15,16	7261	206,28	93,90	2,197	1	1230	235	289,05	5,24
HTR 90/90/3,6	B384	NK_CO16	14,73		7261	206,28	93,90	2,197	0,165	1230	235	47,69	30,88
	B384	NK_CO17		16,49	7261	206,28	93,90	2,197	1	1230	235	289,05	5,70
HTR 90/90/3,6	B385	NK_CO14	31,21		7261	206,28	93,90	2,197	0,165	1230	235	47,69	65,44
	B385	NK_CO16		17,35	7261	206,28	93,90	2,197	1	1230	235	289,05	6,00
HTR 90/90/3,6	B361	NK_CO16	6,73		6000	170,45	93,90	1,815	0,23	1230	235	66,48	10,12
	B361	NK_CO14		9,23	6000	170,45	93,90	1,815	1	1230	235	289,05	3,19
HTR 90/90/3,6	B362	NK_CO16	6,96		6000	170,45	93,90	1,815	0,23	1230	235	66,48	10,47
	B362	NK_CO9		5,1	6000	170,45	93,90	1,815	1	1230	235	289,05	1,76
HTR 90/90/3,6	B363	NK_CO16	3,45		6000	170,45	93,90	1,815	0,23	1230	235	66,48	5,19
	B363	NK_CO15		8,64	6000	170,45	93,90	1,815	1	1230	235	289,05	2,99
HTR 90/90/3,6	B364	NK_CO16	0,98		6000	170,45	93,90	1,815	0,23	1230	235	66,48	1,47
	B364	NK_CO4		11,31	6000	170,45	93,90	1,815	1	1230	235	289,05	3,91
HTR 90/90/3,6	B365	NK_CO16	6,48		6000	170,45	93,90	1,815	0,23	1230	235	66,48	9,75
	B365	NK_CO11		3,43	6000	170,45	93,90	1,815	1	1230	235	289,05	1,19
HTR 90/90/3,6	B366	NK_CO16	0,04		6000	170,45	93,90	1,815	0,23	1230	235	66,48	0,06
	B366	NK_CO7		5,36	6000	170,45	93,90	1,815	1	1230	235	289,05	1,85
HTR 90/90/3,6	B367	NK_CO16	3,34		6000	170,45	93,90	1,815	0,23	1230	235	66,48	5,02
	B367	NK_CO13		6,71	6000	170,45	93,90	1,815	1	1230	235	289,05	2,32
HTR 90/90/3,6	B389	NK_CO17	1,4		6000	170,45	93,90	1,815	0,23	1230	235	66,48	2,11
	B389	NK_CO5		3,63	6000	170,45	93,90	1,815	1	1230	235	289,05	1,26

- Detail 1:

- Patka běžné vazby bez ztužidla

- Schéma spoje:



- Reakce v patě sloupu:

$$R_z := 230.41 \text{ kN}$$

$$R_x := 125.8 \text{ kN}$$

- Uvažovaná únosnost zeminy:

$$R_d := 300 \text{ kPa}$$

- Minimální půdorysná plocha patky:

$$A_{c.min} := \frac{R_z}{R_d} = 0.768 \text{ m}^2$$

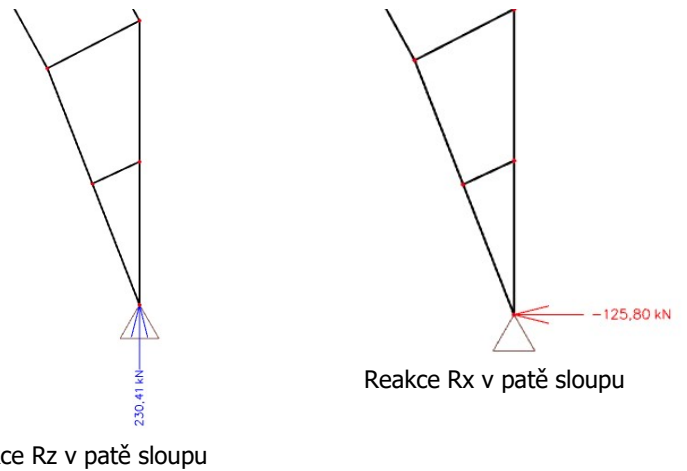
- Rozměry patky:

$a_c := 900 \text{ mm}$	délka
$b_c := 900 \text{ mm}$	šířka
$h_c := 800 \text{ mm}$	výška

$$A_c := a_c \cdot b_c = 0.81 \text{ m}^2 \quad 0.81 \text{ m}^2 > 0.768 \text{ m}^2$$

- Rozměry patního plechu:

délka:	$a_0 := 300 \text{ mm}$
šířka:	$b_0 := 200 \text{ mm}$
výška:	$t_p := 15 \text{ mm}$



Reakce R_z v patě sloupu

Reakce R_x v patě sloupu

- Započitatelné rozměry betonové patky:

$$a_1 = \min \begin{cases} (a_0 \cdot 3) = 900 \text{ mm} \\ (a_0 + h_c) = 1100 \text{ mm} \\ (a_c) = 900 \text{ mm} \end{cases} \quad a_1 := 900 \text{ mm}$$

$$b_1 = \min \begin{cases} (b_0 \cdot 3) = 600 \text{ mm} \\ (b_0 + h_c) = 1000 \text{ mm} \\ (b_c) = 900 \text{ mm} \end{cases} \quad b_1 := 600 \text{ mm}$$

- Součinitel koncentrace napětí:

$$k_j := \sqrt{\frac{(a_1 \cdot b_1)}{a_0 \cdot b_0}} = 3$$

- Návrhová pevnost betonu: Beton C20/25

$$f_{ck} := 20 \text{ MPa} \quad \beta_j := \frac{2}{3} \quad \gamma_c := 1.5$$

$$f_{jd} := \frac{\beta_j \cdot k_j \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = 26.667 \text{ MPa}$$

- Účinná šířka patní desky:

$$f_{yd} := 355 \text{ MPa}$$
$$c := t_p \cdot \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 \cdot f_{jd}}} = 31.598 \text{ mm}$$

- Efektivní plocha - stanovena graficky:

$$A_{eff} := 25498.23 \text{ mm}^2$$

- Únosnost patky:

$$N_{Rd} := A_{eff} \cdot f_{jd} = 679.953 \text{ kN} \quad N_{Rd} > R_z \quad R_z = 230.41 \text{ kN}$$

Betonová patka **VYHOVUJE**

- Posouzení navržených kotev: 2 kotvy

Fisher vysoko zátěžový kotevní systém lepený FHB II, Kuželová tyč FHB II-A L M20 x 210/50

$$N_{Ed.smyk} := R_x = 125.8 \text{ kN}$$

$$N_{Rd.smyk} := 2 \cdot 4.68 \text{ kN} = 9.36 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed.smyk}}{N_{Rd.smyk}} = 13.44 \quad 13.44 < 1.0$$

- Kotevní systém na smyk nevyhovuje - je potřeba navrhnout smykovou zarážku.

- Návrh: HEB 120

$$A_{vz} := 708 \text{ mm}^2$$

$$W_{pl,y} := 144 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$b := 120 \text{ mm}$$

- Minimální délka zarážky:

$$V_{Ed} := R_x = 125.8 \text{ kN}$$

$$f_{ck} := 20 \text{ MPa}$$

$$\gamma_c := 1.5$$

$$h \geq \frac{V_{Ed}}{b \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}}$$

$$h := \frac{V_{Ed}}{b \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}} = 78.625 \text{ mm}$$

Návrh: $h := 80 \text{ mm}$

- Posouzení na smyk:

$$f_y := 355 \text{ MPa} \quad \gamma_{M0} := 1.0$$

$$V_{pl,Rd} := A_{vz} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 145.111 \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd} > V_{Ed}$$

$$V_{Ed} = 125.8 \text{ kN}$$

- Redukční součinitel pro únosnost v ohybu:

$$\rho := \left(2 \cdot \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2 = 0.539$$

- Posouzení na ohyb:

$$A_w := 637 \text{ mm}^2$$

$$t_w := 6.5 \text{ mm}$$

$$e := 30 \text{ mm} + 80 \frac{\text{mm}}{2} = 70 \text{ mm}$$

$$M_{Ed} := V_{Ed} \cdot e = 8.806 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{y,V,Rd} := \left(W_{pl,y} - \frac{\rho \cdot A_w^2}{4 \cdot t_w} \right) \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 48.136 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{y,V,Rd} > M_{Ed}$$

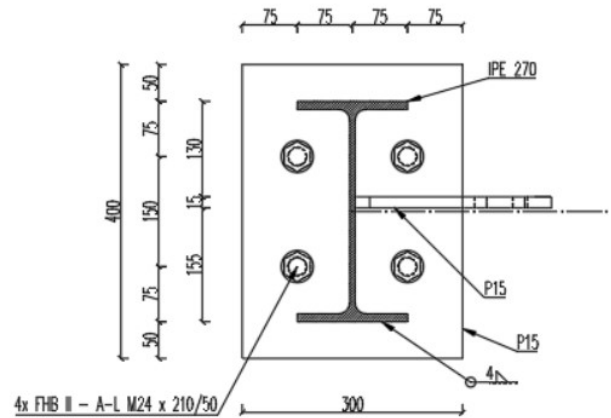
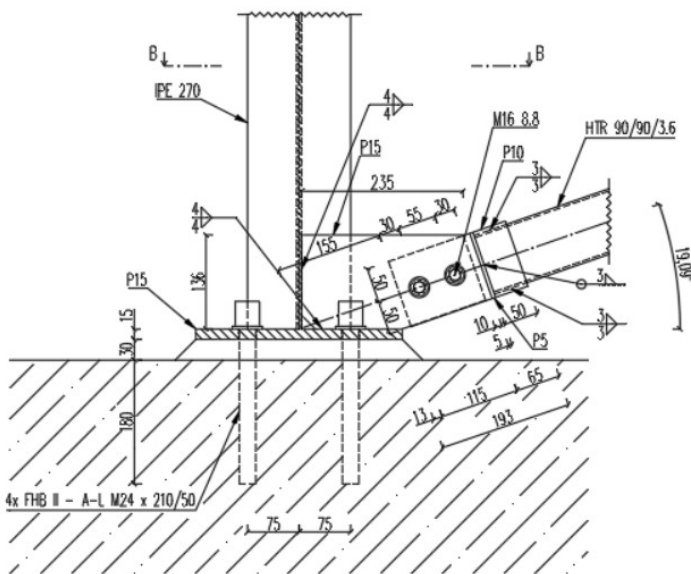
$$M_{Ed} = 8.806 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Smyková zarážka **VYHOVUJE**

- Detail 2:

- Patka štítové vazby se ztužidlem

- Schéma přípoje:



- Svislá reakce v patě sloupu:

$$R_z := 84.08 \text{ kN}$$

- Uvažovaná únosnost zeminy:

$$R_d := 300 \text{ kPa}$$

- Minimální půdorysná plocha patky:

$$A_{c,min} := \frac{R_z}{R_d} = 0.28 \text{ m}^2$$

- Rozměry patky:

$a_c := 600 \text{ mm}$	délka
$b_c := 500 \text{ mm}$	šířka
$h_c := 800 \text{ mm}$	výška

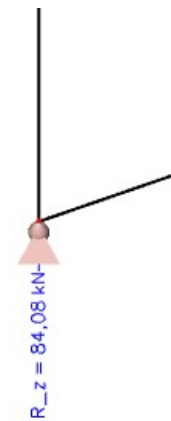
$$A_c := a_c \cdot b_c = 0.3 \text{ m}^2 \quad 0.3 \text{ m}^2 > 0.28 \text{ m}^2$$

- Rozměry patního plechu:

délka:	$a_0 := 400 \text{ mm}$
šířka:	$b_0 := 300 \text{ mm}$
výška:	$t_p := 15 \text{ mm}$

- Započitatelné rozměry betonové patky:

$$a_1 = \min \begin{cases} (a_0 \cdot 3) = 1200 \text{ mm} \\ (a_0 + h_c) = 1200 \text{ mm} \\ (a_c) = 600 \text{ mm} \end{cases} \quad a_1 := 600 \text{ mm}$$



Reakce R_z v patě sloupu
NK_CO2

$$b_1 = \min \begin{cases} (b_0 \cdot 3) = 900 \text{ mm} \\ (b_0 + h_c) = 1100 \text{ mm} \\ (b_c) = 500 \text{ mm} \end{cases} \quad b_j := 500 \text{ mm}$$

- Součinitel koncentrace napětí:

$$k_j := \sqrt{\frac{(a_j \cdot b_j)}{a_0 \cdot b_0}} = 1.581$$

- Návrhová pevnost betonu: Beton C20/25

$$f_{ck} := 20 \text{ MPa} \quad \beta_j := \frac{2}{3} \quad \gamma_c := 1.5$$

$$f_{jd} := \frac{\beta_j \cdot k_j \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = 14.055 \text{ MPa}$$

- Účinná šířka patní desky:

$$f_{yd} := 355 \text{ MPa}$$

$$c := t_p \cdot \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 \cdot f_{jd}}} = 43.525 \text{ mm}$$

- Efektivní plocha - stanovena graficky:

$$A_{eff} := 58957 \text{ mm}^2$$

- Únosnost patky:

$$N_{Rd} := A_{eff} \cdot f_{jd} = 828.615 \text{ kN} \quad N_{Rd} > R_z \quad R_z = 84.08 \text{ kN}$$

Betonová patka **VYHOVUJE**

- Posouzení navržených kotev: 4 kotvy

Posouzení bylo provedeno pomocí programu FiXperience 2.94.483.9

Fisher vysoko zátěžový kotevní systém lepený FHB II, Kuželová tyč FHB II-A L M24 x 210/50

- Využití kotev ve smyku: 87.1%

- Návrh přípoje diagonály: M16 8.8

- Maximální síla v diagonále: $N_{Ed} := 37.6 \text{ kN}$

- Únosnost jednoho šroubu ve střihu:

$$a_v := 0.6$$

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

$$f_{ub} := 800 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{m2} := 1.25$$

$$F_{v,Rd} := \frac{a_v \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{m2}} = 60.288 \text{ kN}$$

- Únosnost v otláčení:

$$e_1 := 30 \text{ mm}$$

$$d_0 := 24 \text{ mm}$$

$$f_u := 800 \text{ MPa}$$

$$e_2 := 45 \text{ mm}$$

$$a_b := \min\left(\left(\frac{e_1}{3 \cdot d_0}\right), \left(\frac{f_{ub}}{f_u}\right), 1.0\right) = 0.417$$

$$k_1 := \min\left(\left(2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7\right), 2.5\right) = 2.5$$

$$d := 16 \text{ mm}$$

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

$$f_u := 490 \text{ MPa}$$

$$F_{b,Rd} := \frac{k_1 \cdot a_b \cdot d \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{m2}} = 65.333 \text{ kN}$$

- Posouzení únosnosti ve smyku:

$$V_{Rd} := 2 \cdot \min((F_{v,Rd}), (F_{b,Rd})) = 120.576 \text{ kN}$$

- Potřebný počet šroubu:

$$\frac{N_{Ed}}{V_{Rd}} = 0.312$$

Návrh 2x M16 8.8

$$V_{Rd} > N_{Ed}$$

$$120.576 \text{ kN} > 37.6 \text{ kN}$$

Navržený přípoj **VYHOVUJE**

- Návrh a posouzení svarů:

- Vodorovný svarový přípoj styčnickového plechu P15 k patnímu plechu P15:

2x koutový svar: $a := 4 \text{ mm}$
 $L_{we} := 126 \text{ mm}$

$$F_{Hd} := 35.68 \text{ kN}$$

$$\tau_{II} := \frac{F_{Hd}}{2 \cdot a \cdot L_{we}} = 35.397 \text{ MPa}$$

$$\tau_I := 0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_I := 0 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_I^2 + 3 \cdot (\tau_I^2 + \tau_{II}^2)} = 61.309 \text{ MPa}$$

$$\beta_w := 0.9$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{m2}} = 435.556 \text{ MPa} \quad 435.556 \text{ MPa} > 61.309 \text{ MPa}$$

$$\sigma_I = 0 \text{ MPa} < \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{m2}} = 352.8 \text{ MPa}$$

Svar a=4 mm **VYHOVUJE**

- Návrh a posouzení svarů:

- Svislý svarový přípoj styčnickového plechu ke stojině sloupu IPE300:

2x koutový svar: $a := 4 \text{ mm}$
 $L_{we} := 116 \text{ mm}$

$$F_{Hd} := 35.68 \text{ kN} \cdot \cos(70.9^\circ) = 11.675 \text{ kN}$$

$$\tau_{II} := \frac{F_{Hd}}{2 \cdot a \cdot L_{we}} = 12.581 \text{ MPa}$$

$$\tau_I := 0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_I := 0 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_I^2 + 3 \cdot (\tau_I^2 + \tau_{II}^2)} = 21.791 \text{ MPa}$$

$$\beta_w := 0.9$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{m2}} = 435.556 \text{ MPa} \quad 435.556 \text{ MPa} > 21.791 \text{ MPa}$$

$$\sigma_I = 0 \text{ MPa} < \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{m2}} = 352.8 \text{ MPa}$$

Svar a=4 mm **VYHOVUJE**

- Návrh a posouzení svarů:

- Svarový přípoj diagonály ke styčnickovému plechu P10:

4x koutový svar: $a := 3 \text{ mm}$
 $L_{we} := 50 \text{ mm}$

$$F_{Hd} := 35.68 \text{ kN}$$

$$\tau_{II} := \frac{F_{Hd}}{2 \cdot a \cdot L_{we}} = 118.933 \text{ MPa}$$

$$\tau_I := 0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_I := 0 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_I^2 + 3 \cdot (\tau_I^2 + \tau_{II}^2)} = 205.999 \text{ MPa}$$

$$\beta_w := 0.9$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{m2}} = 435.556 \text{ MPa}$$

$$435.556 \text{ MPa} > 205.999 \text{ MPa}$$

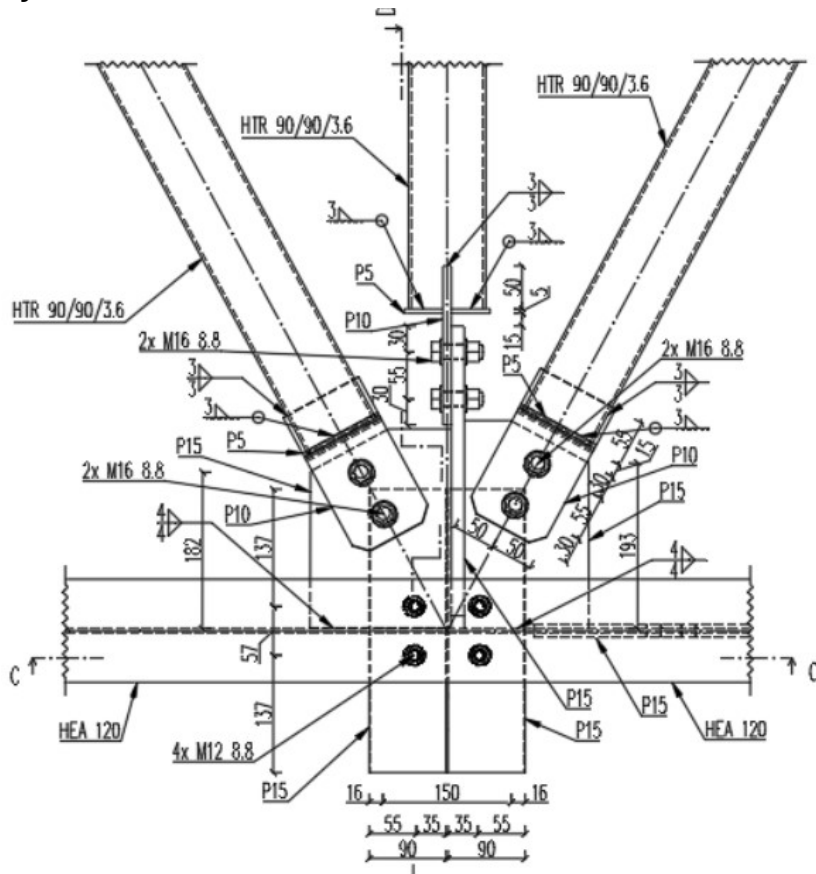
$$\sigma_I = 0 \text{ MPa} < \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{m2}} = 352.8 \text{ MPa}$$

Svar a=4 mm **VYHOVUJE**

Svarový přípoj víčka k diagonále HTR 90/90/3.6 bude proveden je navržen jako konstrukční a = 3 mm

- Detail 3: Připoje střešních ztužidel ke štítové vazbě

- Schéma připoje:



- Návrh připoje diagonály: M16 8.8

- Maximální síla v diagonále: $N_{Ed} := 12.54 \text{ kN}$

- Únosnost jednoho šroubu ve stříhu:

$$\alpha_v := 0.6$$

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

$$f_{ub} := 800 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{m2} := 1.25$$

$$F_{v,Rd} := \frac{\alpha_v \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{m2}} = 60.288 \text{ kN}$$

- Únosnost v otláčení:

$$e_1 := 30 \text{ mm}$$

$$d_0 := 24 \text{ mm}$$

$$f_u := 800 \text{ MPa}$$

$$e_2 := 45 \text{ mm}$$

$$\alpha_b := \min\left(\left(\frac{e_1}{3 \cdot d_0}\right), \left(\frac{f_{ub}}{f_u}\right), 1.0\right) = 0.417$$

$$k_1 := \min\left(\left(2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7\right), 2.5\right) = 2.5$$

$d := 16 \text{ mm}$
 $t := 10 \text{ mm}$
 $f_u := 490 \text{ MPa}$

$$F_{b,Rd} := \frac{k_1 \cdot a_b \cdot d \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{m2}} = 65.333 \text{ kN}$$

- Posouzení únosnosti ve smyku:

$$V_{Rd} := 2 \cdot \min((F_{v,Rd}), (F_{b,Rd})) = 120.576 \text{ kN}$$

- Potřebný počet šroubu:

$$\frac{N_{Ed}}{V_{Rd}} = 0.104$$

Návrh 2x M16 8.8

$$2 \cdot V_{Rd} > N_{Ed}$$

$$120.576 \text{ kN} > 12.54 \text{ kN}$$

Vyhovuje

- Návrh a posouzení svarů:

- Vodorovný svarový přípoj styčnickového plechu P15 ke stojině HEA120:

7x koutový svar: $a := 4 \text{ mm}$
 $L_{we} := 200 \text{ mm}$

$$N_{Ed.361} := 10.23 \text{ kN}$$

$$N_{Ed.378} := 12.54 \text{ kN} \cdot \cos(28.64^\circ) = 11.006 \text{ kN}$$

$$N_{Ed.376} := 0.16 \text{ kN} \cdot \cos(28.64^\circ) = 0.14 \text{ kN}$$

$$F_{Hd} := N_{Ed.361} + N_{Ed.378} - N_{Ed.376} = 21.095 \text{ kN}$$

$$\tau_{II} := \frac{F_{Hd}}{2 \cdot a \cdot L_{we}} = 13.185 \text{ MPa}$$

$$\tau_I := 0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_I := 0 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_I^2 + 3 \cdot (\tau_I^2 + \tau_{II}^2)} = 22.836 \text{ MPa}$$

$$\beta_w := 0.9$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{m2}} = 435.556 \text{ MPa}$$

$$435.556 \text{ MPa} > 22.836 \text{ MPa}$$

$$\sigma_I = 0 \text{ MPa} < \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{m2}} = 352.8 \text{ MPa}$$

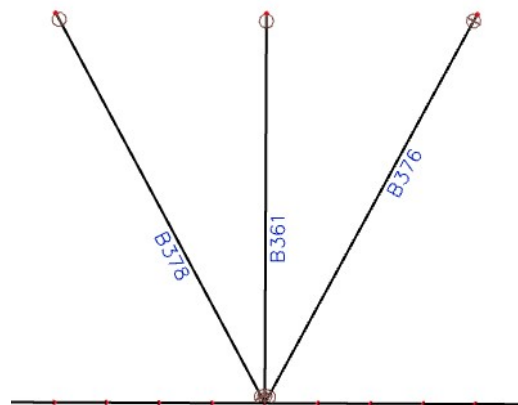


Schéma nosníků

Svar a=4 mm **VYHOVUJE**

Návrh a posouzení svarů:

Svarový přípoj diagonály ke styčnickovému plechu P10:

4x koutový svar: $a := 3 \text{ mm}$
 $L_{we} := 50 \text{ mm}$

$$F_{Hd} := 12.54 \text{ kN}$$

$$\tau_{II} := \frac{F_{Hd}}{2 \cdot a \cdot L_{we}} = 41.8 \text{ MPa}$$

$$\tau_I := 0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_I := 0 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_I^2 + 3 \cdot (\tau_I^2 + \tau_{II}^2)} = 72.4 \text{ MPa}$$

$$\beta_w := 0.9$$

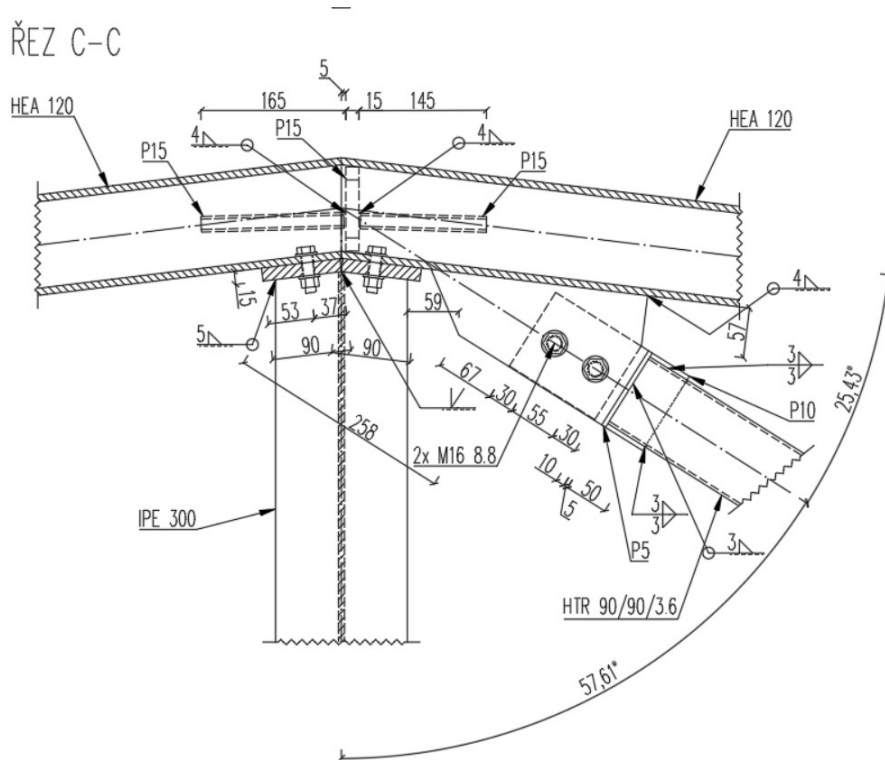
$$\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{m2}} = 435.556 \text{ MPa} \qquad 435.556 \text{ MPa} > 72.4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_I = 0 \text{ MPa} < \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{m2}} = 352.8 \text{ MPa}$$

Svar a=3 mm **VYHOVUJE**

Svarový přípoj víčka k diagonále HTR/90/90/3.6 bude proveden je navržen jako konstrukční a = 3 mm

- Schéma připoje diagonály stěnového ztužidla štítové stěny k oblouku:



- Návrh připoje diagonály: M16 8.8

- Maximální síla v diagonále: $N_{Ed} := 24.8 \text{ kN}$

- Únosnost jednoho šroubu ve stříhu:

$$a_v := 0.6$$

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

$$f_{ub} := 800 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{m2} := 1.25$$

$$F_{v.Rd} := \frac{a_v \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{m2}} = 60.288 \text{ kN}$$

- Únosnost v otláčení:

$$e_1 := 30 \text{ mm}$$

$$d_0 := 24 \text{ mm}$$

$$f_u := 800 \text{ MPa}$$

$$e_2 := 45 \text{ mm}$$

$$a_b := \min\left(\left(\frac{e_1}{3 \cdot d_0}\right), \left(\frac{f_{ub}}{f_u}\right), 1.0\right) = 0.417$$

$$k_1 := \min\left(\left(2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7\right), 2.5\right) = 2.5$$

$$d := 16 \text{ mm}$$

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

$$f_u := 490 \text{ MPa}$$

$$F_{b,Rd} := \frac{k_1 \cdot a_b \cdot d \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{m2}} = 65.333 \text{ kN}$$

- Posouzení únosnosti ve smyku:

$$V_{Rd} := 2 \cdot \min((F_{v,Rd}), (F_{b,Rd})) = 120.576 \text{ kN}$$

- Potřebný počet šroubu:

$$\frac{N_{Ed}}{V_{Rd}} = 0.206$$

Návrh 2x M16 8.8

$$2 \cdot V_{Rd} > N_{Ed}$$

$$120.576 \text{ kN} > 24.8 \text{ kN}$$

Vyhovuje

- Návrh a posouzení svarů:

- Vodorovný svarový přípoj styčnickového plechu P15 k pásnice HEA120:

$$\begin{aligned} \text{2x koutový svar:} \quad a &:= 4 \text{ mm} \\ L_{we} &:= 250 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$N_{Ed,358} := 24.8 \text{ kN} \cdot \cos(25.43^\circ) = 22.397 \text{ kN}$$

$$F_{Hd} := N_{Ed,358} = 22.397 \text{ kN}$$

$$\tau_{II} := \frac{F_{Hd}}{2 \cdot a \cdot L_{we}} = 11.199 \text{ MPa}$$

$$\tau_I := 0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_I := 0 \text{ MPa}$$

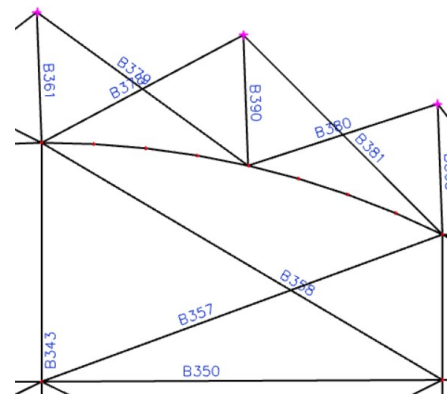
$$\sqrt{\sigma_I^2 + 3 \cdot (\tau_I^2 + \tau_{II}^2)} = 19.396 \text{ MPa}$$

$$\beta_w := 0.9$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{m2}} = 435.556 \text{ MPa}$$

$$435.556 \text{ MPa} > 19.396 \text{ MPa}$$

$$\sigma_I = 0 \text{ MPa} < \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{m2}} = 352.8 \text{ MPa}$$



Svar a=4 mm **VYHOVUJE**

- Návrh a posouzení svarů:

- Svarový přípoj diagonály ke styčnickovému plechu P10:

$$\begin{aligned} 4x \text{ koutový svar:} \quad a &:= 3 \text{ mm} \\ L_{we} &:= 50 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$F_{Hd} := N_{Ed} = 24.8 \text{ kN}$$

$$\tau_{II} := \frac{F_{Hd}}{2 \cdot a \cdot L_{we}} = 82.667 \text{ MPa}$$

$$\tau_I := 0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_I := 0 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_I^2 + 3 \cdot (\tau_I^2 + \tau_{II}^2)} = 143.183 \text{ MPa}$$

$$\beta_w := 0.9$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{m2}} = 435.556 \text{ MPa}$$

$$435.556 \text{ MPa} > 143.183 \text{ MPa}$$

$$\sigma_I = 0 \text{ MPa} < \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{m2}} = 352.8 \text{ MPa}$$

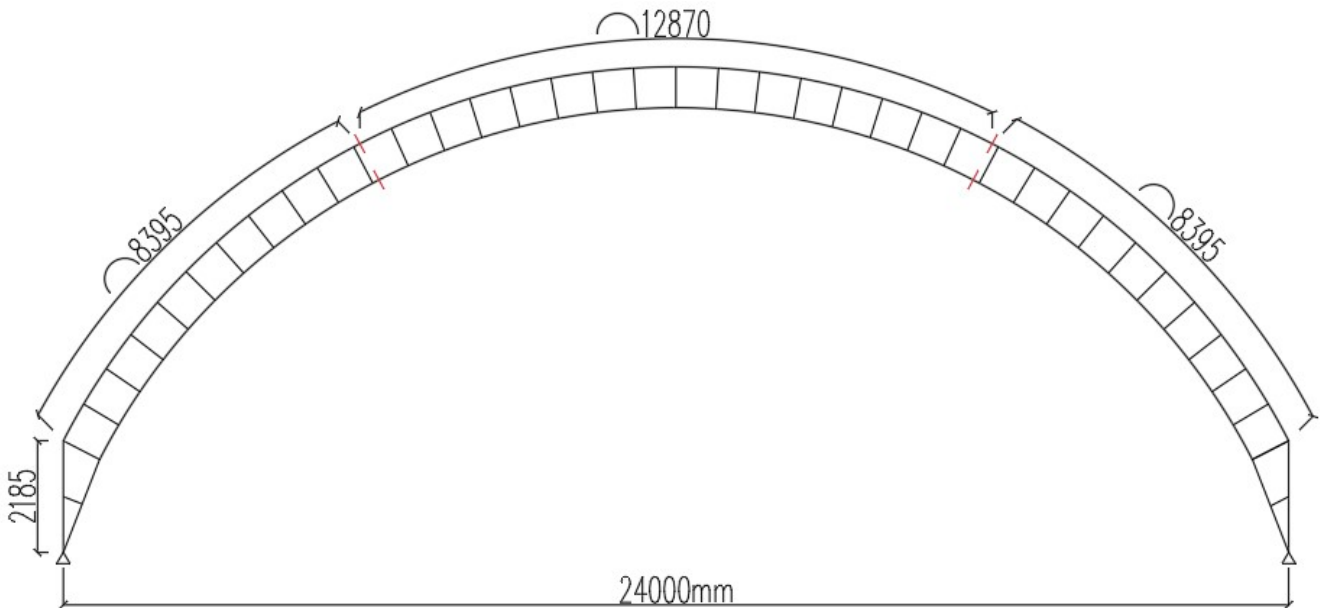
Svar a=3 mm **VYHOVUJE**

Svarový přípoj víčka k diagonále HTR/90/90/3.6 bude proveden je navržen jako konstrukční a = 3 mm

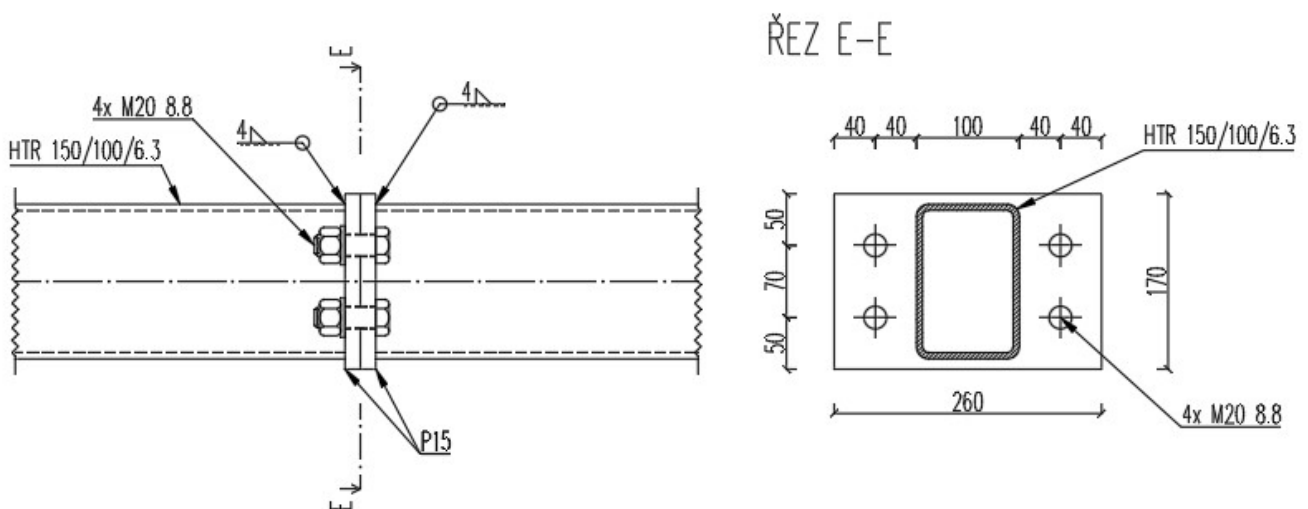
- Detail 4: Montážní styky horního a dolního pásů

Kvůli velkému rozpětí, obloukové nosníky byly rozděleny na 3 části, spojené mezi sebou montážními styky.

- Schéma rozmístění montážních spojů:



- Schéma spoje:



- Montážní styk horního pásu: rozhodující kombinace pro tlak - NK_CO9, rozhodující kombinace pro tah - NK_CO17

Tlak (NK_CO9): $N_{Ed,c} := 117.89 \text{ kN}$

Tah (NK_CO17): $N_{Ed,t} := 47.47 \text{ kN}$

- Návrh 4x M20 8.8

$$k_2 := 0.9$$

$$f_{ub} := 800 \text{ MPa}$$

$$A_s := 245 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{m2} := 1.25$$

$$m_x := 40 \text{ mm} - 0.8 \cdot 4 \text{ mm} \cdot \sqrt{2} = 35.475 \text{ mm}$$

$$e_x := 40 \text{ mm} \quad e := e_x$$

$$n := \min(e_x, 1.25 \cdot m_x) = 40 \text{ mm}$$

$$w := 70 \text{ mm}$$

$$b_p := 170 \text{ mm}$$

- Účinné délky

- Kruhové porušení:

$$l_{eff.cp} := \min(2 \cdot n \cdot m_x, n \cdot m_x + w, n \cdot m_x + 2 \cdot e_x) = 181.446 \text{ mm}$$

- Nekruhové porušení:

$$l_{eff.nc} := \min(4 \cdot m_x + 1.25 \cdot e_x, 2 \cdot m_x + 0.625 \cdot e_x + e, 0.5 \cdot b_p, 0.5 \cdot w + 2 \cdot m_x + 0.625 \cdot e_x) = 85 \text{ mm}$$

$$l_{eff.1} := \min(l_{eff.cp}, l_{eff.nc}) = 85 \text{ mm}$$

$$l_{eff.2} := l_{eff.nc} = 85 \text{ mm}$$

- 1. způsob porušení (vznik 4 plastických kloubů)

$$Y_{m0} := 1 \quad t_p := 15 \text{ mm} \quad f_y := 355 \text{ MPa}$$

$$M_{pl.1.Rd} := \frac{0.25 \cdot l_{eff.1} \cdot t_p^2 \cdot f_y}{Y_{m0}} = 1.697 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$F_{T.1.Rd} := \frac{4 \cdot M_{pl.1.Rd}}{m_x} = 191.387 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed.t}}{F_{T.1.Rd}} = 0.248 \quad \text{Vyhovuje}$$

- 2. způsob porušení (vznik 2 plastických kloubů + porušení šroubu v tahu)

$$M_{pl.2.Rd} := \frac{0.25 \cdot l_{eff.2} \cdot t_p^2 \cdot f_y}{Y_{m0}} = 1.697 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$F_{t.Rd} := \frac{0.9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{Y_{m0}} = 176.4 \text{ kN}$$

$$F_{T.2.Rd} := \frac{2 \cdot M_{pl.2.Rd} + 2 \cdot n \cdot F_{t.Rd}}{m_x + n} = 231.955 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed.t}}{F_{T.2.Rd}} = 0.205 \quad \text{Vyhovuje}$$

- 3. způsob porušení (porušení šroubu v tahu)

$$F_{T.3.Rd} := F_{t.Rd} \cdot 2 = 352.8 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed,t}}{F_{T.3.Rd}} = 0.135 \quad \text{Vyhovuje}$$

- Návrhová únosnost při protlačení hlavy šroubu nebo matice

$$d_m := 32.3 \text{ mm}$$

$$B_{p.Rd} := \frac{0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u}{\gamma_{m2}} = 357.998 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed,t}}{B_{p.Rd}} = 0.133 \quad \text{Vyhovuje}$$

- Posouzení únosnosti spoje

$$F_{T.Rd} := 2 \cdot \min(F_{T.1.Rd}, F_{T.2.Rd}, F_{T.3.Rd}) = 382.775 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed,t}}{F_{T.Rd}} = 0.124 \quad \text{Vyhovuje}$$

Navržený spoj **VYHOVUJE**

- Svar horního pásu k čelní desce

$$V_{Ed} := 20.06 \text{ kN}$$

$$a := 4 \text{ mm}$$

$$L_{we} := 500 \text{ mm}$$

$$\sigma_v := \frac{V_{Ed}}{a \cdot 300 \text{ mm}} = 16.717 \text{ MPa}$$

$$\tau_{II} := \frac{\sigma_v}{\sqrt{2}} = 11.82 \text{ MPa}$$

$$\sigma_w := \frac{N_{Ed}}{a \cdot L_{we}} = 12.4 \text{ MPa}$$

$$\tau_I := \frac{\sigma_w}{\sqrt{2}} = 8.768 \text{ MPa}$$

$$\sigma_I := \tau_I$$

$$\sqrt{\sigma_I^2 + 3 \cdot (\tau_I^2 + \tau_{II}^2)} = 26.957 \text{ MPa}$$

$$\beta_w := 0.9$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{m2}} = 435.556 \text{ MPa}$$

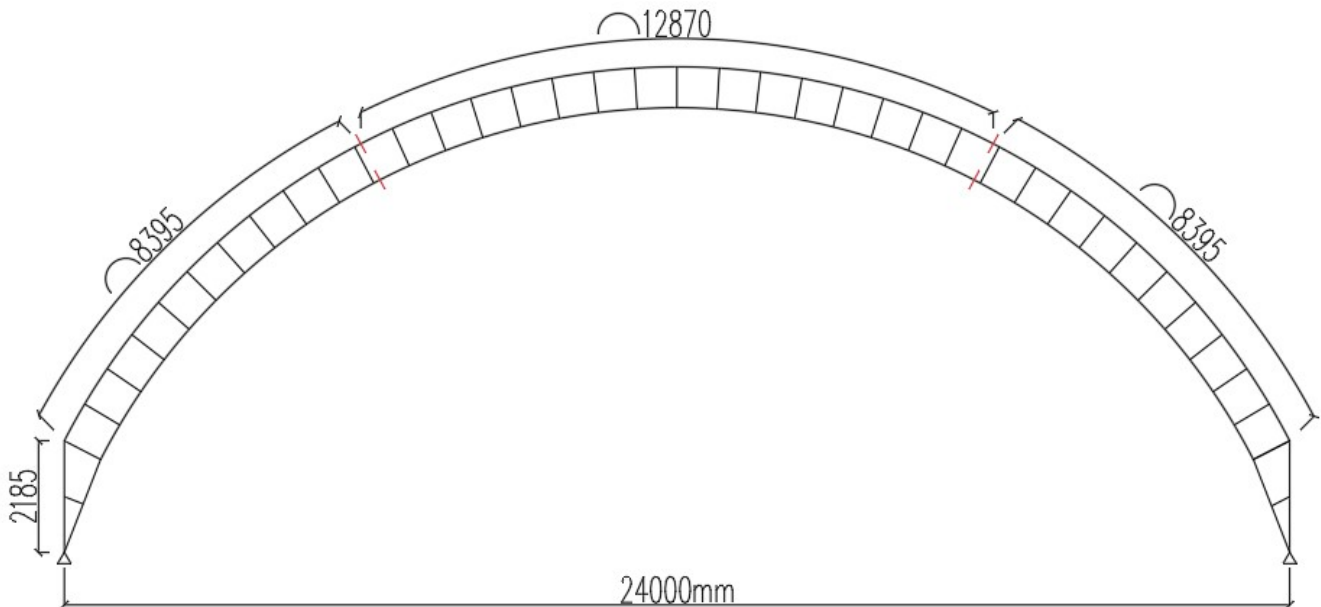
$$435.556 \text{ MPa} > 26.957 \text{ MPa}$$

$$\sigma_I = 8.768 \text{ MPa} < \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{m2}} = 352.8 \text{ MPa}$$

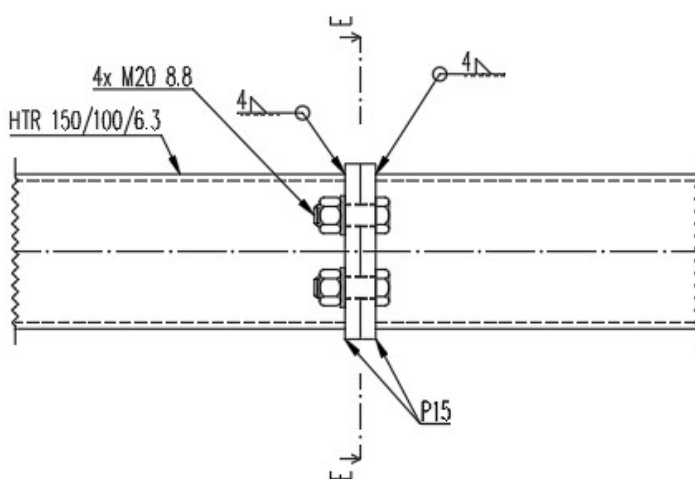
Svar a=4 mm **VYHOVUJE**

- Montážní styk spodního pásu

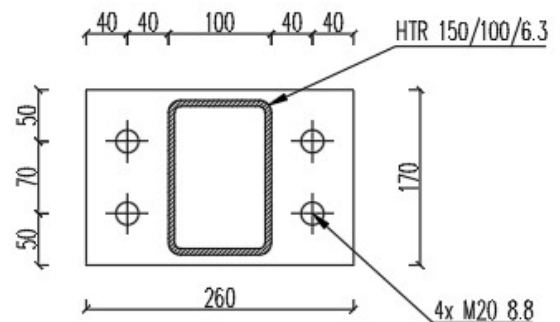
- Schéma rozmístění montážních spojů



- Schéma spoje:



ŘEZ E-E



- Montážní styk horního pásu: rozhodující kombinace pro tlak - NK_CO9, rozhodující kombinace pro tah - NK_CO17

Tlak (NK_CO9): $N_{Ed,c} := 153.02 \text{ kN}$

Tah (NK_CO17): $N_{Ed,t} := 47.5 \text{ kN}$

- Návrh 4x M20 8.8

$$k_2 := 0.9$$

$$f_{ub} := 800 \text{ MPa}$$

$$A_s := 245 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{m2} := 1.25$$

$$m_x := 40 \text{ mm} - 0.8 \cdot 4 \text{ mm} \cdot \sqrt{2} = 35.475 \text{ mm}$$

$$e_x := 40 \text{ mm} \quad e := e_x$$

$$n := \min(e_x, 1.25 \cdot m_x) = 40 \text{ mm}$$

$$w := 70 \text{ mm}$$

$$b_p := 170 \text{ mm}$$

- Účinné délky

- Kruhové porušení:

$$l_{eff,cp} := \min(2 \cdot n \cdot m_x, n \cdot m_x + w, n \cdot m_x + 2 \cdot e_x) = 181.446 \text{ mm}$$

- Nekruhové porušení:

$$l_{eff,nc} := \min(4 \cdot m_x + 1.25 \cdot e_x, 2 \cdot m_x + 0.625 \cdot e_x + e, 0.5 \cdot b_p, 0.5 \cdot w + 2 \cdot m_x + 0.625 \cdot e_x) = 85 \text{ mm}$$

$$l_{eff,1} := \min(l_{eff,cp}, l_{eff,nc}) = 85 \text{ mm}$$

$$l_{eff,2} := l_{eff,nc} = 85 \text{ mm}$$

- 1. způsob porušení (vznik 4 plastických kloubů)

$$Y_{m0} := 1 \quad t_p := 15 \text{ mm} \quad f_y := 355 \text{ MPa}$$

$$M_{pl,1,Rd} := \frac{0.25 \cdot l_{eff,1} \cdot t_p^2 \cdot f_y}{Y_{m0}} = 1.697 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$F_{T,1,Rd} := \frac{4 \cdot M_{pl,1,Rd}}{m_x} = 191.387 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed,t}}{F_{T,1,Rd}} = 0.248 \quad \text{Vyhovuje}$$

- 2. způsob porušení (vznik 2 plastických kloubů + porušení šroubu v tahu)

$$M_{pl,2,Rd} := \frac{0.25 \cdot l_{eff,2} \cdot t_p^2 \cdot f_y}{Y_{m0}} = 1.697 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$F_{t,Rd} := \frac{0.9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{Y_{m0}} = 176.4 \text{ kN}$$

$$F_{T,2,Rd} := \frac{2 \cdot M_{pl,2,Rd} + 2 \cdot n \cdot F_{t,Rd}}{m_x + n} = 231.955 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed,t}}{F_{T,2,Rd}} = 0.205 \quad \text{Vyhovuje}$$

- 3. způsob porušení (porušení šroubu v tahu)

$$F_{T,3,Rd} := F_{t,Rd} \cdot 2 = 352.8 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed,t}}{F_{T,3,Rd}} = 0.135 \quad \text{Vyhovuje}$$

- Návrhová únosnost při protlačení hlavy šroubu nebo matice

$$d_m := 32.3 \text{ mm}$$

$$B_{p,Rd} := \frac{0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u}{\gamma_{m2}} = 357.998 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed,t}}{B_{p,Rd}} = 0.133$$

- Posouzení únosnosti spoje

$$F_{T,Rd} := 2 \cdot \min(F_{T.1,Rd}, F_{T.2,Rd}, F_{T.3,Rd}) = 382.775 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed,t}}{F_{T,Rd}} = 0.124$$

Navržený spoj **VYHOVUJE**

- Svar spodního pásu k čelní k čelní desce

$$V_{Ed} := 16.76 \text{ kN}$$

$$a := 4 \text{ mm}$$

$$L_{we} := 500 \text{ mm}$$

$$\sigma_v := \frac{V_{Ed}}{2 \cdot a \cdot 300 \text{ mm}} = 6.983 \text{ MPa}$$

$$\tau_{II} := \frac{\sigma_v}{\sqrt{2}} = 4.938 \text{ MPa}$$

$$\sigma_w := \frac{N_{Ed}}{2 \cdot a \cdot L_{we}} = 6.2 \text{ MPa}$$

$$\tau_I := \frac{\sigma_w}{\sqrt{2}} = 4.384 \text{ MPa}$$

$$\sigma_I := \tau_I$$

$$\sqrt{\sigma_I^2 + 3 \cdot (\tau_I^2 + \tau_{II}^2)} = 12.249 \text{ MPa}$$

$$\beta_w := 0.9$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{m2}} = 435.556 \text{ MPa}$$

$$435.556 \text{ MPa} > 12.249 \text{ MPa}$$

$$\sigma_I = 4.384 \text{ MPa} < \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{m2}} = 352.8 \text{ MPa}$$

Svar a=4 mm **VYHOVUJE**

Závěr

Tématem této bakalářské práce byl návrh sportovní haly s obloukovou střechou. V rámci práci výpočtu byly navrženy a posouzeny hlavní nosné prvky konstrukce, včetně spojů a vybraných detailů.

Nejdříve bylo popsáno zatížení působící na konstrukci. Poté bylo provedeno modelování dvou variant obloukového nosníku v programu SCIA Engineer 21.1., porovnání a výběr vhodné varianty. Dále byly navrženy a posouzeny prvky běžné vazby v tlaku, ohybu a kombinaci tlaku a ohybu. Následně bylo popsáno zatížení pro štítovou vazbu v tlaku, ohybu a kombinaci tlaku a ohybu. Dále byly navrženy a posouzeny prvky štítové vazby. Poté byly navrženy a posouzeny prvky stěnového a střešního ztužení. Následně byl proveden návrh a posouzení 4 vybraných detailů. V poslední části práce byla zpracována výkresová dokumentace navržených prvků.



Sportovní hala s obloukovou střechou

BAKALÁŘSKA PRÁCE

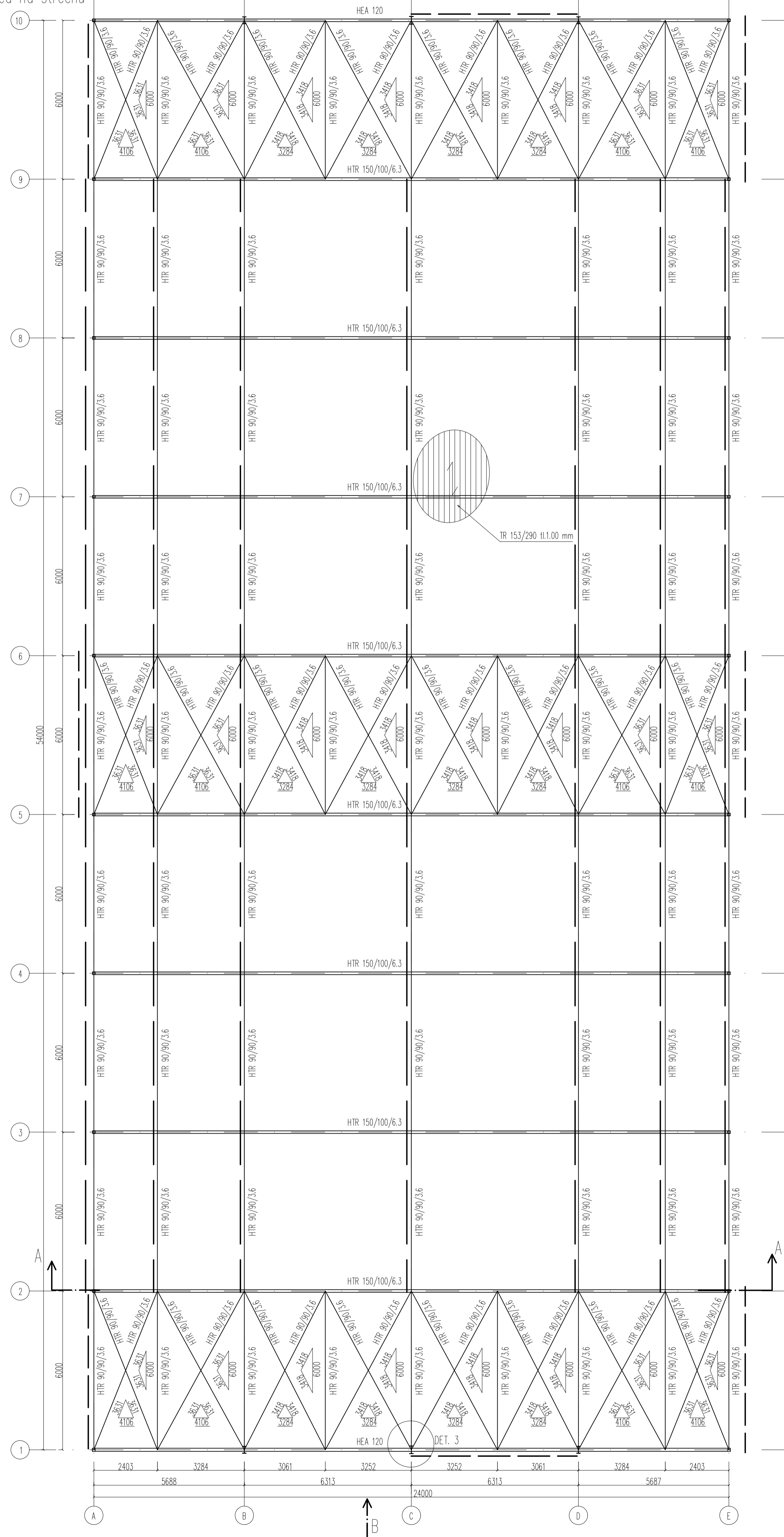
VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Vedoucí práce: doc. Ing. Michal Jandera, Ph.D.

Autor: Matiukhov Mykyta

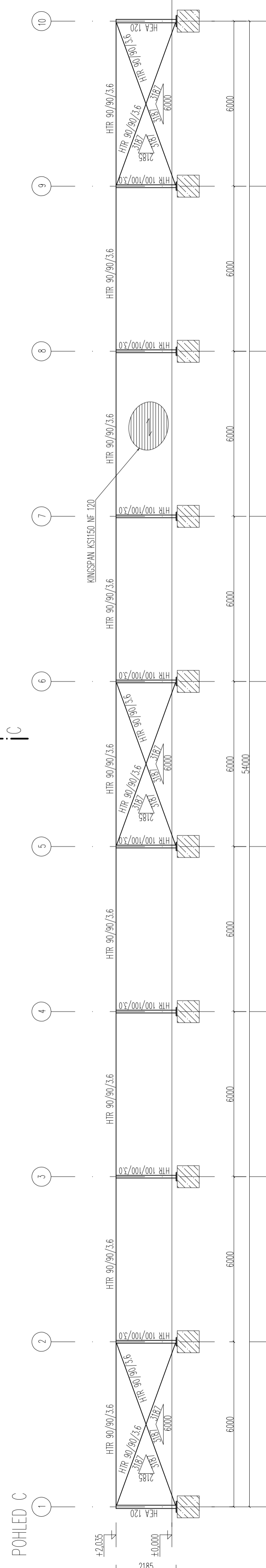
Praha, 2022

Pohled na střechu

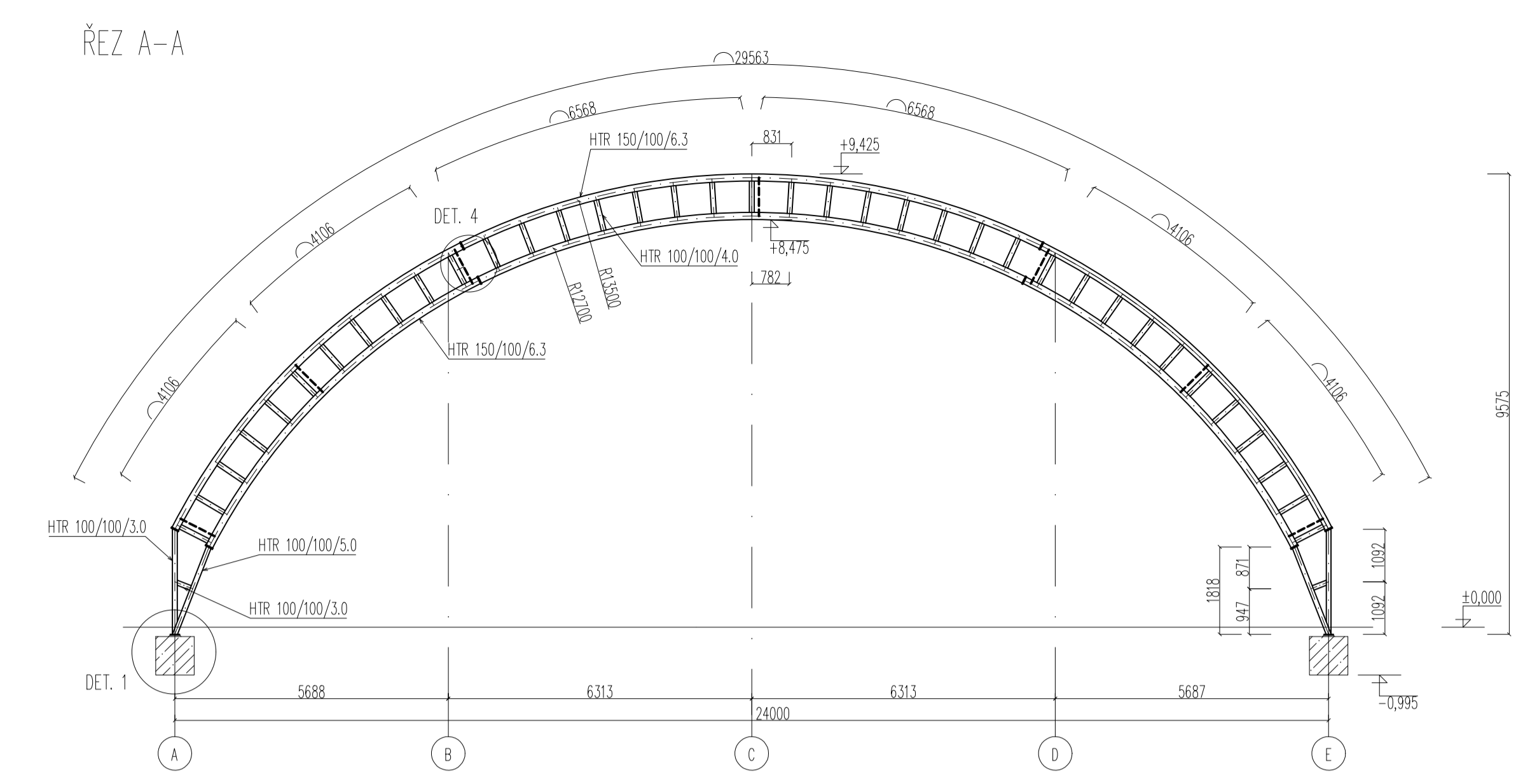


↑ C

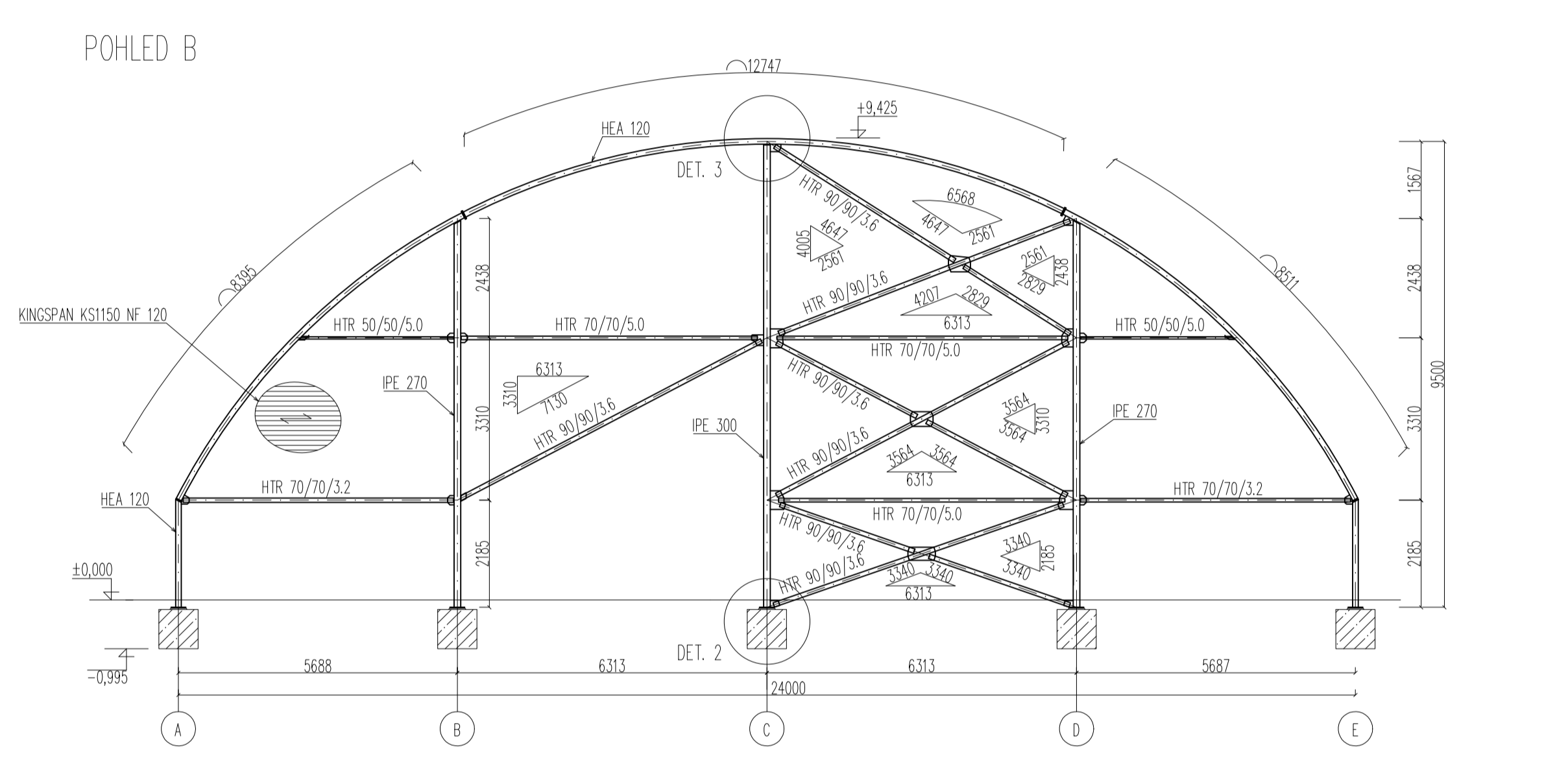
POHLED C



ŘEZ A-A



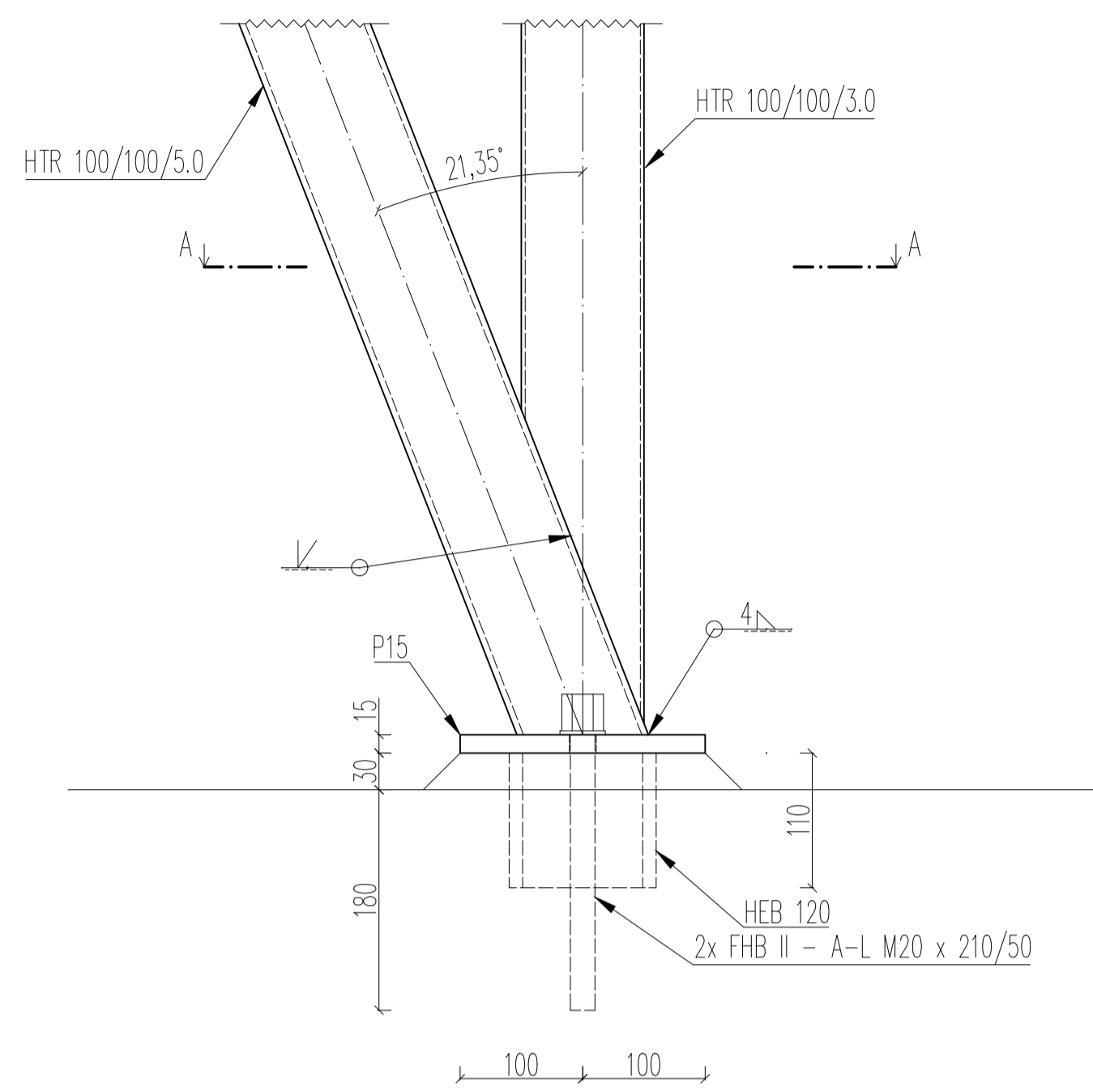
POHLED B



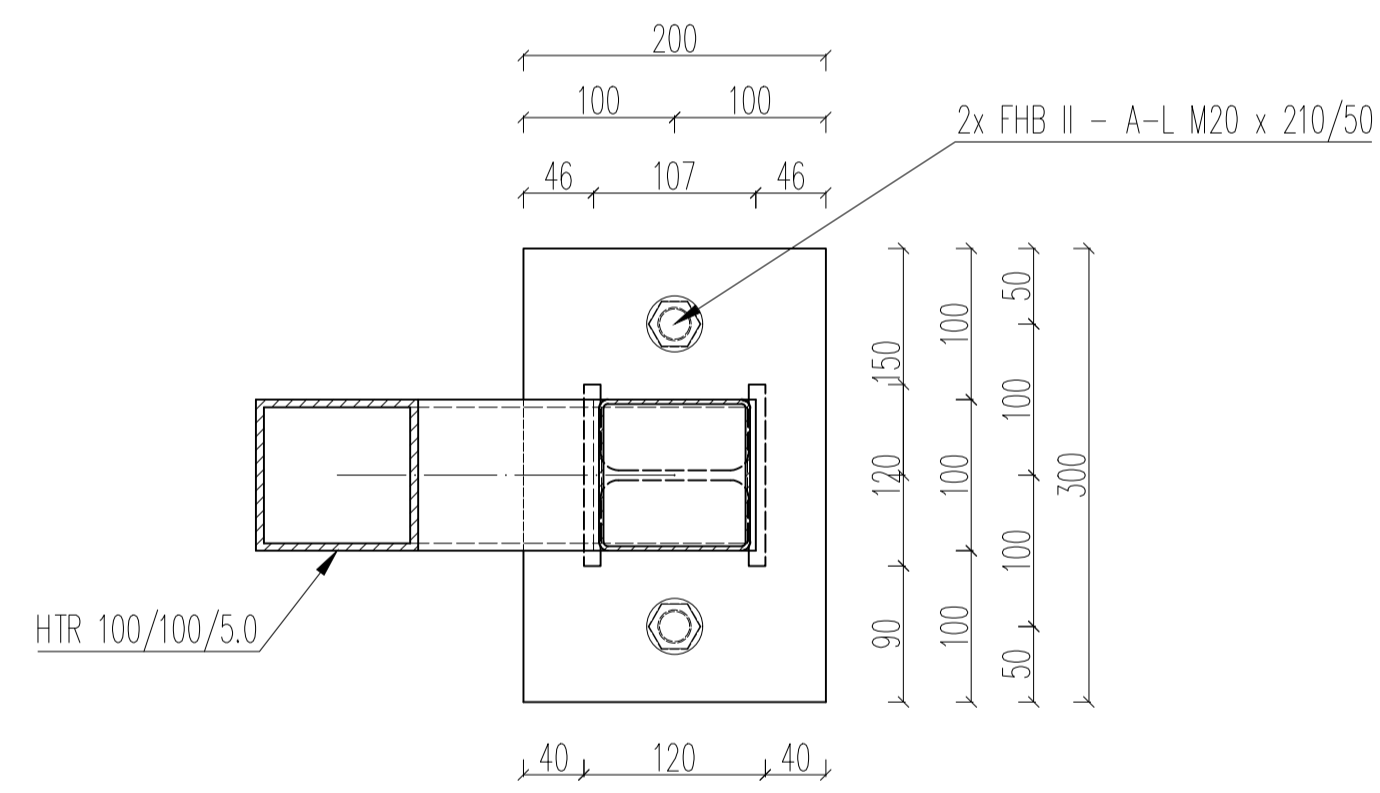
- OCEL: S355JR – SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE, VODOROVNÉ NOSNÉ KONSTRUKCE, ČELNÍ DESKY
 S235JR – ZTUŽIDLA, SPOJOVACÍ PLECHY
 S320GD – TRAPÉZOVÉ PLECHY
 BETON: C20/25 – ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE
 ŠROUBY: 8.8
 TŘÍDA PROVEDENÍ EX2

Zpracoval	Matiukhov Mykyta	Školní rok	2021/2022	Fakulta stavební	
Kontroloval	doc. Ing. Michal Jandera, Ph.D.				
Předmět	134BAP				
Úloha	OCELOVÁ KONSTRUKCE OBLOUKOVÉ HALY	Datum	05.05.2022	Formát	8xA4
Výkres	PŮDORYS STŘECHY, ŘEZ, POHLED	Měřítko	1:100	Podpis	

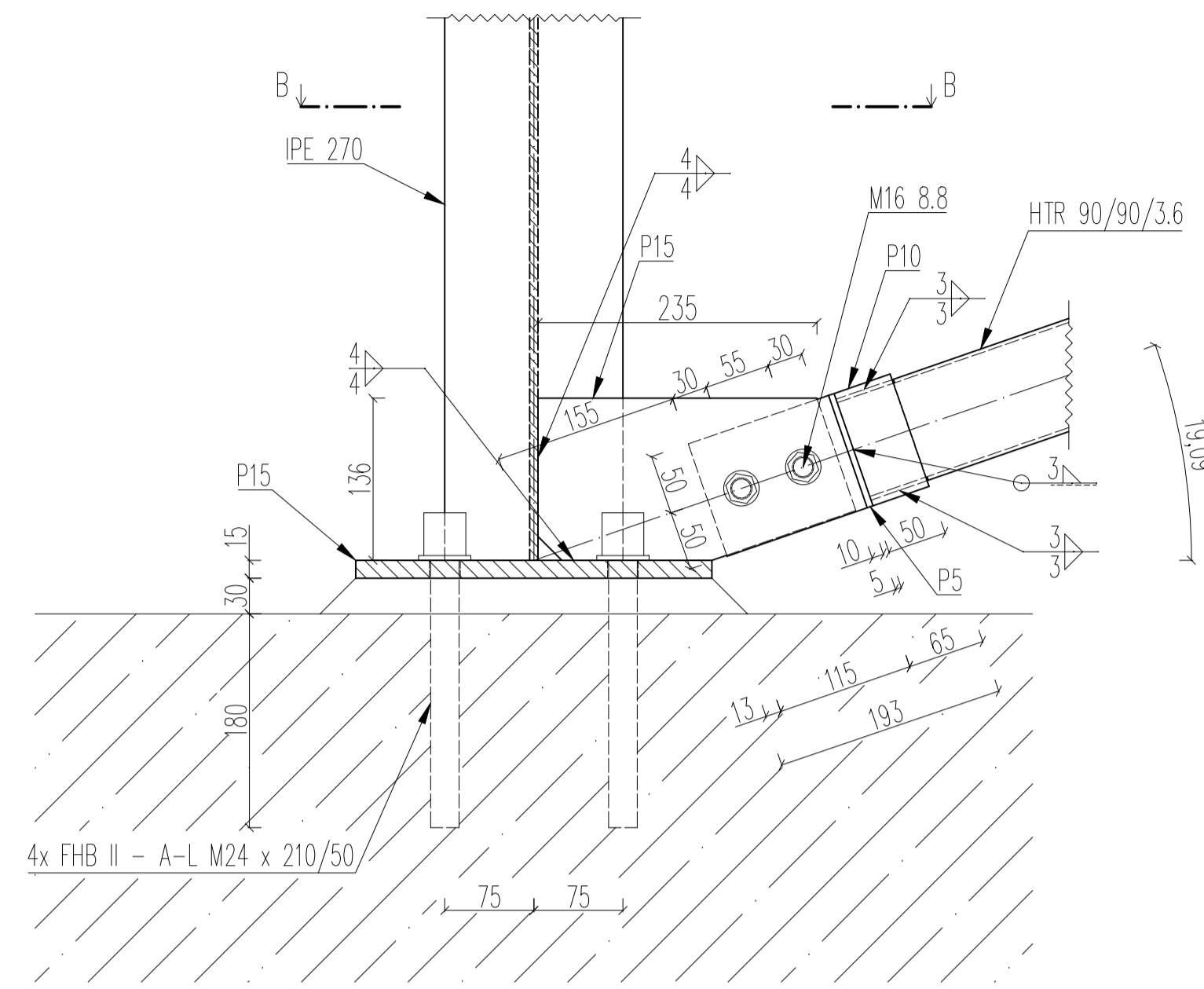
DETAIL 1: PATKA BĚŽNÉ VAZBY



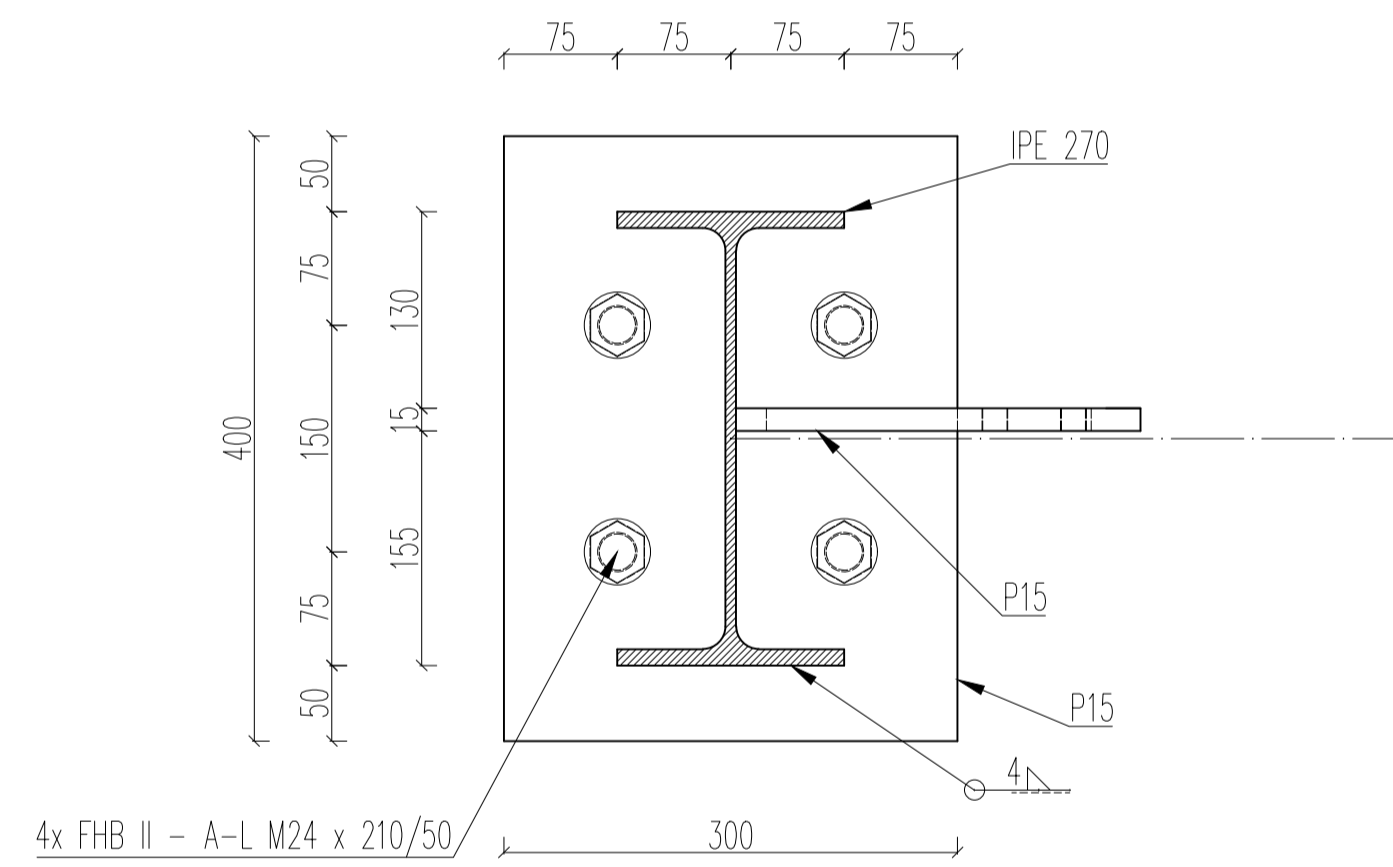
ŘEZ A-A



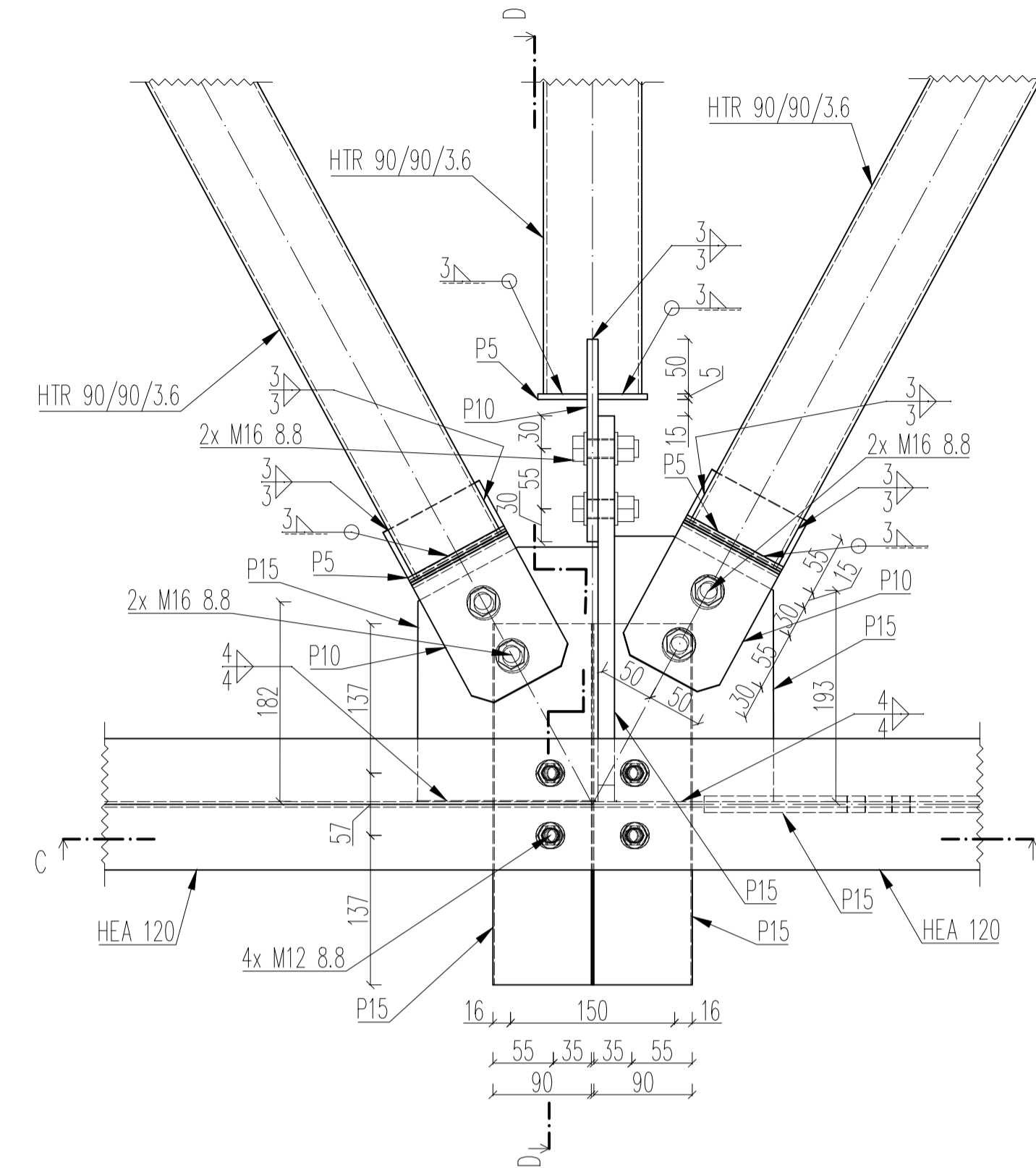
DETAIL 2: PATKA ŠTÍTOVÉHO SE ZTUŽIDLEM



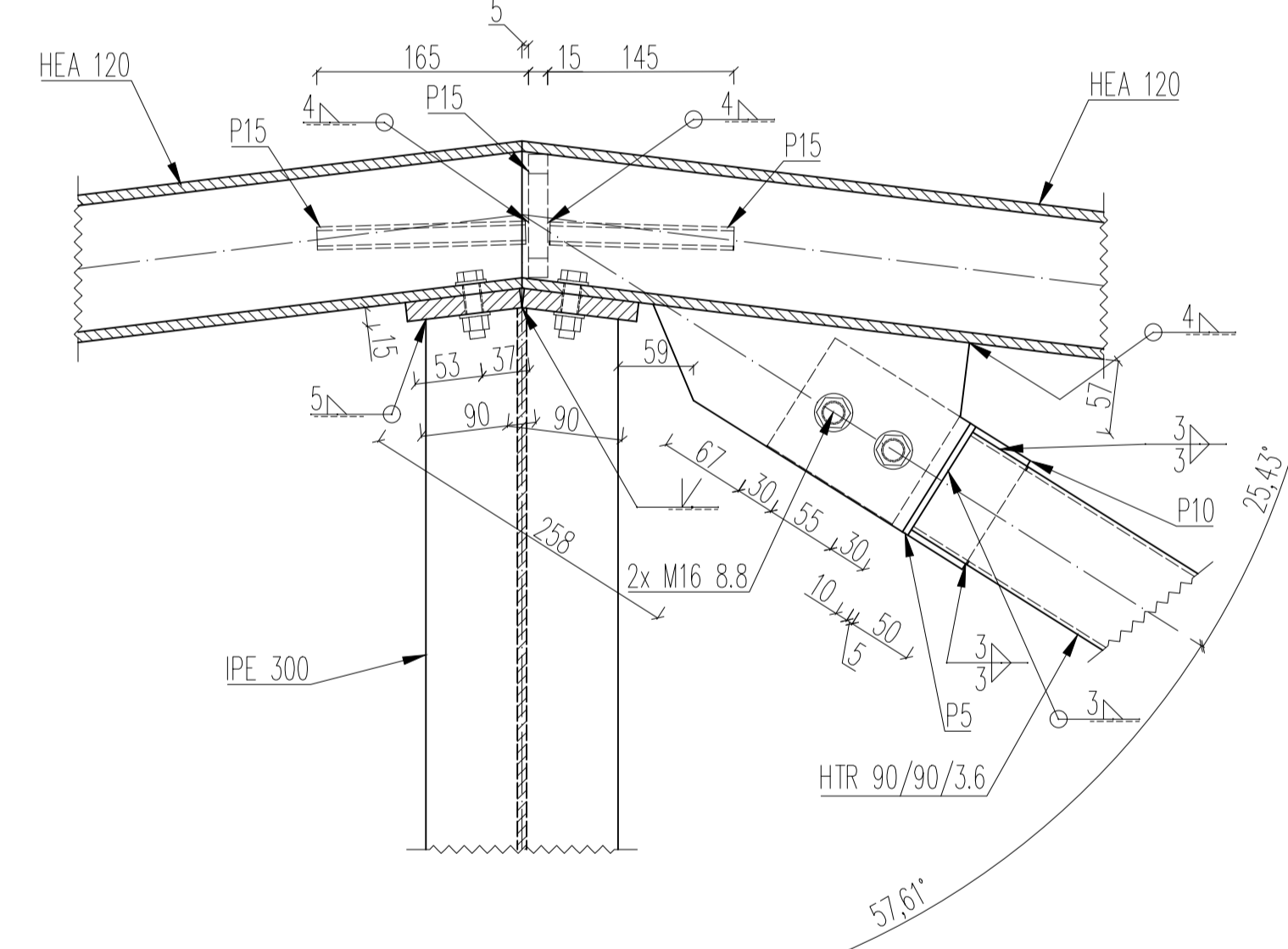
ŘEZ B-B



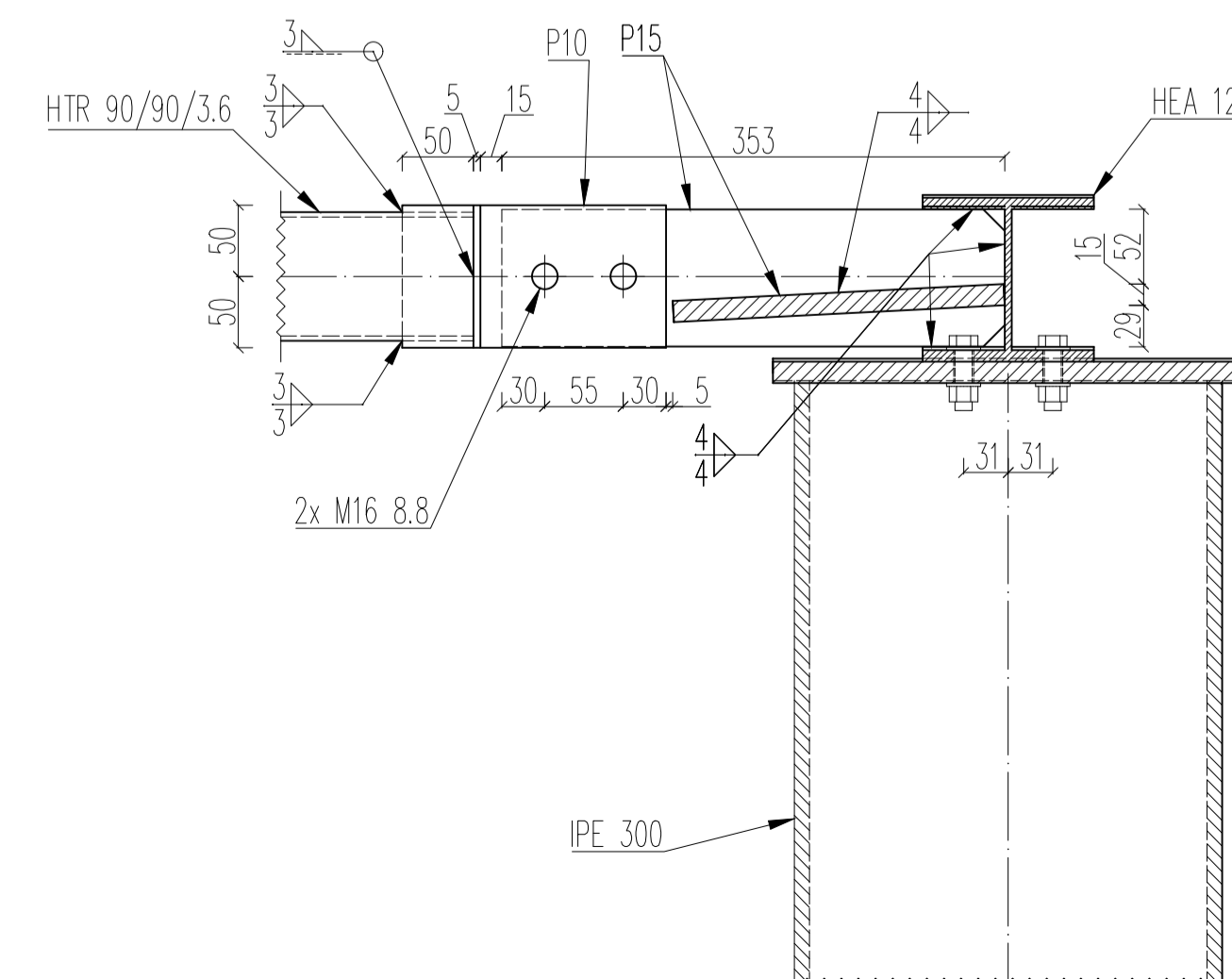
DETAIL 3: NAPOJENÍ ZTUŽIDEL NA ŠTÍTOVOU VAZBU



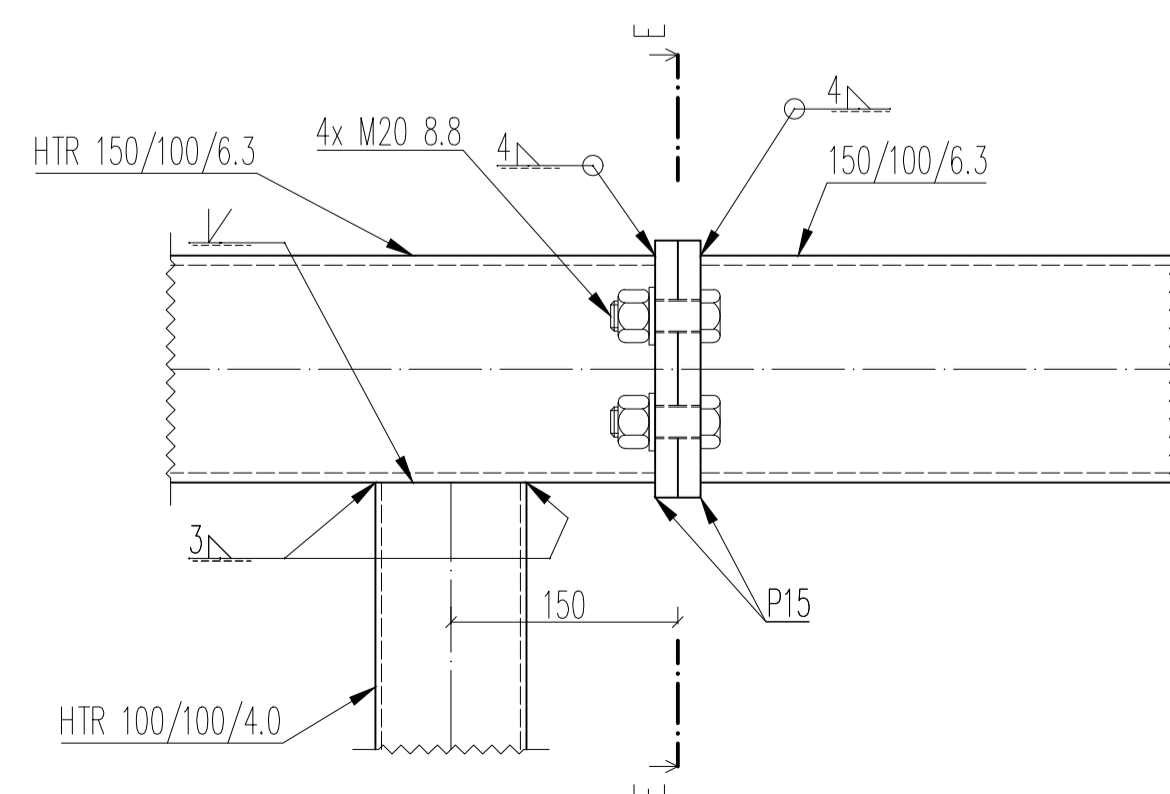
ŘEZ C-C



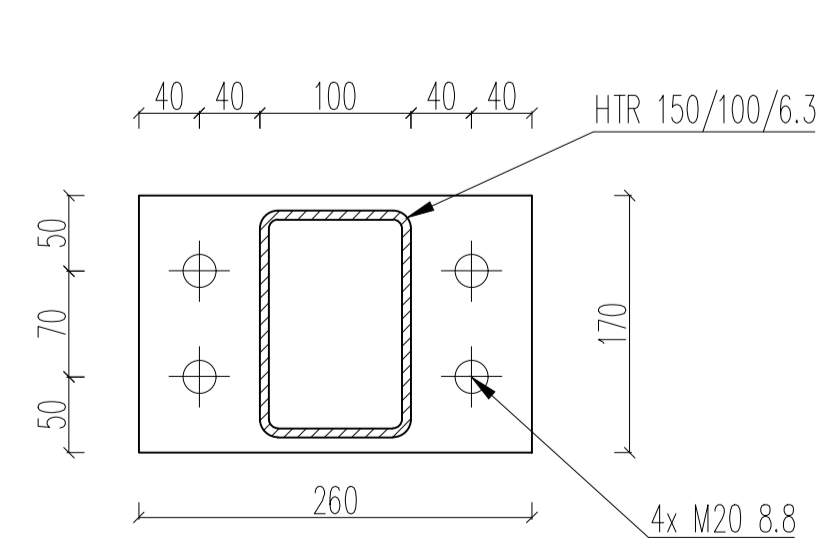
ŘEZ D-D



DETAIL 4: MONTÁŽNÍ SPOJ OBLOUKU BĚŽNÉ VAZBY



ŘEZ E-E



OCEL: S355JR – SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE, VODOROVNÉ NOSNÉ KONSTRUKCE, ČELNÍ DESKY
 S235JR – ZTUŽIDLA, SPOJOVACÍ PLECHY
 S320GD – TRAPÉZOVÉ PLECHY
 BETON: C20/25 – ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE
 ŠROUBY: 8.8

TŘÍDA PŘÍKRYTÍ EX2

Zpracoval	Matiukhov Mykyta	Školní rok	2021/2022	Fakulta stavební
Kontroloval	doc. Ing. Michal Jandera, Ph.D.			
Předmět	134BAP	Datum	05.05.2022	
Úloha	OCELOVÁ KONSTRUKCE OBLOUKOVÉ HALY	Formát	8A4	
Výkres	VYBRANÉ DETAILY	Měřítko	1:5	
		Podpis		



Sportovní hala s obloukovou střechou

BAKALÁŘSKA PRÁCE

PŘÍLOHY

Vedoucí práce: doc. Ing. Michal Jandera, Ph.D.

Autor: Matiukhov Mykyta

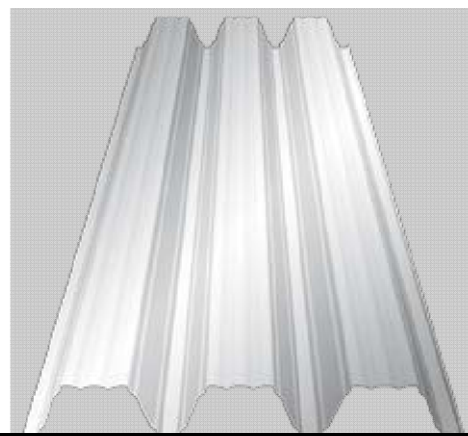
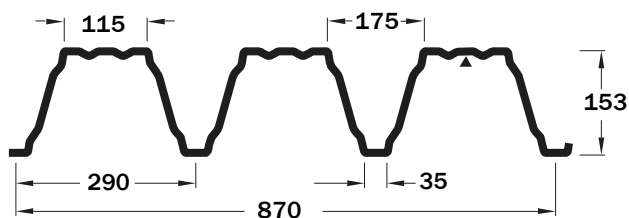
Praha, 2022

Seznam příloh

- A. Technický list pro trapézový plech střešního pláště
- B. Technické listy stěnových panelů pro obvodový plášť
- C. Výpočet bezrozměrného kritického momentu pro krajní sloupy štítové vazby v programu LTBeam
- D. Výpočet bezrozměrného kritického momentu pro vnitřní sloupy štítové vazby v programu LTBeam
- E. Výpočet bezrozměrného kritického momentu pro prostřední sloup štítové vazby v programu LTBeam
- F. Kotvení štítového sloupu se ztužidlem
- G. Zatěžovací stavu

Hacierco 153/290

pozitivní poloha plechu

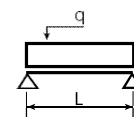


Charakteristiky

t [mm]	m [kg/m ²]	plný průřez				efektivní průřez - pozitivní poloha - kladný moment				efektivní průřez - pozitivní poloha - záporný moment			
		A _g [mm ² /m]	I _y [mm ⁴ /m]	z [mm]	W _{el,y} [mm ³ /m]	A _{eff} [mm ² /m]	I _{eff} [mm ⁴ /m]	z _{eff} [mm]	W _{eff} [mm ³ /m]	A _{eff} [mm ² /m]	I _{eff} [mm ⁴ /m]	z _{eff} [mm]	W _{eff} [mm ³ /m]
0,75	9,98	1270,89	3716555,74	89,17	41680,11	1125,40	3260983,57	82,80	39381,70	1086,66	3205975,73	96,48	33230,37
0,88	11,71	1491,18	4360763,45	89,23	48869,10	1367,67	3985339,45	84,79	47000,45	1335,11	3916818,12	94,70	41358,83
1,00	13,30	1694,53	4955418,71	89,29	55495,81	1590,06	4642566,39	86,06	53946,81	1576,53	4582224,35	93,35	49086,59
1,25	16,63	2118,16	6194291,17	89,42	69272,99	2043,16	5959699,05	87,54	68082,59	2021,18	5874645,75	92,19	63726,28

Únosnost

NOSNÍK S JEDNÍM POLEM - POZITIVNÍ POLOHA PLECHU



tN (mm)	g (kN/m ²)	rozpětí pole L [m]																
		4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75	8,00
0,75	q _{Ed} (c < 1,5h)	3,36	3,16	2,99	2,83	2,69	2,56	2,44	2,34	2,24	2,15	2,07	1,99	1,92	1,85	1,79	1,68	1,58
	q _{Ed} (c ≥ 1,5h)	6,30	5,58	4,98	4,47	4,03	3,66	3,33	3,05	2,80	2,58	2,39	2,21	2,06	1,92	1,79	1,68	1,58
	q _{Ek} (δ ≤ L/200)	4,11	3,43	2,89	2,45	2,10	1,82	1,58	1,38	1,22	1,08	0,96	0,86	0,77	0,69	0,62	0,56	0,51
0,88	q _{Ed} (c < 1,5h)	4,70	4,42	4,18	3,96	3,76	3,58	3,42	3,27	3,13	3,01	2,85	2,64	2,46	2,29	2,14	2,00	1,88
	q _{Ed} (c ≥ 1,5h)	7,52	6,66	5,94	5,33	4,81	4,37	3,98	3,64	3,34	3,08	2,85	2,64	2,46	2,29	2,14	2,00	1,88
	q _{Ek} (δ ≤ L/200)	5,02	4,19	3,53	3,00	2,57	2,22	1,93	1,69	1,49	1,32	1,17	1,04	0,94	0,84	0,76	0,69	0,63
1,00	q _{Ed} (c < 1,5h)	6,12	5,76	5,44	5,15	4,89	4,66	4,45	4,18	3,84	3,54	3,27	3,03	2,82	2,63	2,46	2,30	2,16
	q _{Ed} (c ≥ 1,5h)	8,63	7,65	6,82	6,12	5,52	5,01	4,57	4,18	3,84	3,54	3,27	3,03	2,82	2,63	2,46	2,30	2,16
	q _{Ek} (δ ≤ L/200)	5,85	4,88	4,11	3,49	3,00	2,59	2,25	1,97	1,73	1,53	1,36	1,22	1,09	0,98	0,89	0,80	0,73
1,25	q _{Ed} (c < 1,5h)	9,62	9,05	8,55	7,72	6,97	6,32	5,76	5,27	4,84	4,46	4,13	3,83	3,56	3,32	3,10	2,90	2,72
	q _{Ed} (c ≥ 1,5h)	10,89	9,65	8,61	7,72	6,97	6,32	5,76	5,27	4,84	4,46	4,13	3,83	3,56	3,32	3,10	2,90	2,72
	q _{Ek} (δ ≤ L/200)	7,51	6,26	5,27	4,48	3,84	3,32	2,89	2,53	2,22	1,97	1,75	1,56	1,40	1,26	1,14	1,03	0,94

PŘÍLOHA B
TECHNICKÝ LIST STĚNOVÉHO PANELU

Izolační panely
Česká republika

Kingspan

KS1000/1150 NF

Izolační jádro: QuadCore® nebo IPN

Technický list



Základní informace o panelu:

KS1000/1150 NF - stěnový sendvičový panel s izolačním jádrem z pěny QuadCore® nebo IPN.

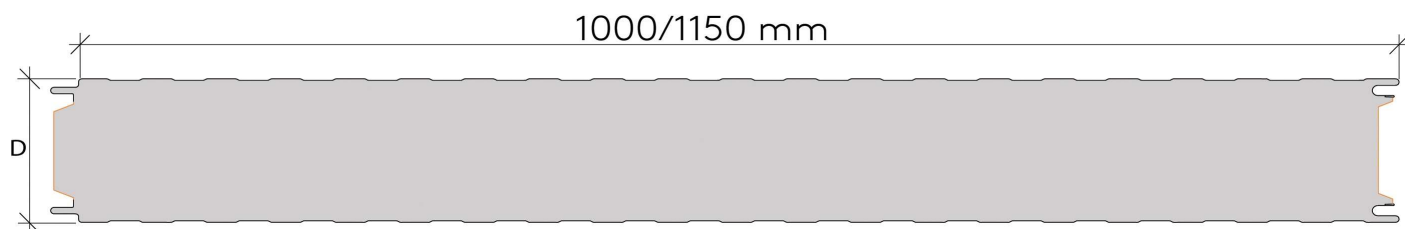
Způsob upevnění ke konstrukci: přiznané kotevní prvky (šrouby s těsnící podložkou)

Panel NF je vhodný pro obvodové nebo vnitřní stěny všech objektů s návrhovou vnitřní teplotou větší než 5°C. Přípustné je také použití těchto panelů v podhledech nebo stropích.

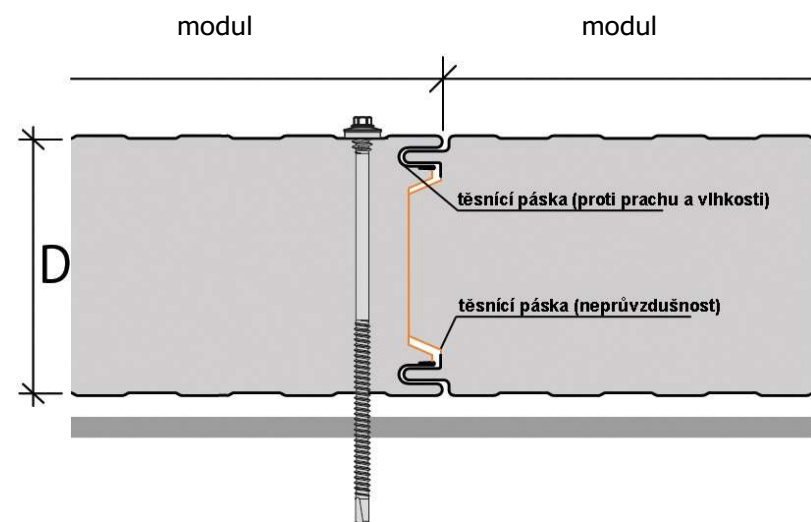
Délky panelů: doporučená délka 2 m - 13,6 m (max 18 m) (nadrozměrná doprava)

Tolerance výrobu: odchylky rozměrů odpovídají tolerancím podle ČSN EN 14509 příloha D.

Příčný řez panelem:



Detail podélného spoje:



Certifikace:

Izolační sendvičové panely Kingspan odpovídají požadavkům a specifikacím, které definuje norma ČSN EN 14509.

Panely Kingspan jsou vyráběny z materiálů nejvyšší kvality, za použití nejnovější výrobní technologie, splňují přísné nároky kontroly kvality a vyhovují standardům ISO 9001, ISO 14001 a ISO 45001.

Panely KS1150/1000 NF jsou certifikovány pojišťovnou FM Global, klasifikace 4881-Exterior Wall Systems.



Certifikace vlivu výrobků na životní prostředí:

Pro panely s izolačním jádrem QuadCore je vypracována analýza životního cyklu (LCA) dle ISO 14025 a je zpracováno Environmentální prohlášení o produktu (EPD).

Technické parametry KS1000/1150 NF:

izolační jádro panelu	IPN		QuadCore		vážená vzduchová neprůzvušnost R_w [dB] a faktory přizpůsobení spektru (C;Ctr) podle EN ISO 717-1	hmotnost [kg/m ²] pro modul: 1000mm, 1150mm platí pro plechy ext. 0,6 mm / int. 0,4 mm
součinitel tepelné vodivosti podle EN 14509, EN 13165	$\lambda_d=0,022$ W/mK měřeno při 10°C		$\lambda_d=0,018$ W/mK měřeno při 10°C			
tloušťka panelu [mm]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	třída reakce na oheň EN 13501-1	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	třída reakce na oheň EN 13501-1		
40	0,60	B-s2, d0	-	-	24 (-2;-3)	10,23 10,13
60	0,37	B-s1, d0	-	-	25 (-3;-4)	10,94 10,83
80	0,27	B-s1, d0	0,23	B-s1, d0	25 (-2;-4)	11,72 11,61
100	0,22	B-s1, d0	0,18	B-s1, d0	26 (-3;-5)	12,50 12,39
120	0,18	B-s1, d0	0,15	B-s1, d0	26 (-3;-5)	13,28 13,17
150	0,15	B-s1, d0	0,12	B-s1, d0	27 (-4;-5)	14,45 14,34
170	0,13	B-s1, d0	0,11	B-s1, d0	27 (-3;-5)	15,23 15,12
200	0,11	B-s1, d0	0,09	B-s1, d0	27 (-3;-5)	16,40 16,29

Tabulka požární odolnosti podle tloušťky panelu a aplikace

Izolační jádro IPN / QuadCore	Požární odolnost pro obvodové stěny nebo vnitřní příčky EN 13501-2, EN 15254-5, ČSN 73 0810						Požární odolnost podhledy EN 13501-2, ČSN 73 0810 (požár ze spodní strany)
	Horizontální kladení			Vertikální kladení			
tloušťka panelu [mm]	4m	6m	7,5m	4m	6m	7,5m	
80	-	-	-	EW 15 DP3, EI 15 DP3	-	-	-
100	EW 20 DP3, EI 20 DP3	EW 15 DP3, EI 15 DP3	EW 15 DP3, EI 15 DP3	EW 15 DP3, EI 15 DP3	-	-	EI 15 DP3 2 m (a<-b)
120	EW 30 DP3, EI 30 DP3	EW 30 DP3, EI 15 DP3, EI 30 + Flamro	EW 30 DP3, EI 15 DP3	EW 30 DP3, EI 20 DP3	EW15 DP3	EW15 DP3	EI 15 DP3 2 m (a<-b)
150	EW 30 DP3, EI 30 DP3	EW 30 DP3, EI 15 DP3, EI 30 + Flamro	EW 30 DP3, EI 15 DP3	EW 30 DP3, EI 20 DP3	EW15 DP3	EW15 DP3	EI 15 DP3 2 m (a<-b)
170	EW 30 DP3, EI 30 DP3	EW 30 DP3, EI 15 DP3, EI 30 + Flamro	EW 30 DP3, EI 15 DP3	EW 30 DP3, EI 20 DP3	EW15 DP3	EW15 DP3	EI 15 DP3 2 m (a<-b)
200	EW 30 DP3, EI 30 DP3	EW 30 DP3, EI 15 DP3, EI 30 + Flamro	EW 30 DP3, EI 15 DP3	EW 30 DP3, EI 20 DP3	EW15 DP3	EW15 DP3	EI 15 DP3 2 m (a<-b)

Požární odolnost s charakteristikou:

EW klasifikace pro obvodové stěny z vnitřní strany (i->o);

EI klasifikace pro obvodové stěny nebo vnitřní příčky z vnější strany nebo vnitřní strany (i<->o);

Druh konstrukce podle ČSN 73 0810: DP3

Panely NF s jádrem QuadCore v tloušťce 120mm splňují podmínky článku 5.4.11 ČSN 730810:2016 pro možnost použití v **konstrukcích druhu DP1** s požární odolností EI 30 na rozpon max. 6m při horizontálním kladení.

Teplotní odolnost:

- Minimální teplota prostředí pro použití panelů je -30°C dlouhodobě (nižší teploty po konzultaci)
- Minimální teplota při instalaci samotných panelů je -10°C, resp. v závislosti na použití těsnících a tmelících materiálů

může být stanovena min. teplota pro aplikaci vyšší (např. +5°C).

- Maximální teplota prostředí a maximální teplota povrchu panelu je závislá na volbě povrchové úpravy (viz. část Povrchové úpravy níže). V žádném případě nedoporučujeme tyto panely používat v prostorech, kde jsou vystaveny teplotám vyšším než +90°C dlouhodobě, +100°C krátkodobě.
- Maximální povrchová teplota při instalaci by neměla být vyšší než +40°C (doporučuje se před instalací chránit plachtou z důvodu snížení teplotních deformací).

Povrchové úpravy:

Polyester (PES) - 25µm – standardní povrchová úprava pro vnitřní i vnější prostředí, korozní odolnost RC3, RUV2, teplotní odolnost do 80°C (vyšší pouze po konzultaci).

Polyester vnitřní (PEI) - 15µm – standardní povrchová úprava v RAL9002 pro vnitřní prostředí, nahodilý a nepřímý styk s potravinami, korozní odolnost do A2; teplotní odolnost do 80°C (vyšší pouze po konzultaci).

Spectrum (PUR) - 50µm, dobrá barevná stálost a korozní odolnosti *RC5, UV odolnost RUV4; teplotní odolnost do 80°C (vyšší pouze po konzultaci).

PVDF (PVF) - 25-35µm – vysoká chemická odolnost a stálost barev, korozní odolnosti *RC4, RUV4; teplotní odolnost do 80°C (vyšší pouze po konzultaci, výjimečně lze použít pro teploty až 140°C).

Plastizol (PVC) - 200µm – korozní odolnosti do *RC4; UV odolnost RUV3; teplotní odolnost do 60°C (vyšší pouze po konzultaci).

FoodSafe (FDS) - 150µm – certifikace pro přímý styk s potravinami, korozní odolnost *RC4; plech tl.0,5mm v RAL 9010; teplotní odolnost do 60°C.

Inox – typ AISI 304, 2B (1.4301/7) – tato povrchová úprava je možná pouze pro určitá provedení a dodávky panelů. Pro panely s touto povrchovou úpravou rovněž neplatí některé charakteristiky uvedené v tomto technickém listu, například požární odolnost. Ohledně možnosti dodání a platnosti technických parametrů kontaktujte Kingspan.

Poznámka: Uvedené nominální tloušťky povrchových úprav, korozní odolnost a UV odolnost podle ČSN EN 10169 jsou orientační.

* poskytnutí záruky v závislosti na prostředí a pouze na základě vyplnění environmentálního dotazníku

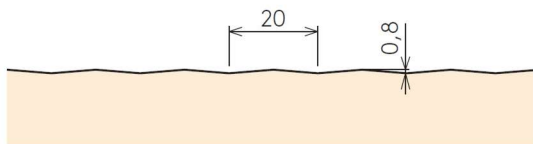
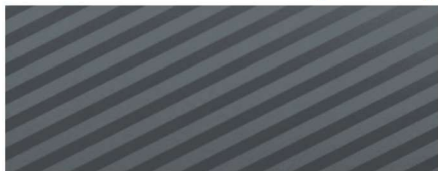
Výrobní možnosti povrchových úprav a tlouštěk povrchových plechů:

Povrchová úprava	PES	PEI	Spectrum	PVDF	Plastizol	FoodSafe	Inox
vnější plech (exteriér)	0.6 0.5	0.5	0.6 0.5	0.6 0.5	0.5	0.5	0.5
vnitřní plech (interiér)	0.6 0.5 0.4	0.4 0.5	0.6 0.5	0.6 0.5	0.5	0.5	0.5

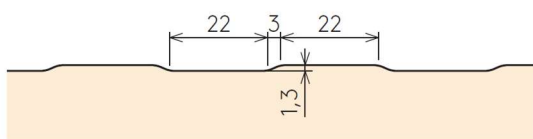
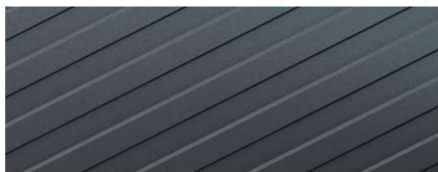
standardní provedení / alternativní řešení / standardní příplatkové provedení / možno dodat na poptání

Profilace povrchových plechů - Exteriér - tloušťka plechu 0,6 mm

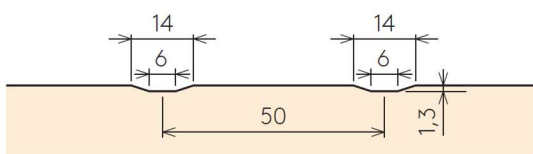
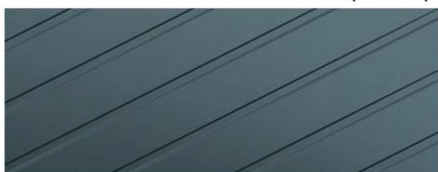
M (Micro)



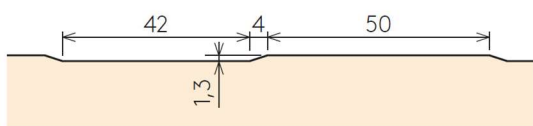
Q (Minibox)



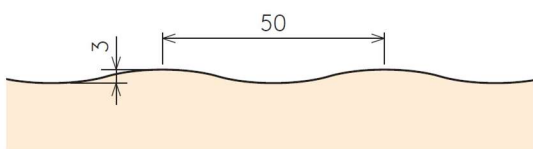
B (Box)



E (Euro)

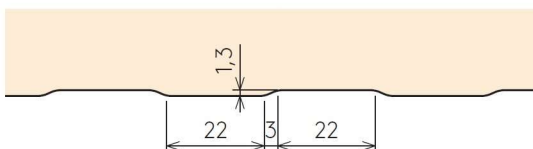
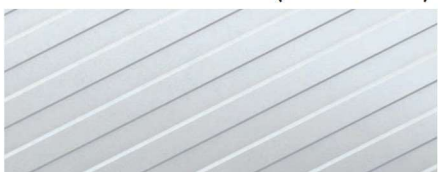


W (Vlna)

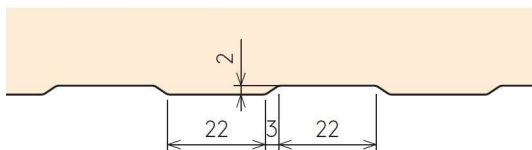
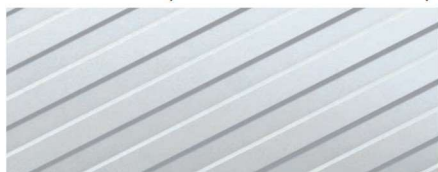


Interiér - tloušťka plechu 0,4 (0,6) mm

Q (Minibox)



D (Minibox 2 mm)



Barevné odstíny:

Povrchové úpravy a barevné odstíny			
vnější (exteriér)		vnitřní (interiér)	
Polyester (PES) – 25 µm – určeno pro běžné podmínky (korozní odolnost C1-C3, standardní barevná stálost)		Polyester (PEI) – určeno pro málo náročné podmínky (korozní odolnost A1-A2, standardní barevná stálost)	
RAL 9010 	RAL 9002 	RAL 7035 	RAL 9006 
RAL 9007 	RAL 1015 	RAL 8004 	RAL 5010 
RAL 6020 	RAL 7016 	RAL 3000 	
EFEKT panely – pouze pro panely AWP/AT nebo FH		Spectrum (PUR) – 50 µm, záruka až 10 let – vhodné i pro náročné podmínky (vynikající korozní odolnost, vysoká barevná stálost)	
 bělený dub	 růžový dub	 Euro dub hnědý	 přírodní dub
160 µm (Polyolefin) pro úpravu Euro dub hnědý, růžový dub a bělený dub, 120 µm (PVC) pro úpravu přírodní dub		RAL 9010 	RAL 9002 
		RAL 9006 	RAL 9007 
		RAL 3009 	
		Uvedené odstíny Spectrum se dodávají pro všechny typy panelů.	
		Spectrum Premium metallic (PUR) – 50 µm, záruka až 10 let	
		Silver 	Greyaluminium 
		Arcadia 	Turmalin 
		Greyrock 	
		Darksky 	Sechura 
		Uvedené odstíny Spectrum se dodávají pro všechny typy panelů.	
		Foodsafe (PVC) – určeno pro přímý styk s potravinami	
		Jiné povrchové úpravy je možno dodat po dohodě se zástupci Kingspanu.	

Jiné barevné odstíny, nebo odstíny pro jiné povrchové úpravy, jsou možné na poptání.

Doprava místo stavby:

Není-li stanoveno jinak, všechny panely jsou dodávány v balíkách silniční dopravou na místo stavby. Za vykládání je zodpovědný zákazník. Požadavky na vykládku a manipulaci s panely naleznete v technické příručce na webových stránkách, nebo na vyžádání na technickém oddělení techinfo@kingspan.cz

Balení panelů:

Horní, spodní i boční stěny a konce jsou chráněny pěnou a bedněním a celá paleta je zabalena do ochranné folie. Počet panelů v každém balení závisí na jejich tloušťce a délce. Níže uvedená tabulka slouží jako vodítko. U výjimečně dlouhých panelů se počty snižují.

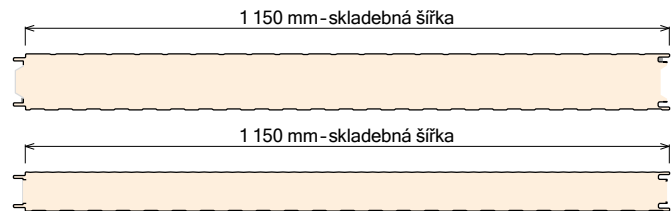
Typická výška palety je 1 100 mm.

Maximální hmotnost palety je 3 500 kg.

CZ	standard
40*	27
60	18
80	13
100	11
120	9
150	7
170	6
200	5

Stěnový panel KS1150 NF/TL 120

plech vnější/vnitřní 0,6/0,4 mm, profilace M/Q, S280GD
podle ČSN EN 14509



TLAK										
svstém	barevná skupina	charakteristické proměnné zatížení								N/ m ²
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	
prostý nosník ▲ — ▲	Iϕ, IIϕ, IIIϕ	40	40	53	65	76	85	94	102	Význam hodnot v tabulce: AA min. šířka krajní podpory [mm] X,XX max. rozpon [m] BB min. šířka střední podpory [mm] Příklady začlenění odstínu do skupiny: I. barevná skupina RAL 1015, 7035, 9002, 9010 II. barevná skupina RAL 9006, 9007 III. barevná skupina RAL 8004, 3009, 5010, 6020, 7016, 3000 Přípustná deformace: - pro krátkodobé zatížení L/200 - pro dlouhodobá zatížení L/100 kde L je vzdálenost mezi podporami
		11,34	9,12	7,72	6,69	5,98	5,46	5,06	4,73	
spojitý nosník o 2 polích ▲ — ▲ — ▲	Iϕ	40	40	40	43	53	64	73	82	Příklady začlenění odstínu do skupiny: I. barevná skupina RAL 1015, 7035, 9002, 9010 II. barevná skupina RAL 9006, 9007 III. barevná skupina RAL 8004, 3009, 5010, 6020, 7016, 3000 Přípustná deformace: - pro krátkodobé zatížení L/200 - pro dlouhodobá zatížení L/100 kde L je vzdálenost mezi podporami
		8,28	6,38	5,53	5,02	4,67	4,40	4,17	3,97	
	60	60	62	85	107	128	147	164		
	40	40	40	43	53	64	73	82		
	8,28	6,38	5,53	5,02	4,67	4,40	4,17	3,97		
	60	60	62	85	107	128	147	164		
spojitý nosník o 3 polích ▲ — ▲ — ▲ — ▲	Iϕ	40	40	40	51	61	70	78	87	
		10,83	7,78	6,43	5,63	5,09	4,70	4,39	4,14	
	60	60	80	102	122	140	157	173		
	40	40	40	51	61	70	78	87		
	10,83	7,78	6,43	5,63	5,09	4,70	4,39	4,14		
	60	60	80	102	122	140	157	173		

SÁNÍ										
svstém	barevná skupina	charakteristické proměnné zatížení								[kN/m ²]
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	
prostý nosník ▲ — ▲	Iϕ	10,40	7,36	6,01	5,20	4,65	4,25	3,93	3,68	Význam hodnot v tabulce: X,XX max. rozpon [m] Příklady začlenění odstínu do skupiny: I. barevná skupina RAL 1015, 7035, 9002, 9010 II. barevná skupina RAL 9006, 9007 III. barevná skupina RAL 8004, 3009, 5010, 6020, 7016, 3000 Přípustná deformace: - pro krátkodobé zatížení L/200 - pro dlouhodobá zatížení L/100 kde L je vzdálenost mezi podporami
	IIϕ	10,40	7,36	6,01	5,20	4,65	4,25	3,93	3,68	
	IIIϕ	10,18	7,36	6,01	5,20	4,65	4,25	3,93	3,68	
spojitý nosník o 2 polích ▲ — ▲ — ▲	Iϕ	10,40	7,36	6,01	5,20	4,65	4,25	3,93	3,68	
	IIϕ	10,40	7,36	6,01	5,20	4,65	4,25	3,93	3,68	
	IIIϕ	10,20	7,36	6,01	5,20	4,65	4,25	3,93	3,68	
spojitý nosník o 3 polích ▲ — ▲ — ▲ — ▲	Iϕ	10,40	7,36	6,01	5,20	4,65	4,25	3,93	3,68	
	IIϕ	10,40	7,36	6,01	5,20	4,65	4,25	3,93	3,68	
	IIIϕ	10,40	7,36	6,01	5,20	4,65	4,25	3,93	3,68	

Minimální šířka krajní podpory je 40 mm, minimální šířka střední podpory je 60 mm, nevyplývá-li z tabulek pro zatížení v tlaku šířka větší.

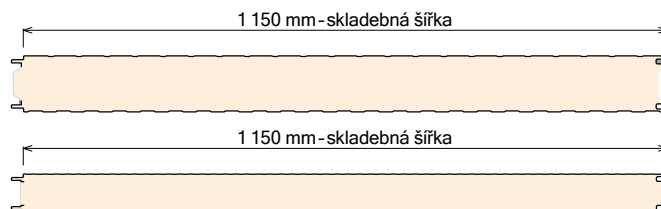
Tabulka platí pro běžná proměnná klimatická zatížení (typicky zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4). Pro jiné typy profilací, jiné tloušťky povrchových plechů a pro jiné požadavky zatížení (dlouhodobá zatížení, zatížení stálým teplotním gradientem v chladírnách apod.) kontaktujte technické oddělení pro konkrétní statické posouzení.

Výpočty jsou provedeny v souladu s ČSN EN 14509. Hodnoty mezních zatížení uvedené v tabulkách porovnávejte s charakteristickými hodnotami zatížení. Výpočty berou v úvahu vlastní hmotnost panelů. Možné chyby a opomenutí vyhrazeny. Mějte prosím na paměti, že tato tabulka nenahrazuje statický výpočet.

Stěnový panel KS1150 NF/TL 120

plech vnější/vnitřní 0,6/0,4 mm,
 profilace M/D, S280GD podle ČSN EN 14509

nestandardní profilace D



TLAK										
svstém	barevná skupina	charakteristické proměnné zatížení								N/ m ²
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	
prostý nosník ▲ — ▲	Iϕ, IIϕ, IIIϕ	40	40	53	65	76	85	94	102	Význam hodnot v tabulce: AA min. šířka krajní podpory [mm] X,XX max. rozpon [m] BB min. šířka střední podpory [mm] Příklady začlenění odstínu do skupiny: I. barevná skupina RAL 1015, 7035, 9002, 9010 II. barevná skupina RAL 9006, 9007 III. barevná skupina RAL 8004, 3009, 5010, 6020, 7016, 3000 Přípustná deformace: - pro krátkodobé zatížení L/200 - pro dlouhodobá zatížení L/100 kde L je vzdálenost mezi podporami
		11,31	9,09	7,71	6,67	5,97	5,45	5,05	4,72	
spojitý nosník o 2 polích ▲ — ▲ — ▲	Iϕ	40	40	42	54	65	75	85	94	
		10,76	7,87	6,59	5,83	5,32	4,95	4,66	4,42	
	IIϕ	60	60	83	107	129	150	169	188	
		10,76	7,87	6,59	5,83	5,32	4,95	4,66	4,42	
	IIIϕ	60	60	83	107	129	150	169	188	
		10,76	7,87	6,59	5,83	5,32	4,95	4,66	4,42	
spojitý nosník o 3 polích ▲ — ▲ — ▲ — ▲	Iϕ	40	40	49	62	73	83	92	101	
		12,52	8,93	7,36	6,42	5,79	5,33	4,97	4,68	
	IIϕ	60	71	99	123	145	165	184	202	
		12,52	8,93	7,36	6,42	5,79	5,33	4,97	4,68	
	IIIϕ	60	71	99	123	145	165	184	202	
		12,52	8,93	7,36	6,42	5,79	5,33	4,97	4,68	

SÁNÍ										
svstém	barevná skupina	charakteristické proměnné zatížení								[kN/ m ²]
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	
prostý nosník ▲ — ▲	Iϕ, IIϕ, IIIϕ	11,45	8,10	6,61	5,73	5,12	4,68	4,33	4,05	Význam hodnot v tabulce: X,XX max. rozpon [m] Příklady začlenění odstínu do skupiny: I. barevná skupina RAL 1015, 7035, 9002, 9010 II. barevná skupina RAL 9006, 9007 III. barevná skupina RAL 8004, 3009, 5010, 6020, 7016, 3000 Přípustná deformace: - pro krátkodobé zatížení L/200 - pro dlouhodobá zatížení L/100 kde L je vzdálenost mezi podporami
		11,31	8,10	6,61	5,73	5,12	4,68	4,33	4,05	
		10,15	8,10	6,61	5,73	5,12	4,68	4,33	4,05	
spojitý nosník o 2 polích ▲ — ▲ — ▲	Iϕ, IIϕ, IIIϕ	11,45	8,10	6,61	5,55	4,44	3,72	3,21	2,84	
		11,45	8,10	6,61	5,40	4,31	3,60	3,11	2,74	
		10,18	7,66	6,55	5,17	4,10	3,41	2,94	2,59	
spojitý nosník o 3 polích ▲ — ▲ — ▲ — ▲	Iϕ, IIϕ, IIIϕ	11,45	8,10	6,61	5,73	5,12	4,26	3,65	3,19	
		11,45	8,10	6,61	5,73	5,07	4,21	3,59	3,13	
		11,45	8,10	6,61	5,73	4,98	4,11	3,50	3,05	

Minimální šířka krajní podpory je 40 mm, minimální šířka střední podpory je 60 mm, nevyplývá-li z tabulek pro zatížení v tlaku šířka větší.

Pozn.: Uvedené rozpory jsou vypočteny pro případ upevnění panelu ve skrytém spoji pomocí 2 šroubů s roznašecí podložkou Z15 a v místě každé podpory.

Tabulka platí pro běžná proměnná klimatická zatížení (typicky zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4). Pro jiné typy profilací, jiné tloušťky povrchových plechů a pro jiné požadavky zatížení (dlouhodobá zatížení, zatížení stálým teplotním gradientem v chladírnách apod.) kontaktujte technické oddělení pro konkrétní statické posouzení.

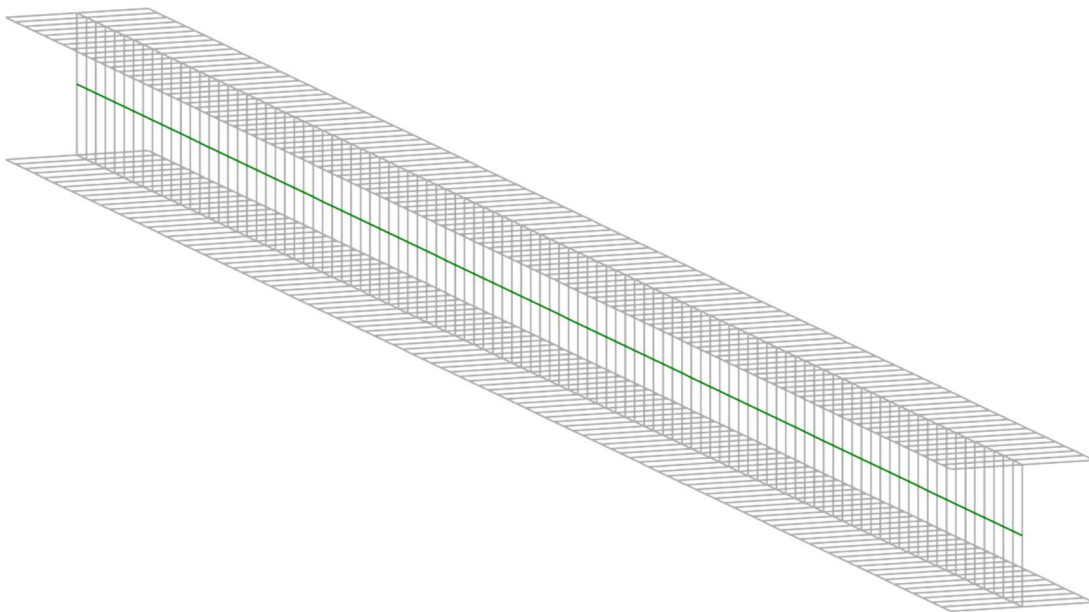
Výpočty jsou provedeny v souladu s ČSN EN 14509. Hodnoty mezních zatížení uvedené v tabulkách porovnávejte s charakteristickými hodnotami zatížení. Výpočty berou v úvahu vlastní hmotnost panelů. Možné chyby a opomenutí vyhrazeny. Mějte prosím na paměti, že tato tabulka nenahrazuje statický výpočet.

Výpočet bezrozměrného kritického momentu pro krajní
sloupy štítové vazby v programu LTBeam

LTBeamN

v 1.0.3

CALCULATION SHEET



I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length : $L = 2,185$ m
Initial discretization of the beam : $n_{el} = 100$ elements

I.2 - Material

Name : Steel
Young modulus : $E = 210000$ MPa
Shear modulus : $G = 80769$ MPa
Poisson factor : $\nu = 0,3$
Density : $\rho = 7850$ kg/m³

I.3 - Sections

Alignment of sections : Top

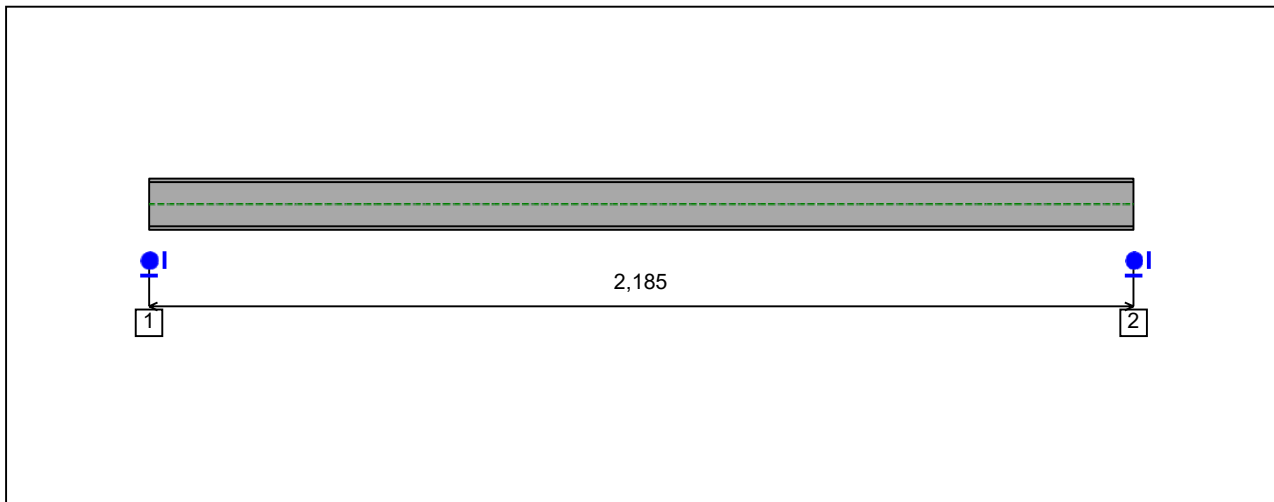


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

- Section No. 1 : HEA 120

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m

Type : In catalogue (OTUA)

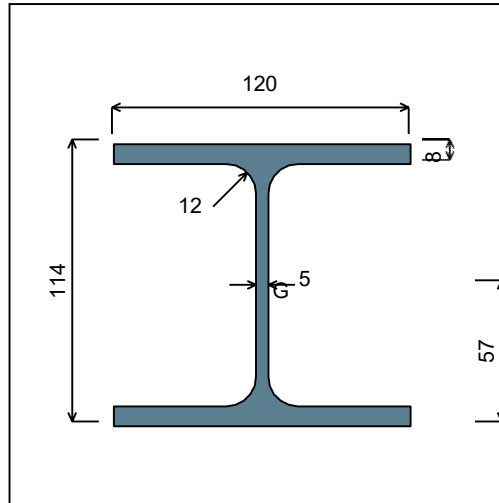


Figure 2 : Section No. 1 (HEA 120).

Main geometrical properties :

z_S	= 0 cm
z_G	= 5,7 cm
I_y	= 606,15 cm ⁴
I_z	= 230,9 cm ⁴
I_t	= 5,938 cm ⁴ (Villette)
I_w	= 6485,9 cm ⁶

Other geometrical properties :

A	= 25,34 cm ²	
$A_{v,y}$	= 19,2 cm ²	$A_{v,z}$ = 8,456 cm ²
$W_{el,y,sup}$	= 106,34 cm ³	
$W_{el,y,inf}$	= 106,34 cm ³	$W_{el,z}$ = 38,48 cm ³
$W_{pl,y}$	= 119,49 cm ³	$W_{pl,z}$ = 58,85 cm ³

Stiffness relaxations :

θ	: Continuous
v'	: Continuous
θ'	: Continuous
w'	: Continuous

- Section No. 2 : HEA 120

Abscissa from the left end of the beam : $x = 2,185 \text{ m}$

Type : In catalogue (OTUA)

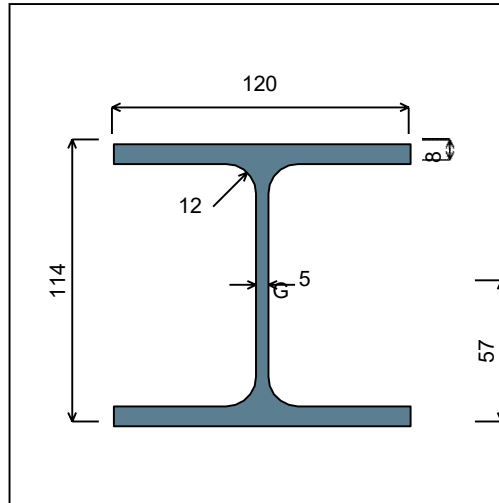


Figure 3 : Section No. 2 (HEA 120).

Main geometrical properties :

z_S	= 0 cm
z_G	= 5,7 cm
I_y	= 606,15 cm ⁴
I_z	= 230,9 cm ⁴
I_t	= 5,938 cm ⁴ (Villette)
I_w	= 6485,9 cm ⁶

Other geometrical properties :

A	= 25,34 cm ²	
$A_{v,y}$	= 19,2 cm ²	$A_{v,z}$ = 8,456 cm ²
$W_{el,y,sup}$	= 106,34 cm ³	
$W_{el,y,inf}$	= 106,34 cm ³	$W_{el,z}$ = 38,48 cm ³
$W_{pl,y}$	= 119,49 cm ³	$W_{pl,z}$ = 58,85 cm ³

Stiffness relaxations :

θ	: Continuous
v'	: Continuous
θ'	: Continuous
w'	: Continuous

I.4 - Lateral restraints

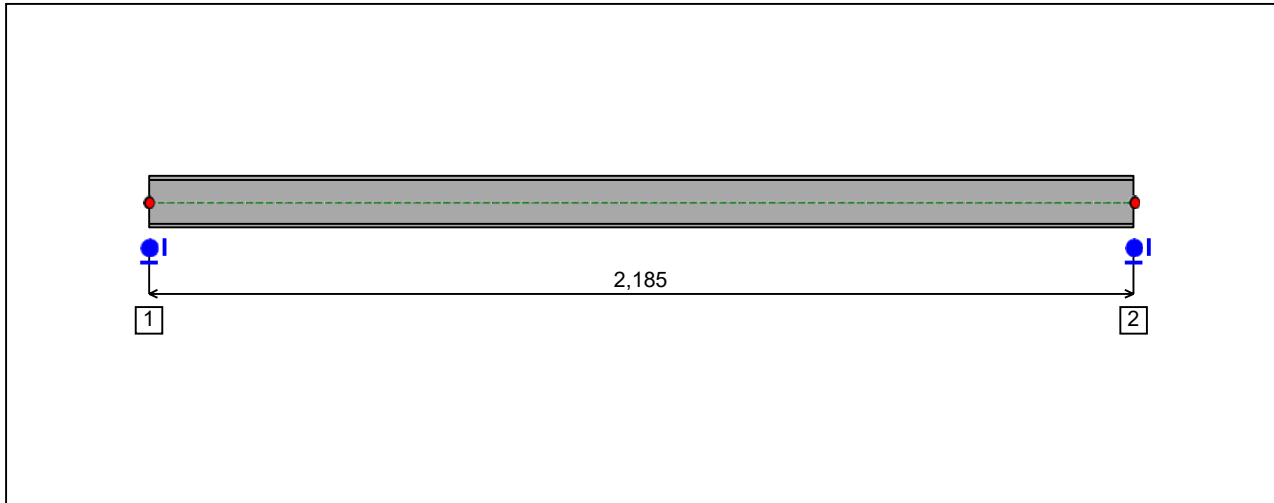


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

- 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 : $x = 2,185$ m

Vertical position from the shear centre : $z = 0$ cm

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Fixed
 v' : Free
 θ' : Free

I.5 - Supports

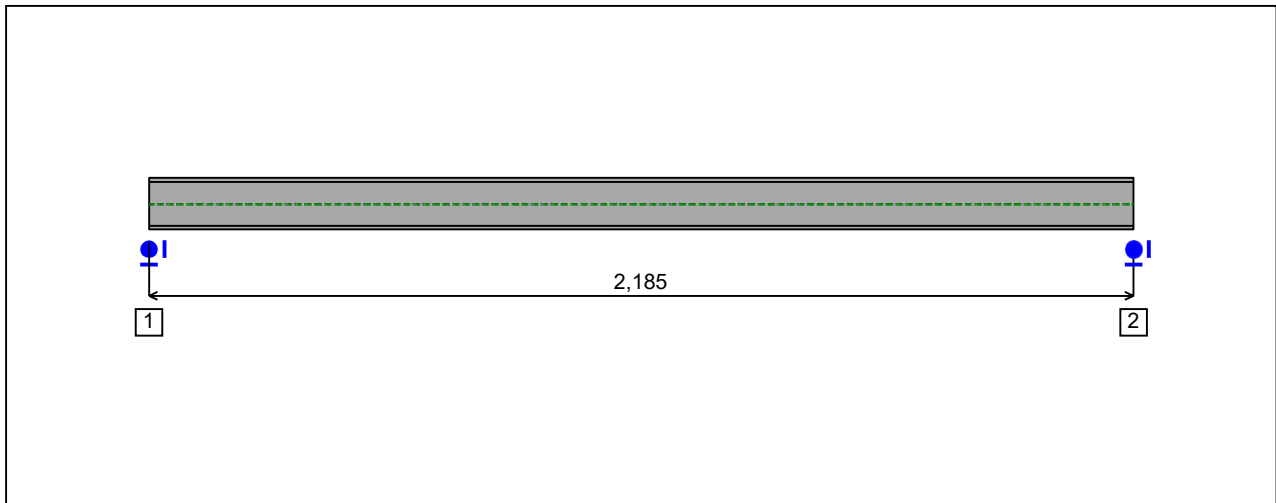


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

- 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 : $x = 2,185$ m

Support conditions :

u : Fixed
w : Fixed
w' : Free

I.6 - Loads

Type of loading :

Internal

- Moment diagram :

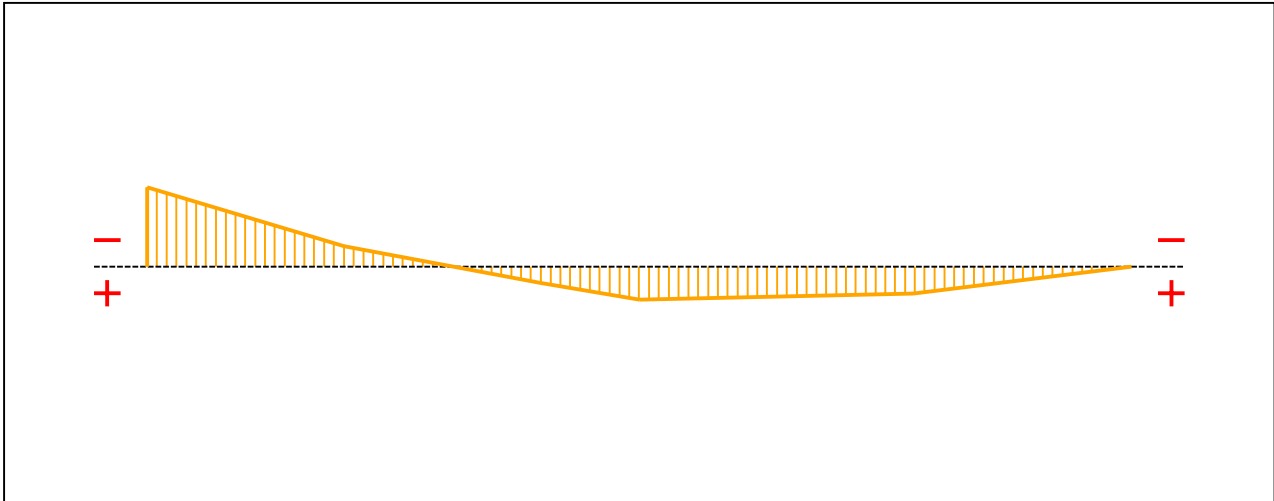


Figure 6 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	-1,31
0,437	-0,34
0,874	0,27
1,093	0,54
1,7	0,44
2,185	0

- Axial force diagram :

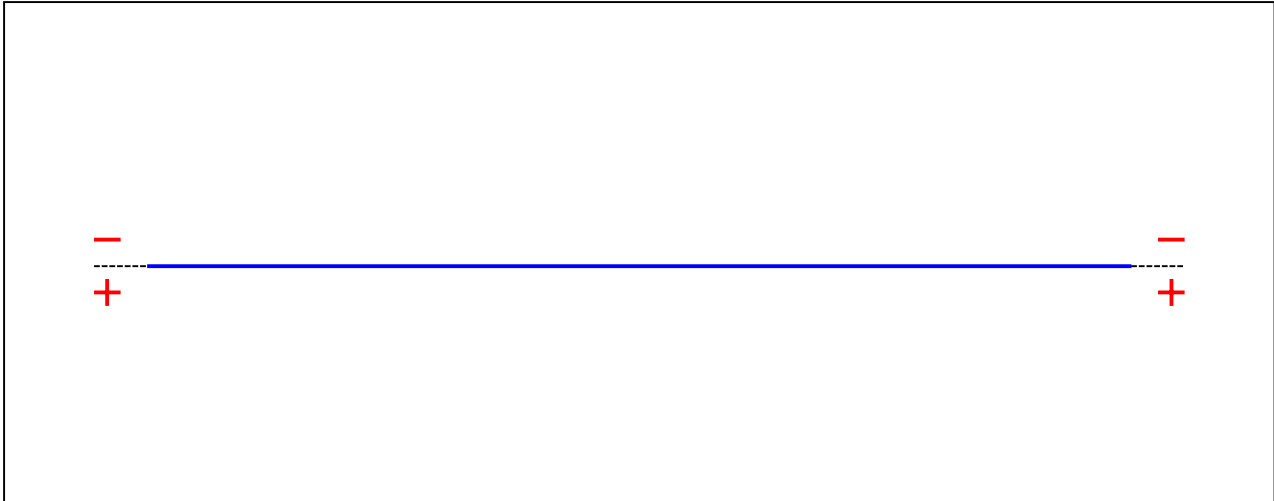


Figure 7 : Axial force diagram.

Active : No

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	-87,77
2,185	-90,29

- Eccentric concentrated loads :

No load has been defined.

- Eccentric distributed loads :

No load has been defined.

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes : 1
 Blocked moment diagram : No
 Blocked axial force diagram : Yes

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	208,44	-273,06	0	0	0

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	208,44	-273,06	0	0	0

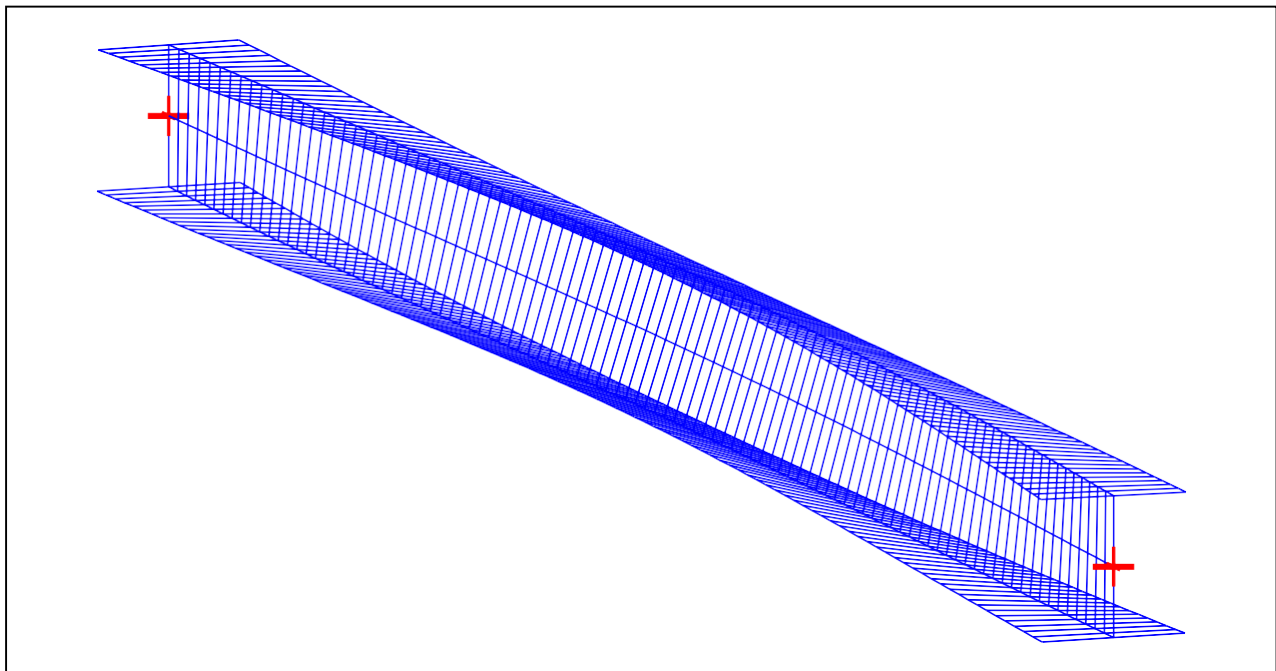


Figure 8 : Mode shape in 3D (Mode 1).

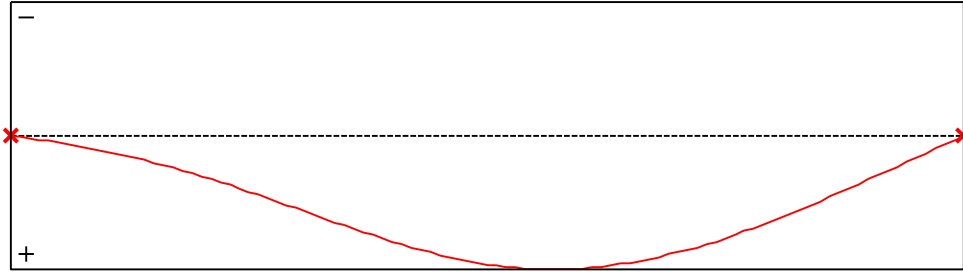


Figure 9 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

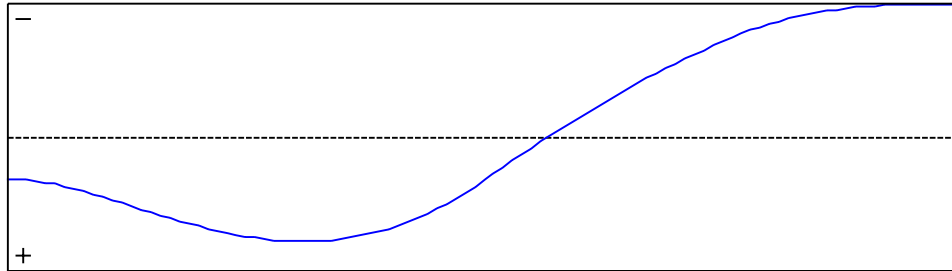


Figure 10 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

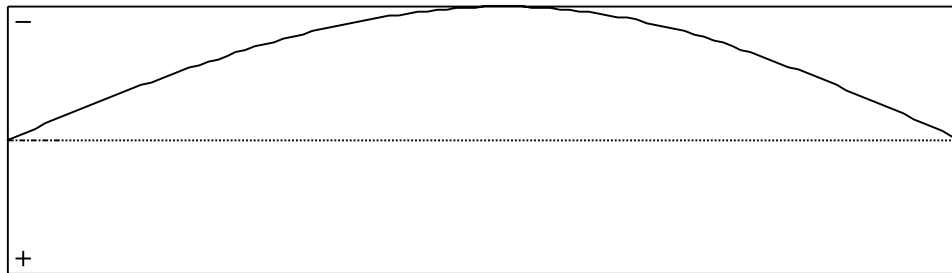


Figure 11 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

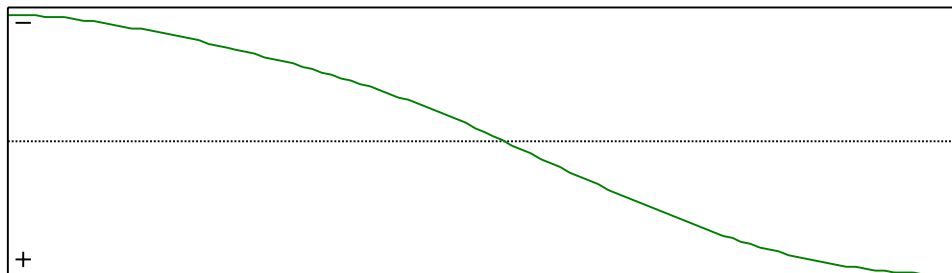


Figure 12 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
0	9,479E-30	0,0047	-3,076E-26	-0,2046
0,0219	0,0102	0,0047	-0,0045	-0,2045
0,0437	0,0206	0,0048	-0,0089	-0,2041
0,0656	0,0311	0,0049	-0,0134	-0,2034
0,0874	0,042	0,0051	-0,0178	-0,2024
0,1093	0,0533	0,0053	-0,0222	-0,2011
0,1311	0,0651	0,0055	-0,0266	-0,1997
0,153	0,0775	0,0058	-0,031	-0,198
0,1748	0,0904	0,0061	-0,0353	-0,196
0,1967	0,104	0,0064	-0,0395	-0,1939
0,2185	0,1183	0,0067	-0,0437	-0,1916
0,2404	0,1334	0,0071	-0,0479	-0,1892
0,2622	0,1492	0,0074	-0,052	-0,1866
0,2841	0,1658	0,0078	-0,056	-0,1839
0,3059	0,1832	0,0081	-0,06	-0,181
0,3278	0,2014	0,0085	-0,064	-0,1781
0,3496	0,2203	0,0088	-0,0678	-0,175
0,3715	0,24	0,0092	-0,0716	-0,1719
0,3933	0,2604	0,0095	-0,0753	-0,1687
0,4152	0,2814	0,0098	-0,079	-0,1655
0,437	0,3031	0,0101	-0,0826	-0,1621
0,4589	0,3254	0,0103	-0,0861	-0,1587
0,4807	0,3482	0,0106	-0,0895	-0,1553
0,5026	0,3715	0,0108	-0,0928	-0,1517
0,5244	0,3953	0,011	-0,0961	-0,1481
0,5463	0,4195	0,0112	-0,0993	-0,1444
0,5681	0,4441	0,0113	-0,1024	-0,1407
0,59	0,4691	0,0115	-0,1055	-0,1369
0,6118	0,4943	0,0116	-0,1084	-0,133
0,6337	0,5197	0,0117	-0,1113	-0,129
0,6555	0,5453	0,0117	-0,114	-0,1249
0,6774	0,5709	0,0117	-0,1167	-0,1207
0,6992	0,5966	0,0117	-0,1193	-0,1164
0,7211	0,6222	0,0117	-0,1218	-0,112
0,7429	0,6477	0,0116	-0,1242	-0,1075

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
0,7648	0,6729	0,0115	-0,1265	-0,1028
0,7866	0,6978	0,0113	-0,1287	-0,098
0,8085	0,7224	0,0111	-0,1308	-0,0931
0,8303	0,7464	0,0109	-0,1328	-0,088
0,8522	0,7699	0,0106	-0,1346	-0,0827
0,874	0,7928	0,0103	-0,1364	-0,0773
0,8959	0,8148	0,0099	-0,138	-0,0717
0,9177	0,8361	0,0095	-0,1395	-0,066
0,9396	0,8564	0,0091	-0,1409	-0,0601
0,9614	0,8757	0,0086	-0,1421	-0,0541
0,9833	0,8939	0,0081	-0,1433	-0,0478
1,005	0,9109	0,0075	-0,1442	-0,0415
1,027	0,9266	0,0069	-0,1451	-0,0349
1,049	0,941	0,0062	-0,1458	-0,0283
1,071	0,9539	0,0056	-0,1463	-0,0215
1,093	0,9652	0,0048	-0,1467	-0,0146
1,114	0,975	0,0041	-0,1469	-0,0076
1,136	0,9831	0,0034	-0,147	-4,833E-4
1,158	0,9897	0,0026	-0,147	0,0067
1,18	0,9946	0,0019	-0,1467	0,0139
1,202	0,998	0,0012	-0,1464	0,0211
1,224	0,9998	4,623E-4	-0,1458	0,0284
1,245	1	-2,437E-4	-0,1451	0,0356
1,267	0,9987	-9,41E-4	-0,1443	0,0429
1,289	0,9959	-0,0016	-0,1432	0,0501
1,311	0,9916	-0,0023	-0,1421	0,0573
1,333	0,9858	-0,003	-0,1407	0,0644
1,355	0,9786	-0,0036	-0,1393	0,0715
1,377	0,97	-0,0043	-0,1376	0,0784
1,398	0,9599	-0,0049	-0,1358	0,0853
1,42	0,9485	-0,0055	-0,1339	0,0921
1,442	0,9358	-0,0061	-0,1318	0,0988
1,464	0,9218	-0,0067	-0,1296	0,1054
1,486	0,9065	-0,0073	-0,1272	0,1118
1,508	0,8899	-0,0079	-0,1247	0,1181

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
1,53	0,8722	-0,0084	-0,122	0,1243
1,551	0,8532	-0,0089	-0,1193	0,1303
1,573	0,8332	-0,0094	-0,1163	0,1361
1,595	0,812	-0,0099	-0,1133	0,1418
1,617	0,7898	-0,0104	-0,1102	0,1472
1,639	0,7665	-0,0109	-0,1069	0,1525
1,661	0,7423	-0,0113	-0,1035	0,1576
1,682	0,7171	-0,0117	-0,1	0,1625
1,704	0,691	-0,0121	-0,0964	0,1672
1,726	0,6641	-0,0125	-0,0927	0,1717
1,748	0,6363	-0,0129	-0,0889	0,176
1,77	0,6078	-0,0132	-0,085	0,1801
1,792	0,5787	-0,0135	-0,081	0,1839
1,814	0,549	-0,0137	-0,077	0,1876
1,835	0,5187	-0,014	-0,0728	0,191
1,857	0,488	-0,0142	-0,0686	0,1942
1,879	0,4569	-0,0143	-0,0643	0,1971
1,901	0,4254	-0,0145	-0,06	0,1999
1,923	0,3935	-0,0146	-0,0556	0,2024
1,945	0,3614	-0,0147	-0,0512	0,2048
1,967	0,3291	-0,0148	-0,0467	0,2069
1,988	0,2966	-0,0149	-0,0421	0,2088
2,01	0,2639	-0,015	-0,0375	0,2105
2,032	0,2311	-0,015	-0,0329	0,212
2,054	0,1982	-0,0151	-0,0283	0,2133
2,076	0,1652	-0,0151	-0,0236	0,2144
2,098	0,1322	-0,0151	-0,0189	0,2152
2,119	0,0992	-0,0151	-0,0142	0,2159
2,141	0,0661	-0,0151	-0,0095	0,2164
2,163	0,0331	-0,0151	-0,0047	0,2167
2,185	-1,413E-29	-0,0151	-1,605E-26	0,2168

TABLE OF CONTENTS

I - PARAMETERS	p.1
<i>I.1 - General parameters</i>	<i>p.1</i>
<i>I.2 - Material</i>	<i>p.1</i>
<i>I.3 - Sections</i>	<i>p.1</i>
- Section No. 1 : HEA 120	<i>p.2</i>
- Section No. 2 : HEA 120	<i>p.3</i>
<i>I.4 - Lateral restraints</i>	<i>p.4</i>
- Restraint No. 1 :	<i>p.4</i>
- Restraint No. 2 :	<i>p.4</i>
<i>I.5 - Supports</i>	<i>p.5</i>
- Support No. 1 :	<i>p.5</i>
- Support No. 2 :	<i>p.5</i>
<i>I.6 - Loads</i>	<i>p.6</i>
- Moment diagram :	<i>p.6</i>
- Axial force diagram :	<i>p.6</i>
- Eccentric concentrated loads :	<i>p.7</i>
- Eccentric distributed loads :	<i>p.7</i>
II - LTB CALCULATION	p.8
<i>II.1 - LTB modes</i>	<i>p.8</i>
<i>II.2 - Mode shapes</i>	<i>p.8</i>
- Mode 1	<i>p.8</i>

WARNING !

The following software may be used for working out technical solutions during preparatory engineering studies.

Because of the complexity of the calculations involved, the software is only for users who are able to make themselves an accurate idea of its possibilities, its limitations and adequacy to the various practical applications. The user will use it under his own responsibilities at his own risk.

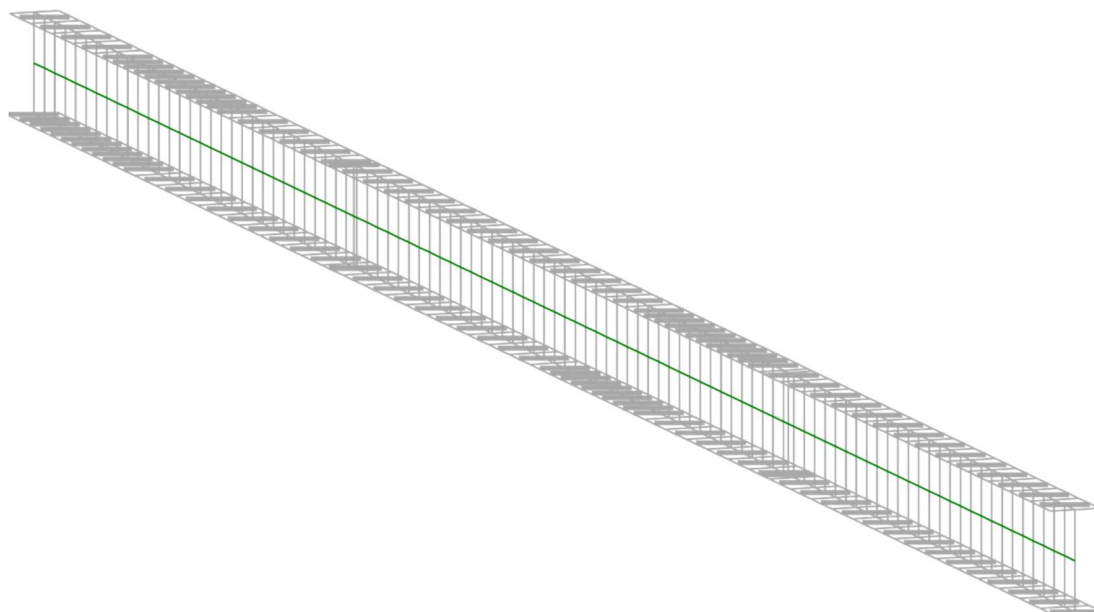
This software is available free of charge. No rights are conferred on the user of the present software. The property and all intellectual rights of the latter continue belonging exclusively to CTICM. The use of this software involves no guarantee for the profit of the user who is committed to keep CTICM released and unharmed from any direct or indirect recourse and damage resulting from an incorrect or improper use or from a use for inadequate or inappropriate ends.

Výpočet bezrozměrného kritického momentu pro vnitřní
sloupy štítové vazby v programu LTBeam

LTBeamN

v 1.0.3

CALCULATION SHEET



I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length :	L = 7,933 m
Initial discretization of the beam :	$n_{el} = 100$ elements

I.2 - Material

Name :	Steel
Young modulus :	E = 210000 MPa
Shear modulus :	G = 80769 MPa
Poisson factor :	$\nu = 0,3$
Density :	$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

I.3 - Sections

Alignment of sections :	Top
-------------------------	-----

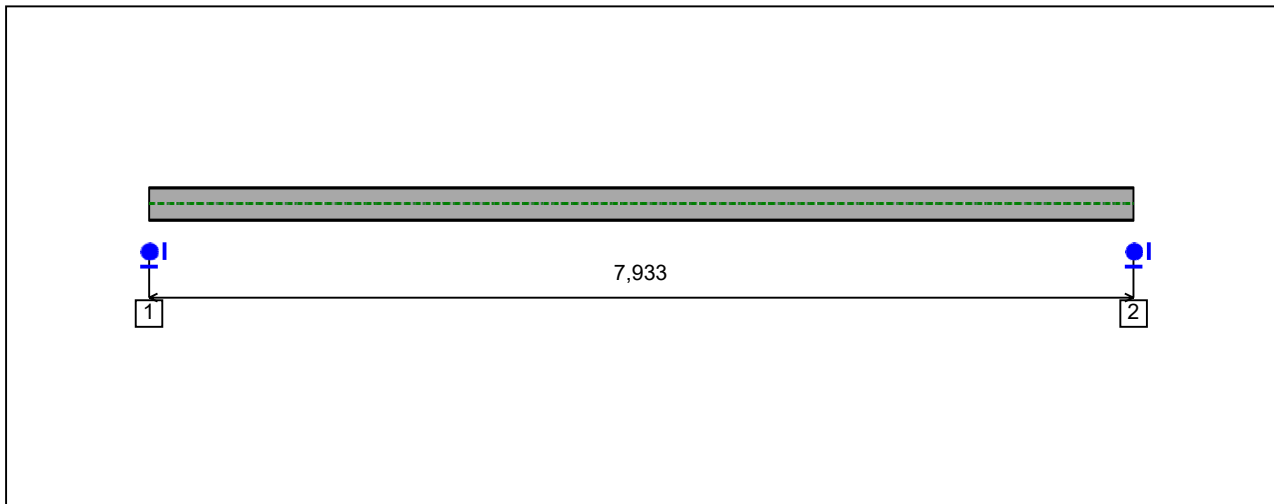


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

- Section No. 1 : IPE 270

Abscissa from the left end of the beam :

$x = 0$ m

Type :

In catalogue (OTUA)

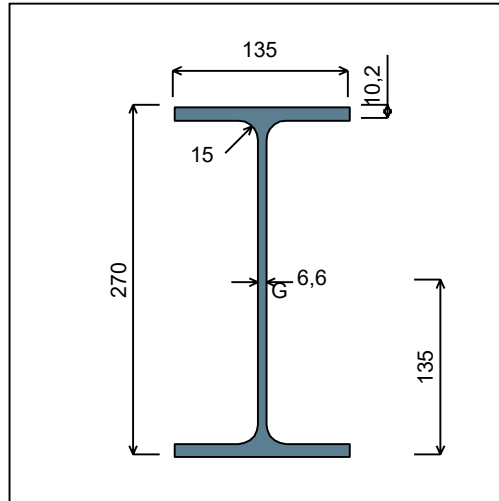


Figure 2 : Section No. 1 (IPE 270).

Main geometrical properties :

- $z_S = 0$ cm
- $z_G = 13,5$ cm
- $I_y = 5789,8$ cm⁴
- $I_z = 419,87$ cm⁴
- $I_t = 15,73$ cm⁴ (Villette)
- $I_w = 70849$ cm⁶

Other geometrical properties :

- $A = 45,95$ cm²
- $A_{v,y} = 27,54$ cm²
- $A_{v,z} = 22,14$ cm²
- $W_{el,y,sup} = 428,87$ cm³
- $W_{el,y,inf} = 428,87$ cm³
- $W_{el,z} = 62,2$ cm³
- $W_{pl,y} = 484$ cm³
- $W_{pl,z} = 96,95$ cm³

Stiffness relaxations :

- θ : Continuous
- v' : Continuous
- θ' : Continuous
- w' : Continuous

- Section No. 2 : IPE 270

Abscissa from the left end of the beam : $x = 7,933 \text{ m}$

Type : In catalogue (OTUA)

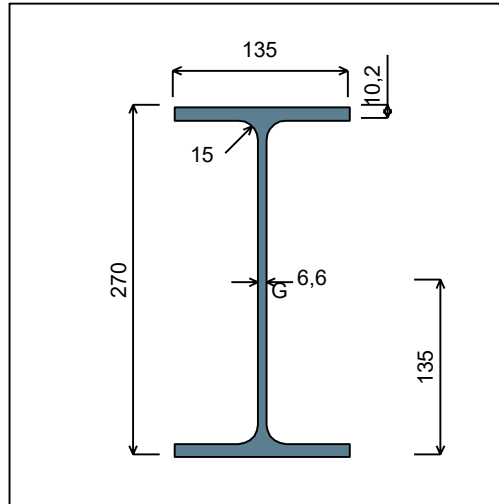


Figure 3 : Section No. 2 (IPE 270).

Main geometrical properties :

- $z_S = 0 \text{ cm}$
- $z_G = 13,5 \text{ cm}$
- $I_y = 5789,8 \text{ cm}^4$
- $I_z = 419,87 \text{ cm}^4$
- $I_t = 15,73 \text{ cm}^4$ (Villette)
- $I_w = 70849 \text{ cm}^6$

Other geometrical properties :

- $A = 45,95 \text{ cm}^2$
- $A_{v,y} = 27,54 \text{ cm}^2$
- $W_{el,y,sup} = 428,87 \text{ cm}^3$
- $W_{el,y,inf} = 428,87 \text{ cm}^3$
- $W_{pl,y} = 484 \text{ cm}^3$
- $A_{v,z} = 22,14 \text{ cm}^2$
- $W_{el,z} = 62,2 \text{ cm}^3$
- $W_{pl,z} = 96,95 \text{ cm}^3$

Stiffness relaxations :

- θ : Continuous
- v' : Continuous
- θ' : Continuous
- w' : Continuous

I.4 - Lateral restraints

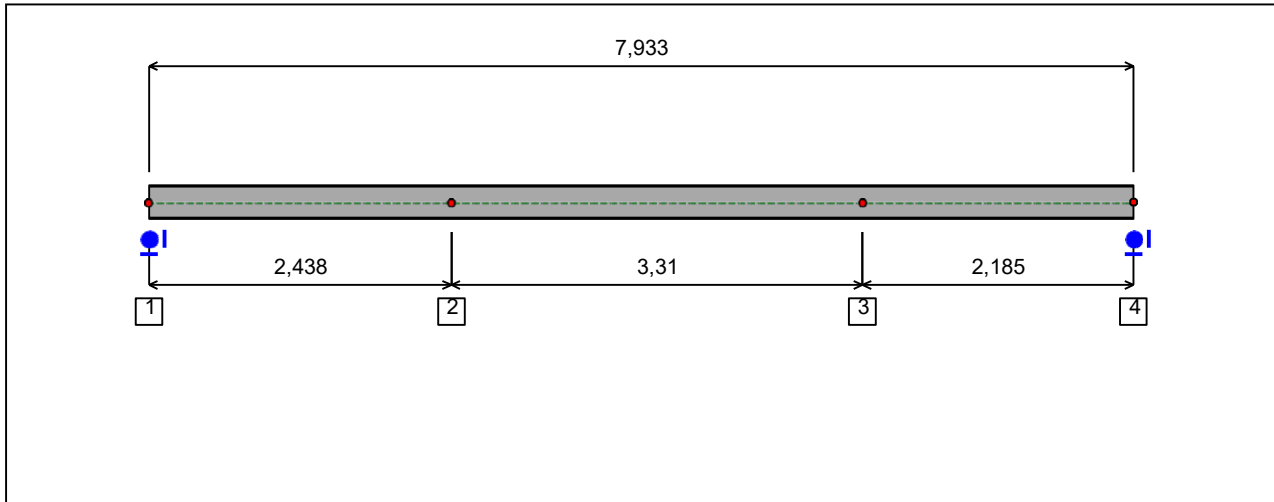


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

- 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 : $x = 2,438$ m

Vertical position from the shear centre : $z = 0$ cm

Restraint conditions :

- v : Fixed
- θ : Free
- v' : Free
- θ' : Free

- Restraint No. 3 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 5,748$ m

Vertical position from the shear centre :

z = 0 cm

Restraint conditions :

v : Fixed

 θ : Free

v' : Free

 θ' : Free**- Restraint No. 4 :**

Type :

Ponctual

Abscissa from the left end of the beam :

x = 7,933 m

Vertical position from the shear centre :

z = 0 cm

Restraint conditions :

v : Fixed

 θ : Fixed

v' : Free

 θ' : Free

I.5 - Supports

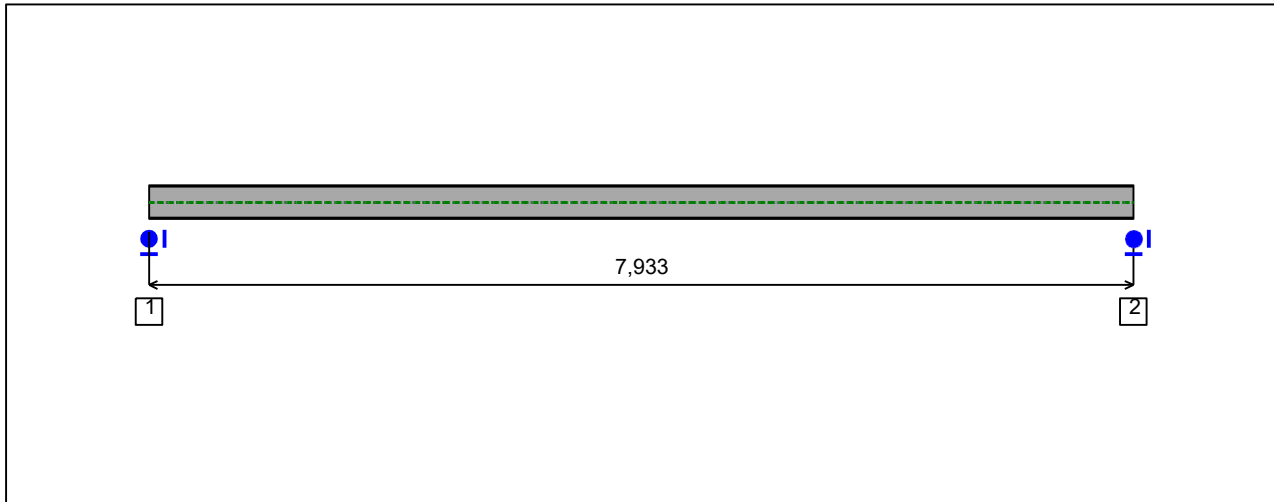


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

- 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 : $x = 7,933$ m

Support conditions :

- u : Fixed
- w : Fixed
- w' : Free

I.6 - Loads

Type of loading :

Internal

- *Moment diagram :*

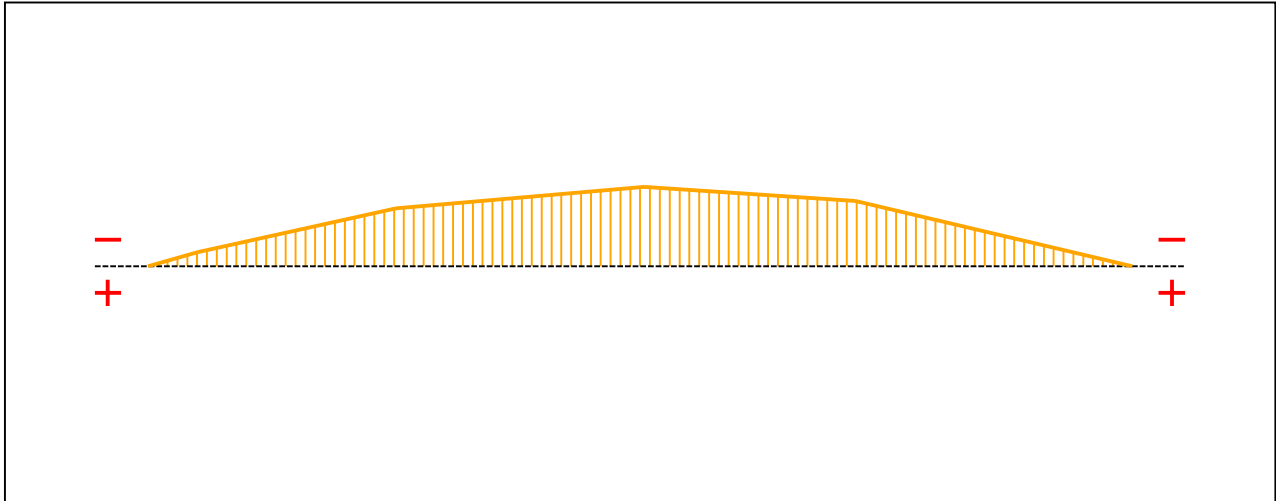


Figure 6 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	0
0,4	-4,5
2	-18,6
4	-25,5
5,7	-21
7,933	0

- *Axial force diagram :*

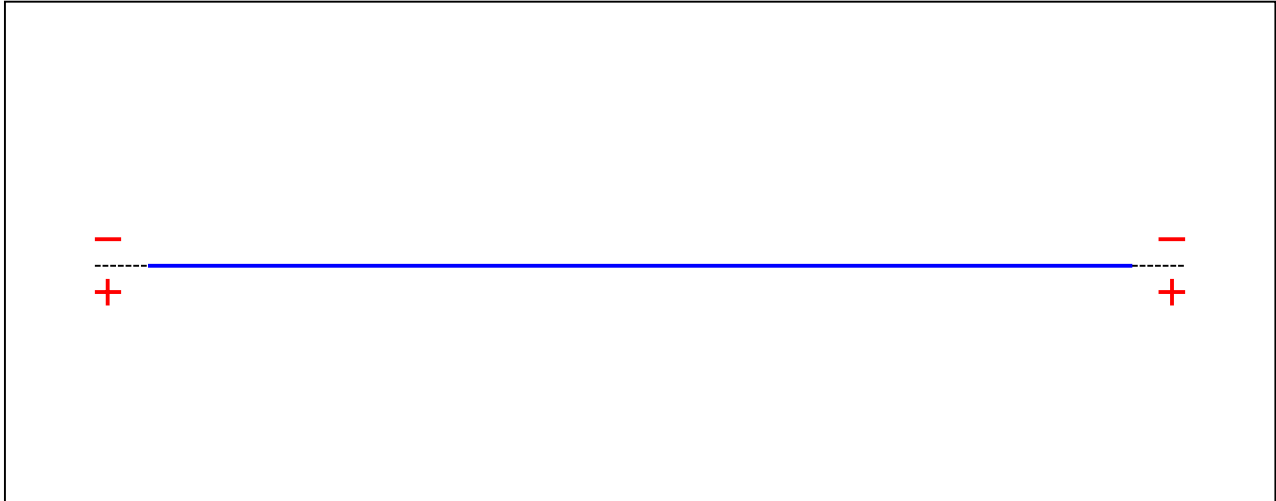


Figure 7 : Axial force diagram.

Active :

No

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	-39,5
7,933	-74

- Eccentric concentrated loads :

No load has been defined.

- Eccentric 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 3 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	7,062	-179,27	3,967	0	3,967

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	7,062	-179,27	3,967	0	3,967

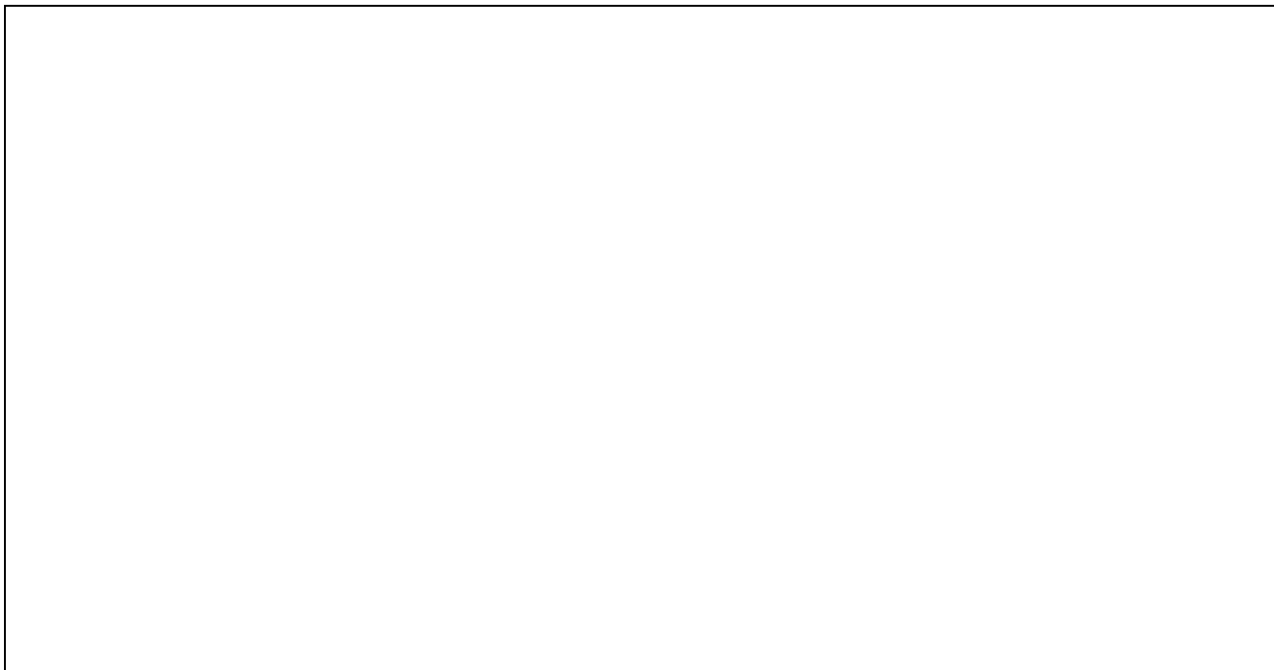


Figure 8 : Mode shape in 3D (Mode 1).

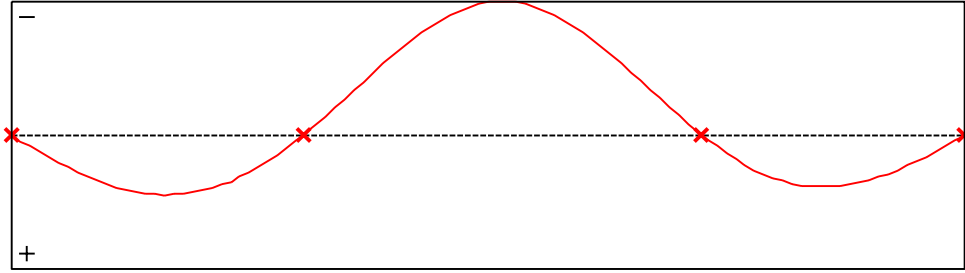


Figure 9 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

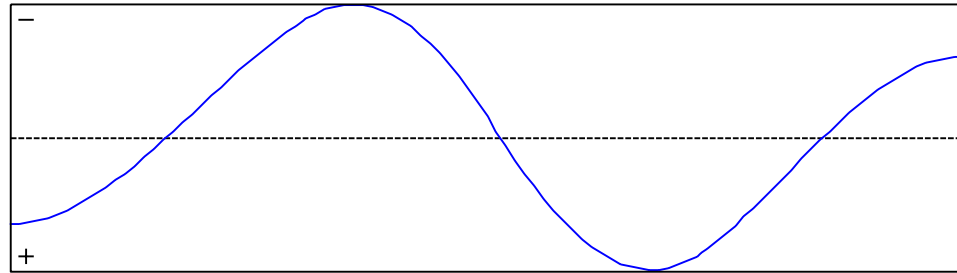


Figure 10 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

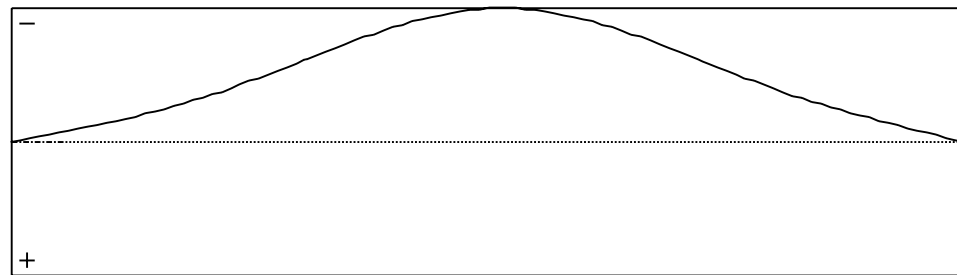


Figure 11 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

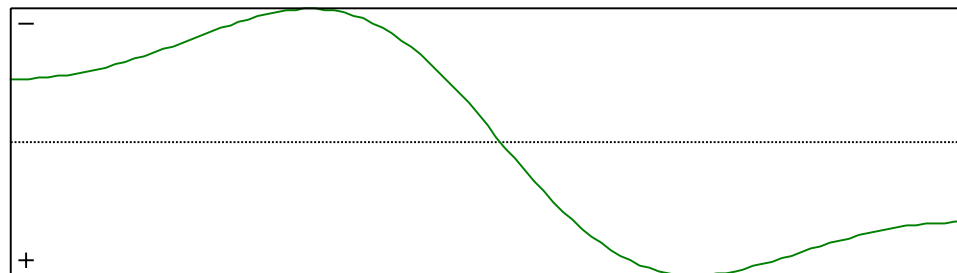


Figure 12 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
0	6,916E-28	0,0054	-1,389E-27	-0,0266
0,0793	0,0427	0,0054	-0,0021	-0,0267
0,1587	0,0849	0,0053	-0,0042	-0,0268
0,238	0,1263	0,0052	-0,0064	-0,0271
0,3173	0,1666	0,005	-0,0085	-0,0274
0,3967	0,2053	0,0048	-0,0107	-0,0279
0,476	0,2422	0,0045	-0,013	-0,0285
0,5553	0,2768	0,0042	-0,0152	-0,0291
0,6346	0,309	0,0039	-0,0176	-0,0299
0,714	0,3383	0,0035	-0,02	-0,0308
0,7933	0,3646	0,0031	-0,0225	-0,0317
0,8726	0,3876	0,0027	-0,025	-0,0328
0,952	0,407	0,0022	-0,0277	-0,0339
1,031	0,4227	0,0017	-0,0304	-0,0351
1,111	0,4344	0,0012	-0,0332	-0,0364
1,19	0,442	6,941E-4	-0,0362	-0,0378
1,269	0,4454	1,521E-4	-0,0392	-0,0392
1,349	0,4444	-4,018E-4	-0,0424	-0,0407
1,428	0,439	-9,636E-4	-0,0457	-0,0422
1,507	0,4291	-0,0015	-0,0491	-0,0437
1,587	0,4147	-0,0021	-0,0526	-0,0452
1,666	0,3958	-0,0027	-0,0563	-0,0467
1,745	0,3726	-0,0032	-0,06	-0,0481
1,825	0,3449	-0,0038	-0,0639	-0,0495
1,904	0,3131	-0,0043	-0,0679	-0,0509
1,983	0,2772	-0,0048	-0,072	-0,0521
2,063	0,2374	-0,0053	-0,0762	-0,0532
2,142	0,1939	-0,0057	-0,0804	-0,0542
2,221	0,1467	-0,0062	-0,0848	-0,0551
2,301	0,0959	-0,0066	-0,0891	-0,0557
2,38	0,0418	-0,007	-0,0936	-0,0562
2,438	-7,676E-28	-0,0073	-0,0969	-0,0564
2,459	-0,0157	-0,0074	-0,0981	-0,0564
2,539	-0,0761	-0,0078	-0,1025	-0,0564
2,618	-0,1389	-0,008	-0,107	-0,0562

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
2,697	-0,2036	-0,0082	-0,1114	-0,0556
2,777	-0,2694	-0,0083	-0,1158	-0,0548
2,856	-0,3359	-0,0084	-0,1201	-0,0537
2,935	-0,4023	-0,0083	-0,1243	-0,0522
3,015	-0,468	-0,0082	-0,1284	-0,0504
3,094	-0,5324	-0,008	-0,1323	-0,0483
3,173	-0,595	-0,0077	-0,1361	-0,0459
3,253	-0,655	-0,0074	-0,1396	-0,0431
3,332	-0,712	-0,007	-0,1429	-0,0401
3,411	-0,7653	-0,0065	-0,1459	-0,0368
3,491	-0,8144	-0,0059	-0,1487	-0,0331
3,57	-0,8588	-0,0053	-0,1512	-0,0293
3,649	-0,8979	-0,0046	-0,1534	-0,0252
3,729	-0,9313	-0,0038	-0,1552	-0,0209
3,808	-0,9586	-0,003	-0,1567	-0,0164
3,887	-0,9794	-0,0022	-0,1578	-0,0118
3,967	-0,9933	-0,0013	-0,1585	-0,0071
4,046	-1	-3,936E-4	-0,1589	-0,0023
4,125	-0,9995	5,07E-4	-0,1589	0,0025
4,204	-0,992	0,0014	-0,1585	0,0072
4,284	-0,9777	0,0022	-0,1577	0,0119
4,363	-0,9568	0,003	-0,1566	0,0165
4,442	-0,9296	0,0038	-0,1551	0,021
4,522	-0,8966	0,0045	-0,1533	0,0252
4,601	-0,8581	0,0052	-0,1511	0,0293
4,68	-0,8145	0,0058	-0,1487	0,0331
4,76	-0,7663	0,0063	-0,1459	0,0367
4,839	-0,7139	0,0068	-0,1428	0,0401
4,918	-0,658	0,0073	-0,1395	0,0431
4,998	-0,599	0,0076	-0,136	0,0458
5,077	-0,5375	0,0079	-0,1323	0,0483
5,156	-0,4741	0,0081	-0,1284	0,0504
5,236	-0,4093	0,0082	-0,1243	0,0522
5,315	-0,3439	0,0083	-0,1201	0,0537
5,394	-0,2782	0,0083	-0,1158	0,0549

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
5,474	-0,2131	0,0082	-0,1114	0,0557
5,553	-0,149	0,008	-0,1069	0,0563
5,632	-0,0866	0,0077	-0,1025	0,0566
5,712	-0,0265	0,0074	-0,098	0,0567
5,748	-8,47E-28	0,0072	-0,0959	0,0566
5,791	0,0306	0,007	-0,0935	0,0565
5,87	0,0844	0,0065	-0,089	0,0561
5,95	0,1343	0,006	-0,0846	0,0555
6,029	0,1802	0,0055	-0,0802	0,0547
6,108	0,2218	0,005	-0,0759	0,0538
6,188	0,2589	0,0044	-0,0717	0,0528
6,267	0,2914	0,0038	-0,0675	0,0517
6,346	0,3191	0,0032	-0,0635	0,0505
6,426	0,342	0,0026	-0,0595	0,0493
6,505	0,36	0,002	-0,0556	0,048
6,584	0,3732	0,0014	-0,0519	0,0467
6,664	0,3815	7,46E-4	-0,0482	0,0455
6,743	0,3851	1,491E-4	-0,0447	0,0442
6,822	0,3839	-4,334E-4	-0,0412	0,043
6,902	0,3782	-9,975E-4	-0,0378	0,0419
6,981	0,3682	-0,0015	-0,0346	0,0407
7,06	0,3539	-0,0021	-0,0314	0,0397
7,14	0,3356	-0,0025	-0,0283	0,0387
7,219	0,3136	-0,003	-0,0252	0,0379
7,298	0,2881	-0,0034	-0,0222	0,0371
7,378	0,2595	-0,0038	-0,0193	0,0364
7,457	0,228	-0,0041	-0,0165	0,0357
7,536	0,194	-0,0044	-0,0137	0,0352
7,616	0,1579	-0,0047	-0,0109	0,0348
7,695	0,12	-0,0049	-0,0081	0,0345
7,774	0,0808	-0,005	-0,0054	0,0342
7,854	0,0406	-0,0051	-0,0027	0,0341
7,933	9,415E-28	-0,0051	-2,22E-27	0,034

TABLE OF CONTENTS

I - PARAMETERS		p.1
I.1 - General parameters		p.1
I.2 - Material		p.1
I.3 - Sections		p.1
- Section No. 1 : IPE 270		p.2
- Section No. 2 : IPE 270		p.3
I.4 - Lateral restraints		p.4
Restraint No. 1 :	p.4	
Restraint No. 2 :	p.4	
Restraint No. 3 :	p.4	
Restraint No. 4 :	p.5	
I.5 - Supports		p.6
- Support No. 1 :		p.6
- Support No. 2 :		p.6
I.6 - Loads		p.7
Moment diagram :	p.7	
Axial force diagram :	p.7	
Eccentric concentrated loads :	p.8	
Eccentric distributed loads :	p.8	
II - LTB CALCULATION		p.9
	II.1 - LTB modes	p.9
II.2 - Mode shapes		p.9
- Mode 1		p.9

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.

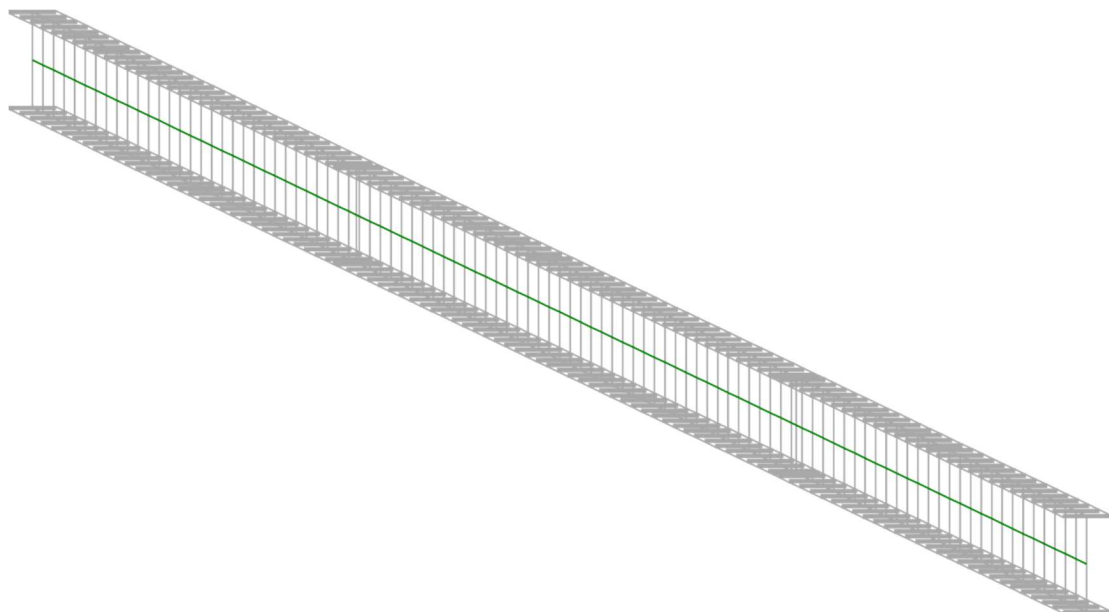
This software is available free of charge. No rights are conferred on the user of the present software. The property and all intellectual rights of the latter continue belonging exclusively to CTICM. The use of this software involves no guarantee for the profit of the user who is committed to keep CTICM 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.

Výpočet bezrozměrného kritického momentu pro
prostřední sloup štitové vazby v programu LTBeam

LTBeamN

v 1.0.3

CALCULATION SHEET



I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length :	L = 9,5 m
Initial discretization of the beam :	$n_{el} = 100$ elements

I.2 - Material

Name :	Steel
Young modulus :	E = 210000 MPa
Shear modulus :	G = 80769 MPa
Poisson factor :	$\nu = 0,3$
Density :	$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

I.3 - Sections

Alignment of sections :	Top
-------------------------	-----

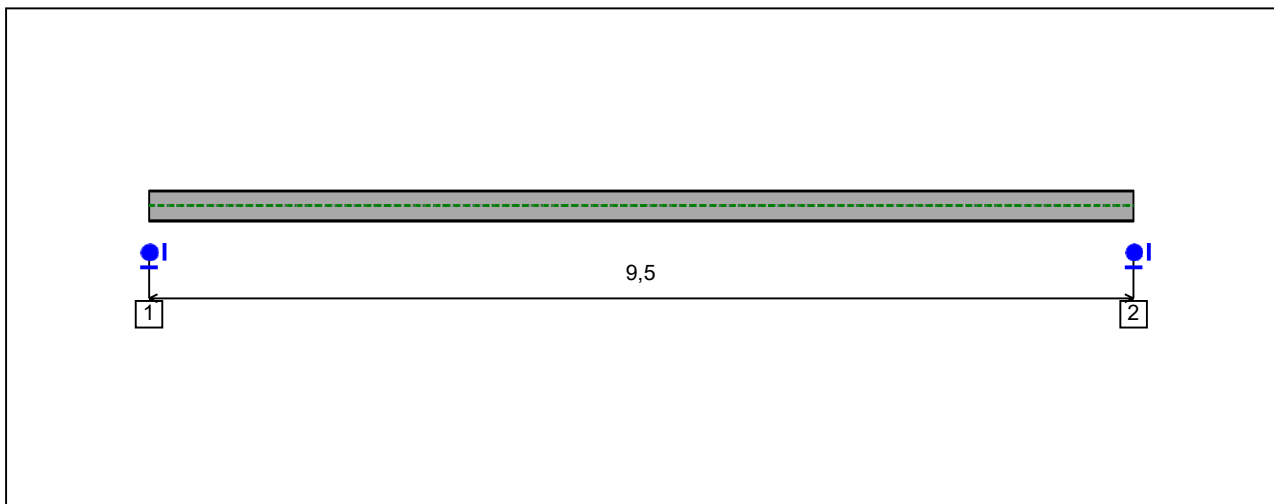


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

- Section No. 1 : IPE 300

Abscissa from the left end of the beam :

$x = 0 \text{ m}$

Type :

In catalogue (OTUA)

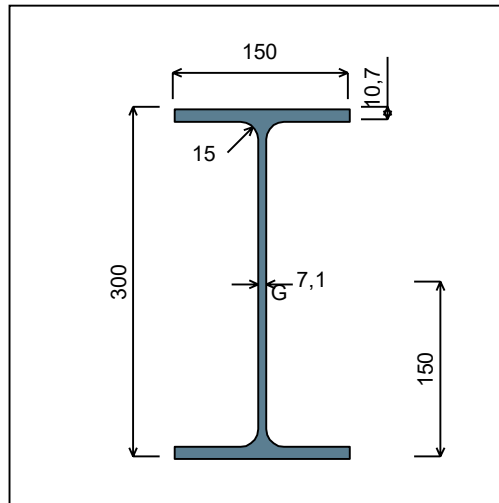


Figure 2 : Section No. 1 (IPE 300).

Main geometrical properties :

- $z_S = 0 \text{ cm}$
- $z_G = 15 \text{ cm}$
- $I_y = 8356,1 \text{ cm}^4$
- $I_z = 603,78 \text{ cm}^4$
- $I_t = 19,87 \text{ cm}^4$ (Villette)
- $I_w = 126332 \text{ cm}^6$

Other geometrical properties :

- $A = 53,81 \text{ cm}^2$
- $A_{v,y} = 32,1 \text{ cm}^2$
- $W_{el,y,sup} = 557,07 \text{ cm}^3$
- $W_{el,y,inf} = 557,07 \text{ cm}^3$
- $W_{pl,y} = 628,36 \text{ cm}^3$
- $A_{v,z} = 25,68 \text{ cm}^2$
- $W_{el,z} = 80,5 \text{ cm}^3$
- $W_{pl,z} = 125,22 \text{ cm}^3$

Stiffness relaxations :

- θ : Continuous
- v' : Continuous
- θ' : Continuous
- w' : Continuous

- Section No. 2 : IPE 300

Abscissa from the left end of the beam : $x = 9,5 \text{ m}$

Type : In catalogue (OTUA)

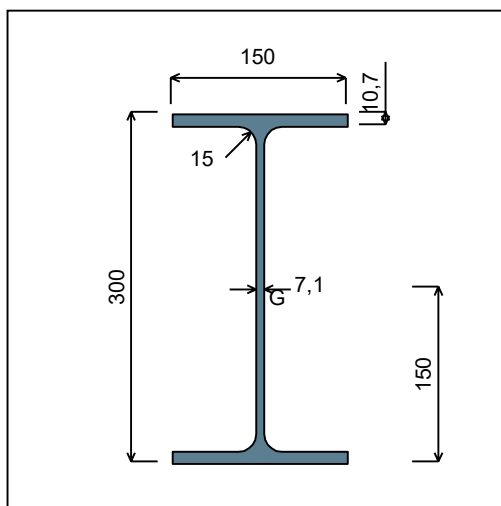


Figure 3 : Section No. 2 (IPE 300).

Main geometrical properties :

- $z_S = 0 \text{ cm}$
- $z_G = 15 \text{ cm}$
- $I_y = 8356,1 \text{ cm}^4$
- $I_z = 603,78 \text{ cm}^4$
- $I_t = 19,87 \text{ cm}^4$ (Villette)
- $I_w = 126332 \text{ cm}^6$

Other geometrical properties :

- $A = 53,81 \text{ cm}^2$
- $A_{v,y} = 32,1 \text{ cm}^2$
- $A_{v,z} = 25,68 \text{ cm}^2$
- $W_{el,y,sup} = 557,07 \text{ cm}^3$
- $W_{el,y,inf} = 557,07 \text{ cm}^3$
- $W_{el,z} = 80,5 \text{ cm}^3$
- $W_{pl,y} = 628,36 \text{ cm}^3$
- $W_{pl,z} = 125,22 \text{ cm}^3$

Stiffness relaxations :

- θ : Continuous
- v' : Continuous
- θ' : Continuous
- w' : Continuous

I.4 - Lateral restraints

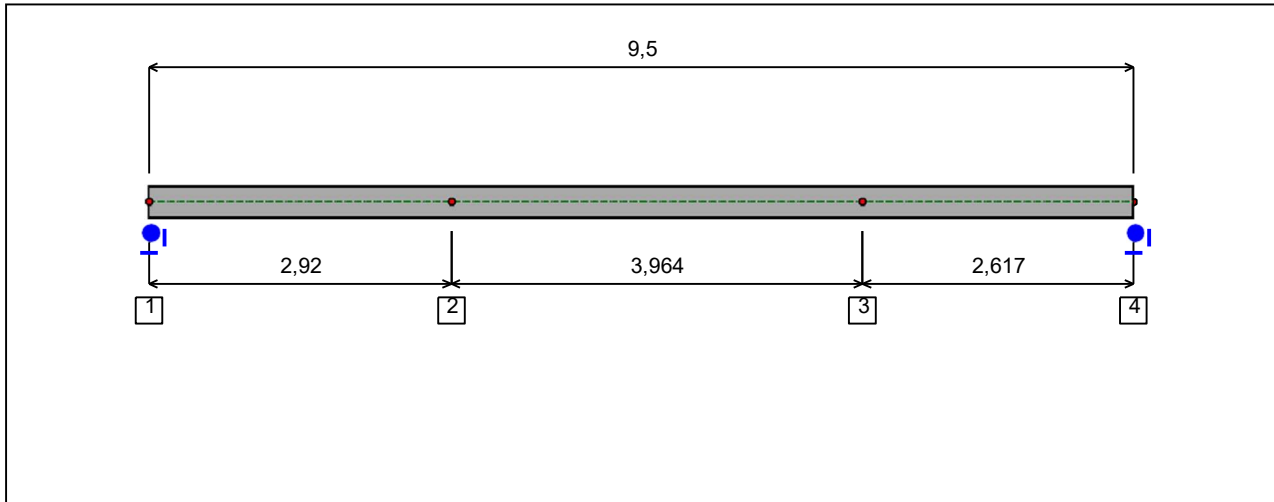


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

- 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 : $x = 2,92$ m

Vertical position from the shear centre : $z = 0$ cm

Restraint conditions :

- v : Fixed
- θ : Free
- v' : Free
- θ' : Free

- Restraint No. 3 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 6,883$ m

Vertical position from the shear centre :

z = 0 cm

Restraint conditions :

v : Fixed

 θ : Free

v' : Free

 θ' : Free**- Restraint No. 4 :**

Type :

Ponctual

Abscissa from the left end of the beam :

x = 9,5 m

Vertical position from the shear centre :

z = 0 cm

Restraint conditions :

v : Fixed

 θ : Fixed

v' : Free

 θ' : Free

I.5 - Supports

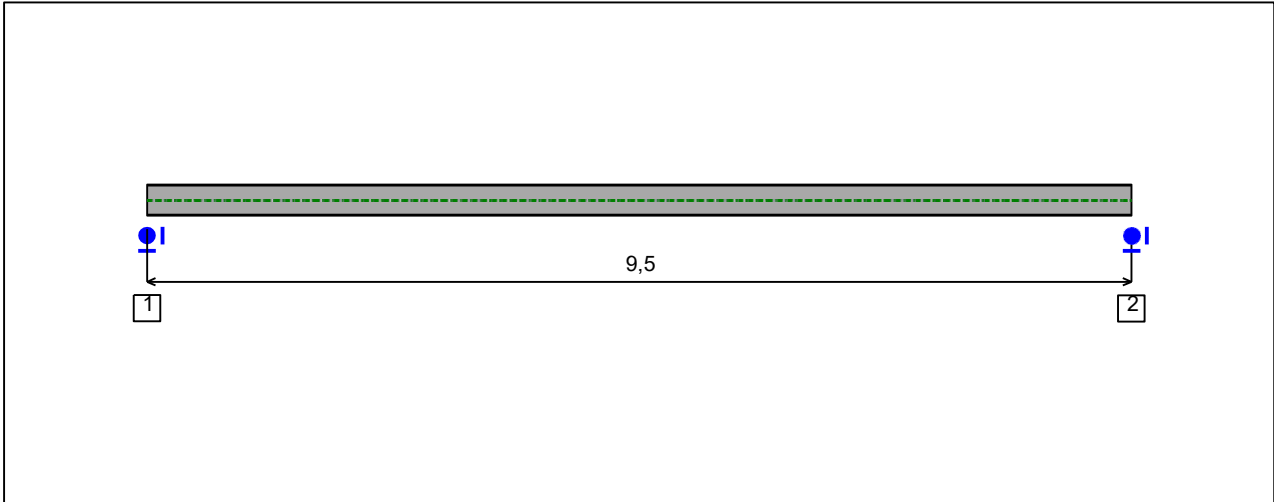


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

- Support No. 1 :

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0 \text{ m}$

Support conditions :

- u : Fixed
- w : Fixed
- w' : Free

- Support No. 2 :

Abscissa from the left end of the beam : $x = 9,5 \text{ m}$

Support conditions :

- u : Fixed
- w : Fixed
- w' : Free

I.6 - Loads

Type of loading :

Internal

- *Moment diagram :*

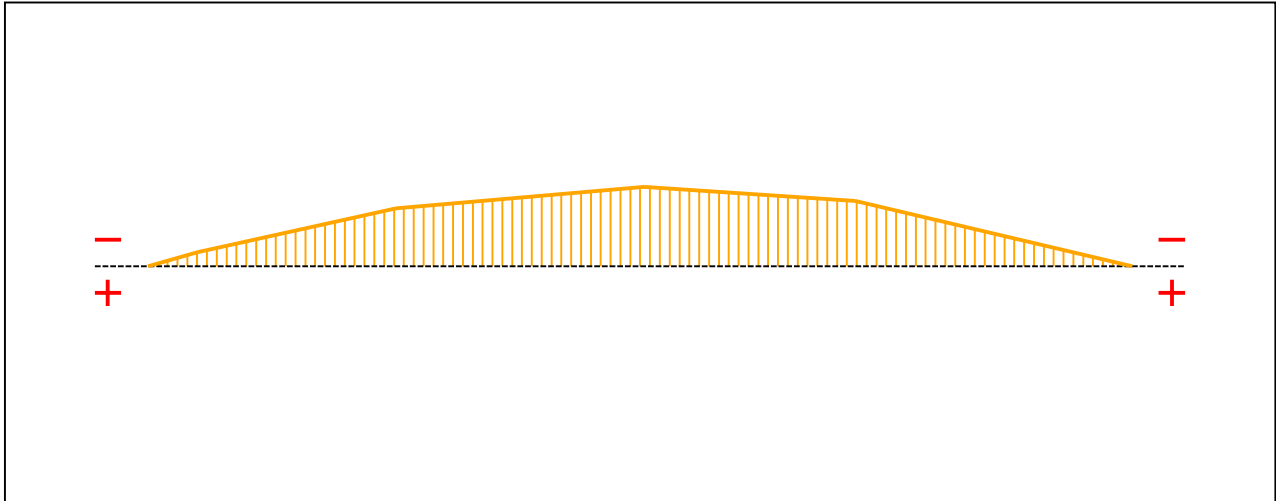


Figure 6 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	0
0,479	-4,5
2,395	-18,6
4,79	-25,5
6,826	-21
9,5	0

- *Axial force diagram :*

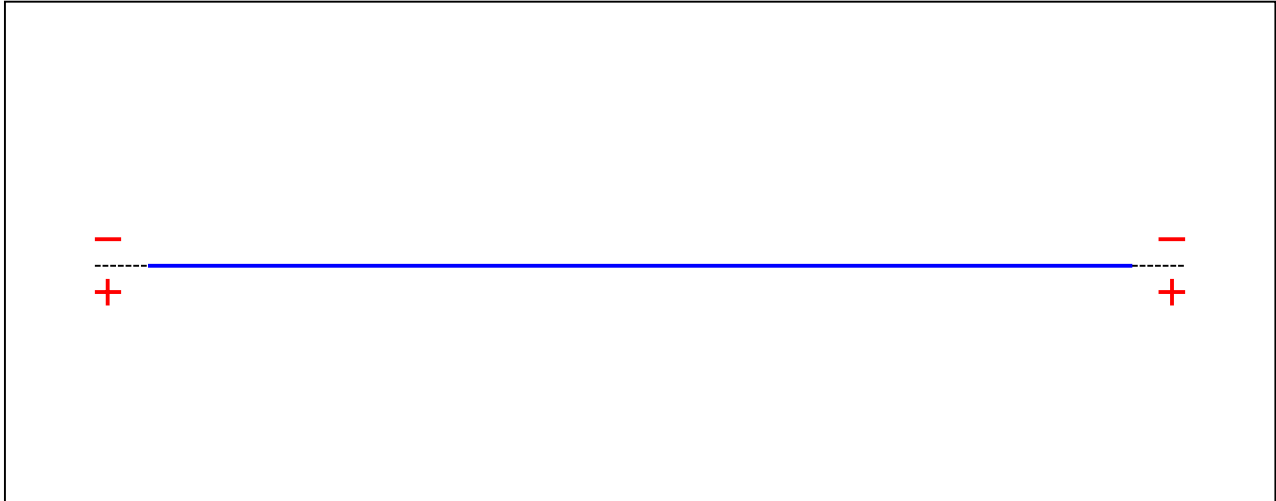


Figure 7 : Axial force diagram.

Active :

No

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	-48,12
9,5	-90,5

- Eccentric concentrated loads :

No load has been defined.

- Eccentric 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 3 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	7,927	-201,22	4,75	0	4,75

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	7,927	-201,22	4,75	0	4,75

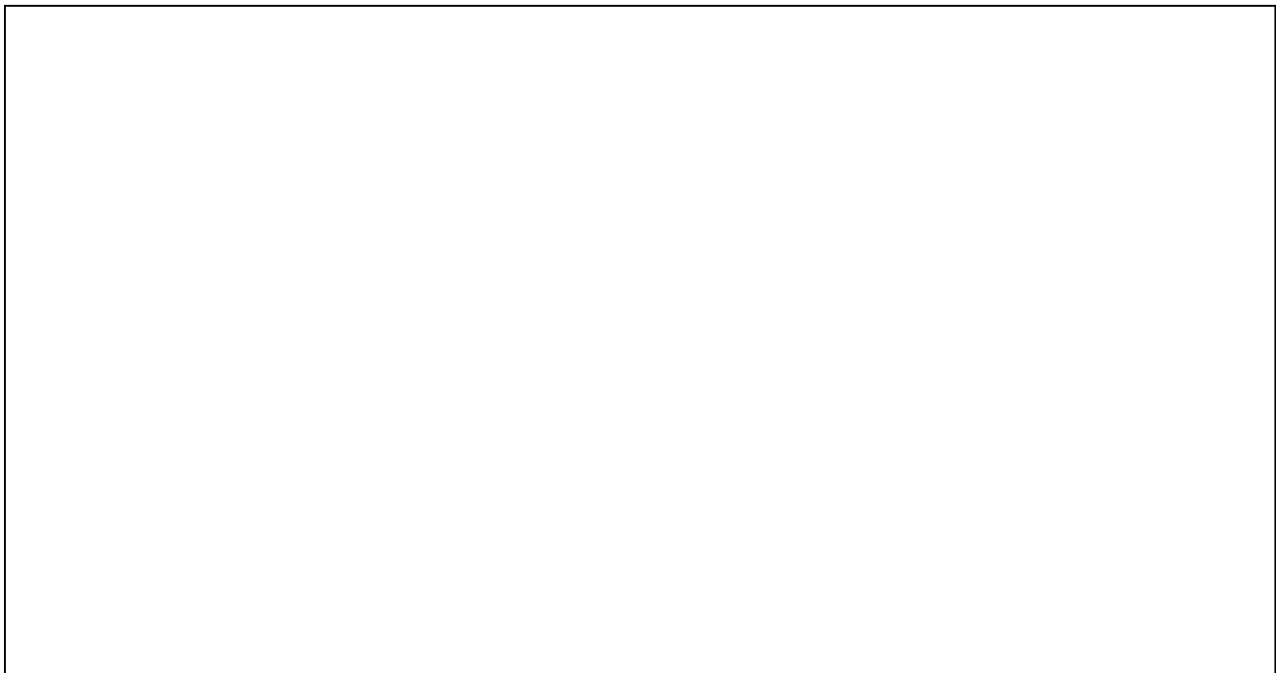


Figure 8 : Mode shape in 3D (Mode 1).

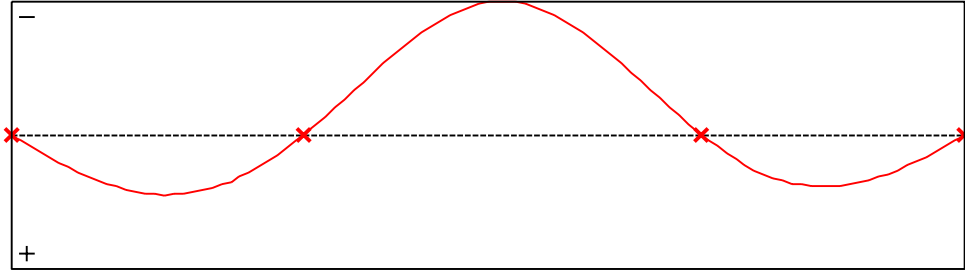


Figure 9 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

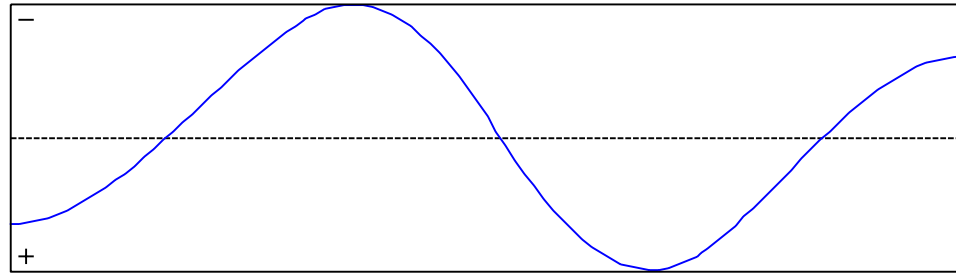


Figure 10 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

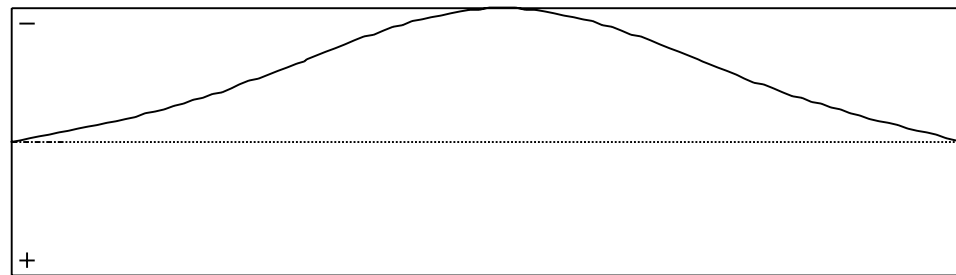


Figure 11 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

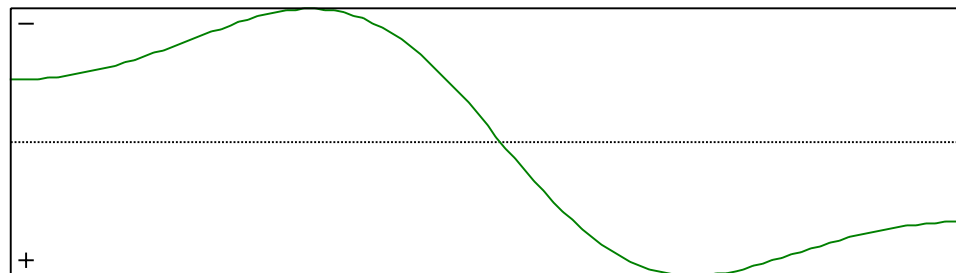


Figure 12 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
0	6,227E-28	0,0045	-9,128E-28	-0,0197
0,095	0,0426	0,0045	-0,0019	-0,0197
0,19	0,0848	0,0044	-0,0037	-0,0198
0,285	0,1262	0,0043	-0,0056	-0,02
0,38	0,1664	0,0042	-0,0076	-0,0203
0,475	0,2051	0,004	-0,0095	-0,0206
0,57	0,2419	0,0038	-0,0115	-0,021
0,665	0,2766	0,0035	-0,0135	-0,0215
0,76	0,3087	0,0032	-0,0156	-0,0221
0,855	0,3381	0,0029	-0,0177	-0,0228
0,95	0,3643	0,0026	-0,0199	-0,0235
1,045	0,3873	0,0022	-0,0222	-0,0243
1,14	0,4067	0,0019	-0,0245	-0,0252
1,235	0,4224	0,0014	-0,0269	-0,0261
1,33	0,4341	0,001	-0,0295	-0,027
1,425	0,4417	5,812E-4	-0,0321	-0,0281
1,52	0,4451	1,289E-4	-0,0348	-0,0291
1,615	0,4442	-3,334E-4	-0,0376	-0,0302
1,71	0,4388	-8,023E-4	-0,0405	-0,0313
1,805	0,4289	-0,0013	-0,0436	-0,0325
1,9	0,4145	-0,0017	-0,0467	-0,0336
1,995	0,3957	-0,0022	-0,05	-0,0347
2,09	0,3725	-0,0027	-0,0533	-0,0358
2,185	0,3449	-0,0031	-0,0568	-0,0369
2,28	0,313	-0,0036	-0,0603	-0,0379
2,375	0,2772	-0,004	-0,064	-0,0388
2,47	0,2374	-0,0044	-0,0677	-0,0397
2,565	0,1939	-0,0048	-0,0715	-0,0404
2,66	0,1467	-0,0052	-0,0754	-0,0411
2,755	0,0959	-0,0055	-0,0793	-0,0416
2,85	0,0418	-0,0059	-0,0833	-0,0419
2,92	-6,139E-28	-0,0061	-0,0862	-0,0421
2,945	-0,0157	-0,0062	-0,0873	-0,0421
3,04	-0,0761	-0,0065	-0,0913	-0,0421
3,135	-0,1389	-0,0067	-0,0953	-0,0419

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
3,23	-0,2036	-0,0069	-0,0992	-0,0415
3,325	-0,2694	-0,007	-0,1031	-0,0409
3,42	-0,3359	-0,007	-0,107	-0,0401
3,515	-0,4022	-0,007	-0,1108	-0,039
3,61	-0,468	-0,0069	-0,1144	-0,0377
3,705	-0,5324	-0,0067	-0,1179	-0,0361
3,8	-0,595	-0,0065	-0,1212	-0,0343
3,895	-0,655	-0,0062	-0,1244	-0,0322
3,99	-0,712	-0,0058	-0,1274	-0,03
4,085	-0,7653	-0,0054	-0,1301	-0,0275
4,18	-0,8144	-0,0049	-0,1326	-0,0248
4,275	-0,8588	-0,0044	-0,1348	-0,0219
4,37	-0,8979	-0,0038	-0,1367	-0,0188
4,465	-0,9313	-0,0032	-0,1384	-0,0156
4,56	-0,9586	-0,0025	-0,1397	-0,0123
4,655	-0,9794	-0,0018	-0,1407	-0,0088
4,75	-0,9933	-0,0011	-0,1414	-0,0053
4,845	-1	-3,284E-4	-0,1417	-0,0017
4,94	-0,9995	4,238E-4	-0,1417	0,0019
5,035	-0,992	0,0012	-0,1413	0,0054
5,13	-0,9777	0,0019	-0,1407	0,0089
5,225	-0,9568	0,0025	-0,1397	0,0123
5,32	-0,9296	0,0032	-0,1383	0,0157
5,415	-0,8966	0,0038	-0,1367	0,0189
5,51	-0,858	0,0043	-0,1347	0,0219
5,605	-0,8144	0,0048	-0,1325	0,0248
5,7	-0,7662	0,0053	-0,13	0,0275
5,795	-0,7139	0,0057	-0,1273	0,0299
5,89	-0,6579	0,0061	-0,1244	0,0322
5,985	-0,5989	0,0064	-0,1212	0,0343
6,08	-0,5374	0,0066	-0,1179	0,0361
6,175	-0,474	0,0068	-0,1144	0,0376
6,27	-0,4093	0,0069	-0,1107	0,039
6,365	-0,3438	0,0069	-0,107	0,0401
6,46	-0,2782	0,0069	-0,1031	0,041

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
6,555	-0,213	0,0068	-0,0992	0,0416
6,65	-0,149	0,0067	-0,0952	0,042
6,745	-0,0866	0,0065	-0,0912	0,0423
6,84	-0,0265	0,0062	-0,0872	0,0423
6,883	-7,17E-28	0,006	-0,0854	0,0422
6,935	0,0306	0,0058	-0,0832	0,0421
7,03	0,0843	0,0055	-0,0792	0,0418
7,125	0,1342	0,005	-0,0752	0,0414
7,22	0,1801	0,0046	-0,0713	0,0408
7,315	0,2216	0,0041	-0,0675	0,0401
7,41	0,2587	0,0037	-0,0637	0,0393
7,505	0,2912	0,0032	-0,06	0,0385
7,6	0,3189	0,0027	-0,0564	0,0376
7,695	0,3418	0,0022	-0,0529	0,0367
7,79	0,3598	0,0016	-0,0494	0,0357
7,885	0,3729	0,0011	-0,0461	0,0348
7,98	0,3812	6,209E-4	-0,0428	0,0338
8,075	0,3847	1,229E-4	-0,0397	0,0329
8,17	0,3836	-3,631E-4	-0,0366	0,032
8,265	0,3779	-8,337E-4	-0,0336	0,0311
8,36	0,3678	-0,0013	-0,0307	0,0302
8,455	0,3535	-0,0017	-0,0278	0,0295
8,55	0,3353	-0,0021	-0,0251	0,0287
8,645	0,3133	-0,0025	-0,0224	0,0281
8,74	0,2878	-0,0029	-0,0197	0,0275
8,835	0,2592	-0,0032	-0,0172	0,027
8,93	0,2278	-0,0034	-0,0146	0,0265
9,025	0,1938	-0,0037	-0,0121	0,0261
9,12	0,1577	-0,0039	-0,0097	0,0258
9,215	0,1199	-0,0041	-0,0072	0,0255
9,31	0,0807	-0,0042	-0,0048	0,0254
9,405	0,0406	-0,0043	-0,0024	0,0252
9,5	7,077E-28	-0,0043	-1,979E-27	0,0252

TABLE OF CONTENTS

I - PARAMETERS		p.1
I.1 - General parameters		p.1
I.2 - Material		p.1
I.3 - Sections		p.1
- Section No. 1 : IPE 300		p.2
- Section No. 2 : IPE 300		p.3
I.4 - Lateral restraints		p.4
Restraint No. 1 :	p.4	
Restraint No. 2 :	p.4	
Restraint No. 3 :	p.4	
Restraint No. 4 :	p.5	
I.5 - Supports		p.6
- Support No. 1 :		p.6
- Support No. 2 :		p.6
I.6 - Loads		p.7
Moment diagram :	p.7	
Axial force diagram :	p.7	
Eccentric concentrated loads :	p.8	
Eccentric distributed loads :	p.8	
II - LTB CALCULATION		p.9
	II.1 - LTB modes	p.9
II.2 - Mode shapes		p.9
- Mode 1		p.9

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.

PŘÍLOHA F KOTVENÍ ŠTÍTOVÉHO SLOUPU SE ZTUŽILDLEM

fischer international s.r.o.

Průmyslová 1833
25001 Brandýs nad Labem
Telefon: +42 03 26 90 46 01
Fax: +42 03 26 90 46 00
adam.vesely@fischer-cz.cz
www.fischer-cz.cz

Detaily návrhu

Kotva

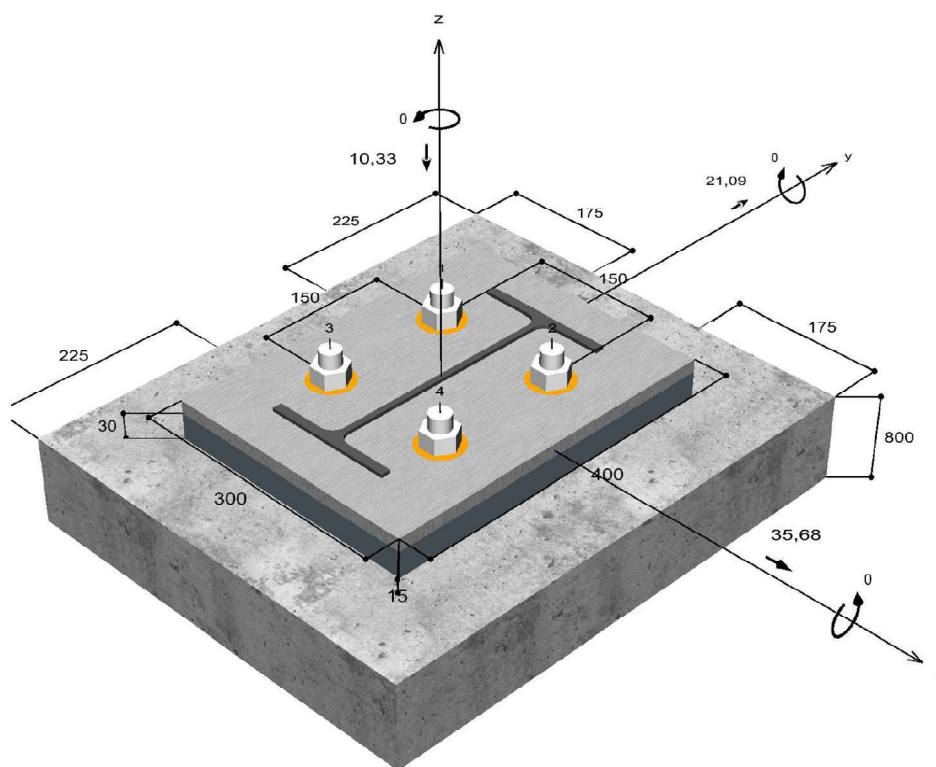
Systém	fischer Vysokozátěžový kotevní systém lepený FHB II
Injektážní malta	FIS HB 360 S
Upevňovací element	Kuželová tyč FHB II-A L M24 x 210/50, Ocel galvanicky zinkovaná
Kotevní hloubka	210 mm
Design data	Návrh kotev dle Beton Evropský technický posudek ETA-05/0164, Option 1, Datum vydání 14.12.2017



Geometrie / Zatížení

mm, kN, kNm

Hodnoty návrhového zatížení (včetně součinitele bezpečnosti pro zatížení)



Neodpovídá měřítku



Vstupní data

Návrhová metoda	Návrhová metoda ETA - Mechanické kotvy
Kotevní podklad	C20/25, EN 206
Vlastnosti betonu	Tlačený beton, Suchý otvor
Teplotní rozmezí	24 °C dlouhodobá teplota, 40 °C Krátkodobá teplota
Výztuž	Běžná nebo žádná výztuž. Bez výztuže
Metoda vrtání	Příklepové vrtání
Typ montáže	Průvlečná montáž
Prstencová mezera	Prstencová mezera vyplněna
Druh zatížení	Statické
Distance	S nenosnou vrstvou, g = 30 mm Rameno síly l = 50 mm Míra vetknutí $\alpha_M = 1,0$ Pevnost malty v tlaku: 30,0 N/mm ²
Tvar kotevní desky	300 mm x 400 mm x 15 mm
Typ profilu	IPE 300

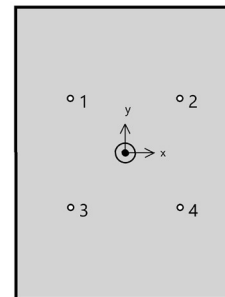
Návrhová zatížení *)

#	N _{Sd} kN	V _{Sd,x} kN	V _{Sd,y} kN	M _{Sd,x} kNm	M _{Sd,y} kNm	M _{T,Sd} kNm	Druh zatížení
1	-10,33	35,68	21,09	0,00	0,00	0,00	Statické

*) Požadovaný součinitel bezpečnosti pro zatížení je vzat do úvahy

Výsledné síly kotev

Kotva č.	Tahová síla kN	Smyková síla kN	Smyková síla x kN	Smyková síla y kN
1	0,00	10,36	8,92	5,27
2	0,00	10,36	8,92	5,27
3	0,00	10,36	8,92	5,27
4	0,00	10,36	8,92	5,27



Max. stlačení betonu :	0,00 ‰
Max. tlakové napětí v betonu :	0,1 N/mm ²
Výsledné tahové síly :	0,00 kN , Poloha X/Y (0 / 0)
Výsledné tlakové síly :	10,33 kN , Poloha X/Y (0 / 0)

Únosnost ve smyku

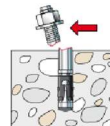
Důkaz	Zatížení kN	Únosnost kN	Využití β_v %
Selhání ocele s ramenem síly *	10,36	14,48	71,6
Selhání betonu na opačné straně zatížení	41,45	171,04	24,2
Selhání okraje betonu	37,21	42,52	87,5



* Nejnepriznivější kotva

Selhání ocele s ramenem síly

$$V_{Sd} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (V_{Rd,s})$$



$$V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M}{l} \cdot M_{Rk,s}^0 \cdot \left(1 - \frac{N_{Sd}}{N_{Rd,s}}\right) = \left(\frac{1}{0,050m} \cdot 896,0Nm \cdot \left(1 - \frac{0,00kN}{91,73kN}\right)\right) \div \left(1000 \frac{N}{kN}\right) = 18,10kN \quad \text{Rovnice (5.5/a)}$$

$V_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Sd} kN	β_{Vs} %
18,10	1,25	14,48	10,36	71,6

Kotva č.	β_{Vs} %	Skupina N°	Rozhodující Beta
1	71,6	1	$\beta_{Vs,1}$
2	71,6	2	$\beta_{Vs,2}$
3	71,6	3	$\beta_{Vs,3}$
4	71,6	4	$\beta_{Vs,4}$

Selhání betonu na opačné straně zatížení

$$V_{Sd} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mcp}} \quad (V_{Rd,cp})$$



$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c} = 2 \cdot 128,28kN = 256,56kN \quad \text{Rovnice (5.6)}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \quad \text{Rovnice (5.2)}$$

$$N_{Rk,c} = 92,77kN \cdot \frac{300000mm^2}{202500mm^2} \cdot 0,933 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 128,28kN$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 10,1 \cdot \sqrt{25,0N/mm^2} \cdot (150mm)^{1,5} = 92,77kN \quad \text{Rovnice (5.2a)}$$

$$\Psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{175mm}{225mm} = 0,933 \leq 1 \quad \text{Rovnice (5.2c)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1,000 \quad \text{Rovnice (5.2d)}$$

$$h'_{ef} = \max\left(\frac{c_{max}}{c_{cr,N}}; \frac{s_{max}}{s_{cr,N}}\right) \cdot h_{ef} = \max\left(\frac{225mm}{315mm}; \frac{150mm}{630mm}\right) \cdot 210mm = 150mm$$

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1 \quad \text{Rovnice (5.2e)}$$

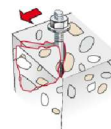
$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Sd} kN	$\beta_{V,cp}$ %
256,56	1,50	171,04	41,45	24,2



Kotva č.	$\beta_{V,cp}$ %	Skupina N°	Rozhodující Beta
1, 2, 3, 4	24,2	1	$\beta_{V,cp,1}$

Selhání okraje betonu

$$V_{Sd} \leq \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,c})$$



$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \Psi_{s,V} \cdot \Psi_{h,V} \cdot \Psi_{\alpha,V} \cdot \Psi_{ec,V} \cdot \Psi_{re,V} \quad \text{Rovnice (5.7)}$$

$$V_{Rk,c} = 56,30kN \cdot \frac{157500mm^2}{137813mm^2} \cdot 0,957 \cdot 1,000 \cdot 1,036 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 63,78kN$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot h_{ef}^\beta \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c_1^{1,5} \quad \text{Rovnice (5.7a)}$$

$$V_{Rk,c}^0 = 2,4 \cdot (25mm)^{0,107} \cdot (210mm)^{0,068} \cdot \sqrt{25,0N/mm^2} \cdot (175mm)^{1,5} = 56,30kN$$

$$\alpha = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{l_f}{c_1}} = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{200mm}{175mm}} = 0,107 \quad \beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1}\right)^{0,2} = 0,1 \cdot \left(\frac{25mm}{175mm}\right)^{0,2} = 0,068 \quad \text{Rovnice (5.7b/c)}$$

$$\Psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5c_1} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{225mm}{1,5 \cdot 175mm} = 0,957 \leq 1 \quad \text{Rovnice (5.7e)}$$

$$\Psi_{h,V} = \max\left(1; \sqrt{\frac{1,5c_1}{h}}\right) = \max\left(1; \sqrt{\frac{1,5 \cdot 175mm}{800mm}}\right) = 1,000 \geq 1 \quad \text{Rovnice (5.7f)}$$

$$\Psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + \left(\frac{\sin \alpha_V}{2,5}\right)^2}} = \sqrt{\frac{1}{(\cos 16,5)^2 + \left(\frac{\sin 16,5}{2,5}\right)^2}} = 1,036 \geq 1 \quad \text{Rovnice (5.7g)}$$

$$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \frac{2e_s}{3c_1}} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{3 \cdot 175mm}} = 1,000 \leq 1 \quad \text{Rovnice (5.7h)}$$

$$\Psi_{re,V} = 1,000$$

$V_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ kN	V_{Sd} kN	$\beta_{V,c}$ %
63,78	1,50	42,52	37,21	87,5

Kotva č.	$\beta_{V,c}$ %	Skupina N°	Rozhodující Beta
1, 3	83,8	1	$\beta_{V,c,1}$
2, 4	87,5	2	$\beta_{V,c,2}$

Únosnost kombinace tahu a smyku.

$$\beta_V = \beta_{V,c,2} = 0,88 \leq 1$$



Zkouška úspěšná

(5.8b)



C-FIX 1.108.0.0
Verze databáze
2022.4.4.7.26
Datum
11.05.2022

fischer 

Informace o kotevní desce

Podrobnosti kotevní desky

Tloušťka kotevní desky specifikovaná užitelem bez zkoušky

t = 15 mm

Typ profilu

IPE 300

Technické poznámky

Pokud je zadaná okrajová vzdálenost nižší než charakteristická (ccr,N - návrhová metoda A), měla by být přítomna podélná výztuž o průměru min. 6mm souběžná s okrajem betonové konstrukce a to po celé hloubce kotvení.

Přenos zatížení prostřednictvím kotev do betonové konstrukce by měl být zohledněn při posuzování konstrukce na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti; posouzení by mělo být provedeno s ohledem na zatížení představované kotvami. Pro ověření je nutné vzít do úvahy bezpečnostní standardy v souladu s platnými normami.



Informace k montáži

Kotva

System

fischer Vysokozátěžový kotevní systém lepený FHB II

Injektážní malta

FIS HB 360 S (kartuše dalších rozměrů jsou k dispozici)

Kat. č. 562660

Upevňovací element

Kuželová tyč
FHB II-A L M24 x 210/50,
Ocel galvanicky zinkovaná

Kat. č. 506920



Příslušenství

FIS MR Plus
FIS prodlužovací hadička 9 mm
Vytlačovací pistole FIS DM S
Vyfukovací pistol na stlačený vzduch ABP
Stlačený vzduch ($p \geq 6$ bar)
Čistící kartáček BS 25
SDS Plus-V II 25/400/450
Vrták s SK plátkem, $\varnothing 25$ mm,
pracovní délka 280 mm

Kat. č. 545853

Kat. č. 48983

Kat. č. 511118

Kat. č. 59456

Na stavbě

Kat. č. 97806

Kat. č. 531856

Na stavbě

Detaily montáže

Průměr závitu

M 24

Průměr vyvrtaného otvoru

$d_0 = 25$ mm

Hloubka vyvrtaného otvoru

$h_2 = 280$ mm

Kotevní hloubka

$h_{ef} = 210$ mm

Kotevní hloubka

$h_{nom} = 210$ mm

Metoda vrtání

Příklepové vrtání

Čištění vyvrtaného otvoru

Dvakrát vyfouknout pumpičkou,
dvakrát vyčistit kartáčkem,
dvakrát vyfouknout pumpičkou.

Typ montáže

Průvlečná montáž

Prstencová mezera

Prstencová mezera vyplněna

Utahovací moment

$T_{inst} = 100,0$ Nm

Velikost klíče

36 mm

Tloušťka kotevní desky

$t = 15$ mm

Tloušťka podliti

$g \leq 30$ mm

t fix

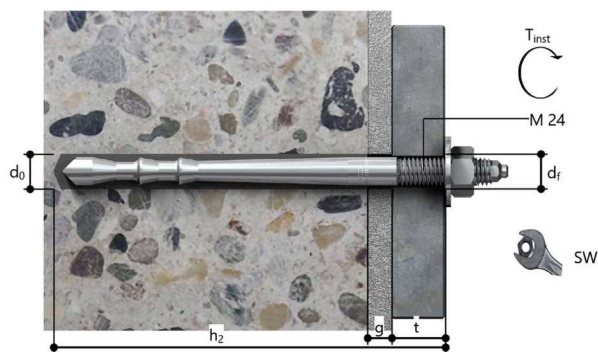
$t_{fix} \leq 45$ mm

$T_{fix,max}$

$t_{fix,max} = 50$ mm

Objem chemické malty na jednu kotvu

74 ml/37 Stupnice jednotek





Podrobnosti kotevní desky

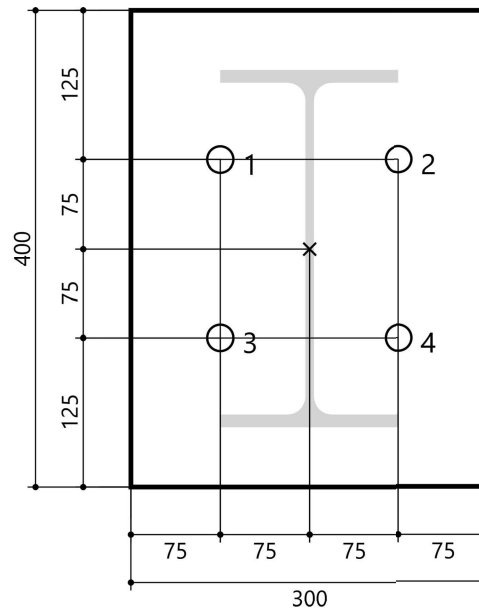
Materiál kotevní desky Nedostupné
Tloušťka kotevní desky $t = 15 \text{ mm}$
Průměr otvoru v kotevní
desce $d_i = 26 \text{ mm}$

Přípevňovaná součást

Typ profilu IPE 300

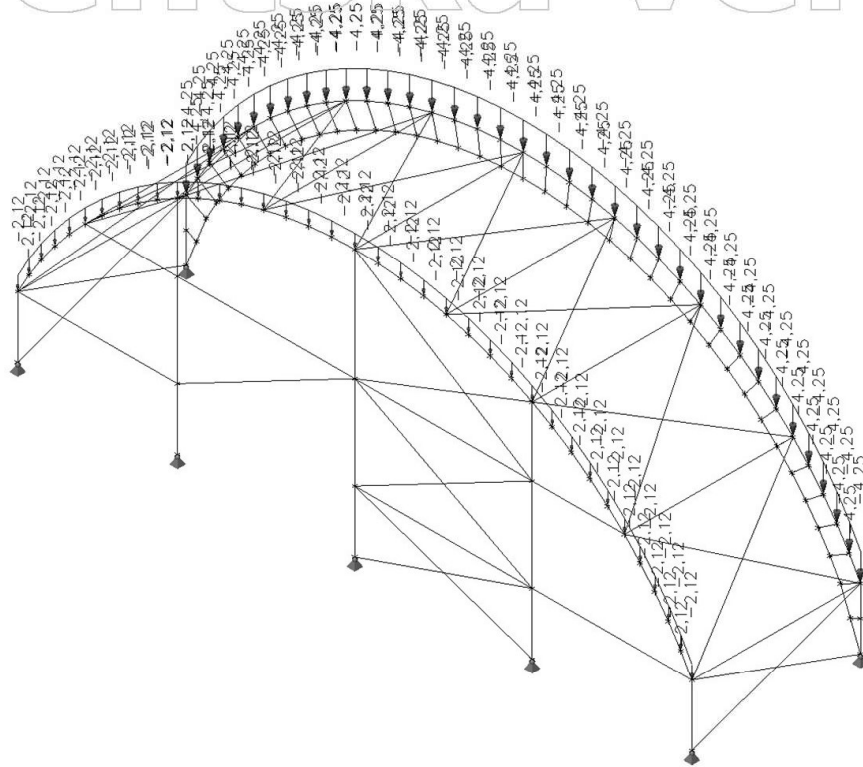
Souřadnice kotvy

Kotva č.	x mm	y mm
1	-75	75
2	75	75
3	-75	-75
4	75	-75

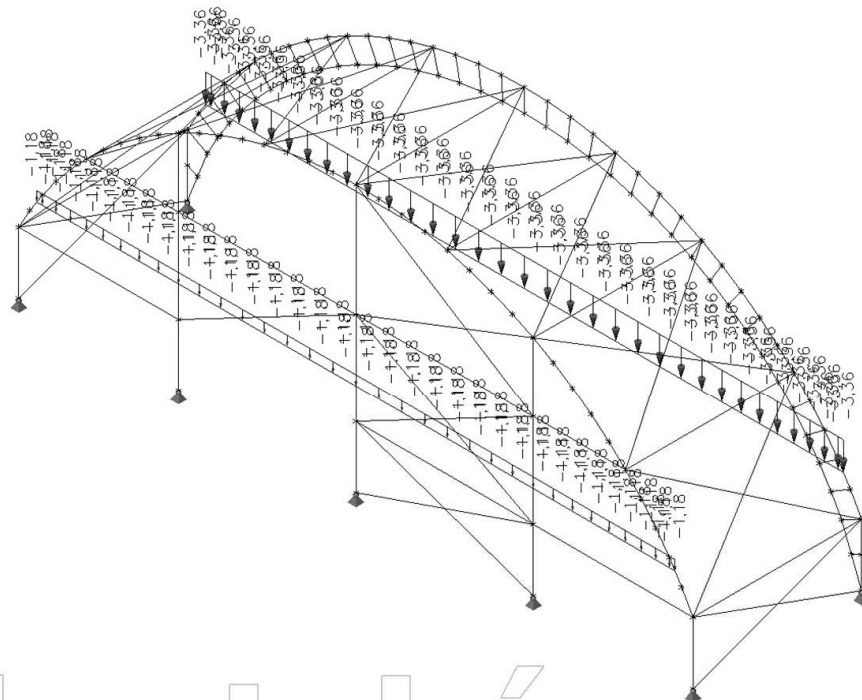


PŘÍLOHA G
Zatěžovací stavy

1. ZS2 / Ostátní stálé

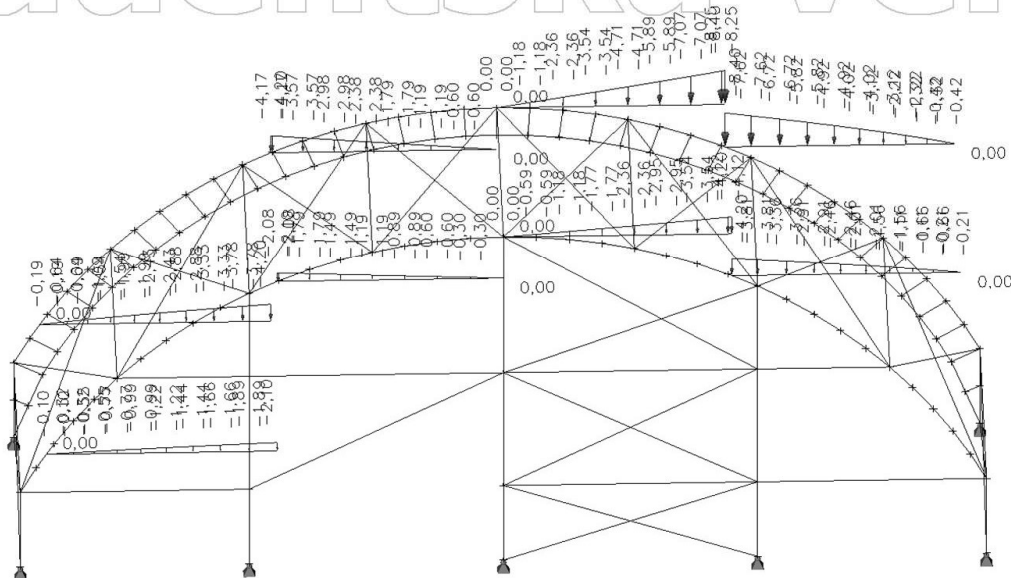


2. ZS3 / Sníh 1 nenavátý



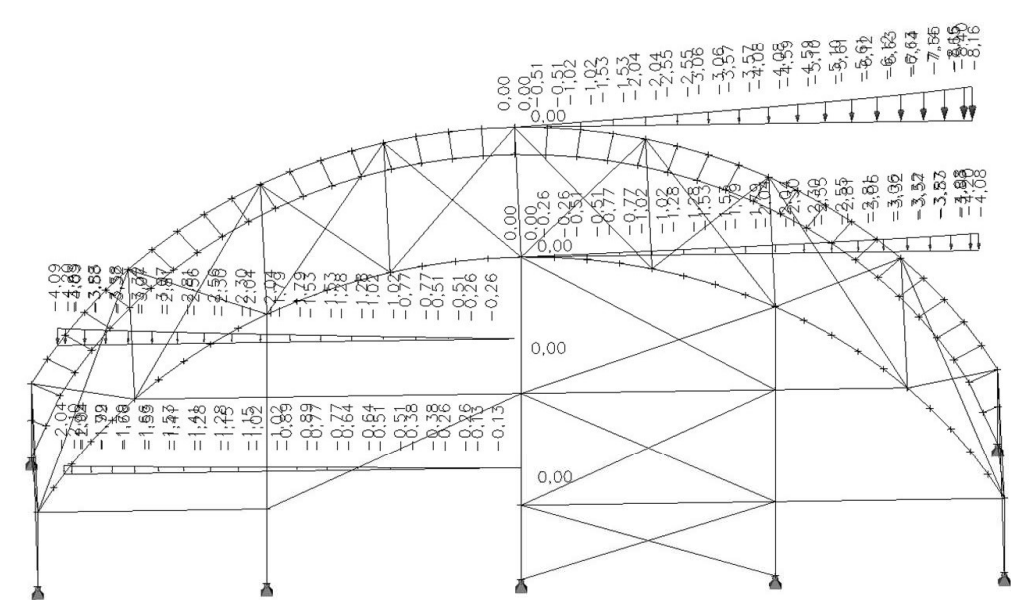
3. ZS4 / Sníh 2 navátý 1

Studentská verze



4. ZS5 / Sníh 3 navátý 2

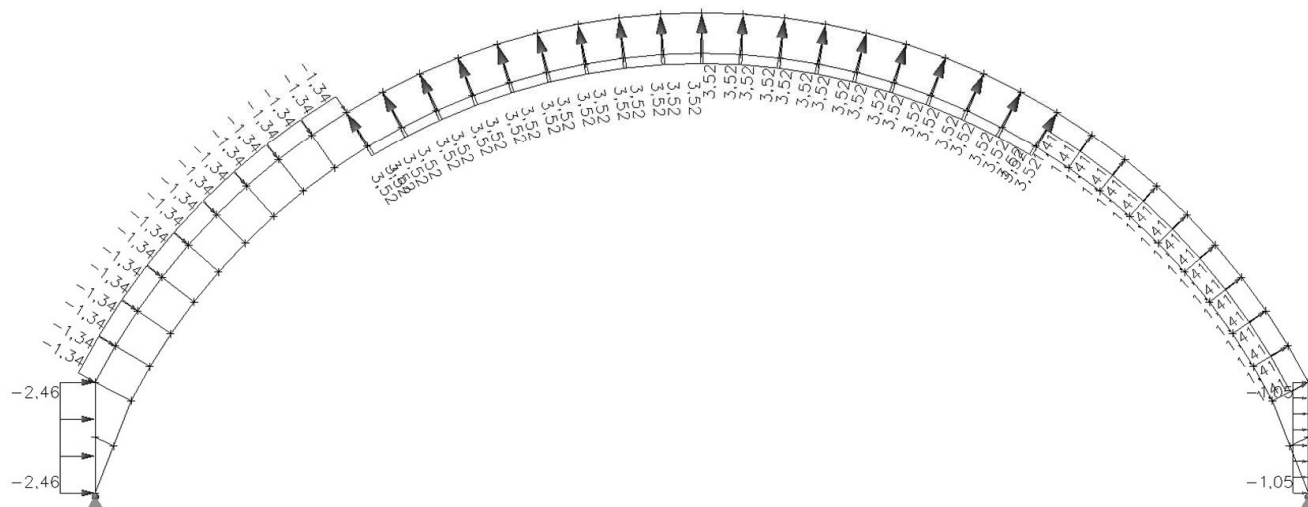
Studentská verze



Studentská verze

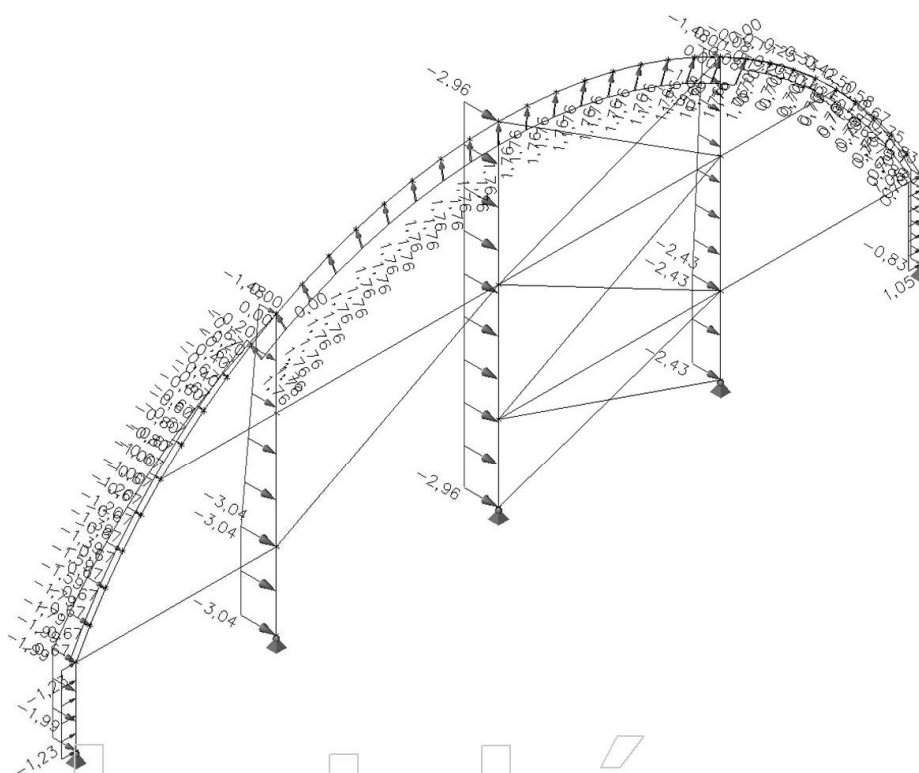
5. ZS6 / Vítr příčný (běžná vazba)

Studentská verze



6. ZS6 / Vítr příčný (štíťová vazba)

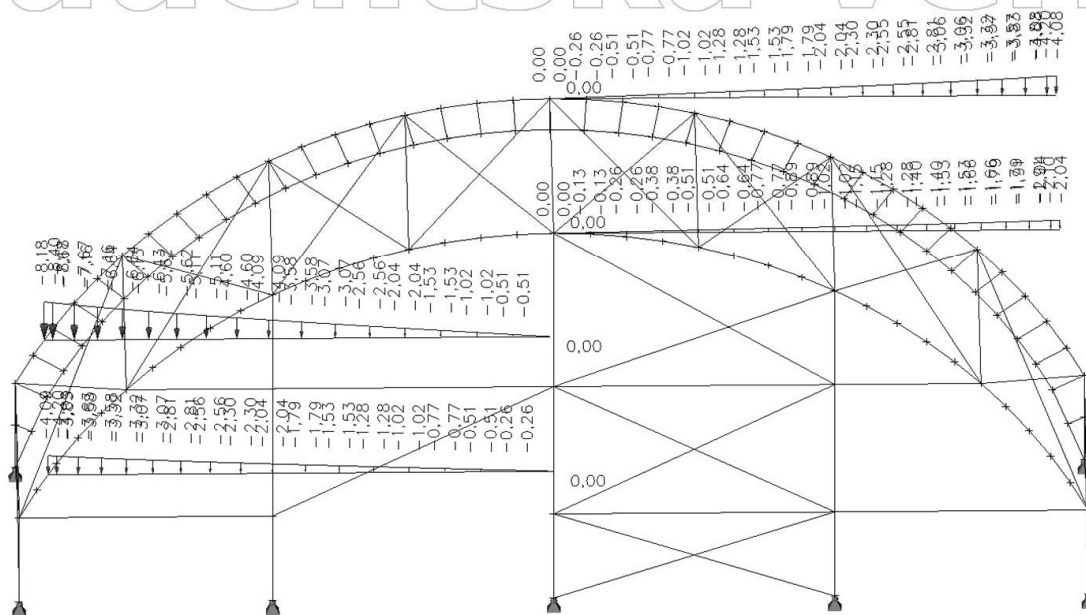
Studentská verze



Studentská verze

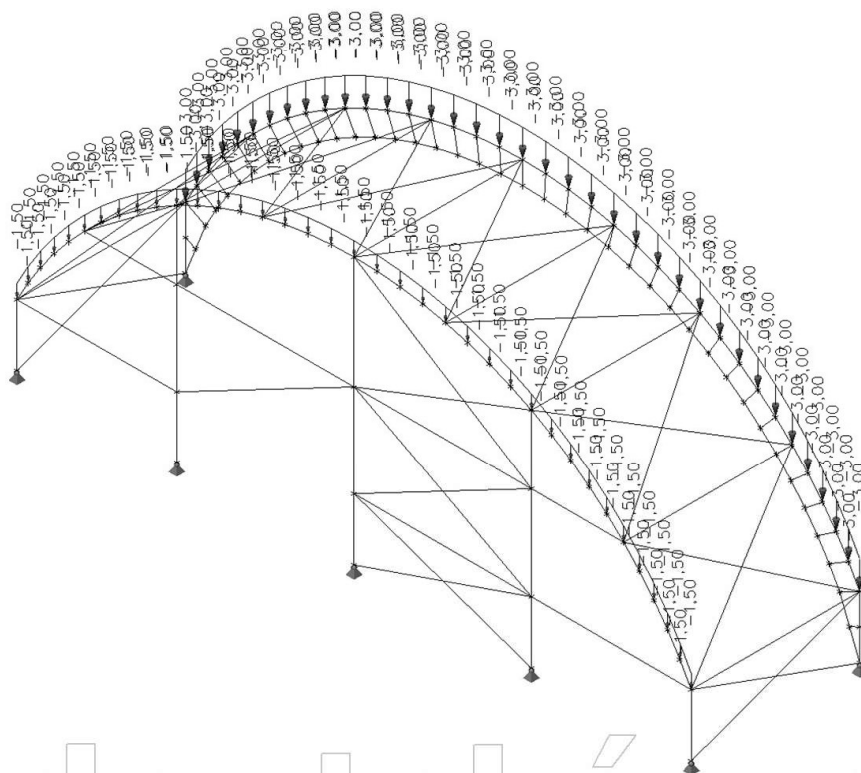
9. ZS9 / Sníh 5 navátý 4

Studentská verze



10. ZS10 / Proměnné zatížení (zavěšené komunikace)

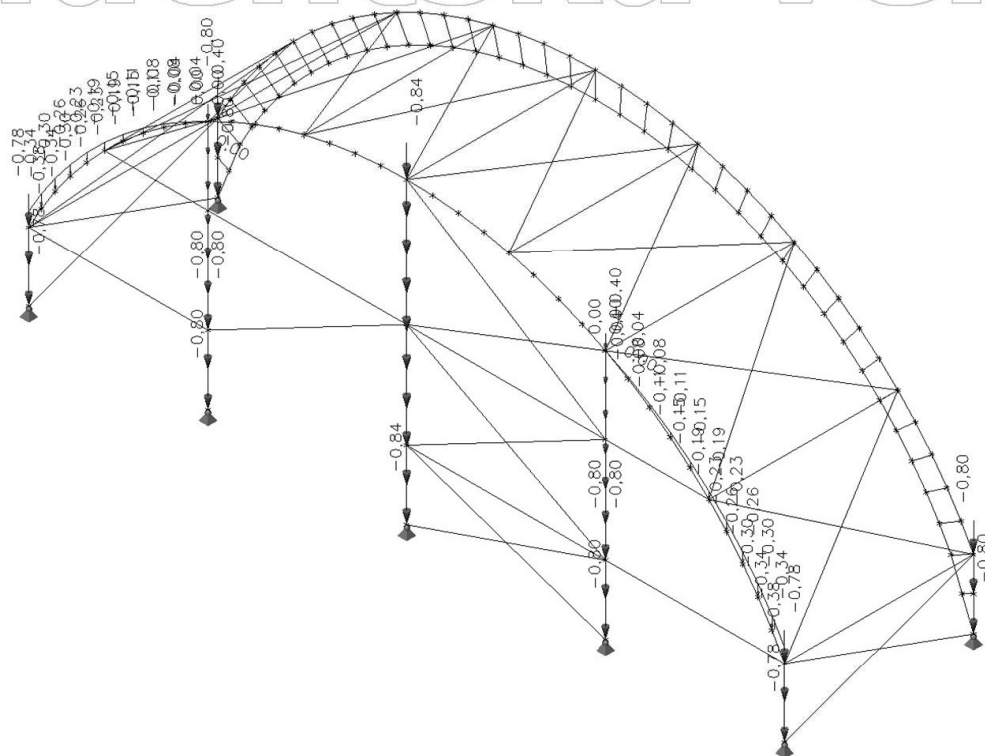
Studentská verze



Studentská verze

11. ZS11 / Ostatní stálé: stěnové panely

Studentská verze



Studentská verze

Studentská verze