

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



**BAKALÁŘSKÁ
PRÁCE**

OCELOVÁ KONSTRUKCE TENISOVÉ HALY

VYPRACOVAL:

VEDOUCÍ PRÁCE:

DATUM:

Vojtěch Rataj

doc. Ing. Michal Jandera, Ph.D.

17. 5. 2019



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Rataj Jméno: Vojtěch Osobní číslo: 438379

Zadávací katedra: Katedra ocelových konstrukcí

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Ocelová konstrukce tenisové haly

Název bakalářské práce anglicky: Steel structure of a tennis hall

Pokyny pro vypracování:

Návrh nosné konstrukce tenisové haly, konkrétně vybrané vazby, jejích hlavních prvků a vybraných detailů. Výkresová dokumentace konstrukce (půdorys, vybrané řezy, pohled, navržené detaily). Technická zpráva.

Seznam doporučené literatury:

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

Jméno vedoucího bakalářské práce: Michal Jandera

Datum zadání bakalářské práce: 20.2.2019

Termín odevzdání bakalářské práce: 26.5.2019

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“.

20.2.2019

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Ocelová konstrukce tenisové haly“ vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem č.1/2009 O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne

.....
Vojtěch Rataj

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Michalu Janderovi, Ph.D. za věnovaný čas a odbornou pomoc při zpracování této práce.

Anotace

Tématem této bakalářské práce je návrh nosné ocelové konstrukce tenisové haly. Část zázemí není předmětem této práce, je řešena pouze část tenisového kurtu. Obsahem je návrh a posouzení hlavní rámové vazby, štítové stěny, prvků ztužení a vybraných detailů. Navržené konstrukce jsou znázorněné v příložené výkresové dokumentaci.

Klíčová slova

Tenisová hala, ocelová konstrukce, rámová konstrukce, ztužení

Abstract

The subject of the bachelor's thesis is design of load-bearing steel structure of a tennis hall. The adjacent three-storey part of the building is not the subject of the thesis, only design of the part of the tennis court. The content is structural design of the main portal frame, gable wall, bracings and selected details. The designed structure is represented in enclosed drawings.

Key words

Tennis hall, steel structure, portal frame , bracing

OBSAH BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

- I. TECHNICKÁ ZPRÁVA**
- II. STATICKÝ VÝPOČET**
- III. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE**

I. TECHNICKÁ ZPRÁVA

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



**BAKALÁŘSKÁ
PRÁCE**

OCELOVÁ KONSTRUKCE TENISOVÉ HALY

VYPRACOVAL:

VEDOUCÍ PRÁCE:

DATUM:

Vojtěch Rataj

doc. Ing. Michal Jandera, Ph.D.

17. 5. 2019

Popis konstrukce

Tématem této bakalářské práce je ocelová tenisová hala. Stavba se nachází v městském sportovním areálu v Litomyšli. Východní část objektu je jednopodlažní, nachází se zde tenisový kurt. Západní část objektu má tři podlaží. V přízemí jsou umístěny klubovny a šatny se zázemím, ve druhém podlaží tři squashové kurty a ve třetím podlaží byt správce objektu a strojovny. Objekt je situován ve svažitém terénu, jižní hrana stavby je zaříznuta 3,5 m do svahu.

Půdorysné rozměry haly jsou 63x19 m. Předmětem práce byl pouze návrh prvků části tenisové haly. Hala je navržena jako dvoukloubový rám. Styčníky konstrukce jsou navrženy jako šroubované. Osová vzdálenost vazníků je 6,6 m. Sloupy výšky 10 m jsou tvořeny profily IPE 600. Příčel s rozponem 19 m je navržena z profilu IPE 550. Vrchol rámu dosahuje výšky 12 m. Štítová vazba je složena z krajních sloupů HEA 120, na které je uložena příčel z profilu IPE 180. Příčel je podepřena ve čtvrtinách rozpětí sloupy, IPE 300 a IPE 330. Sedlová střecha se sklonem 21 % je složena z tenkostěnných vaznic Z 210/2,5-S a střešního sendvičového panelu KS1000 RW tloušťky 100 mm. Stěnový plášť tvoří stěnový sendvičový panel KS1000 AWP tloušťky 100 mm. Panely jsou svisle pnuté mezi tenkostěnnými profily C 180/2. Osová vzdálenost paždíků 625 mm je přizpůsobena typickému rozměru OSB desek, které tvoří vnitřní plášť haly.

Podélné stěnové ztužení se nachází v krajních polích. Ztužidla jsou po výšce rozdělena do tří polí, protože má hala v části zázemí tři patra. Zatížení od příčného větru přenáší vnitřní rámy, ve štítových vazbách jsou umístěna ztužidla z tažených úhelníků. Krajní příčná střešní ztužidla jsou navržena pro přenášení zatížení štítu od větru do stěnových ztužidel. Vnitřní příčné střešní ztužidlo slouží k přenášení sil od tření větru a příčné podpoře příčlí.

Zatížení

Pro výpočet zatížení od sněhu jsou uvažovány běžné podmínky bez navátého sněhu. Charakteristická hodnota zatížení sněhem byla odečtena ze sněhové mapy ČR ($s_k = 0,96$ kPa).

Pro výpočet zatížení od větru byla uvažována kategorie terénu II a výchozí základní rychlost větru pro oblast II.

Použité materiály

Ocel:	S 235 JR
Beton:	C 20/25
Šrouby:	8.8
Kotvení:	HILTI HIT-V (8.8) M20 + HIT-HY 200-A

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 styčnicků

Výroba ocelové konstrukce

Konstrukce bude provedena dle třídy provedení EXC2.

Montáž ocelové konstrukce

Nejprve bude smontována štítová vazba a vedlejší hlavní štítová vazba. Následně budou namontovány prvky ztužení mezi těmito vazbami. Potom bude následovat postupné přidávání dalších vazeb. Jako poslední se namontují paždíky, vaznice, stěnový a střešní plášť. Největší montážní dílec konstrukce je sloup IPE 600 o délce 10,35 m.

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 1-2x základním nátěrem a 2-3x vrchním nátěrem.

Za studena tvarované trubky a tenkostěnné prvky obvodového a střešního pláště jsou zároveň pozinkovány (275 g/m²). Veškeré šrouby jsou také chráněny zinkovou povrchovou úpravou.

Ochrana proti požáru

Posouzení požární odolnosti nebylo předmětem této práce.

II. STATICKÝ VÝPOČET

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



**BAKALÁŘSKÁ
PRÁCE**

OCELOVÁ KONSTRUKCE TENISOVÉ HALY

**VYPRACOVAL:
VEDOUCÍ PRÁCE:
DATUM:**

**Vojtěch Rataj
doc. Ing. Michal Jandera, Ph.D.
17. 5. 2019**

Obsah

1. Výpočet zatížení.....	3
Zatížení sněhem.....	3
Zatížení větrem.....	3
2. Střešní a obvodový plášť.....	6
Varianta 1 – trapézový plech.....	6
Varianta 2 – vaznice.....	8
Obvodový plášť.....	11
3. Vnitřní rámová vazba.....	14
Zatížení.....	14
Varianty.....	18
Vnitřní síly.....	21
Posouzení sloupu.....	24
Posouzení příčle.....	28
4. Štítová vazba.....	32
Zatížení.....	32
Vnitřní síly.....	36
Posouzení vnitřního sloupu č. 1.....	40
Posouzení vnitřního sloupu č. 2.....	44
Posouzení krajního sloupu.....	47
Posouzení příčle.....	52
Posouzení podélné trubky.....	55
Posouzení ztužidla.....	56
5. Ztužení.....	58
Příčné střešní ztužidlo.....	58
Podélné stěnové ztužidlo.....	61
6. Patka sloupu vnitřní vazby.....	64
7. Rámový roh.....	66
8. Přípoje.....	73
Přípoj podélné trubky na sloup.....	73
Přípoj úhelníku k patce.....	75
9. Patka sloupu ve štítové stěně.....	77

ZATÍŽENÍ SNĚHEM

uvažují: běžné podmínky

nenavátý sníh

$\mu_i := 0,8$ úhel sklonu střechy $11,9^\circ$

$C_e := 1,0$ normální topografie

$C_t := 1,0$

$s_k := 0,96 \text{ kPa}$ sněhová oblast - Litomyšl

$$s := \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,768 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

ZATÍŽENÍ VĚTREM

výchozí základní rychlost větru

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

$c_{dir} := 1,0$

$c_{season} := 1,0$

základní rychlost větru

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

kategorie terénu II

$$z_0 := 0,05$$

$$z_{min} := 2$$

základní dynamický tlak větru

$$\rho := 1,25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$q_b := \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 = 390,625 \text{ Pa}$$

výška objektu $z := 12 \text{ m}$

součinitel expozice

$$c_{e,z} := 1,8$$

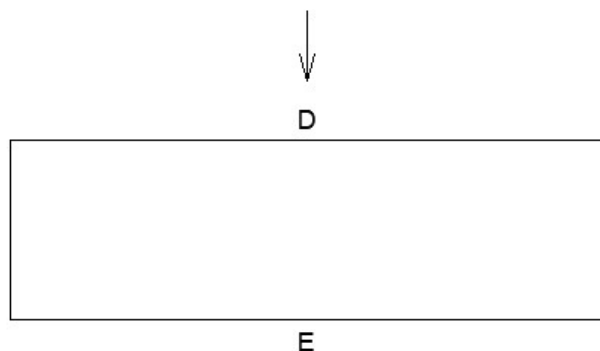
maximální dynamický tlak větru

$$q_{p,z} := c_{e,z} \cdot q_b = 0,7031 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

STĚNY

Oblast	A	B	C	D	E
$c_{pe,10}$	-1,2	-1,1	-0,5	0,75	-0,4
w_e [kN/m ²]	-0,844	-0,773	-0,352	0,527	-0,281

Příčný vír



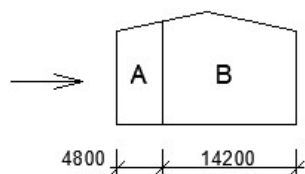
$$d = 19 \text{ m}$$

$$b = 63 \text{ m}$$

$$e = \min(b; 2h) = \min(63\text{m}; 24\text{m}) = 24 \text{ m}$$

$$e > d$$

$$h/d = 0,63$$



Podélný vítr

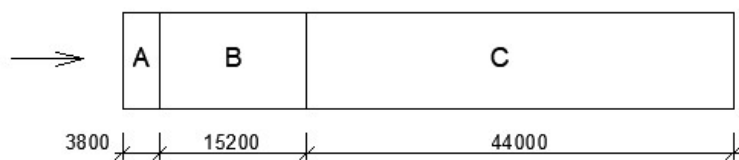


$$d = 63 \text{ m}$$

$$b = 19 \text{ m}$$

$$e = \min(b; 2h) = \min(19\text{m}; 24\text{m}) = 19 \text{ m}$$

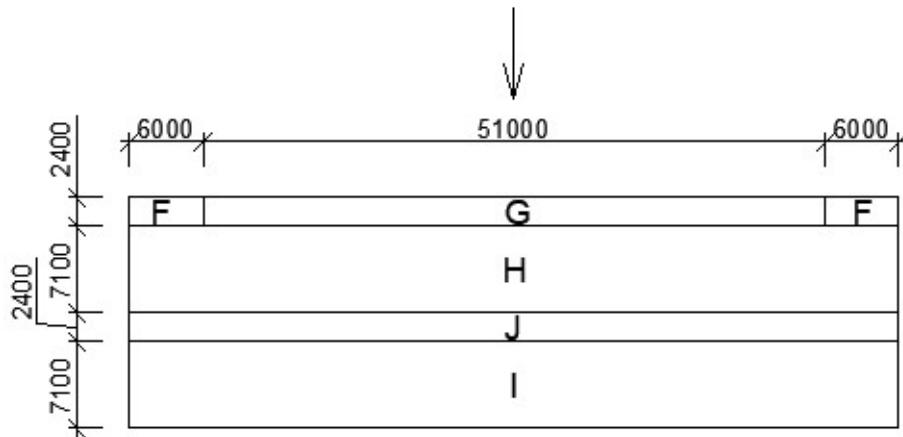
$$e < d$$



STŘECHA

Příčný vítr

Oblast	F	G	H	I	J
$c_{pe,10}$	-1,14/+0,14	-0,92/+0,14	-0,39/+0,14	-0,46	-0,88
w_e [kN/m ²]	-0,802/+0,098	-0,647/+0,098	-0,274/+0,098	-0,323	-0,619

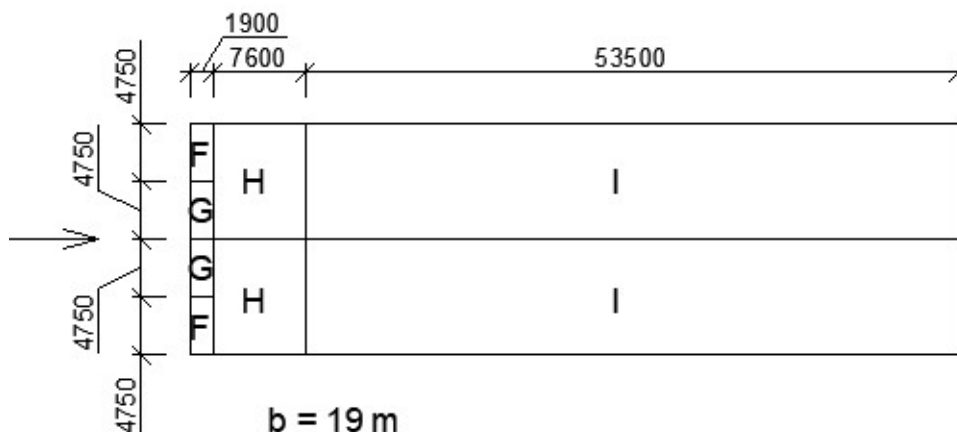


$$b = 63 \text{ m}$$

$$e = \min(b; 2h) = \min(63\text{m}; 24\text{m}) = 24 \text{ m}$$

Podélný vítr

Oblast	F	G	H	I
$c_{pe,10}$	-1,39	-1,3	-0,63	-0,5
w_e [kN/m ²]	-0,977	-0,914	-0,443	-0,352



$$b = 19 \text{ m}$$

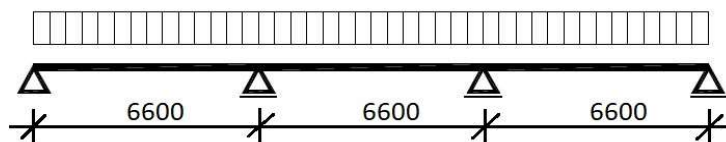
$$e = \min(b; 2h) = \min(19\text{m}; 24\text{m}) = 19 \text{ m}$$

NÁVRH STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ

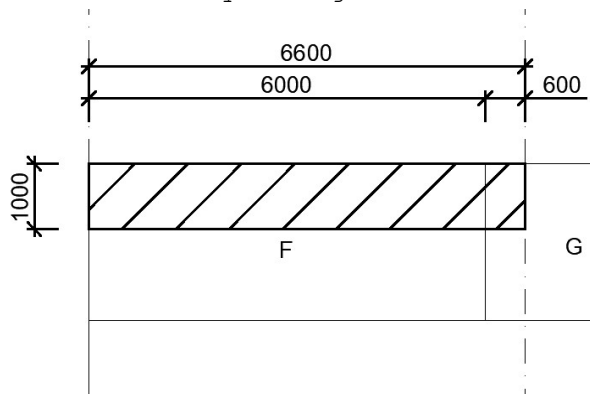
VARIANTA 1: BEZVAZNICOVÝ SYSTÉM - TRAPÉZOVÝ PLECH

Statické schéma - spojitý nosník o 3 polích

- dosažení spojitosti pomocí přesahů trapézového plechu ve spojích a dostatečného spojení navazujících plechů



sání větru - výběr nejvíce zatíženého 1 m širokého pásu - příčný vítr



$$q_{v, \text{příč}, F} := -0,802 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{v, \text{příč}, G} := -0,647 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

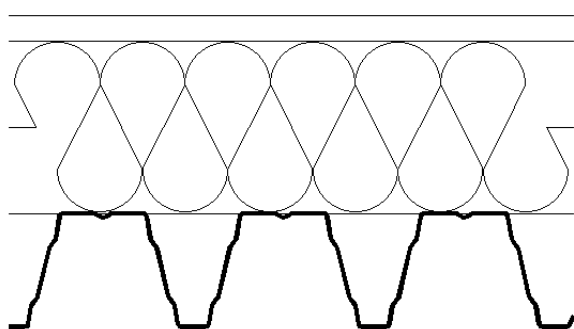
$$l_{\text{pod}, F} := 6 \text{ m}$$

$$l_{\text{pod}, G} := 0,6 \text{ m}$$

$$q_{v, \text{sání}, I} := \frac{q_{v, \text{příč}, F} l_{\text{pod}, F} + q_{v, \text{příč}, G} l_{\text{pod}, G}}{l_{\text{pod}, F} + l_{\text{pod}, G}} = -0,7879 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{v, \text{tlak}} := 0,098 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_s := 0,768 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



trapezový plech TR 35/207 0,75 mm
tloušťka vrstvy: 35 mm

2x minerální izolace Isover
UNIROLL PROFI 120 mm
tloušťka vrstvy: 240 mm

trapezový plech TR 160/250 0,75 mm
tloušťka vrstvy: 160 mm

nosný trapézový plech

$$g_{tr} := 0,12 \frac{kN}{m^2}$$

tepelná izolace

$$g_{izo} := 0,0504 \frac{kN}{m^2}$$

trapézového plechu - střešní krytina

$$g_{tr,kr} := 0,0716 \frac{kN}{m^2}$$

celkem stálé zatížení

$$g_{stálé} := g_{tr} + g_{izo} + g_{tr,kr} = 0,242 \frac{kN}{m^2}$$

minimální stálé zatížení

$$g_{min, stálé} := g_{tr} = 0,12 \frac{kN}{m^2}$$

KOMBINACE

dílčí součinitel - stálé zatížení - nepříznivé působení

$$\gamma_G := 1,35$$

dílčí součinitel - stálé zatížení - příznivé působení

$$\gamma_{G,p} := 1,0$$

dílčí součinitel - proměnné zatížení

$$\gamma_Q := 1,5$$

kombinační součinitel

$$\psi_0 := 0,6$$

KOMBINACE 1

$$f_1 := \gamma_G \cdot g_{stálé} + \gamma_Q \cdot q_s + \psi_0 \cdot \gamma_Q \cdot q_{v, tlak} = 1,5669 \frac{kN}{m^2}$$

KOMBINACE 2

$$f_2 := \gamma_{G,p} \cdot g_{min, stálé} + \gamma_Q \cdot q_{v, sání, 1} = -1,0619 \frac{kN}{m^2}$$

KOMBINACE 3

$$f_3 := g_{stálé} + q_s + \psi_0 \cdot q_{v, tlak} = 1,0688 \frac{kN}{m^2}$$

při MSÚ rozhoduje kombinace 1, při posouzení MSP použijí kombinaci 3

MSÚ

Návrhová hodnota únosnosti trapézového plechu

$$f_{TR, Rd} := 2,37 \frac{kN}{m^2} \quad \text{viz. PŘÍLOHA A}$$

$$f_{TR, Rd} = 2,37 \frac{kN}{m^2} > f_1 = 1,5669 \frac{kN}{m^2} \quad \text{VYHOVUJE}$$

MSP

Charakteristická hodnota únosnosti pro pružnou deformaci L/200

$$f_{TR,Rk} := 2,27 \frac{kN}{m^2} \quad \text{viz. PŘÍLOHA A}$$

$$f_{TR,Rk} = 2,27 \frac{kN}{m^2} > f_3 = 1,0688 \frac{kN}{m^2} \quad \text{VYHOVUJE}$$

VARIANTA 2: SENDVIČOVÝ PANEL + TENKOSTĚNNÉ VAZNICE

SENDVIČOVÝ PANEL

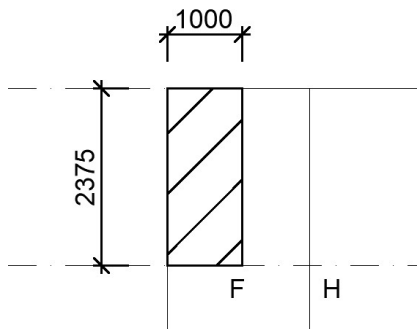
Spojité nosník o 3 a více polích

Rozpon: 2,375 m

střešní izolační panel Kingspan KS1000 RW tl. 100 mm

$$g_{\text{panel}} := 0,128 \frac{kN}{m^2}$$

sání větru - výběr nejvíce zatíženého 1 m širokého pásu - podélný vítr



$$q_{v,\text{pod},F} = -0,977 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{v,\text{sání},2} = -q_{v,\text{pod},F} = 0,977 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_s = 0,768 \frac{kN}{m^2}$$

Charakteristická hodnota únosnosti - zatížení sněhem

$$f_{\text{pan,sníh},Rk} := 1,59 \frac{kN}{m^2} \quad \text{viz. PŘÍLOHA B}$$

Charakteristická hodnota únosnosti - zatížení větrem - sání

$$f_{\text{pan,v,sání},Rk} := 1,83 \frac{kN}{m^2} \quad \text{viz. PŘÍLOHA B}$$

$$f_{\text{pan,sníh},Rk} = 1,59 \frac{kN}{m^2} > q_s = 0,768 \frac{kN}{m^2} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$f_{\text{pan,v,sání},Rk} = 1,83 \frac{kN}{m^2} > q_{v,\text{sání},2} = 0,977 \frac{kN}{m^2} \quad \text{VYHOVUJE}$$

NÁVRH TENKOSTĚNNÉ VAZNICE

tenkostěnná vaznice Z 210/2,5

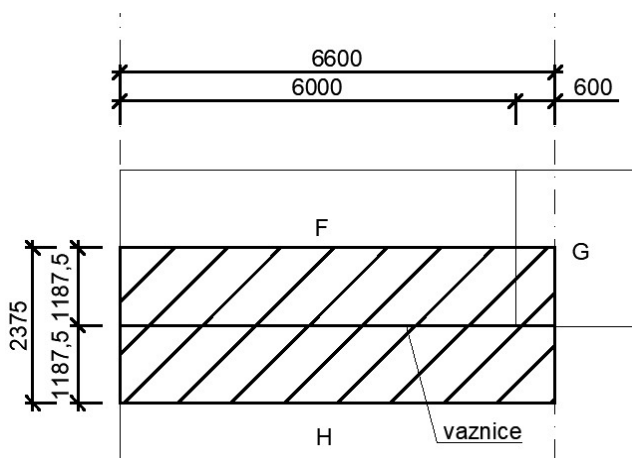
$$g_{\text{vaz}} := 0,0728 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

spojitý nosník o 5 a více polích

- dosažení spojitosti pomocí přesahů vaznic ve spojích dostatečného spojení navazujících vaznic

sání větru - výběr nejvíce zatíženého 1 m širokého pásu

Příčný vítr



$$q_{v,\text{příč},F} = -0,802 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$A_{\text{příč},F} = 7,275 \text{m}^2$$

$$q_{v,\text{příč},G} = -0,647 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

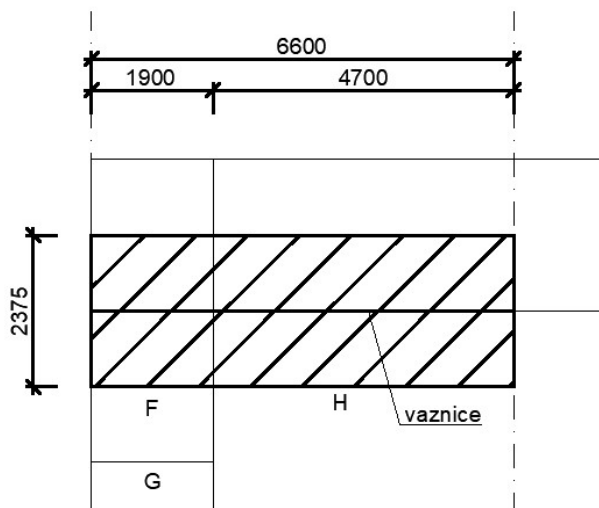
$$A_{\text{příč},G} = 0,7275 \text{m}^2$$

$$q_{v,\text{příč},H} = -0,274 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$A_{\text{příč},H} = 7,6725 \text{m}^2$$

$$q_{v,\text{příč}} = \frac{q_{v,\text{příč},F} \cdot A_{\text{příč},F} + q_{v,\text{příč},G} \cdot A_{\text{příč},G} + q_{v,\text{příč},H} \cdot A_{\text{příč},H}}{A_{\text{příč},F} + A_{\text{příč},G} + A_{\text{příč},H}} = -0,5364 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Podélný vítr



$$q_{v,\text{pod},F} = -0,977 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$l_{\text{pod},F,1} = 1,9 \text{m}$$

$$q_{v,\text{pod},H} = -0,443 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$l_{\text{pod},H,1} = 4,7 \text{m}$$

$$q_{v,\text{pod}} = \frac{q_{v,\text{pod},F} \cdot l_{\text{pod},F,1} + q_{v,\text{pod},H} \cdot l_{\text{pod},H,1}}{l_{\text{pod},F,1} + l_{\text{pod},H,1}} = -0,5967 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{v, \text{pod}} = -0,5967 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} > q_{v, \text{příč}} = -0,5364 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{v, \text{sání}, 3} = q_{v, \text{pod}} = -0,5967 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\begin{array}{ll} \text{zatěžovací šířka vaznice} & \text{délka vaznice (1 pole)} \\ b_{\text{zat, vaz}} = 2,375 \text{ m} & l_{\text{vaz}} = 6,6 \text{ m} \end{array}$$

$$q_{v, \text{sání}, \text{lin}} = q_{v, \text{sání}, 3} \cdot b_{\text{zat, vaz}} = -1,4172 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{v, \text{tlak}, \text{lin}} = q_{v, \text{tlak}} \cdot b_{\text{zat, vaz}} = 0,2328 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{s, \text{lin}} = q_s \cdot b_{\text{zat, vaz}} = 1,824 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{\text{stálé}, \text{lin}} = g_{\text{panel}} \cdot b_{\text{zat, vaz}} + g_{\text{vaz}} = 0,3768 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

KOMBINACE

dílčí součinitel - stálé zatížení - nepříznivé působení

$$\gamma_G = 1,35$$

dílčí součinitel - stálé zatížení - příznivé působení

$$\gamma_{G,p} = 1,0$$

dílčí součinitel - proměnné zatížení

$$\gamma_Q = 1,5$$

kombinační součinitel

$$\psi_0 = 0,6$$

KOMBINACE 4

$$f_4 = \gamma_G \cdot g_{\text{stálé}, \text{lin}} + \gamma_Q \cdot q_{s, \text{lin}} + \psi_0 \cdot \gamma_Q \cdot q_{v, \text{tlak}, \text{lin}} = 3,4542 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

KOMBINACE 5

$$f_5 = \gamma_{G,p} \cdot g_{\text{stálé}, \text{lin}} + \gamma_Q \cdot q_{v, \text{sání}, \text{lin}} = -1,749 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

KOMBINACE 6

$$f_6 = g_{\text{stálé}, \text{lin}} + q_{s, \text{lin}} + \psi_0 \cdot q_{v, \text{tlak}, \text{lin}} = 2,3404 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

MSÚ

Návrhová hodnota únosnosti vaznice - tlak

$$f_{\text{vaz, tlak}, \text{Rd}} = 3,57 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{viz. PŘÍLOHA C}$$

Návrhová hodnota únosnosti vaznice - sání

$$f_{\text{vaz, sání}, \text{Rd}} = 2,66 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{viz. PŘÍLOHA C}$$

$$f_{\text{vaz, tlak, Rd}} = 3,57 \frac{\text{kN}}{\text{m}} > f_4 = 3,4542 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$f_{\text{vaz, sání, Rd}} = 2,66 \frac{\text{kN}}{\text{m}} > f_{5, kl} = -f_5 = 1,749 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{VYHOVUJE}$$

MSP

Charakteristická hodnota únosnosti pro pružnou deformaci L/200

$$f_{\text{vaz, pr, Rk}} = 2,80 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$f_{\text{vaz, pr, Rk}} = 2,80 \frac{\text{kN}}{\text{m}} > f_6 = 2,3404 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{VYHOVUJE}$$

ZÁVĚR: Volím variantu sendvičových panelů s tenkostěnnými vaznicemi. Skladba bude mít delší životnost, další výhodou je konečný vzhled.

NÁVRH OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ

SENDVIČOVÉ PANELE SVISLE PNUTÉ MEZI TENKOSTĚNNÝMI C-PROFILY

Stěnový panel KS1000 AWP tl. 100 mm	$g_{\text{pan, stěn}} = 0,1277 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
-------------------------------------	--

- svislé zatížení přeneseno panely, uvažováno pouze vodorovné zatížení od větru
- vnitřní plášť - OSB desky (formát 625 x 2500 mm)

spojitý nosník o 3 polích

Rozpon panelu

$$l_{\text{pan}} = 625 \text{ mm}$$

$$q_{\text{v, sání, 4}} = -0,844 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\text{v, tlak, 4}} = 0,527 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Maximální rozpon pro tlak

$$L_{\text{max, tlak}} = 6,97 \text{ m} \quad \text{viz. PŘÍLOHA D}$$

$$L_{\text{max, tlak}} = 6,97 \text{ m} > l_{\text{pan}} = 0,625 \text{ m} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Maximální rozpon pro sání

$$L_{\max, \text{sání}} := 2,83 \text{ m} \quad \text{viz. PŘÍLOHA D}$$

$$L_{\max, \text{sání}} := 2,83 \text{ m} > l_{\text{pan}} = 0,625 \text{ m} \text{ VYHOVUJE}$$

$$\boxed{\text{Tenkostěnný profil C 180/2}} \quad g_C := 0,0526 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Prostý nosník

$$\text{Rozpon } l_C := 6,6 \text{ m}$$

$$\text{Zatěžovací šířka } b_{\text{zat}, C} := l_{\text{pan}} = 0,625 \text{ m}$$

Sání větru - nejvíce zatížený profil

$$q_{v, A} := 0,844 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad l_A := 3,8 \text{ m}$$

$$q_{v, B} := 0,773 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad l_B := 2,8 \text{ m}$$

$$q_{v, \text{sání}, 5} := \frac{q_{v, A} \cdot l_A + q_{v, B} \cdot l_B}{l_A + l_B} = 0,8139 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{v, \text{tlak}, 5} := 0,527 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{v, \text{sání}, \text{lin}, 5} := q_{v, \text{sání}, 5} \cdot b_{\text{zat}, C} = 0,5087 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{v, \text{tlak}, \text{lin}, 5} := q_{v, \text{tlak}, 5} \cdot b_{\text{zat}, C} = 0,3294 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Návrhové hodnoty

dílčí součinitel - proměnné zatížení

$$\gamma_Q := 1,5$$

$$f_7 := q_{v, \text{sání}, \text{lin}, 5} \cdot \gamma_Q = 0,763 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$f_8 := q_{v, \text{tlak}, \text{lin}, 5} \cdot \gamma_Q = 0,4941 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

MSÚ

Návrhová hodnota únosnosti - tlak

$$f_{C, \text{tlak}, R_d} := 1,99 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{viz. PŘÍLOHA E}$$

Návrhová hodnota únosnosti vaznice - sání

$$f_{C, \text{sání}, R_d} := 1,01 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{viz. PŘÍLOHA E}$$

$$f_{C, \text{tlak}, R_d} := 1,99 \frac{\text{kN}}{\text{m}} > f_8 = 0,4941 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$f_{C,sání,Rd} = 1,01 \frac{kN}{m} > f_7 = 0,763 \frac{kN}{m} \quad \text{VYHOVUJE}$$

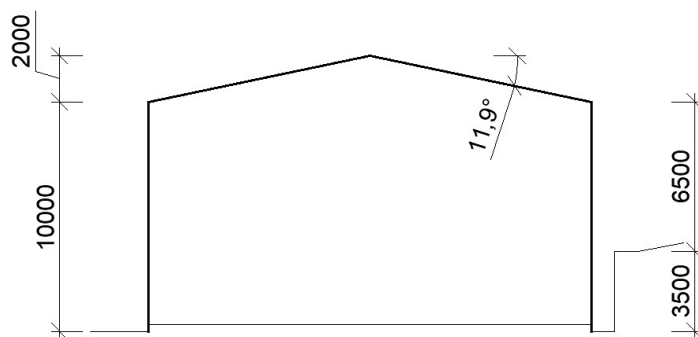
MSP

Charakteristická hodnota únosnosti pro pružnou deformaci L/200

$$f_{C,pr,Rk} = 0,81 \frac{kN}{m} > q_{v,sání,lin,5} = 0,5087 \frac{kN}{m} \quad \text{VYHOVUJE}$$

PŘÍČNÁ VAZBA

SCHÉMA



ZATÍŽENÍ

- výběr nejvíce zatížené příčné vazby - vazba na ose 2

ZATĚŽOVACÍ STAVY

- ZS1 - Stálé
- ZS2 - Sníh
- ZS3 - Vítr příčný
- ZS4 - Vítr podélný

VÍTR - HODNOTY PLOŠNÉHO ZATÍŽENÍ

Stěny

$$q_A := 0,844 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_B := 0,773 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_C := 0,352 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_D := 0,527 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_E := 0,281 \frac{kN}{m^2}$$

Střeška - podélný vítr

$$q_{pod,F} := 0,977 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{pod,G} := 0,914 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{pod,H} := 0,443 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{pod,I} := 0,352 \frac{kN}{m^2}$$

Střeška - příčný vítr

$$q_{př,F} := 0,802 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{př,G} := 0,647 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{př,H} := 0,274 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{př,I} := 0,323 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{př,J} := 0,619 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{př,k1} := 0,098 \frac{kN}{m^2}$$

ZS1 - Stálé

$$b_{zat,1} := 6,6 m$$

$$b_{zat,2} := 2,375 m$$

Vlastní tíha vaznice

$$g_{vaz} := 0,0728 \frac{kN}{m}$$

Vlastní tíha střešního panelu

$$g_{\text{panel}} := 0,128 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Síla do rámu

$$F_{\text{vt}} := g_{\text{vaz}} \cdot b_{\text{zat},1} + g_{\text{panel}} \cdot b_{\text{zat},1} \cdot b_{\text{zat},2} = 2,4869 \text{ kN}$$

Krajní síla do rámu

$$F_{\text{vt,kr}} := g_{\text{vaz}} \cdot b_{\text{zat},1} + g_{\text{panel}} \cdot b_{\text{zat},1} \cdot \frac{b_{\text{zat},2}}{2} = 1,4837 \text{ kN}$$

Vlastní tíha stěnového panelu

$$g_{\text{pan,stěn}} := 0,1277 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Vlastní tíha C-profilu

$$g_{\text{C}} := 0,0526 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Zatěžovací šířka C-profilu

$$b_{\text{zat,C}} := 0,625 \text{ m}$$

Liniové zatížení liniového pláště na sloupy

$$f_{\text{pl}} := g_{\text{pan,stěn}} \cdot b_{\text{zat},1} + g_{\text{C}} \cdot \frac{b_{\text{zat},1}}{b_{\text{zat,C}}} = 1,3983 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

ZS2 - Sníh

Plošné zatížení sněhem

$$q_{\text{s}} := 0,768 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

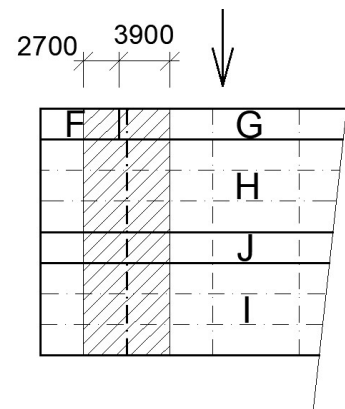
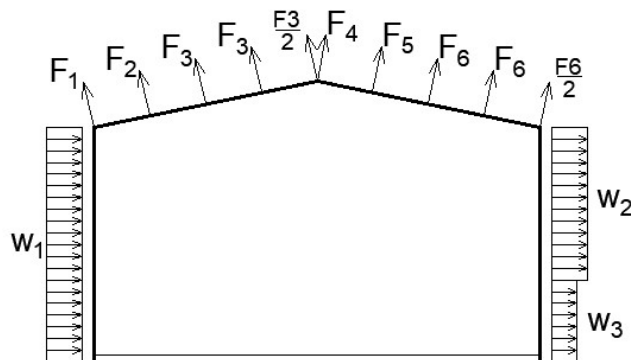
Síla do rámu

$$F_{\text{s}} := q_{\text{s}} \cdot b_{\text{zat},1} \cdot b_{\text{zat},2} = 12,0384 \text{ kN}$$

Krajní síla do rámu

$$F_{\text{s,kr}} := q_{\text{s}} \cdot b_{\text{zat},1} \cdot \frac{b_{\text{zat},2}}{2} = 6,0192 \text{ kN}$$

ZS3 - Příčný vítr



$$q_{F,G} := \frac{q_{př,F} \cdot 2,7 \text{ m} + q_{př,G} \cdot 3,9 \text{ m}}{2,7 \text{ m} + 3,9 \text{ m}} = 0,7104 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$F_1 := q_{F,G} \cdot b_{zat,1} \cdot \frac{b_{zat,2}}{2} = 5,5678 \text{ kN}$$

$$F_2 := \frac{q_{F,G} + q_{př,H}}{2} \cdot b_{zat,1} \cdot b_{zat,2} = 7,7153 \text{ kN}$$

$$F_3 := q_{př,H} \cdot b_{zat,1} \cdot b_{zat,2} = 4,295 \text{ kN}$$

$$F_4 := q_{př,J} \cdot b_{zat,1} \cdot \frac{b_{zat,2}}{2} = 4,8514 \text{ kN}$$

$$F_5 := \frac{q_{př,J} + q_{př,I}}{2} \cdot b_{zat,1} \cdot b_{zat,2} = 7,3829 \text{ kN}$$

$$F_6 := q_{př,I} \cdot b_{zat,1} \cdot b_{zat,2} = 5,063 \text{ kN}$$

Na severní stěně objektu uvažuji snížené zatížení od větru, stěna je zastíněna terénem ve vzdálenosti 1 m od stěny do výšky 3,5 m. Ke snížení zatížení použiji součinitel zastínění ψ_s .

$$x := 1 \text{ m}$$

$$h := 3,5 \text{ m}$$

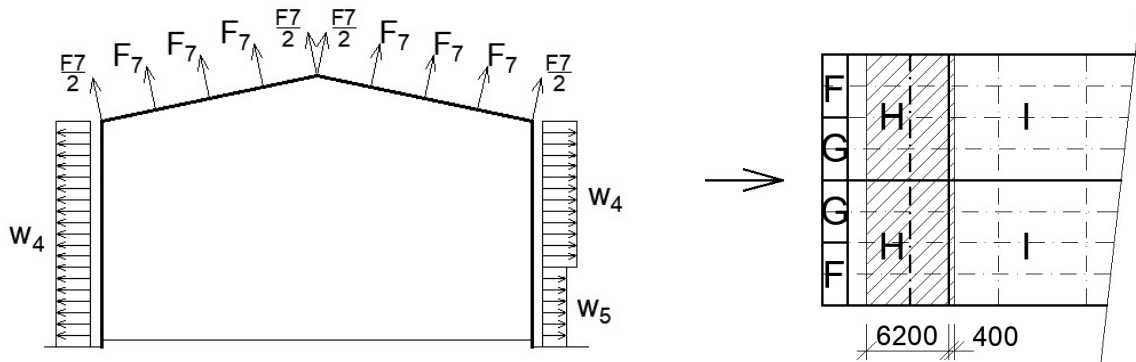
$$\frac{x}{h} = 0,2857 \rightarrow \psi_s := 0,3$$

$$w_1 := q_D \cdot b_{zat,1} = 3,4782 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$w_2 := q_E \cdot b_{zat,1} = 1,8546 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$w_3 := q_E \cdot b_{zat,1} \cdot \psi_s = 0,5564 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

ZS4 - Podélný vítr



$$q_{H,I} := \frac{q_{\text{pod,H}} \cdot 6,2 \text{ m} + q_{\text{pod,I}} \cdot 0,4 \text{ m}}{6,2 \text{ m} + 0,4 \text{ m}} = 0,4375 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$F_7 := q_{H,I} \cdot b_{\text{zat},1} \cdot b_{\text{zat},2} = 6,8576 \text{ kN}$$

$$q_{A,B} := \frac{q_A \cdot 0,5 \text{ m} + q_B \cdot 6,1 \text{ m}}{0,5 \text{ m} + 6,1 \text{ m}} = 0,7784 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_4 := q_{A,B} \cdot b_{\text{zat},1} = 5,1373 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$w_5 := q_{A,B} \cdot b_{\text{zat},1} \cdot \psi_s = 1,5412 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

ZATĚŽOVACÍ STAVY

ZS1 - Stálé

ZS2 - Sníh

ZS3 - Vítr příčný

ZS4 - Vítr podélný

KOMBINACE ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ

MSÚ

KZS1 - γ_G * stálé + γ_Q * sníh

$$\gamma_G = 1,35; \quad \gamma_Q = 1,5$$

KZS2 - γ_G * stálé + γ_Q * sníh + ψ_0 * γ_Q * vítr příčný

$$\gamma_G = 1,35; \quad \gamma_Q = 1,5; \quad \psi_0 = 0,6$$

KZS3 - γ_G * stálé + ψ_0 * γ_Q * sníh + γ_Q * vítr příčný

$$\gamma_G = 1,35; \quad \gamma_Q = 1,5; \quad \psi_0 = 0,5$$

KZS4 - γ_G * min. stálé + γ_Q * vítr příčný

$$\gamma_G = 1,0; \quad \gamma_Q = 1,5$$

KZS5 - γ_G * min. stálé + γ_Q * vítr podélný

$$\gamma_G = 1,0; \quad \gamma_Q = 1,5$$

MSP

KZS6 - stálé + sníh

KZS7 - stálé + sníh + ψ_0 * vítr příčný $\psi_0 = 0,6$

KZS8 - stálé + ψ_0 * sníh + vítr příčný $\psi_0 = 0,5$

KZS9 - min. stálé + vítr příčný

KZS10 - min. stálé + vítr podélný

LIMITNÍ HODNOTY PRŮHYBŮ RÁMU

Délka příčle

$$L_{př} := 19 \text{ m}$$

Výška sloupu

$$h_{sl} := 10 \text{ m}$$

Limitní hodnota svislého průhybu příčle

$$\delta_{př, \max} := \frac{L_{př}}{250} = 76 \text{ mm}$$

Limitní hodnota vodorovného průhybu sloupu

$$\delta_{sl, \max} := \frac{h_{sl}}{150} = 66,6667 \text{ mm}$$

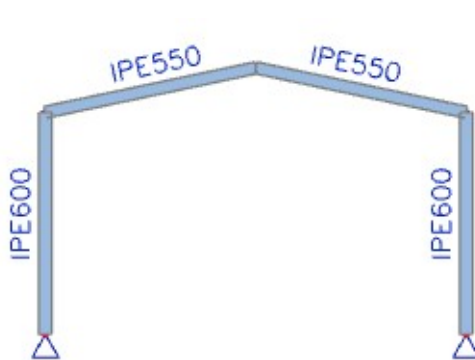
VARIANTY VNITŘNÍHO RÁMU

Zvolil jsem si čtyři varianty vnitřní rámové vazby. Na základě průběhu vnitřních sil, normálového napětí, deformace a celkové hmotnosti zvolím nejvhodnější variantu pro posouzení. Průběh normálového napětí slouží pouze jako orientační ukazatel využití průřezu.

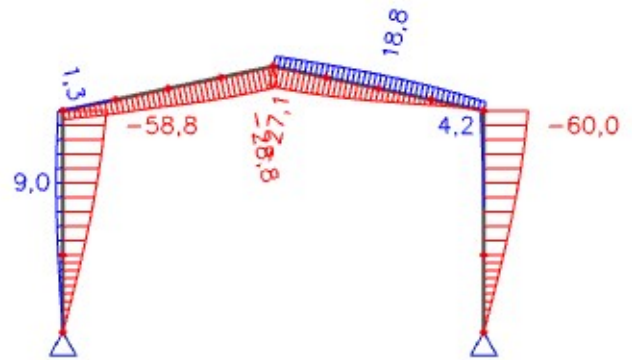
VARIANTA 1

$$m = 4495 \text{ kg}$$

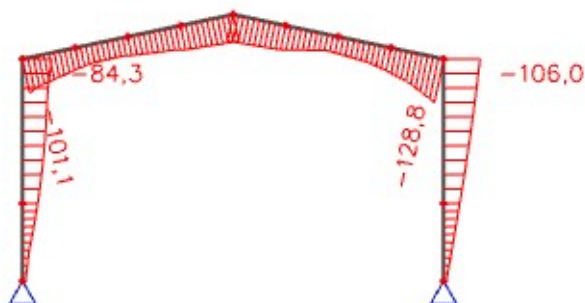
Výpočtový model



Deformace



Normálové napětí

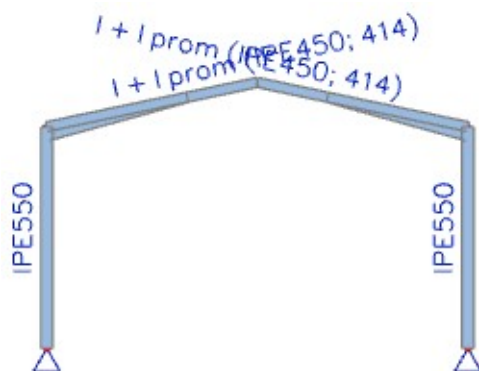


Jako variantu 1 volím dvoukloubový rám. V tomto případě je nejvíce omezující vodorovný posun.

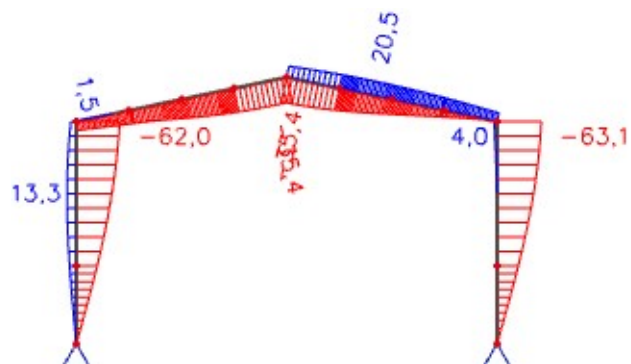
VARIANTA 2

m = 3867 kg

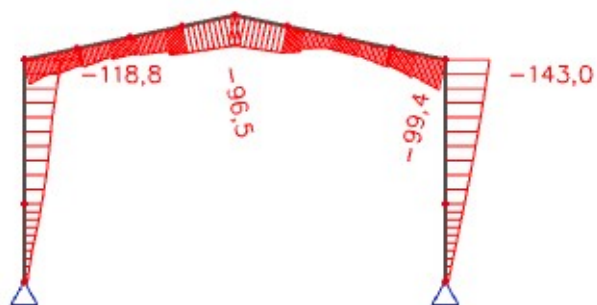
Výpočtový model



Deformace



Normálové napětí

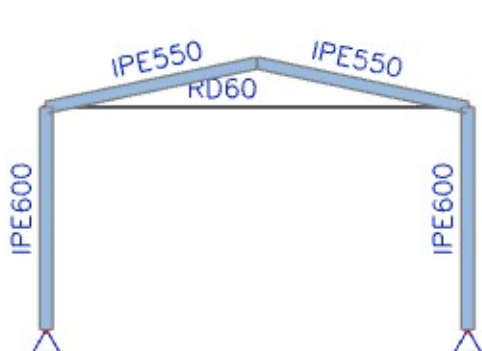


Jako variantu 2 jsem zvolil dvoukloubový rám s náběhy na příčli. Tím se výrazně ušetří na hmotnosti rámu.

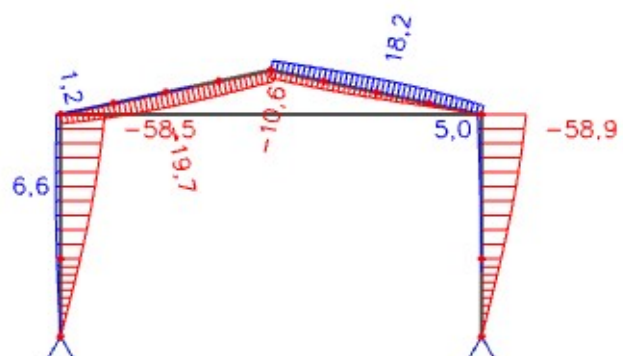
VARIANTA 3

m = 6182 kg

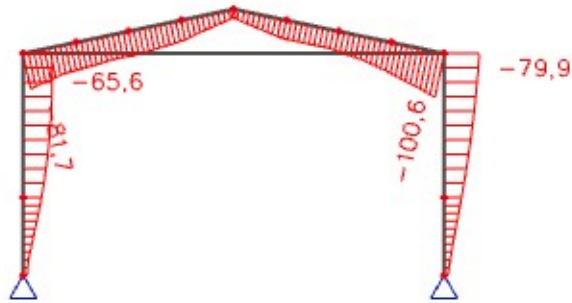
Výpočtový model



Deformace



Normálové napětí



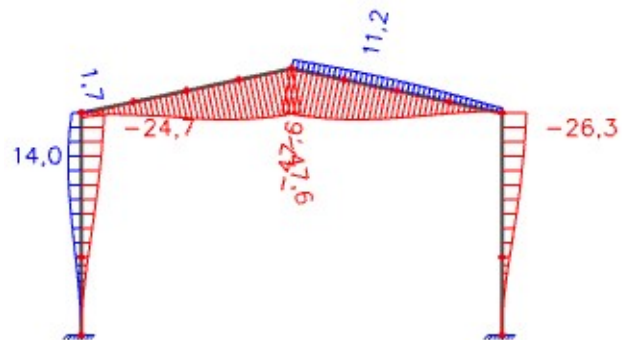
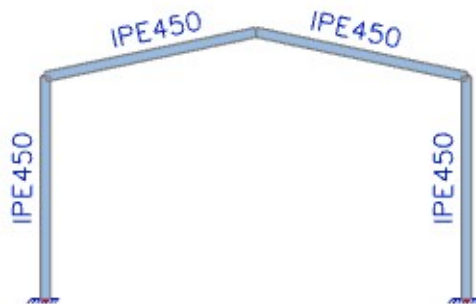
Varianta 3 se liší od varianty 1 pouze přidáním vodorovného táhla. Táhlo sníží především svislý průhyb příčle, vodorovný posun jen nepatrně.

VARIANTA 4

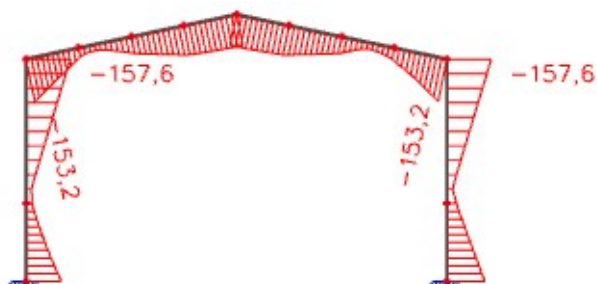
m = 3057 kg

Výpočtový model

Deformace



Normálové napětí

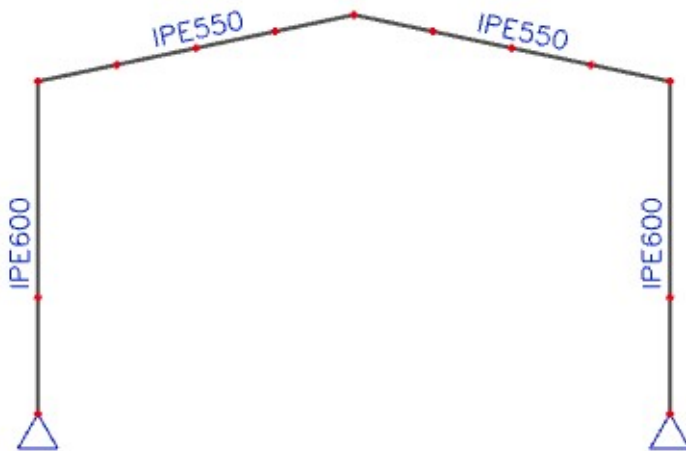


Variantu 4 tvoří rám s vetknutými sloupy. Díky vetknutým sloupům je zde výrazně nižší vodorovný posun než u předchozích variant.

VYHODNOCENÍ: Podle hmotnosti se jeví jako nejlepší varianta 4, ale konstrukce vetknuté patky je velmi náročná a nákladná, proto tuto variantu zavrhuji. Varianta 2 se z hlediska hmotnosti zdá také výhodná, ale je zde náročnější přidání náběhů. Proto volím variantu 1.

PORTÁLOVÝ RÁM - VNITŘNÍ VAZBA

Schéma konstrukce



Rámové imperfekce

Kombinace

$$\text{KZS2} - \gamma_G * \text{stálé} + \gamma_Q * \text{sníh} + \psi_0 * \gamma_Q * \text{vítr příčný}$$
$$\gamma_G = 1,35; \gamma_Q = 1,5; \psi_0 = 0,6$$

$$\text{KZS3} - \gamma_G * \text{stálé} + \psi_0 * \gamma_Q * \text{sníh} + \gamma_Q * \text{vítr příčný}$$
$$\gamma_G = 1,35; \gamma_Q = 1,5; \psi_0 = 0,5$$

Počet sloupů v jedné řadě

$$m = 2$$

Výška rámu

$$h = 10 \text{ m}$$

Součinitele zohledňující počet sloupů v jedné řadě a výšku rámu

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}} = 0,632 \quad \frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 1 \quad \rightarrow \quad \alpha_h := \frac{2}{3} = 0,6667$$

$$\alpha_m := \sqrt{0,5 \cdot \left(1 + \frac{1}{m}\right)} = 0,866$$

Úhel natočení sloupů

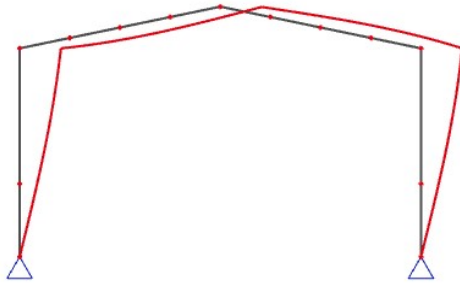
$$\Phi_0 := \frac{1}{200} = 0,005$$

$$\Phi := \Phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0,0029$$

Stanovení α_{cr} pomocí programu Scia Engineer

$$\alpha_{cr} := 23,36$$

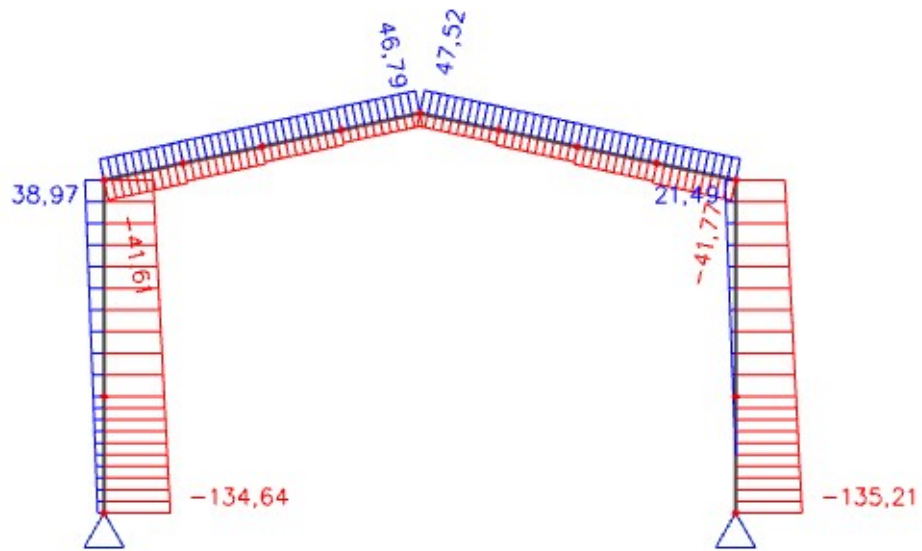
Deformovaná konstrukce



Nelineární výpočet vnitřních sil - teorie II. řádu

Obálka vnitřních sil z nelineárních kombinací

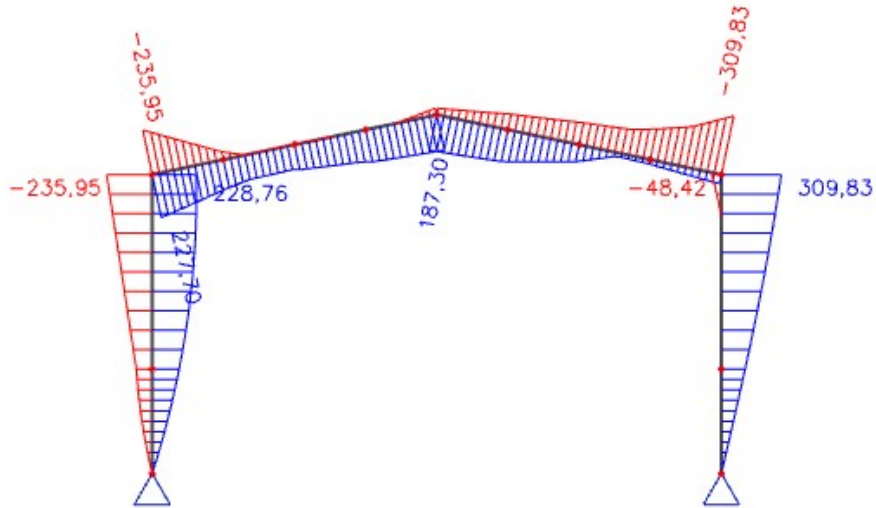
N [kN]



Vz [kN]



My [kNm]

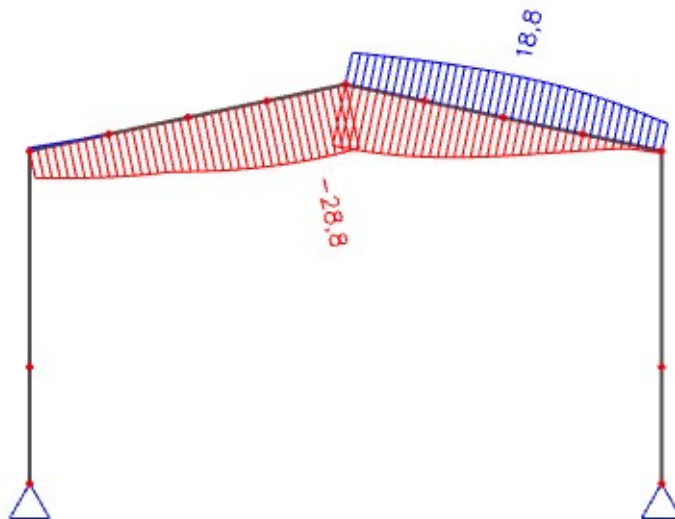


Posouzení mezního stavu použitelnosti

$$L_{př} := 19 \text{ m}$$

$$h_{sl} := 10 \text{ m}$$

Svislý průhyb u_z [mm]

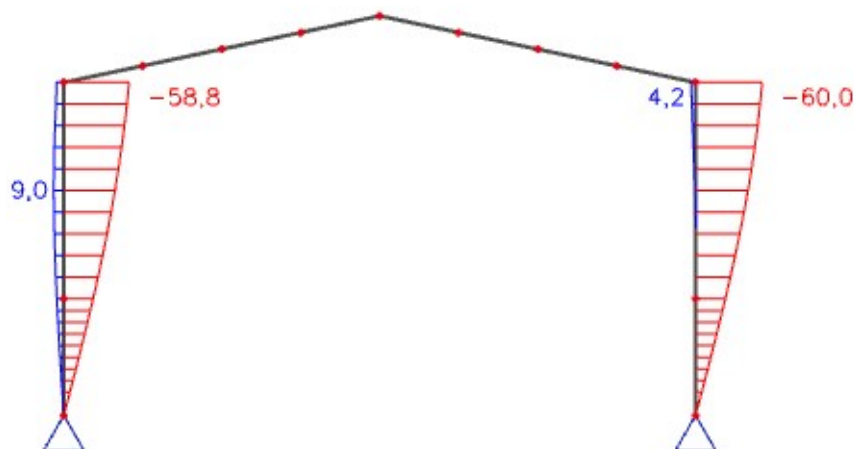


Limitní hodnota svislého průhybu příčle

$$\delta_{př, \text{lim}} := \frac{L_{př}}{250} = 76 \text{ mm}$$

$$\delta_{př} := 28,8 \text{ mm} < \delta_{př, \text{lim}} = 76 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Vodorovný posun u_z [mm]



Limitní hodnota vodorovného posunu sloupu

$$\delta_{sl,lim} := \frac{h_{sl}}{150} = 66,6667 \text{ mm}$$

$$\delta_{sl} := 60,0 \text{ mm} < \delta_{sl,lim} = 66,6667 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení sloupu

Průřez sloupu: IPE 600

$f_{yk} := 235 \text{ MPa}$	$b := 220 \text{ mm}$	$d := 514 \text{ mm}$	$I_t := 1654000 \text{ mm}^4$	$A := 15600 \text{ mm}^2$
$f_{yd} := 235 \text{ MPa}$	$h := 600 \text{ mm}$	$r := 24 \text{ mm}$	$I_w := 2846 \cdot 10^9 \text{ mm}^6$	$A_{v,z} := 8378 \text{ mm}^2$
$E := 210 \text{ GPa}$	$t_w := 12 \text{ mm}$	$i_y := 243 \text{ mm}$	$I_w := 3387 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$	$W_y := 3069 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
$G := 80 \text{ GPa}$	$t_f := 19 \text{ mm}$	$i_z := 46,6 \text{ mm}$		$W_{pl,y} := 3512 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$

Uvažované vnitřní síly

- kombinace NC2

$$N_{Ed} := 127,74 \text{ kN} \quad V_{Ed} := 35,98 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} := 309,83 \text{ kN m}$$

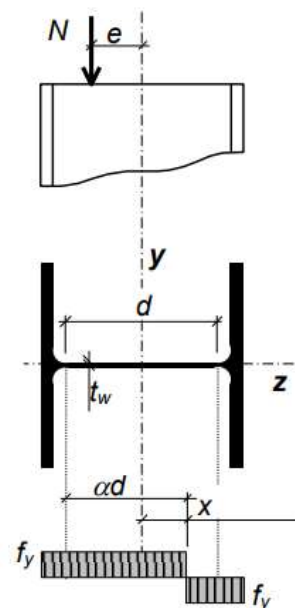
$$x := \frac{N_{Ed}}{t_w \cdot f_{yd}} = 45,2979 \text{ mm}$$

Součinitel vyjadřující velikost tlačené části stěny

$$\alpha := \frac{0,5 \cdot d + x}{d} = 0,5881$$

Podmínka pro stojinu 1. třídy průřezu

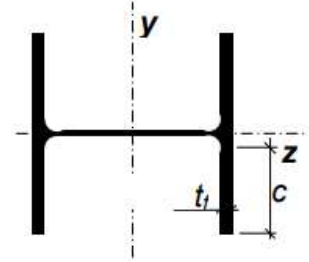
$$\varepsilon := 1 \quad \frac{d}{t_w} = 42,8333 < \frac{396 \cdot \varepsilon}{13 \cdot \alpha - 1} = 59,5877 \quad \text{VYHOVUJE}$$



Podmínka pro pásnici 1. třídy průřezu

$$c := \frac{b}{2} - \frac{t_w}{2} - r = 80 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{t_f} = 4,2105 < 9 \cdot \varepsilon = 9 \quad \text{VYHOVUJE}$$



Vzpěrné délky a součinitel vzpěrnosti

Štíhlosti sloupu

$$L_{cr,y} := 10 \text{ m}$$

$$L_{cr,z} := 3,4 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 41,1523$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 72,9614$$

Poměrné štíhlosti

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

$$\lambda_1 := 93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9$$

$$\lambda'_y := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0,4383$$

$$\lambda'_z := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0,777$$

Součinitel vzpěrnosti

$$\chi_y := 0,942 \quad \text{křivka „a“}$$

$$\chi_z := 0,737 \quad \text{křivka „b“}$$

Vliv klopení

$$L := h_{sl}$$

$$k_w := 1$$

$$k_z := 1$$

Parametr kroucení

$$k_{wt} := \frac{\pi}{k_w \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = 0,6677$$

$$C_{1,0} := 1,77$$

$$C_{1,1} := 1,85$$

$$C_1 := C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \cdot k_{wt} = 1,8234 < 1,85 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \cdot \left(\sqrt{1 + k_{wt}^2 + (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j)^2} - (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j) \right)$$

$$\zeta_g := 0 \quad \zeta_j := 0$$

$$\mu_{cr} := \frac{C_1}{k_z} \cdot \left(\sqrt{1 + k_{wt}^2} \right) = 2,1925$$

$$M_{cr} := \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t}}{L} = 668,2169 \text{ kNm}$$

$$\lambda'_{LT,0} := 0,4$$

$$\beta := 0,75$$

$$\alpha_{LT} := 0,34$$

$$\lambda'_{LT} := \sqrt{\frac{W_y \cdot f_{yd}}{M_{cr}}} = 1,0389$$

$$\Phi_{LT} := 0,5 \cdot \left(1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda'_{LT} - \lambda'_{LT,0}) + \beta \cdot \lambda'^2_{LT} \right) = 1,0134$$

$$\chi_{LT} := \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \cdot \lambda'^2_{LT}}} = 0,6758$$

$$\chi_{LT} = 0,6758 < 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\chi_{LT} = 0,6758 < \frac{1}{\lambda'_{LT}} = 0,9265 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení sloupu na kombinaci tlaku s ohybem

$$\psi := 0$$

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

$$C_{mLT} := 0,6 + \psi \cdot 0,4 = 0,6$$

Charakteristické hodnoty únosností v tlaku a ohybu jsou

$$N_{Rk} := A \cdot f_{yk} = 3,666 \text{ MN}$$

$$M_{y,Rk} := W_{pl,y} \cdot f_{yk} = 825,32 \text{ kNm}$$

$$\gamma_{M1} := 1,0$$

$$k_{yy} = \min \left(\begin{array}{l} C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,9079 \\ C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,9266 \end{array} \right)$$

$$k_{yy} := 0,9079$$

$$k_{zY} = \max \left(\begin{array}{l} 1 - \frac{0,1 \cdot \lambda' z}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} = 0,9895 \\ 1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} = 0,9865 \end{array} \right) \quad k_{zY} := 0,9895$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{Y_{M1}}} = 0,5413 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{Y_{M1}}} = 0,5969 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Podmínka únosnosti pro průřez

$$Y_{M0} := 1,0$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{N_{Rk}}{Y_{M0}}} + \frac{M_{Ed}}{\frac{M_{y,Rk}}{Y_{M0}}} = 0,4103 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Smyková únosnost

$$V_{p1,Rd} := \frac{A_{v,z} \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot Y_{M0}} = 1,1367 \text{ MN} > V_{Ed} = 35,98 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení příčle

Průřez příčle: IPE 600

$f_{yk} := 235 \text{ MPa}$	$b := 210 \text{ mm}$	$d := 467,6 \text{ mm}$	$I_t := 1232000 \text{ mm}^4$	$A := 13440 \text{ mm}^2$
$f_{yd} := 235 \text{ MPa}$	$h := 550 \text{ mm}$	$r := 24 \text{ mm}$	$I_w := 1884 \cdot 10^9 \text{ mm}^6$	$A_{v,z} := 7234 \text{ mm}^2$
$E := 210 \text{ GPa}$	$t_w := 11,1 \text{ mm}$	$i_y := 223 \text{ mm}$	$I_z := 2668 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$	$W_Y := 2441 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
$G := 80 \text{ GPa}$	$t_f := 17,2 \text{ mm}$	$i_z := 44,5 \text{ mm}$		$W_{pl,y} := 2787 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$

Uvažované vnitřní síly

- kombinace NC2

$$N_{Ed} := 39,4 \text{ kN} \quad V_{Ed} := 77,45 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} := 309,83 \text{ kN m}$$

$$x := \frac{N_{Ed}}{t_w \cdot f_{yd}} = 15,1045 \text{ mm}$$

Součinitel vyjadřující velikost tlačené části stěny

$$\alpha := \frac{0,5 \cdot d + x}{d} = 0,5323$$

Podmínka pro stojinu 1. třídy průřezu

$\varepsilon := 1$

$$\frac{d}{t_w} = 42,1261 < \frac{396 \cdot \varepsilon}{13 \cdot \alpha - 1} = 66,8927 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Podmínka pro pásnici 1. třídy průřezu

$$c := \frac{b}{2} - \frac{t_w}{2} - r = 75,45 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{t_f} = 4,3866 < 9 \cdot \varepsilon = 9 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Vzpěrné délky a součinitel vzpěrnosti

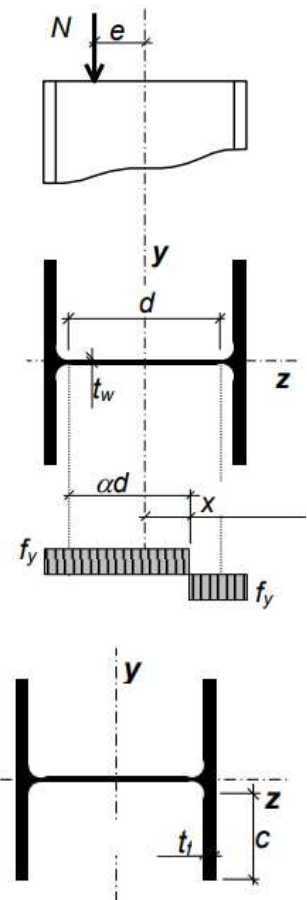
Štíhlosti příčle

$$L_{cr,y} := 19 \text{ m}$$

$$L_{cr,z} := 4,85 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 85,2018$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 108,9888$$



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

Poměrné štíhlosti

$$\lambda_1 := 93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9$$

$$\lambda'_y := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0,9074$$

$$\lambda'_z := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 1,1607$$

Součinitel vzpěrnosti

$$\chi_y := 0,727 \quad \text{křivka „a“}$$

$$\chi_z := 0,500 \quad \text{křivka „b“}$$

Vliv klopení

- pro výpočet kritického momentu bude použit software LTBeam
(výpočet viz příloha F)

$$M_{cr} := 1000,6 \text{ kNm}$$

$$\lambda'_{LT,0} := 0,4$$

$$\beta := 0,75$$

$$\alpha_{LT} := 0,34$$

$$\lambda'_{LT} := \sqrt{\frac{W_y \cdot f_{yd}}{M_{cr}}} = 0,7572$$

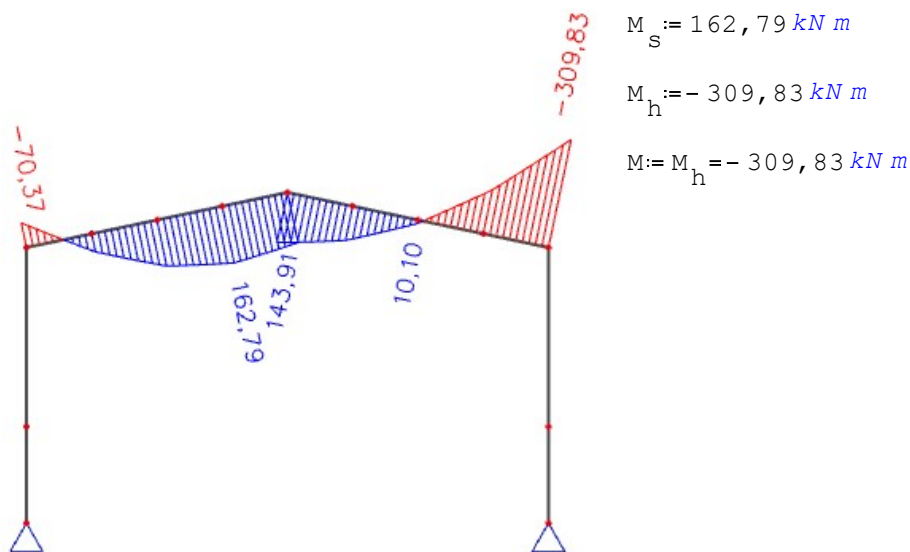
$$\Phi_{LT} := 0,5 \cdot \left(1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda'_{LT} - \lambda'_{LT,0}) + \beta \cdot \lambda'^2_{LT} \right) = 0,7757$$

$$\chi_{LT} := \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \cdot \lambda'^2_{LT}}} = 0,8403$$

$$\chi_{LT} = 0,8403 < 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\chi_{LT} = 0,8403 < \frac{1}{\lambda'_{LT}} = 1,7443 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení příčle na kombinaci tlaku s ohybem



$$M_s := 162,79 \text{ kN m}$$

$$M_h := -309,83 \text{ kN m}$$

$$M := M_h = -309,83 \text{ kN m}$$

$$\alpha_s := \frac{M_s}{M_h} = -0,5254$$

$$\psi M_h := -70,37 \text{ kN m}$$

$$\psi := \frac{\psi M_h}{M_h} = 0,2271$$

$$C_{my} := 0,1 - 0,8 \cdot \alpha_s = 0,5203 \geq 0,4 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\psi M := 10,10 \text{ kN m}$$

$$\psi := \frac{\psi M}{M} = -0,0326$$

$$C_{mLT} := 0,6 + \psi \cdot 0,4 = 0,587 \geq 0,4 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Charakteristické hodnoty únosností v tlaku a ohybu

$$N_{Rk} := A \cdot f_{yk} = 3,1584 \text{ MN}$$

$$M_{y,Rk} := W_{pl,y} \cdot f_{yk} = 654,945 \text{ kN m}$$

$$\gamma_{M1} := 1,0$$

$$k_{yy} = \min \left(\begin{array}{l} C_{my} \cdot \left(1 + \left(\lambda_y - 0,2 \right) \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} \right) \cdot \frac{1}{\chi_y \cdot \gamma_{M1}} = 0,5266 \\ C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} \right) \cdot \frac{1}{\chi_y \cdot \gamma_{M1}} = 0,5275 \end{array} \right)$$

$$k_{yy} := 0,4254$$

$$k_{zy} = \max \left(\begin{array}{l} 1 - \frac{0,1 \cdot \lambda' z}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} = 0,9914 \\ 1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} = 0,9926 \end{array} \right) \quad k_{zy} := 0,9926$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{Y_{M1}}} = 0,2567 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{Y_{M1}}} = 0,5838 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Podmínka únosnosti pro průřez

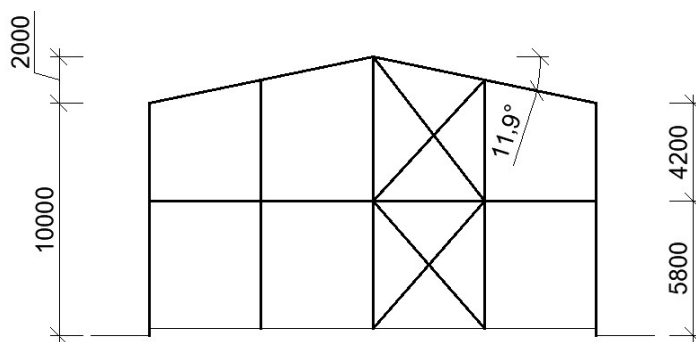
$$Y_{M0} := 1,0 \quad \frac{N_{Ed}}{\frac{N_{Rk}}{Y_{M0}}} + \frac{M_{Ed}}{\frac{M_{y,Rk}}{Y_{M0}}} = 0,4855 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Smyková únosnost

$$V_{p1,Rd} := \frac{A_{v,z} \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot Y_{M0}} = 0,9815 \text{ MN} > V_{Ed} = 77,45 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

ŠTÍTOVÁ VAZBA

SCHEMA



ZATÍŽENÍ

ZATĚŽOVACÍ STAVY

ZS1 - Stálé

ZS2 - Sníh

ZS3 - Vítr příčný

ZS4 - Vítr podélný

VÍTR - HODNOTY PLOŠNÉHO ZATÍŽENÍ

Stěny

$$q_A := 0,844 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_B := 0,773 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_C := 0,352 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_D := 0,527 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_E := 0,281 \frac{kN}{m^2}$$

Střecha - podélný vítr

$$q_{pod,F} := 0,977 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{pod,G} := 0,914 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{pod,H} := 0,443 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{pod,I} := 0,352 \frac{kN}{m^2}$$

Střecha - příčný vítr

$$q_{př,F} := 0,802 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{př,G} := 0,647 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{př,H} := 0,274 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{př,I} := 0,323 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{př,J} := 0,619 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{př,kl} := 0,098 \frac{kN}{m^2}$$

ZS1 - Stálé

$$b_{zat,1} := 3,3 \text{ m}$$

$$b_{zat,2} := 2,375 \text{ m}$$

$$b_{zat,3} := 4,75 \text{ m}$$

Vlastní tíha vaznice

$$g_{vaz} := 0,0728 \frac{kN}{m}$$

Vlastní tíha střešního panelu

$$g_{\text{panel}} := 0,128 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Síla do rámu

$$F_{\text{vt}} := g_{\text{vaz}} \cdot b_{\text{zat},1} + g_{\text{panel}} \cdot b_{\text{zat},1} \cdot b_{\text{zat},2} = 1,2434 \text{ kN}$$

Krajní síla do rámu

$$F_{\text{vt,kr}} := g_{\text{vaz}} \cdot b_{\text{zat},1} + g_{\text{panel}} \cdot b_{\text{zat},1} \cdot \frac{b_{\text{zat},2}}{2} = 0,7418 \text{ kN}$$

Vlastní tíha stěnového panelu

$$g_{\text{pan,stěn}} := 0,1277 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Vlastní tíha C-profilu

$$g_{\text{C}} := 0,0526 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Zatěžovací šířka C-profilu

$$b_{\text{zat,C}} := 0,625 \text{ m}$$

Liniové zatížení liniového pláště na sloupy

$$f_{\text{pl}} := g_{\text{pan,stěn}} \cdot \left(b_{\text{zat},1} + \frac{b_{\text{zat},3}}{2} \right) + g_{\text{C}} \cdot \frac{\left(b_{\text{zat},1} + \frac{b_{\text{zat},3}}{2} \right)}{b_{\text{zat,C}}} = 1,2023 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Liniové zatížení liniového pláště na sloupy - štítová stěna

$$f_{\text{pl,št}} := g_{\text{pan,stěn}} \cdot b_{\text{zat},3} + g_{\text{C}} \cdot \frac{b_{\text{zat},3}}{b_{\text{zat,C}}} = 1,0063 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

ZS2 - Sníh

Plošné zatížení sněhem

$$q_{\text{s}} := 0,768 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

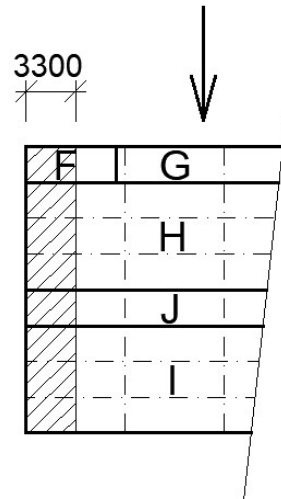
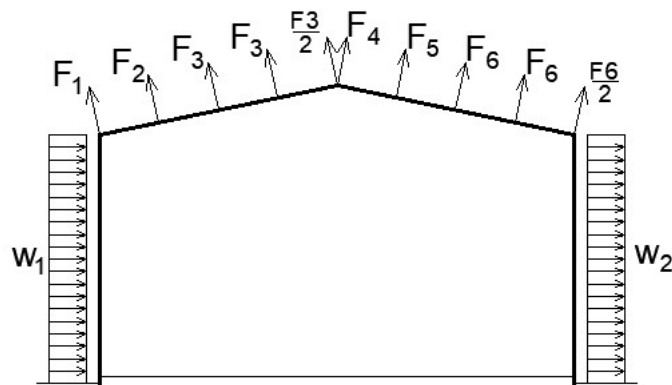
Síla do rámu

$$F_{\text{s}} := q_{\text{s}} \cdot b_{\text{zat},1} \cdot b_{\text{zat},2} = 6,0192 \text{ kN}$$

Krajní síla do rámu

$$F_{\text{s,kr}} := q_{\text{s}} \cdot b_{\text{zat},1} \cdot \frac{b_{\text{zat},2}}{2} = 3,0096 \text{ kN}$$

ZS3 - Příčný vítr



$$F_1 := q_{př, F} \cdot b_{zat, 1} \cdot \frac{b_{zat, 2}}{2} = 3,1428 \text{ kN}$$

$$F_2 := \frac{q_{př, F} + q_{př, H}}{2} \cdot b_{zat, 1} \cdot b_{zat, 2} = 4,2166 \text{ kN}$$

$$F_3 := q_{př, H} \cdot b_{zat, 1} \cdot b_{zat, 2} = 2,1475 \text{ kN}$$

$$F_4 := q_{př, J} \cdot b_{zat, 1} \cdot \frac{b_{zat, 2}}{2} = 2,4257 \text{ kN}$$

$$F_5 := \frac{q_{př, J} + q_{př, I}}{2} \cdot b_{zat, 1} \cdot b_{zat, 2} = 3,6915 \text{ kN}$$

$$F_6 := q_{př, I} \cdot b_{zat, 1} \cdot b_{zat, 2} = 2,5315 \text{ kN}$$

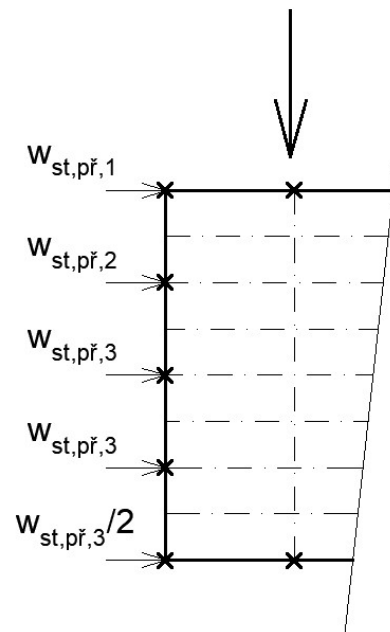
$$w_1 := q_D \cdot b_{zat, 1} = 1,7391 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$w_2 := q_E \cdot b_{zat, 1} = 0,9273 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

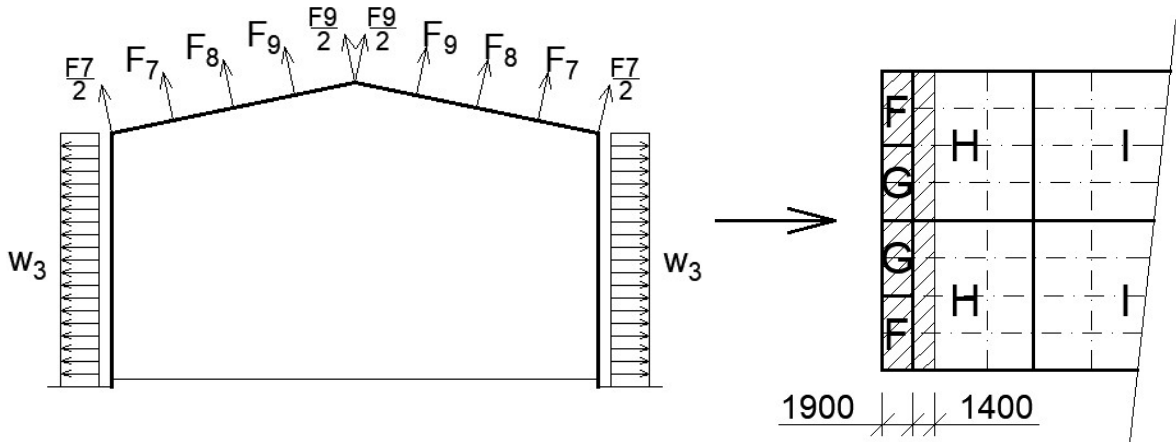
$$w_{st, př, 1} := q_A \cdot \frac{b_{zat, 3}}{2} = 2,0045 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$w_{st, př, 2} := \frac{q_A + q_B}{2} \cdot b_{zat, 3} = 3,8404 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$w_{st, př, 3} := q_B \cdot b_{zat, 3} = 3,6718 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



ZS4 - Podélný vítr



$$q_{F,H} := \frac{q_{\text{pod},F} \cdot 1,9 \text{ m} + q_{\text{pod},H} \cdot 1,4 \text{ m}}{1,9 \text{ m} + 1,4 \text{ m}} = 0,7505 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$F_7 := q_{F,H} \cdot b_{\text{zat},1} \cdot b_{\text{zat},2} = 5,8817 \text{ kN}$$

$$q_{F,G,H} := \frac{\frac{q_{\text{pod},F} + q_{\text{pod},G}}{2} \cdot 1,9 \text{ m} + q_{\text{pod},H} \cdot 1,4 \text{ m}}{1,9 \text{ m} + 1,4 \text{ m}} = 0,7323 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

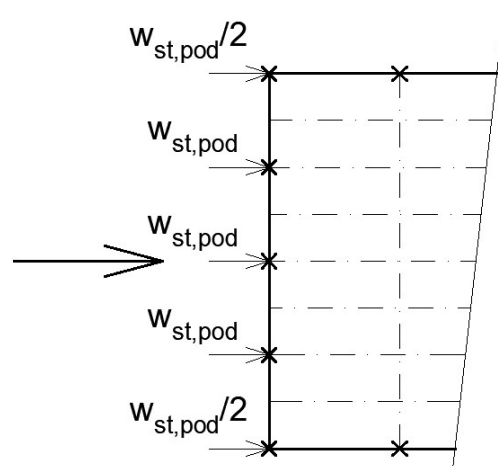
$$F_8 := q_{F,G,H} \cdot b_{\text{zat},1} \cdot b_{\text{zat},2} = 5,7395 \text{ kN}$$

$$q_{G,H} := \frac{q_{\text{pod},G} \cdot 1,9 \text{ m} + q_{\text{pod},H} \cdot 1,4 \text{ m}}{1,9 \text{ m} + 1,4 \text{ m}} = 0,7142 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$F_9 := q_{G,H} \cdot b_{\text{zat},1} \cdot b_{\text{zat},2} = 5,5974 \text{ kN}$$

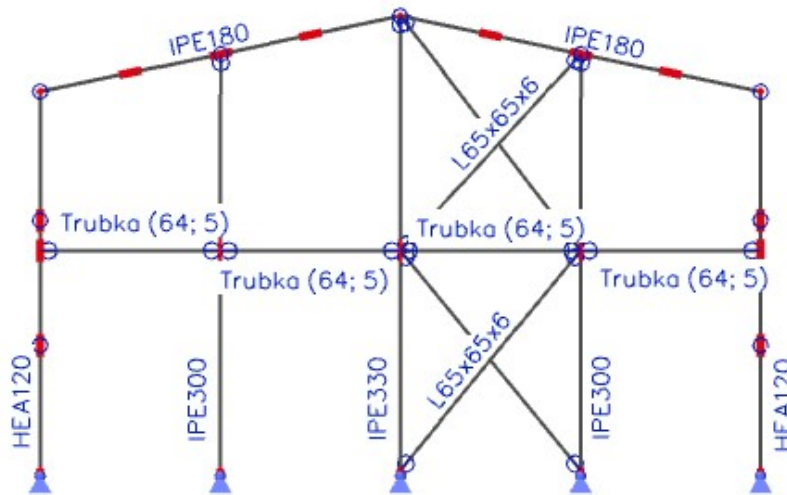
$$w_3 := q_A \cdot b_{\text{zat},1} = 2,7852 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$w_{\text{st,pod}} := q_D \cdot b_{\text{zat},3} = 2,5032 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



PORTÁLOVÝ RÁM - VNITŘNÍ VAZBA

Schéma konstrukce



Rámové imperfekce

Počet sloupů v jedné řadě

$$m := 5$$

Výška rámu

$$h = 10 \text{ m}$$

Součinitele zohledňující počet sloupů v jedné řadě a výšku rámu

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}} = 0,632 \quad \frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 1 \quad \rightarrow \quad \alpha_h := \frac{2}{3} = 0,6667$$

$$\alpha_m := \sqrt{0,5 \cdot \left(1 + \frac{1}{m}\right)} = 0,7746$$

Úhel natočení sloupů

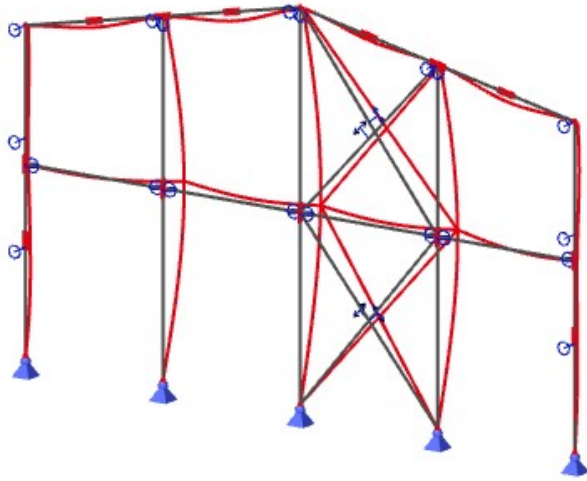
$$\Phi_0 := \frac{1}{200} = 0,005$$

$$\Phi := \Phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0,0026$$

Stanovení α_{cr} pomocí programu Scia Engineer

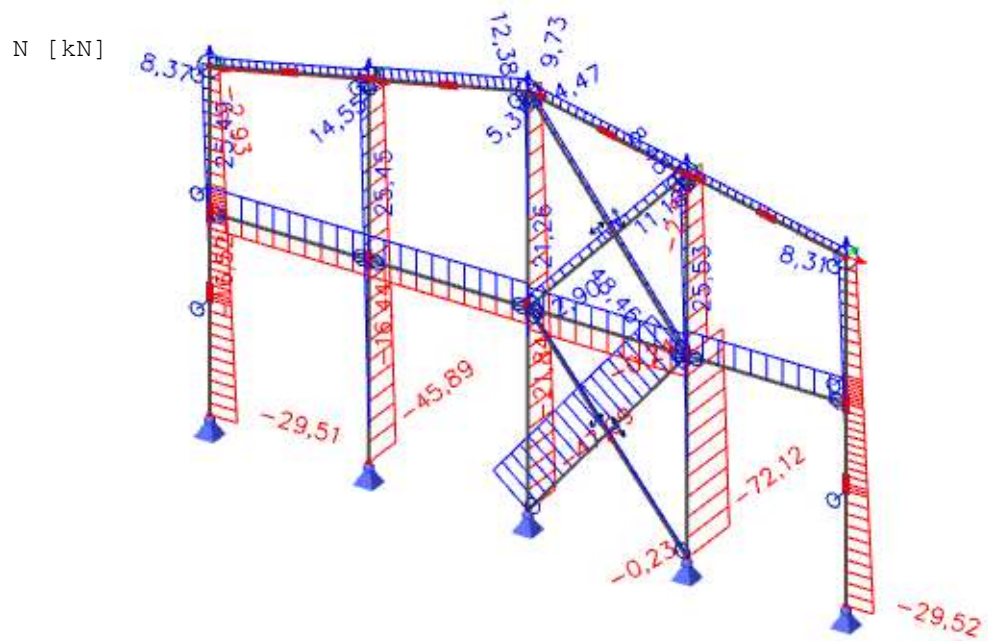
$$\alpha_{cr} := 0,40$$

Deformovaná konstrukce

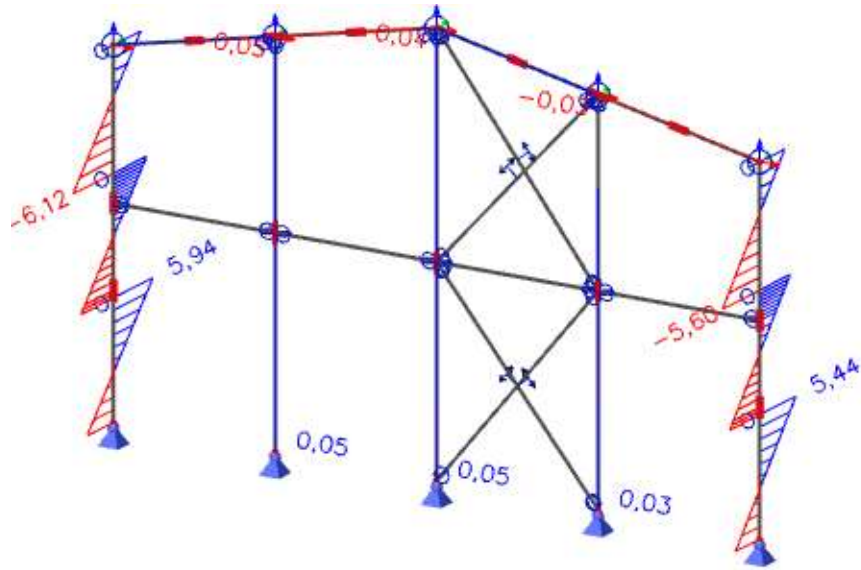


Nelineární výpočet vnitřních sil - teorie II. řádu

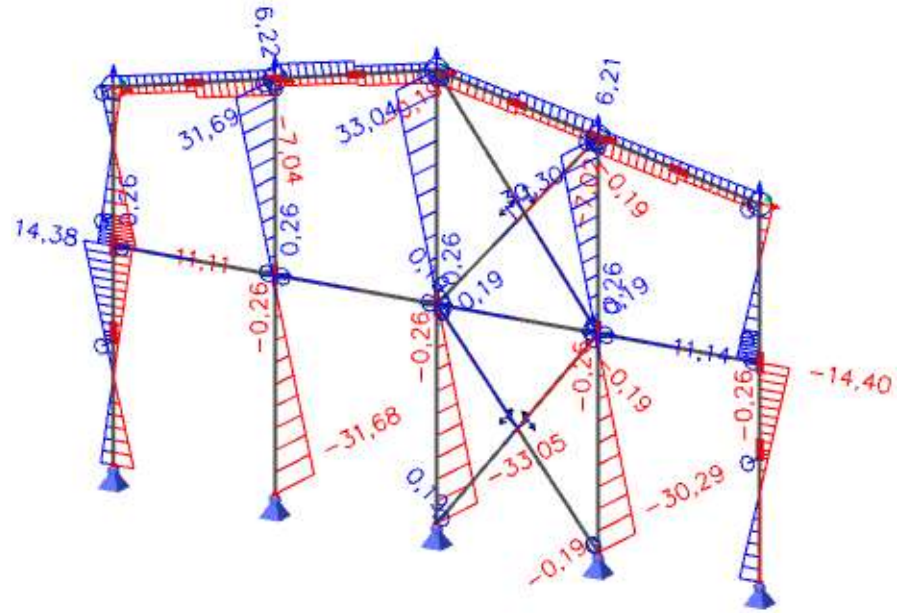
Obálka vnitřních sil z nelineárních kombinací



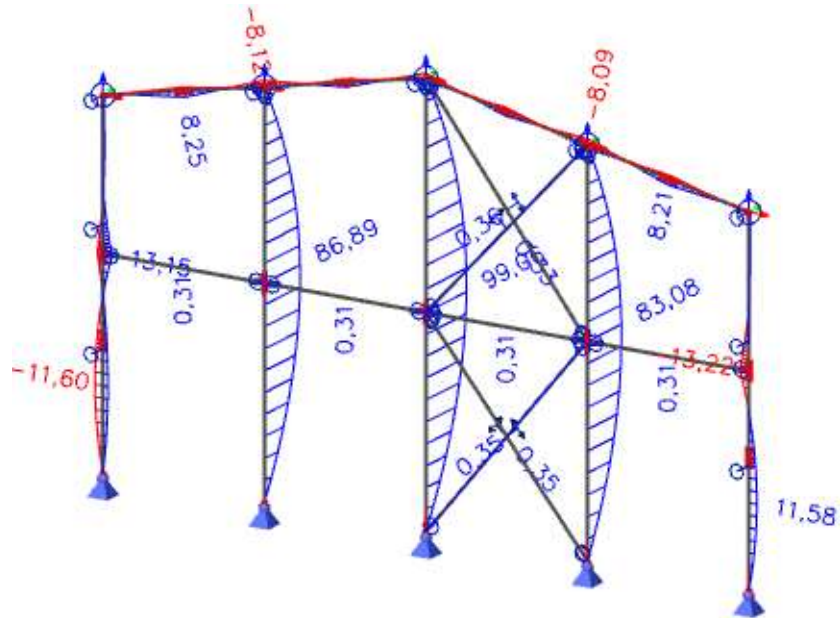
Vy [kN]



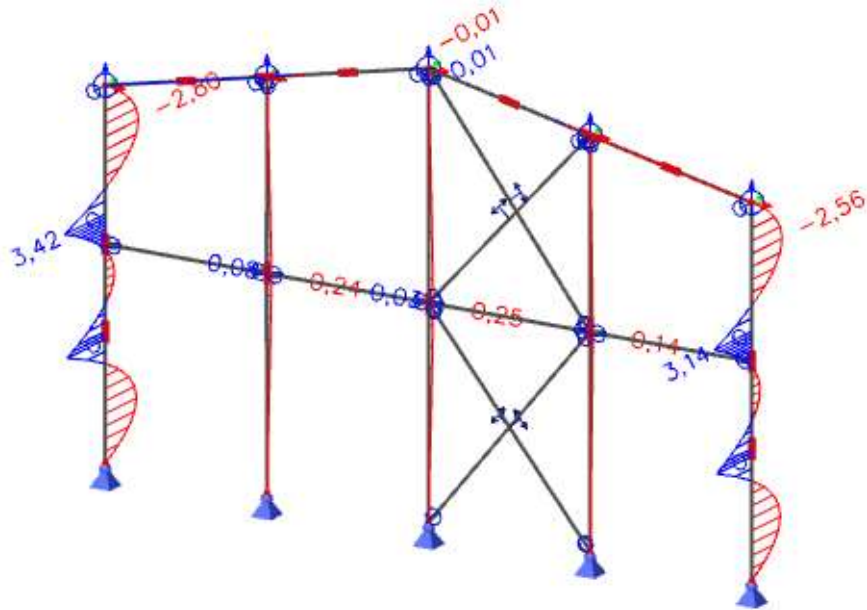
Vz [kN]



My [kNm]



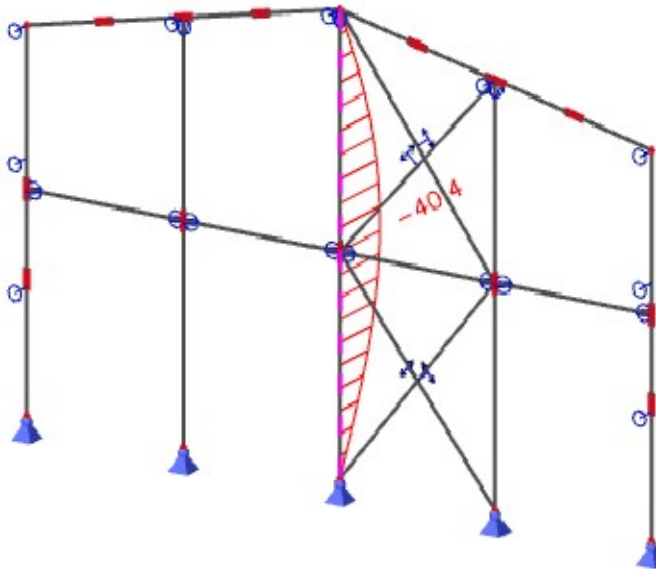
Mz [kNm]



Posouzení mezního stavu použitelnosti

Průhyb u_z [mm]

$L_{sl,1} = 12 \text{ m}$



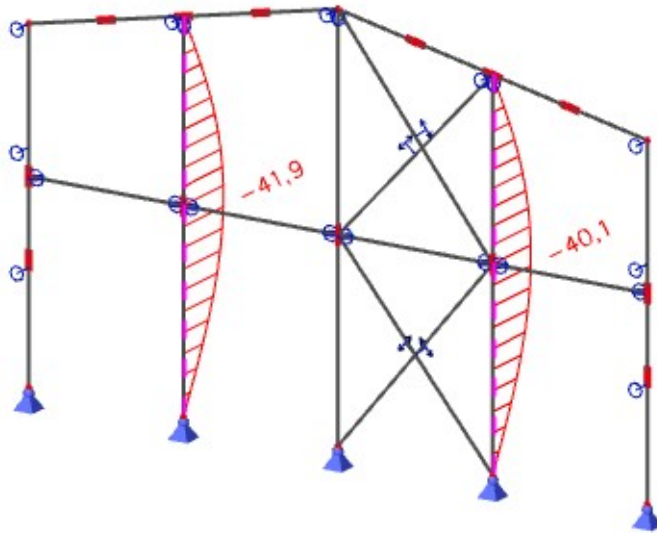
Limitní hodnota průhybu sloupu

$$\delta_{sl,1,lim} := \frac{L_{sl,1}}{250} = 48 \text{ mm}$$

$$\delta_{sl,1} = 40,4 \text{ mm} < \delta_{sl,1,lim} = 48 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Průhyb u_z [mm]

$$L_{s1,2} := 11 \text{ m}$$



Limitní hodnota průhybu sloupu

$$\delta_{s1,2,lim} := \frac{L_{s1,2}}{250} = 44 \text{ mm}$$

$$\delta_{s1,2} := 41,9 \text{ mm} < \delta_{s1,2,lim} = 44 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení vnitřního sloupu č.1

Průřez sloupu: IPE 330

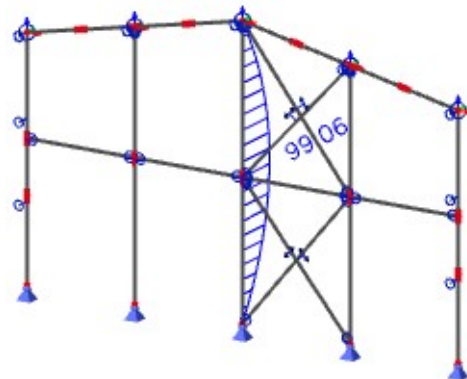
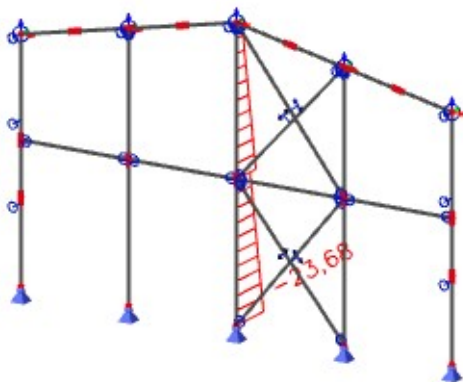
$f_{yk} := 235 \text{ MPa}$	$b := 160 \text{ mm}$	$d := 271 \text{ mm}$	$I_t := 281500 \text{ mm}^4$	$A := 6261 \text{ mm}^2$
$f_{yd} := 235 \text{ MPa}$	$h := 330 \text{ mm}$	$r := 18 \text{ mm}$	$I_w := 199,1 \cdot 10^9 \text{ mm}^6$	$A_{v,z} := 3081 \text{ mm}^2$
$E := 210 \text{ GPa}$	$t_w := 7,5 \text{ mm}$	$i_y := 137 \text{ mm}$	$I_w := 788,1 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$	$W_y := 713,1 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
$G := 80 \text{ GPa}$	$t_f := 11,5 \text{ mm}$	$i_z := 35,5 \text{ mm}$		$W_{pl,y} := 804,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$

Uvažované vnitřní síly

Nelineární kombinace NC3

N [kN]

My [kNm]

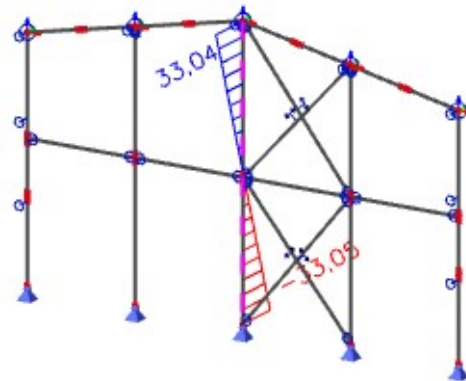


$$N_{Ed} := 23,68 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} := 99,06 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} := 33,05 \text{ kN}$$

Vz [kN]



$$x := \frac{N_{Ed}}{t_w \cdot f_{yd}} = 13,4355 \text{ mm}$$

Součinitel vyjadřující velikost tlačené části stěny

$$\alpha := \frac{0,5 \cdot d + x}{d} = 0,5496$$

Podmínka pro stojinu 1. třídy průřezu

$$\varepsilon := 1 \quad \frac{d}{t_w} = 36,1333 < \frac{396 \cdot \varepsilon}{13 \cdot \alpha - 1} = 64,4478 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Podmínka pro pásnici 1. třídy průřezu

$$c := \frac{b}{2} - \frac{t_w}{2} - r = 58,25 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{t_f} = 5,0652 < 9 \cdot \varepsilon = 9 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Vzpěrné délky a součinitel vzpěrnosti

Štíhlosti sloupu

$$L_{cr,y} := 12 \text{ m}$$

$$L_{cr,z} := 6,2 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 87,5912$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 174,6479$$

Poměrné štíhlosti

$$f_y := 235 \text{ MPa} \quad \lambda_1 := 93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9$$

$$\lambda'_y := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0,9328$$

$$\lambda'_z := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 1,8599$$

Součinitel vzpěrnosti

$$\chi_y := 0,714 \quad \text{křivka „a“}$$

$$\chi_z := 0,238 \quad \text{křivka „b“}$$

Vliv klopení

- pro výpočet kritického momentu bude použit software LTBeam
(výpočet viz příloha G)

$$M_{cr} := 167,3 \text{ kN m}$$

$$\lambda'_{LT,0} := 0,4 \quad \beta := 0,75 \quad \alpha_{LT} := 0,34$$

$$\lambda'_{LT} := \sqrt{\frac{W_y \cdot f_{yd}}{M_{cr}}} = 1,0008$$

$$\Phi_{LT} := 0,5 \cdot \left(1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda'_{LT} - \lambda'_{LT,0}) + \beta \cdot \lambda'^2_{LT} \right) = 0,9778$$

$$\chi_{LT} := \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \cdot \lambda'^2_{LT}}} = 0,6992$$

$$\chi_{LT} = 0,6992 < 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\chi_{LT} = 0,6992 < \frac{1}{\lambda'_{LT}} = 0,9983 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení sloupu na kombinaci tlaku s ohybem

$$\psi := 0$$

$$C_{my} := 0,95$$

$$\gamma_{M1} := 1,0$$

$$C_{mLT} := 0,6 + \psi \cdot 0,4 = 0,6$$

Charakteristické hodnoty únosností v tlaku a ohybu

$$N_{Rk} := A \cdot f_{yk} = 1,4713 \text{ MN}$$

$$M_{y,Rk} := W_{pl,y} \cdot f_{yk} = 189,0105 \text{ kN m}$$

$$k_{YY} = \min \left(\begin{array}{l} C_{my} \cdot \left[1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right] = 0,9657 \\ C_{my} \cdot \left[1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right] = 0,9671 \end{array} \right) \quad k_{YY} := 0,9657$$

$$k_{ZY} = \max \left(\begin{array}{l} 1 - \frac{0,1 \cdot \lambda'_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0,9641 \\ 1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0,9807 \end{array} \right) \quad k_{ZY} := 0,9807$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{YY} \cdot \frac{M_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0,7464 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{ZY} \cdot \frac{M_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0,8028 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Podmínka únosnosti pro průřez

$$\gamma_{M0} := 1,0$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{Ed}}{M_{y,Rk}} = 0,5402 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Smyková únosnost

$$V_{pl,Rd} := \frac{A_{v,z} \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 418,0218 \text{ kN} > V_{Ed} = 33,05 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení vnitřního sloupu č.2

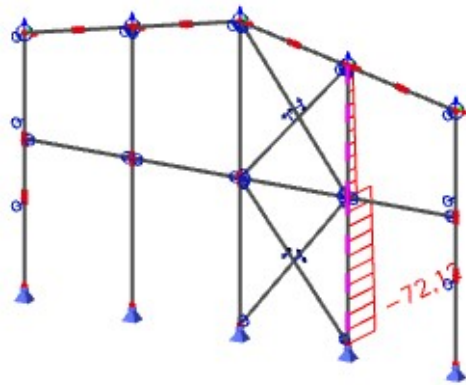
Průřez sloupu: IPE 300

$f_{yk} := 235 \text{ MPa}$	$b := 150 \text{ mm}$	$d := 248,6 \text{ mm}$	$I_t := 201200 \text{ mm}^4$	$A := 5381 \text{ mm}^2$
$f_{yd} := 235 \text{ MPa}$	$h := 300 \text{ mm}$	$r := 15 \text{ mm}$	$I_w := 125,9 \cdot 10^9 \text{ mm}^6$	$A_{v,z} := 2568 \text{ mm}^2$
$E := 210 \text{ GPa}$	$t_w := 7,1 \text{ mm}$	$i_y := 125 \text{ mm}$	$I_w := 603,8 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$	$W_y := 557,1 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
$G := 80 \text{ GPa}$	$t_f := 10,7 \text{ mm}$	$i_z := 33,5 \text{ mm}$		$W_{pl,y} := 628,4 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$

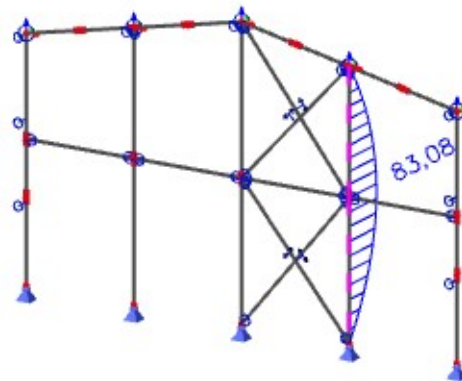
Uvažované vnitřní síly

Nelineární kombinace NC3

N [kN]



My [kNm]

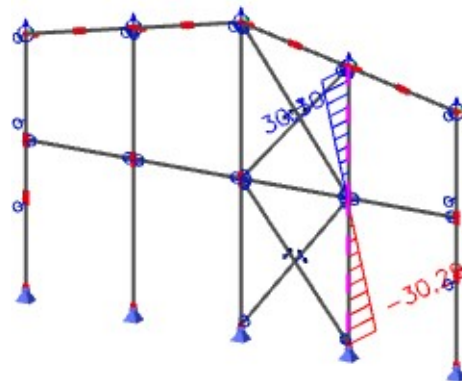


$$N_{Ed} := 70,12 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} := 83,08 \text{ kN m}$$

$$V_{Ed} := 30,30 \text{ kN}$$

Vz [kN]



$$x := \frac{N_{Ed}}{t_w \cdot f_{yd}} = 42,0258 \text{ mm}$$

Součinitel vyjadřující velikost tlačené části stěny

$$\alpha := \frac{0,5 \cdot d + x}{d} = 0,669$$

Podmínka pro stojinu 1. třídy průřezu

$$\varepsilon := 1 \quad \frac{d}{t_w} = 35,0141 < \frac{396 \cdot \varepsilon}{13 \cdot \alpha - 1} = 51,4443 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Podmínka pro pásnici 1. třídy průřezu

$$c := \frac{b}{2} - \frac{t_w}{2} - r = 56,45 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{t_f} = 5,2757 < 9 \cdot \varepsilon = 9 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Vzpěrné délky a součinitel vzpěrnosti

Štíhlosti sloupu

$$L_{cr,y} := 11 \text{ m}$$

$$L_{cr,z} := 5,8 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 88$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 173,1343$$

Poměrné štíhlosti

$$f_y := 235 \text{ MPa} \quad \lambda_1 := 93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9$$

$$\lambda'_y := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0,9372$$

$$\lambda'_z := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 1,8438$$

Součinitel vzpěrnosti

$$\chi_y := 0,714 \quad \text{křivka „a“}$$

$$\chi_z := 0,238 \quad \text{křivka „b“}$$

Vliv klopení

- pro výpočet kritického momentu bude použit software LTBeam
(výpočet viz příloha H)

$$M_{cr} := 135,51 \text{ kN m}$$

$$\lambda'_{LT,0} := 0,4 \quad \beta := 0,75 \quad \alpha_{LT} := 0,21$$

$$\lambda'_{LT} := \sqrt{\frac{W_y \cdot f_{yd}}{M_{cr}}} = 0,9829$$

$$\Phi_{LT} := 0,5 \cdot \left(1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda'_{LT} - \lambda'_{LT,0}) + \beta \cdot \lambda'^2_{LT} \right) = 0,9235$$

$$\chi_{LT} := \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \cdot \lambda'^2_{LT}}} = 0,7803$$

$$\chi_{LT} = 0,7803 < 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\chi_{LT} = 0,7803 < \frac{1}{\lambda'_{LT}} = 1,0351 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení sloupu na kombinaci tlaku s ohybem

$$\psi := 0$$

$$C_{my} := 0,95$$

$$V_{M1} := 1,0$$

$$C_{mLT} := 0,6 + \psi \cdot 0,4 = 0,6$$

Charakteristické hodnoty únosností v tlaku a ohybu

$$N_{Rk} := A \cdot f_{yk} = 1,2645 \text{ MN}$$

$$M_{y,Rk} := W_{pl,y} \cdot f_{yk} = 147,674 \text{ kNm}$$

$$k_{YY} = \min \left(\begin{array}{l} C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{V_{M1}}} \right) = 1,0044 \\ C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{V_{M1}}} \right) = 1,009 \end{array} \right)$$

$$k_{YY} := 1,0044$$

$$k_{zY} = \max \left(\begin{array}{l} 1 - \frac{0,1 \cdot \lambda'_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{V_{M1}}} = 0,8773 \\ 1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{V_{M1}}} = 0,9334 \end{array} \right)$$

$$k_{zY} := 0,9334$$

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}}}{\chi_y \cdot \gamma_{M1}} + k_{yy} \cdot \frac{\frac{M_{Ed}}{M_{y,Rk}}}{\chi_{LT} \cdot \gamma_{M1}} = 0,8019 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}}}{\chi_z \cdot \gamma_{M1}} + k_{zy} \cdot \frac{\frac{M_{Ed}}{M_{y,Rk}}}{\chi_{LT} \cdot \gamma_{M1}} = 0,906 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Podmínka únosnosti pro průřez

$$\gamma_{M0} := 1,0 \quad \frac{\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{Ed}}{M_{y,Rk}}}{\gamma_{M0}} = 0,618 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Smyková únosnost

$$V_{pl,Rd} := \frac{A_{v,z} \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 348,4193 \text{ kN} > V_{Ed} = 30,3 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

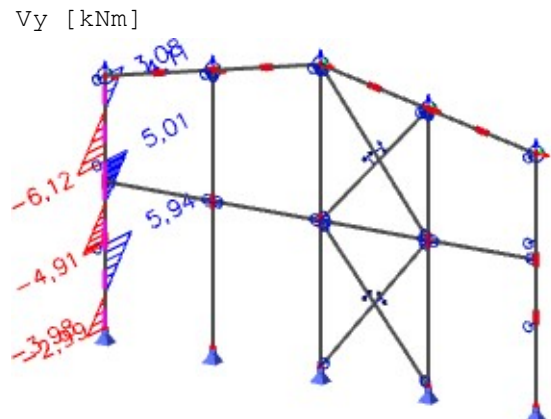
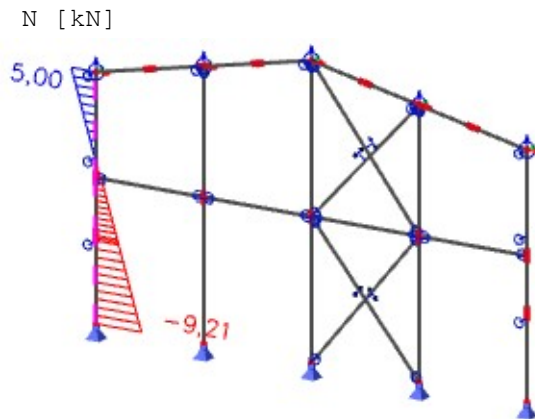
Posouzení krajního sloupu

Průřez sloupu: HEA 120

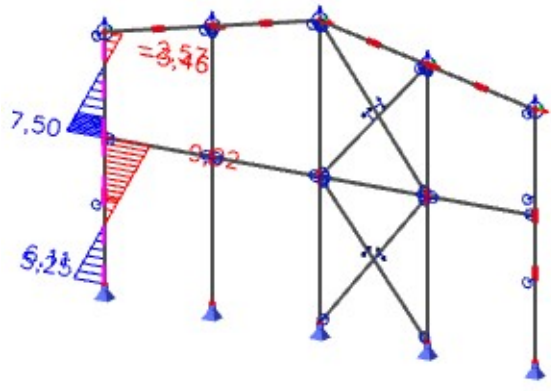
$f_{yk} := 235 \text{ MPa}$	$b := 120 \text{ mm}$	$d := 74 \text{ mm}$	$I_t := 59940 \text{ mm}^4$	$A := 2534 \text{ mm}^2$
$f_{yd} := 235 \text{ MPa}$	$h := 114 \text{ mm}$	$r := 12 \text{ mm}$	$I_w := 6,472 \cdot 10^9 \text{ mm}^6$	$A_{v,z} := 846 \text{ mm}^2$
$E := 210 \text{ GPa}$	$t := 5 \text{ mm}$	$i_x := 48,9 \text{ mm}$	$I_y := 230,9 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$	$W_y := 106,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
$G := 80 \text{ GPa}$	$t_f := 8 \text{ mm}$	$i_z := 30,2 \text{ mm}$		$W_{pl,y} := 119,5 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
				$W_{pl,z} := 58,85 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$

Uvažované vnitřní síly

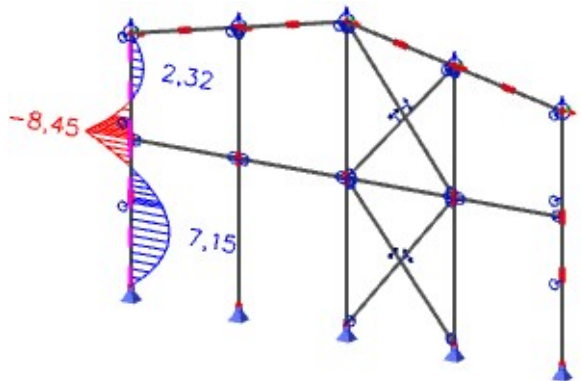
Nelineární kombinace NC4



Vz [kN]



My [kNm]



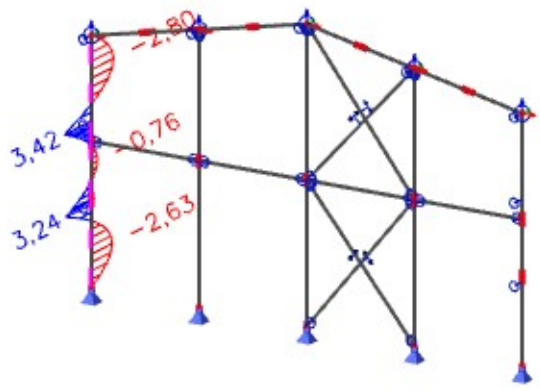
$$N_{Ed} := 9,21 \text{ kN}$$

$$M_{Y,Ed} := 8,45 \text{ kN m}$$

$$M_{z,Ed} := 3,42 \text{ kN m}$$

$$V_{Ed} := 9,02 \text{ kN}$$

Mz [kNm]



$$x := \frac{N_{Ed}}{t_w \cdot f_{yd}} = 7,8383 \text{ mm}$$

Součinitel vyjadřující velikost tlačené části stěny

$$\alpha := \frac{0,5 \cdot d + x}{d} = 0,6059$$

Podmínka pro stojinu 1. třídy průřezu

$\epsilon := 1$

$$\frac{d}{t_w} = 14,8 < \frac{396 \cdot \epsilon}{13 \cdot \alpha - 1} = 57,5833 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Podmínka pro pásnici 1. třídy průřezu

$$c := \frac{b}{2} - \frac{t_w}{2} - r = 45,5 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{t_f} = 5,6875 < 9 \cdot \epsilon = 9 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Vzpěrné délky a součinitel vzpěrnosti

Štíhlosti sloupu

$$L_{cr,y} := 5,8 \text{ m}$$

$$L_{cr,z} := 3,4 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 118,6094$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 112,5828$$

Poměrné štíhlosti

$$f_y := 235 \text{ MPa} \quad \lambda_1 := 93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9$$

$$\lambda'_y := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 1,2631$$

$$\lambda'_z := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 1,199$$

Součinitel vzpěrnosti

$$\chi_y := 0,447 \quad \text{křivka „b“}$$

$$\chi_z := 0,434 \quad \text{křivka „c“}$$

Vliv klopení

- pro výpočet kritického momentu bude použit software LTBeam
(výpočet viz příloha I)

$$M_{cr} := 26,86 \text{ kNm}$$

$$\lambda'_{LT,0} := 0,4 \quad \beta := 0,75 \quad \alpha_{LT} := 0,21$$

$$\lambda'_{LT} := \sqrt{\frac{W_y \cdot f_{yd}}{M_{cr}}} = 0,9644$$

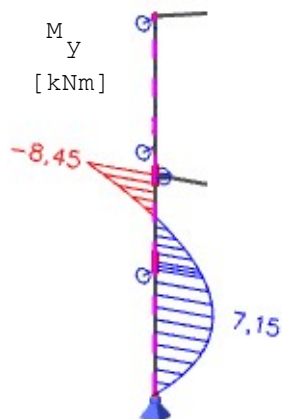
$$\Phi_{LT} := 0,5 \cdot \left(1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda'_{LT} - \lambda'_{LT,0}) + \beta \cdot \lambda'_{LT} \right)^2 = 0,908$$

$$\chi_{LT} := \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \cdot \lambda'_{LT}}} = 0,7909$$

$$\chi_{LT} = 0,7909 < 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\chi_{LT} = 0,7909 < \frac{1}{\lambda'_{LT}} = 1,0752 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení sloupu na kombinaci tlaku s ohybem



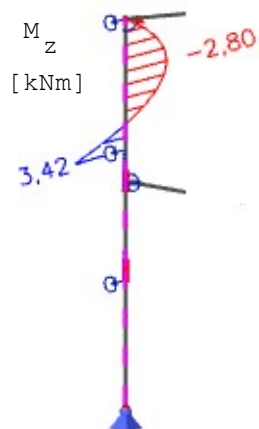
$$M_h := -8,45 \text{ kNm}$$

$$M_s := 7,15 \text{ kNm}$$

$$\psi := 0$$

$$\alpha_s := \frac{M_s}{M_h} = -0,8462$$

$$C_{my} := 0,1 - 0,8 \cdot \alpha_s = 0,7769$$



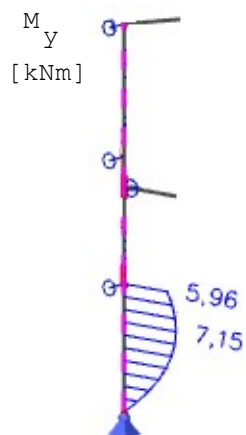
$$M_h := 3,42 \text{ kNm}$$

$$M_s := -2,80 \text{ kNm}$$

$$\psi := 0$$

$$\alpha_s := \frac{M_s}{M_h} = -0,8187$$

$$C_{mz} := 0,1 - 0,8 \cdot \alpha_s = 0,755$$



$$M_h := 5,96 \text{ kNm}$$

$$M_s := 7,15 \text{ kNm}$$

$$\psi := 0$$

$$\alpha_h := \frac{M_h}{M_s} = 0,8336$$

$$C_{mLT} := 0,95 + 0,05 \cdot \alpha_h = 0,9917$$

Charakteristické hodnoty únosností v tlaku a ohybu

$$N_{Rk} := A \cdot f_{yk} = 595,49 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} := W_{pl,y} \cdot f_{yk} = 28,0825 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} := W_{pl,z} \cdot f_{yk} = 13,8298 \text{ kNm}$$

$$\gamma_{M1} := 1,0$$

$$k_{yy} = \min \left(\begin{array}{l} C_{my} \cdot \left[1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right] = 0,8055 \\ C_{my} \cdot \left[1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right] = 0,7984 \end{array} \right)$$

$$k_{yy} := 0,7984$$

$$k_{zy} = \max \left(\begin{array}{l} 1 - \frac{0,1 \cdot \lambda'_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0,9942 \\ 1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0,9952 \end{array} \right)$$

$$k_{zy} := 0,9952$$

$$k_{zz} = \min \left(\begin{array}{l} C_{mz} \cdot \left[1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right] = 0,8033 \\ C_{mz} \cdot \left[1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right] = 0,7926 \end{array} \right)$$

$$k_{zz} := 0,7926$$

$$k_{yz} := 0,6 \cdot k_{zz} = 0,4756$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} \cdot \gamma_{M1}} = 0,5856 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} \cdot \gamma_{M1}} = 0,6103 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Podmínka únosnosti pro průřez

$$\gamma_{M0} := 1,0 \quad \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = 0,5637 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Smyková únosnost

$$V_{pl,Rd} := \frac{A_{v,z} \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 114,783 \text{ kN} > V_{Ed} = 9,02 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení příčle

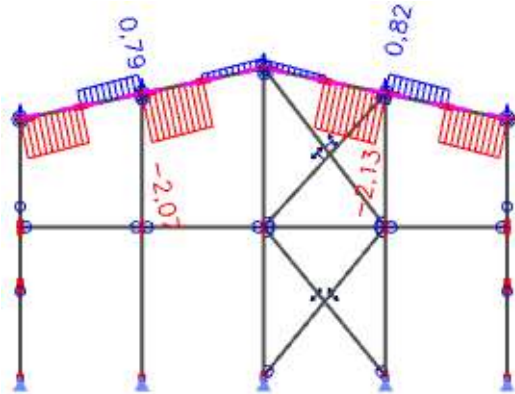
Průřez sloupu: IPE 180

$f_{yk} := 235 \text{ MPa}$	$b := 91 \text{ mm}$	$d := 146 \text{ mm}$	$I_t := 4,7900 \text{ mm}^4$	$A := 2395 \text{ mm}^2$
$f_{yd} := 235 \text{ MPa}$	$h := 180 \text{ mm}$	$r := 9 \text{ mm}$	$I_w := 7431 \cdot 10^6 \text{ mm}^6$	$A_{v,z} := 1125 \text{ mm}^2$
$E := 210 \text{ GPa}$	$t_w := 5,3 \text{ mm}$	$i_y := 74,2 \text{ mm}$	$I_y := 100,9 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$	$W_y := 146,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
$G := 80 \text{ GPa}$	$t_f := 8 \text{ mm}$	$i_z := 20,5 \text{ mm}$		$W_{pl,y} := 166,4 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$

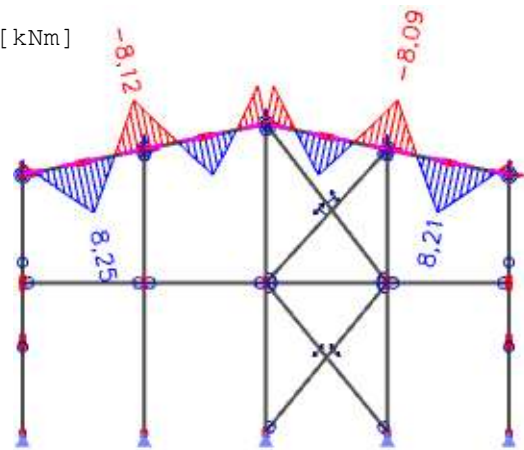
Uvažované vnitřní síly

Nelineární kombinace NC1

N [kN]



My [kNm]

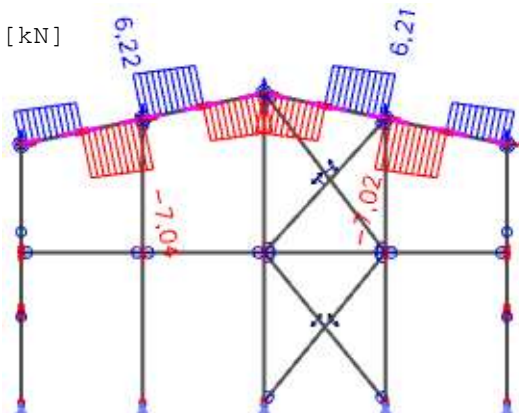


$$N_{Ed} := 2,13 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} := 8,25 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} := 7,04 \text{ kN}$$

Vz [kN]



$$x := \frac{N_{Ed}}{t_w \cdot f_{yd}} = 1,7102 \text{ mm}$$

Součinitel vyjadřující velikost tlačené části stěny

$$\alpha := \frac{0,5 \cdot d + x}{d} = 0,5117$$

Podmínka pro stojinu 1. třídy průřezu

$\varepsilon := 1$

$$\frac{d}{t_w} = 27,5472 < \frac{396 \cdot \varepsilon}{13 \cdot \alpha - 1} = 70,0603 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Podmínka pro pásnici 1. třídy průřezu

$$c := \frac{b}{2} - \frac{t_w}{2} - r = 33,85 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{t_f} = 4,2312 < 9 \cdot \varepsilon = 9 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Vzpěrné délky a součinitel vzpěrnosti

Štíhlosti

$$L_{cr,y} := 4,86 \text{ m}$$

$$L_{cr,z} := 4,86 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 65,4987$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 237,0732 < 250$$

Poměrné štíhlosti

$f_y := 235 \text{ MPa}$

$$\lambda_1 := 93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9$$

$$\lambda'_y := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0,6975$$

$$\lambda'_z := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 2,5247$$

Součinitel vzpěrnosti

$$\chi_y := 0,848 \quad \text{křivka „a“}$$

$$\chi_z := 0,138 \quad \text{křivka „b“}$$

Vliv klopení

- pro výpočet kritického momentu bude použit software LTBeam
(výpočet viz příloha J)

$$M_{cr} := 35,14 \text{ kN m}$$

$$\lambda'_{LT,0} := 0,4 \quad \beta := 0,75 \quad \alpha_{LT} := 0,21$$

$$\lambda'_{LT} := \sqrt{\frac{W_y \cdot f_{yd}}{M_{cr}}} = 0,9891$$

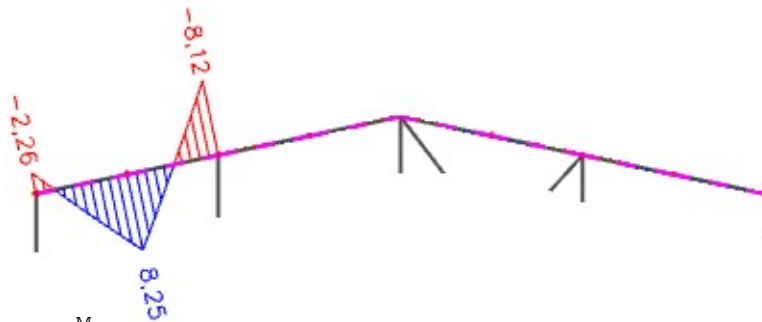
$$\Phi_{LT} := 0,5 \cdot \left(1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda'_{LT} - \lambda'_{LT,0}) + \beta \cdot \lambda'^2_{LT} \right) = 0,9288$$

$$\chi_{LT} := \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \cdot \lambda'^2_{LT}}} = 0,7766$$

$$\chi_{LT} = 0,7766 < 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\chi_{LT} = 0,7766 < \frac{1}{\lambda'_{LT}} = 1,0221 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení sloupu na kombinaci tlaku s ohybem



$$M_h := -8,12 \text{ kNm}$$

$$M_s := 8,25 \text{ kNm}$$

$$\psi M_h := -2,26 \text{ kNm}$$

$$\psi := \frac{\psi M_h}{M_h} = 0,2783$$

$$\alpha_s := \frac{M_s}{M_h} = -1,016$$

$$C_{my} := -0,8 \cdot \alpha_s = 0,8128$$

$$C_{mLT} := -0,8 \cdot \alpha_s = 0,8128$$

Charakteristické hodnoty únosností v tlaku a ohybu

$$N_{Rk} := A \cdot f_{yk} = 0,5628 \text{ MN}$$

$$M_{y,Rk} := W_{pl,y} \cdot f_{yk} = 39,104 \text{ kNm}$$

$$\gamma_{M1} := 1,0$$

$$k_{yy} = \min \left(\begin{array}{l} C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} \right) \\ C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} \right) \end{array} \right)$$

$$k_{yy} := 0,8146$$

$$k_{zy} = \max \left(\begin{array}{l} 1 - \frac{0,1 \cdot \lambda' z}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} = 0,9877 \\ 1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} = 0,9951 \end{array} \right) \quad k_{zy} := 0,9951$$

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{Y_{M1}}}}{1} = 0,2258 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{Y_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{Y_{M1}}}}{1} = 0,2978 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Podmínka únosnosti pro průřez

$$Y_{M0} := 1,0 \quad \frac{\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{Ed}}{M_{y,Rk}}}{Y_{M0}} = 0,2148 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Smyková únosnost

$$V_{p1,Rd} := \frac{A_{v,z} \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot Y_{M0}} = 152,637 \text{ kN} > V_{Ed} = 7,04 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení tlačené trubky

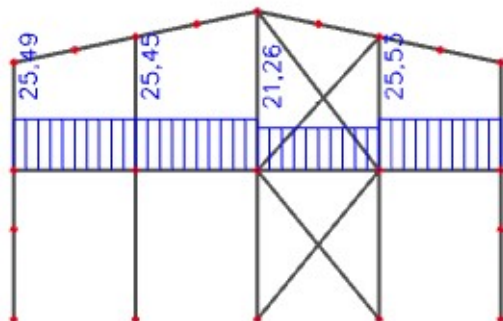
Kruhová trubka 63,5 x 5 mm

$$i_{y,z} := 20,8 \text{ mm} \quad A := 919 \text{ mm}^2$$

Uvažované vnitřní síly

Nelineární kombinace NC5

N [kN]



$$N_{Ed} := 25,53 \text{ kN}$$

Vzpěrné délky a součinitel vzpěrnosti

Štíhlost

$$L_{cr} := 4,75 \text{ m}$$

$$\lambda := \frac{L_{cr}}{i_{y,z}} = 228,3654 < 250$$

Poměrná štíhlost

$$f_y := 235 \text{ MPa}$$
$$\lambda_1 := 93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9$$

$$\lambda' := \frac{\lambda}{\lambda_1} = 2,432$$

Součinitel vzpěrnosti

$$\chi := 0,139 \quad \text{křivka „c“}$$

Posouzení na vzpěrnou únosnost

$$N_{b,Rd} := \chi \cdot A \cdot f_{yd} = 30,0191 \text{ kN} > N_{Ed} = 25,53 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení ztužidla

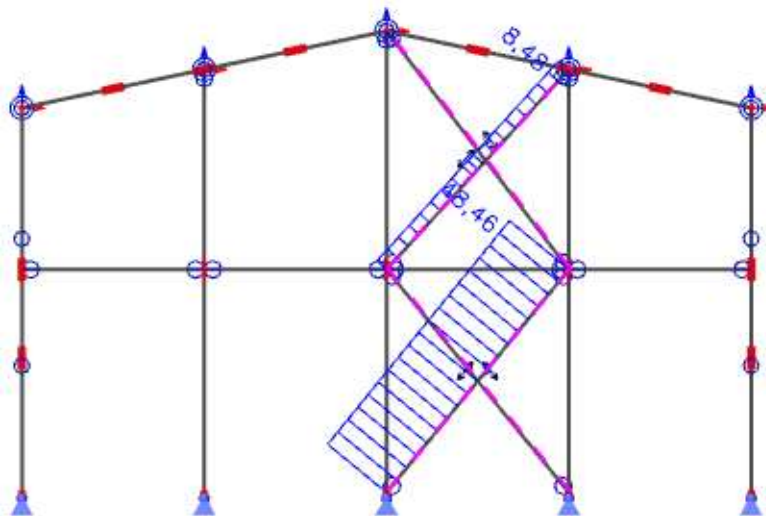
Rovnoramenný úhelník L 100 x 6 mm

$$A := 753 \text{ mm}^2 \quad i_v := 20 \text{ mm}$$

Uvažované vnitřní síly

Nelineární kombinace NC3

N [kN]



$$N_{Ed} := 48,46 \text{ kN}$$

Štíhlost

$$L_{cr} := 7,497 \text{ m}$$

$$\lambda := \frac{L_{cr}}{i_v} = 374,85 < 400 \text{ (limitní hodnota pro tažený prut)}$$

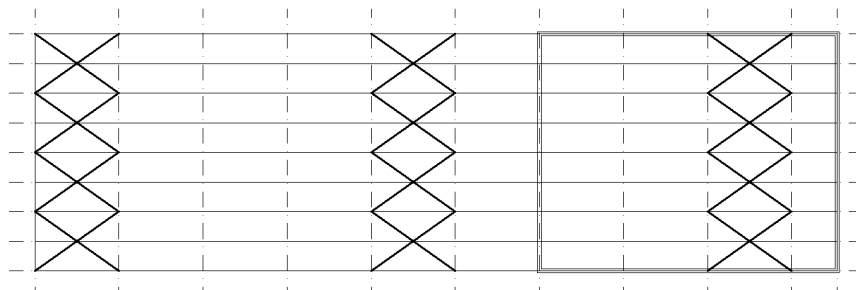
Posouzení na tahovou únosnost

$$N_{Rd} := A \cdot f_{yd} = 176,955 \text{ kN} > N_{Ed} = 48,46 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

NÁVRH ZTUŽENÍ HALY

Příčná střešní ztužidla

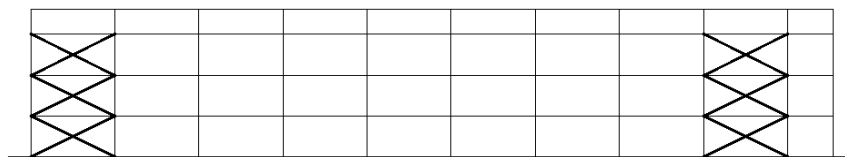
Schéma příčného střešního ztužení



Krajní ztužidlo: přenáší zatížení štítu od větru do stěnových ztužidel
NAVRHUJI

Prostřední ztužidlo: přenáší síly od tření větru o povrch střechy a příčně drží příčle

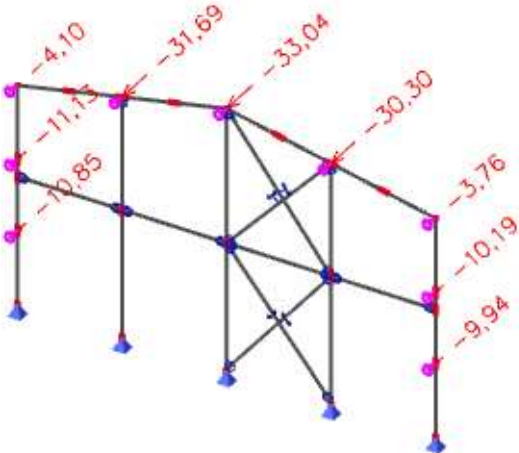
Schéma podélného stěnového ztužení



V části zázemí haly jsou tři patra, proto je i stěnové ztužení haly rozděleno do tří polí.

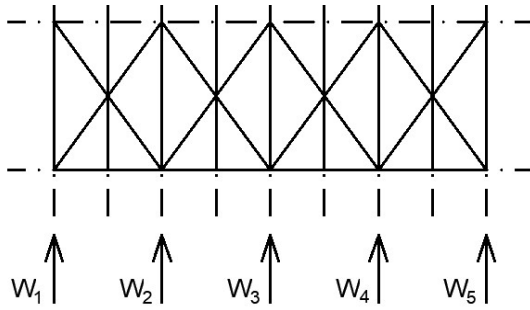
Síly do ztužidel

Nelineární kombinace NC3



Krajní příčné ztužidlo

Síly do ztužidel



Síly do ztužidel:

$$W_1 := 4,10 \text{ kN}$$

$$W_2 := 31,69 \text{ kN}$$

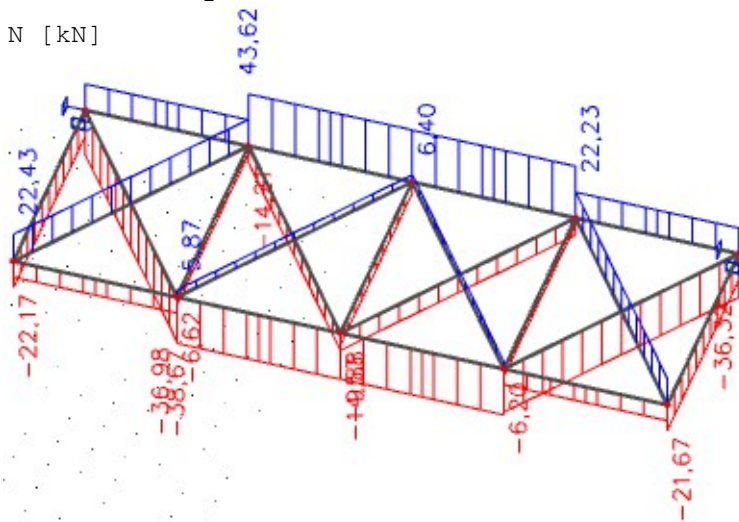
$$W_3 := 33,04 \text{ kN}$$

$$W_4 := 30,30 \text{ kN}$$

$$W_5 := 3,76 \text{ kN}$$

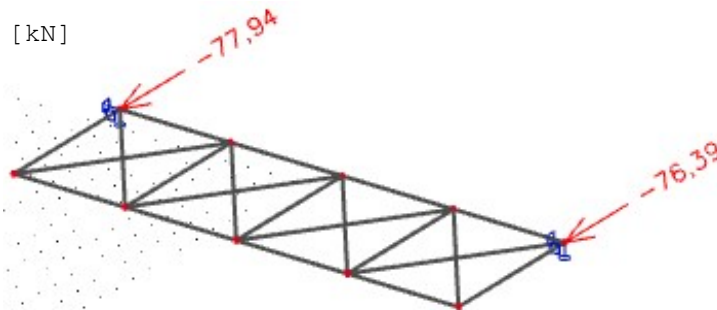
Vnitřní síly ve ztužidlech

N [kN]



Reakce

[kN]



Největší tlaková síla v diagonále

$$D_{\text{tlak}} := 36,98 \text{ kN}$$

Největší tahová síla v diagonále

$$D_{\text{tah}} := 22,43 \text{ kN}$$

Tlaková síla do trubky pod vaznicí

$$N_{\text{max}} := 77,94 \text{ kN}$$

Tlaková síla ve svislici

$$N_{\text{sv}} := 22,17 \text{ kN}$$

Ověření únosnosti příčle

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

$$\gamma_{M1} := 1,0$$

V pásu vzniká tlaková síla. Únosnost příčle ověřím výpočtem využití průřezu touto tlakovou silou.

$$\chi_z := 0,500$$

$$A := 13440 \text{ mm}^2$$

$$\frac{N_{\max}}{\chi_z \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} = 0,0494$$

Původní využití: 58,4%

Rezerva: 41,6% >> 2,5%

Tlačená diagonála

$$f_{yd} := 235 \text{ MPa}$$

Kruhová trubka 82,5 x 6,3 mm

$$A := 1508 \text{ mm}^2 \quad i_{tr} := 27 \text{ mm}$$

Délka diagonály

$$L := 8,193 \text{ m}$$

Kritická délka

$$L_{cr} := L \cdot \sqrt{1 - 0,75 \cdot \frac{D_{tah}}{D_{tlak}}} = 6,0489 \text{ m}$$

Štíhlost

$$\lambda := \frac{L_{cr}}{i_{tr}} = 224,0341 < 250$$

Poměrná štíhlost

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

$$\lambda_1 := 93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9$$

$$\lambda' := \frac{\lambda}{\lambda_1} = 2,3859$$

Součinitel vzpěrnosti

$$\chi := 0,144 \quad \text{křivka „c“}$$

Posouzení na vzpěrnou únosnost

$$N_{b,Rd} := \chi \cdot A \cdot f_{yd} = 51,0307 \text{ kN} > D_{tlak} = 36,98 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Podélná trubka

$f_{yd} := 235 \text{ MPa}$ Kruhová trubka 102 x 8 mm
 $A := 2362 \text{ mm}^2$ $i_{tr} := 33,4 \text{ mm}$

Kritická délka

$$L_{cr} := 6,6 \text{ m}$$

Štíhlost

$$\lambda := \frac{L_{cr}}{i_{tr}} = 197,6048 < 250$$

Poměrná štíhlost

$f_y := 235 \text{ MPa}$ $\lambda_1 := 93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9$

$$\lambda' := \frac{\lambda}{\lambda_1} = 2,1044$$

Součinitel vzpěrnosti

$$\chi := 0,180 \quad \text{křivka „c“}$$

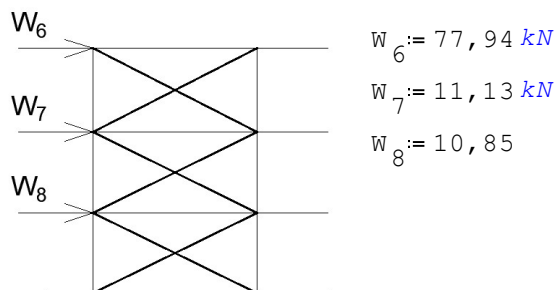
Posouzení na vzpěrnou únosnost

$$N_{b,Rd} := \chi \cdot A \cdot f_{yd} = 99,9126 \text{ kN} > N_{max} = 77,94 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

(konzervativně)

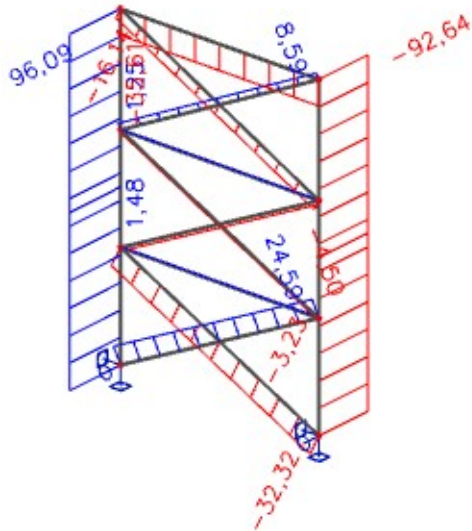
Podélné stěnové ztužidlo

Síly do ztužidel



Vnitřní síly ve ztužidlech

N [kN]



Největší tlaková síla v diagonále

$$D_{\text{tlak}} := 32,32 \text{ kN}$$

Největší tahová síla v diagonále

$$D_{\text{tah}} := 24,59 \text{ kN}$$

Tlaková síla ve sloupu

$$N_{\text{sl}} := 92,64 \text{ kN}$$

Ověření únosnosti sloupu

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

$$\gamma_{M1} := 1,0$$

Ve sloupu vzniká tlaková síla. Únosnost sloupu ověřím výpočtem využití průřezu touto tlakovou silou.

$$\chi_z := 0,737$$

$$A := 15600 \text{ mm}^2$$

$$\frac{N_{\text{sl}}}{\frac{\chi_z \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}} = 0,0343$$

Původní využití: 59,7%

Rezerva: 40,3% >> 3,4%

Tlačená diagonála

$$f_{yd} := 235 \text{ MPa}$$

Kruhová trubka 70 x 5 mm

$$A := 1021 \text{ mm}^2 \quad i_{tr} := 23,0 \text{ mm}$$

Délka diagonály

$$L := 7,379 \text{ m}$$

Kritická délka

$$L_{cr} := L \cdot \sqrt{1 - 0,75 \cdot \frac{D_{tah}}{D_{tlak}}} = 4,8352 \text{ m}$$

Štíhlost

$$\lambda := \frac{L_{cr}}{i_{tr}} = 210,2275 < 250$$

Poměrná štíhlost

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

$$\lambda_1 := 93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9$$

$$\lambda' := \frac{\lambda}{\lambda_1} = 2,2388$$

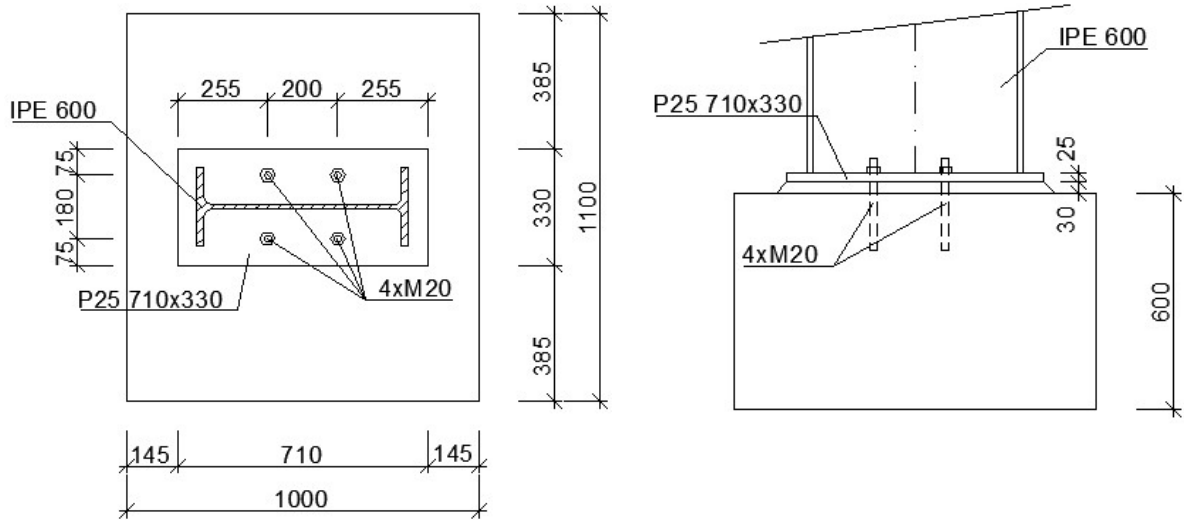
Součinitel vzpěrnosti

$$\chi := 0,161 \quad \text{křivka „c“}$$

Posouzení na vzpěrnou únosnost

$$N_{b,Rd} := \chi \cdot A \cdot f_{yd} = 38,6295 \text{ kN} > D_{tlak} = 32,32 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

PATKA SLOUPU



Tlaková únosnost

Maximální normálová síla: Nelineární kombinace NC1

$$N_{Ed} := 135,25 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} := 23,85 \text{ kN}$$

Uvažovaná únosnost zeminy

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

Minimální půdorysná plocha patky

$$A_{c, \min} := \frac{N_{Ed}}{R_d} = 0,4508 \text{ m}^2$$

Rozměry patky

$$\text{šířka } a_c := 1000 \text{ mm}$$

$$\text{délka } b_c := 1100 \text{ mm}$$

$$\text{výška } h_c := 600 \text{ mm}$$

$$A_c := a_c \cdot b_c = 1,1 \text{ m}^2 > A_{c, \min} := \frac{N_{Ed}}{R_d} = 0,4508 \text{ m}^2$$

Rozměry patního plechu

$$a_0 := 710 \text{ mm} \quad t_p := 25 \text{ mm}$$

$$b_0 := 330 \text{ mm}$$

Započitatelné rozměry betonové patky

$$a_1 = \min \begin{pmatrix} 3 \cdot a_0 = 2130 \text{ mm} \\ a_0 + h_c = 1310 \text{ mm} \\ a_c = 1000 \text{ mm} \end{pmatrix} \quad a_1 := 1000 \text{ mm}$$

$$b_1 = \min \begin{pmatrix} 3 \cdot b_0 = 990 \text{ mm} \\ b_0 + h_c = 930 \text{ mm} \\ b_c = 1100 \text{ mm} \end{pmatrix} \quad b_1 := 930 \text{ mm}$$

Součinitel koncentrace napětí

$$k_j := \sqrt{\frac{a_1 \cdot b_1}{a_0 \cdot b_0}} = 1,9923$$

Beton

C20/25

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

$\gamma_c := 1,5$

Návrhová pevnost betonu

$$\beta_j := \frac{2}{3}$$

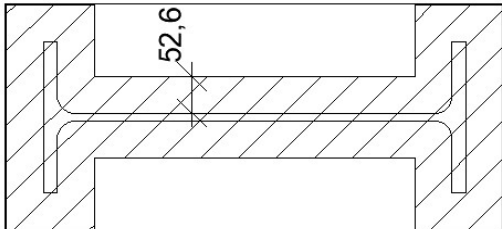
$$f_{jd} := \frac{\beta_j \cdot k_j \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = 17,7094 \text{ MPa}$$

Účinná šířka patní desky

$$f_{yd} := 235 \text{ MPa}$$

$$c := t_p \cdot \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 \cdot f_{jd}}} = 52,5789 \text{ mm}$$

Efektivní plocha - stanovení graficky



$$A_{eff} := 135308 \text{ mm}^2$$

Únosnost patky

$$N_{Rd} := A_{eff} \cdot f_{jd} = 2396,2178 \text{ kN} > N_{Ed} = 135,25 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Únosnost ve smyku

Nejnepříznivější poměr smykové a normálové síly: Nelineární kombinace NC4

$$N_{Ed} := 12,83 \text{ kN} \quad (\text{tah})$$

$$V_{Ed} := 48,91 \text{ kN}$$

Výpočet ve software HILTI Profis Anchor

viz. příloha K

Využití: Tah: 15 %

Smyk: 80 %

Kombinace tah/smyk: 78 %

VYHOVUJE

RÁMOVÝ ROH - ŠROUBOVANÝ PŘÍPOJ

Ocel - posouzení rámového rohu vnitřní vazby

S 235

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

$$\varepsilon = 1$$

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

$$\beta_w := 0,8$$

$$f_u := 360 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} := 1$$

$$\gamma_{M1} := 1$$

$$\gamma_{M2} := 1,25$$

Sloup - IPE 600

$$h_{sl} := 600 \text{ mm}$$

$$b_{sl} := 220 \text{ mm}$$

$$t_{w,sl} := 12 \text{ mm}$$

$$t_{f,sl} := 19 \text{ mm}$$

$$r_{sl} := 24 \text{ mm}$$

$$d_{sl} := 514 \text{ mm}$$

$$A_{v,sl} := 8378 \text{ mm}^2$$

Příčel - IPE 550

$$h_{př} := 550 \text{ mm}$$

$$b_{př} := 210 \text{ mm}$$

$$t_{w,př} := 11,1 \text{ mm}$$

$$t_{f,př} := 17,2 \text{ mm}$$

$$r_{př} := 24 \text{ mm}$$

$$W_{pl,y,př} := 2787 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Čelní deska P20 790x220

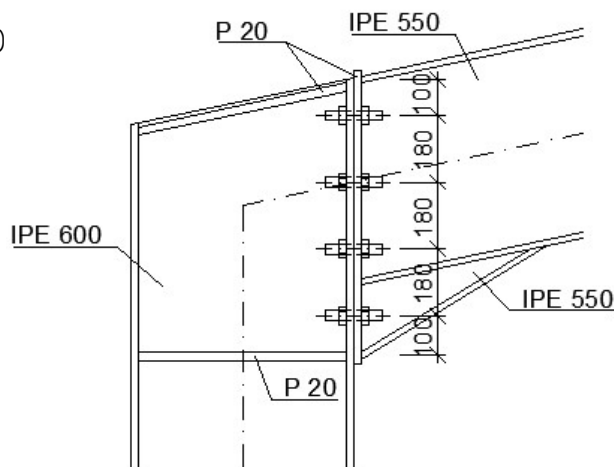
$$t_{čd} := 20 \text{ mm}$$

Síly ve styčnicku

Nelineární kombinace NC2

$$M_{Ed} := 309,83 \text{ kN m}$$

$$V_{Ed} := 77,45 \text{ kN}$$



Návrh svarů

- návrh svarů na plnou únosnost průřezu

Svar pásnice a čelní desky

$$a_{1,min} := \frac{t_{f,př} \cdot f_y \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}}{2 \cdot \gamma_{M0} \cdot \frac{f_u}{\sqrt{2}}} = 7,9392 \text{ mm} \quad \text{NÁVRH} \quad a_1 := 8 \text{ mm}$$

Svar tlačeneho plechu náběhu a čelní desky

- konstrukční $a_2 := 5 \text{ mm}$

Svar stojiny a čelní desky

$$a_{3,min} := \frac{t_{w,př} \cdot f_y \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}}{2 \cdot \gamma_{M0} \cdot \frac{f_u}{\sqrt{2}}} = 5,1236 \text{ mm} \quad \text{NÁVRH} \quad a_3 := 6 \text{ mm}$$

Návrhová únosnost $F_{T,Rd}$ pásnice náhradního T profilu

Šrouby

M27 8.8

$\gamma_{M2} := 1,25$

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

$A := 573 \text{ mm}^2$

$A_s := 459 \text{ mm}^2$

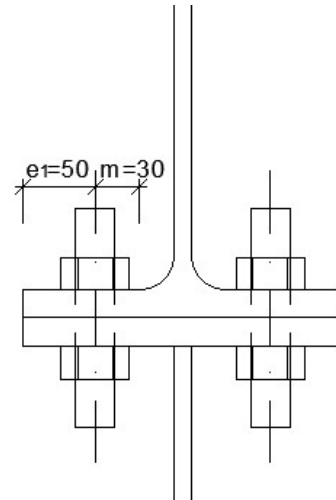
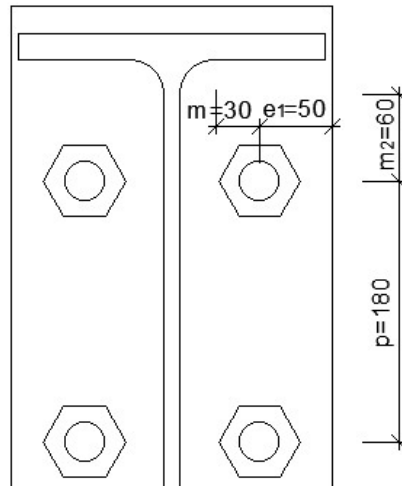
$\alpha_v := 0,6$

$d := 27 \text{ mm}$

$d_0 := 30 \text{ mm}$

Výpočet 1. řady šroubů (pod taženou pásnicí)

$m := 30 \text{ mm}$
 $e' := 50 \text{ mm}$
 $m_2 := 60 \text{ mm}$
 $p := 180 \text{ mm}$



$$n = \min \left(\begin{array}{l} e' = 50 \text{ mm} \\ 1,25 \cdot m = 37,5 \text{ mm} \end{array} \right) \quad n := 37,5 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 := \frac{m}{m+e'} = 0,375$$

$$\lambda_2 := \frac{m_2}{m+e'} = 0,75$$

$\alpha := 6,2$ hodnota z grafu

Výpočet efektivní šířky

Řada šroubů působí samostatně

Kruhové porušení

$$l_{eff,cp,sam} := 2 \cdot \pi \cdot m = 188,4956 \text{ mm}$$

Nekruhové porušení

$$l_{eff,nc,sam} := \alpha \cdot m = 186 \text{ mm}$$

Řada šroubů působí jako součást skupiny

Kruhové porušení

$$l_{eff,cp,sk} := \pi \cdot m + p = 274,2478 \text{ mm}$$

Nekruhové porušení

$$l_{eff,nc,sk} := 0,5 \cdot p + \alpha \cdot m - (2 \cdot m + 0,625 \cdot e') = 184,75 \text{ mm}$$

$$l_{eff,1} = \min \left(\begin{array}{l} \min l_{eff,cp} = 188,4956 \text{ mm} \\ \min l_{eff,nc} = 184,75 \text{ mm} \end{array} \right) \quad l_{eff,1} := 184,75 \text{ mm}$$

$$l_{eff,2} = \min l_{eff,nc} \quad l_{eff,2} := 184,75 \text{ mm}$$

$$M_{pl,1,Rd} := \frac{1}{4} \cdot l_{eff,1} \cdot t_{f,sl} \cdot 2 \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 3,9183 \text{ kN m}$$

$$M_{pl,2,Rd} := \frac{1}{4} \cdot l_{eff,2} \cdot t_{f,sl} \cdot 2 \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 3,9183 \text{ kN m}$$

Návrhová únosnost

$$F_{t,Rd} := \frac{0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = 264,384 \text{ kN}$$

a) Úplná plastifikace pásnice

$$F_{t,a,Rd} := \frac{4 \cdot M_{pl,1,Rd}}{m} = 522,4422 \text{ kN}$$

b) Porušení šroubu s plastifikací pásnice

$$F_{t,b,Rd} := \frac{2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot 2 \cdot F_{t,Rd}}{m+n} = 409,8583 \text{ kN}$$

c) Porušení šroubu

$$F_{t,c,Rd} := 2 \cdot F_{t,Rd} = 528,768 \text{ kN}$$

$$F_{t,1,Rd} = \min \begin{pmatrix} F_{t,a,Rd} = 522,4422 \text{ kN} \\ F_{t,b,Rd} = 409,8583 \text{ kN} \\ F_{t,c,Rd} = 528,768 \text{ kN} \end{pmatrix}$$

$$F_{t,1,Rd} := 409,8583 \text{ kN}$$

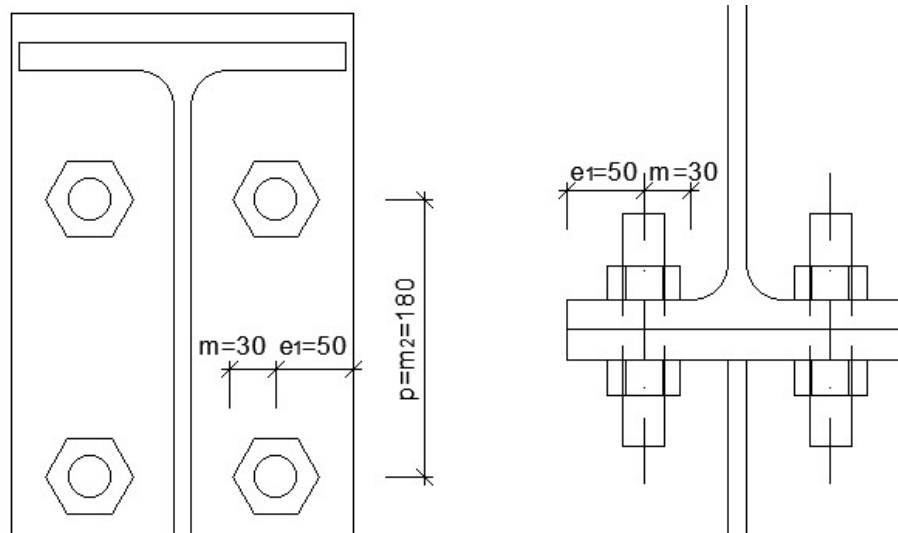
Výpočet 2. a 3. řady šroubů (vnitřní)

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

$$e' := 50 \text{ mm}$$

$$m_2 := 180 \text{ mm}$$

$$p := 180 \text{ mm}$$



$$n = \min \left(\begin{array}{l} e' = 50 \text{ mm} \\ 1,25 \cdot m = 37,5 \text{ mm} \end{array} \right) \quad n := 37,5 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 := \frac{m}{m+e'} = 0,375 \quad \lambda_2 := \frac{m_2}{m+e'} = 2,25 \quad \alpha := 6,2 \text{ hodnota z grafu}$$

Výpočet efektivní šířky

Řada šroubů působí samostatně

Kruhové porušení

$$l_{\text{eff,cp,sam}} := 2 \cdot \pi \cdot m = 188,4956 \text{ mm}$$

Nekruhové porušení

$$l_{\text{eff,nc,sam}} := 4 \cdot m + 1,25 \cdot e' = 182,5 \text{ mm}$$

Řada šroubů působí jako součást skupiny

Kruhové porušení

$$l_{\text{eff,cp,sk}} := 2 \cdot p = 360 \text{ mm}$$

Nekruhové porušení

$$l_{\text{eff,nc,sk}} := p = 180 \text{ mm}$$

$$l_{\text{eff},1} = \min \left(\begin{array}{l} \min l_{\text{eff,cp}} = 188,4956 \text{ mm} \\ \min l_{\text{eff,nc}} = 180 \text{ mm} \end{array} \right) \quad l_{\text{eff},1} := 180 \text{ mm}$$

$$l_{\text{eff},2} = \min l_{\text{eff,nc}} \quad l_{\text{eff},2} := 180 \text{ mm}$$

$$M_{\text{pl},1,\text{Rd}} := \frac{1}{4} \cdot l_{\text{eff},1} \cdot t_{\text{f,sl}} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{\text{M0}}} = 3,8176 \text{ kN m}$$

$$M_{\text{pl},2,\text{Rd}} := \frac{1}{4} \cdot l_{\text{eff},2} \cdot t_{\text{f,sl}} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{\text{M0}}} = 3,8176 \text{ kN m}$$

Návrhová únosnost

$$F_{\text{t,Rd}} := \frac{0,9 \cdot f_{\text{ub}} \cdot A_s}{\gamma_{\text{M2}}} = 264,384 \text{ kN}$$

a) Úplná plastifikace pásnice

$$F_{\text{t,a,Rd}} := \frac{4 \cdot M_{\text{pl},1,\text{Rd}}}{m} = 509,01 \text{ kN}$$

b) Porušení šroubu s plastifikací pásnice

$$F_{\text{t,b,Rd}} := \frac{2 \cdot M_{\text{pl},2,\text{Rd}} + n \cdot 2 \cdot F_{\text{t,Rd}}}{m+n} = 406,8733 \text{ kN}$$

c) Porušení šroubu

$$F_{t,c,Rd} := 2 \cdot F_{t,Rd} = 528,768 \text{ kN}$$

$$F_{t,1,Rd} = \min \begin{pmatrix} F_{t,a,Rd} = 509,01 \text{ kN} \\ F_{t,b,Rd} = 406,8733 \text{ kN} \\ F_{t,c,Rd} = 528,768 \text{ kN} \end{pmatrix} \quad \boxed{F_{t,2,Rd} := 406,8733 \text{ kN}}$$

$$\boxed{F_{t,3,Rd} := F_{t,2,Rd} = 406,8733 \text{ kN}}$$

- 2. a 3. řada šroubů mají stejné návrhové únosnosti $F_{t,Rd}$

Výpočet spodní řady šroubů - smyková únosnost

- spodní řada šroubů bude využita pro přenos smykové síly, nebude uvažována pro výpočet momentové únosnosti

Únosnost šroubu ve stříhu

$$F_{v,Rd} := \frac{\alpha_v \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = 176,256 \text{ kN}$$

Únosnost v otláčení

$$e_1 := 270 \text{ mm}$$

$$e_2 := 50 \text{ mm}$$

$$t = \min \begin{pmatrix} t_{f,s1} = 19 \text{ mm} \\ t_{\check{c}d} = 20 \text{ mm} \end{pmatrix} \quad t := 19 \text{ mm}$$

$$\alpha_b = \min \begin{pmatrix} \frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 3 \\ \frac{f_{ub}}{f_u} = 2,2222 \\ 1,0 \end{pmatrix} \quad \alpha_b := 1,0$$

$$k_1 = \min \begin{pmatrix} 2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7 = 2,9667 \\ 2,5 \end{pmatrix} \quad k_1 := 2,5$$

$$F_{b,Rd} := \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = 369,36 \text{ kN}$$

Únosnost šroubu ve smyku

$$V_{Rd} = 2 \cdot \min \begin{pmatrix} F_{v,Rd} = 176,256 \text{ kN} \\ F_{b,Rd} = 369,36 \text{ kN} \end{pmatrix} \quad V_{Rd} := 2 \cdot F_{v,Rd} = 352,512 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 352,512 \text{ kN} > V_{Ed} = 77,45 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Únosnost základních komponent

Únosnost pásnice příčle v tlaku

$$F_{c,fb,Rd} = \frac{W_{pl,y,př} \cdot f_y}{(h_{př} - t_{f,př}) \cdot \gamma_{M0}} = 1229,2511 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_{t,i,Rd} = F_{t,1,Rd} + F_{t,2,Rd} + F_{t,3,Rd} = 1223,6049 \text{ kN}$$

$$F_{c,fb,Rd} = 1229,2511 \text{ kN} > \Sigma F_{t,i,Rd} = 1223,6049 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

- nebude nutné redukovat spodní řady tažených šroubů

Únosnost stěny sloupu ve smyku

Kontrola štíhlosti

$$\frac{d_{sl}}{t_{w,sl}} = 42,8333 < 69 \cdot \varepsilon = 69 \quad \text{VYHOVUJE}$$

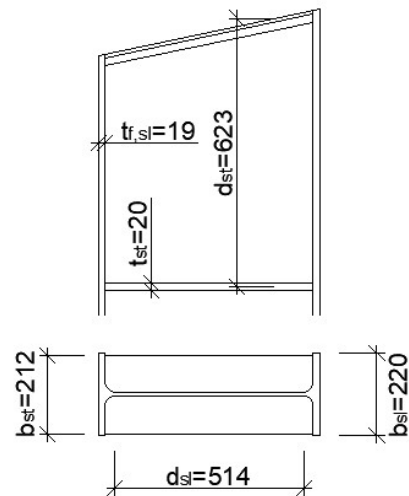
$$b_{sl} = 220 \text{ mm} \quad b_{st} := 212 \text{ mm}$$

$$d_{sl} = 514 \text{ mm} \quad d_{st} := 623 \text{ mm}$$

$$t_{f,sl} = 19 \text{ mm} \quad t_{st} := 20 \text{ mm}$$

$$M_{pl,fc,Rd} := \frac{1}{4} \cdot b_{sl} \cdot t_{f,sl} \cdot \frac{2}{\gamma_{M0}} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 4,6659 \text{ kN m}$$

$$M_{pl,st,Rd} := \frac{1}{4} \cdot b_{st} \cdot t_{st} \cdot \frac{2}{\gamma_{M0}} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 4,982 \text{ kN m}$$



$$V_{wp,add,Rd} = \min \left(\begin{array}{l} 4 \cdot \frac{M_{pl,fc,Rd}}{d_{st}} = 29,9578 \text{ kN} \\ \frac{2 \cdot M_{pl,fc,Rd} + 2 \cdot M_{pl,st,Rd}}{d_{st}} = 30,9725 \text{ kN} \end{array} \right)$$

$$V_{wp,add,Rd} := 29,9578 \text{ kN}$$

$$V_{wp,Rd} := \frac{0,9 \cdot f_y \cdot A_{v,sl}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} + V_{wp,add,Rd} = 1052,9919 \text{ kN}$$

$$V_{wp,Rd} = 1052,9919 \text{ kN} < \Sigma F_{t,i,Rd} = 1223,6049 \text{ kN} \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

- podmínka únosnosti stěny sloupu ve smyku nevyhovuje -> snížím únosnost 3. řady šroubů o potřebnou hodnotu

$$\Sigma F_{t,i,Rd} - V_{wp,Rd} = 170,613 \text{ kN}$$

$$F_{t,3,Rd,opr} := F_{t,3,Rd} - 170,613 \text{ kN} = 236,2603 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_{t,i,Rd,opr} := F_{t,1,Rd} + F_{t,2,Rd} + F_{t,3,Rd,opr} = 1052,9919 \text{ kN}$$

$$V_{wp,Rd} = 1052,9919 \text{ kN} \geq \Sigma F_{t,i,Rd,opr} = 1052,9919 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Rozdělení sil a momentová únosnost

$$F_{t,1,Rd} = 409,8583 \text{ kN} < 1,9 \cdot F_{t,Rd} = 502,3296 \text{ kN}$$

$$F_{t,2,Rd} = 406,8733 \text{ kN} < 1,9 \cdot F_{t,Rd} = 502,3296 \text{ kN}$$

$$F_{t,3,Rd,opr} = 236,2603 \text{ kN} < 1,9 \cdot F_{t,Rd} = 502,3296 \text{ kN}$$

- podmínky splněny -> mohu uvažovat plastické rozdělení sil

Ramena tahových sil

$$h_1 := 640 \text{ mm}$$

$$h_2 := 460 \text{ mm}$$

$$h_3 := 280 \text{ mm}$$

Únosnost v ohybu

$$M_{Rd} := F_{t,1,Rd} \cdot h_1 + F_{t,2,Rd} \cdot h_2 + F_{t,3,Rd,opr} \cdot h_3 = 515,6239 \text{ kN m}$$

$$M_{Rd} = 515,6239 \text{ kN m} > M_{Ed} = 309,83 \text{ kN m} \quad \text{VYHOVUJE}$$

PŘÍPOJ TRUBKY NA SLOUP

Návrh šroubů

S 235 Šroubovaný přípoj s jednou řadou šroubů

$$f_u := 360 \text{ MPa}$$

NÁVRH ŠROUBŮ: M16 8.8

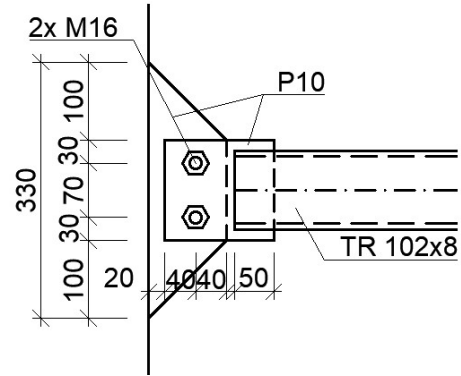
Počet šroubů: 2

$$\gamma_{M2} := 1,25$$

$$A_s := 157 \text{ mm}^2 \quad f_{ub} := 800 \text{ MPa}$$

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

$$d_0 := 18 \text{ mm}$$



Normálová síla v trubce (hodnota z výpočtu střešního ztužení)

$$N_{Ed} := 35,61 \text{ kN}$$

Únosnost šroubu ve stříhu

$$F_{v,Rd} := \frac{0,6 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = 60,288 \text{ kN}$$

Únosnost v otláčení

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

$$e_1 := 40 \text{ mm}$$

$$e_2 := 30 \text{ mm}$$

$$\alpha_b = \min \left(\begin{array}{l} \frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,7407 \\ \frac{f_{ub}}{f_u} = 2,2222 \\ 1,0 \end{array} \right) \quad \alpha_b := 0,7407$$

$$k_1 = \min \left(\begin{array}{l} 2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7 = 2,9667 \\ 2,5 \end{array} \right) \quad k_1 := 2,5$$

$$F_{b,Rd} := \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 85,3286 \text{ kN}$$

Únosnost šroubů

$$N_{Rd} = 2 \cdot \min \left(\begin{array}{l} F_{v,Rd} = 60,288 \text{ kN} \\ F_{b,Rd} = 85,3286 \text{ kN} \end{array} \right) \quad N_{Rd} := 2 \cdot F_{v,Rd} = 120,576 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = 120,576 \text{ kN} > N_{Ed} = 35,61 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Návrh svarů trubky s plechem

Tloušťka svaru

$$a_w := 3 \text{ mm}$$

Počet svarů: 4

Délka jednoho svaru

$$L_{w,1} := 50 \text{ mm}$$

Celková délka svarů

$$L_w := 4 \cdot L_{w,1} = 200 \text{ mm}$$

Normálová síla v trubce (hodnota z výpočtu střešního ztužení)

$$N_{Ed} = 35,61 \text{ kN}$$

Podmínka pro napětí v koutovém svaru

$$\beta_w := 0,8 \quad \tau_{II} := \frac{N_{Ed}}{a_w \cdot L_w} = 59,35 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{3 \cdot \tau_{II}^2} = 102,7972 \text{ MPa} < \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 360 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Návrh svarů plechu se stojinou sloupu

Tloušťka svaru

$$a_w := 4 \text{ mm}$$

Počet svarů: 2

Délka jednoho svaru

$$L_{w,1} := 330 \text{ mm}$$

Celková délka svarů

$$L_w := 2 \cdot L_{w,1} = 660 \text{ mm}$$

Normálová síla v trubce (hodnota z výpočtu střešního ztužení)

$$N_{Ed} = 35,61 \text{ kN}$$

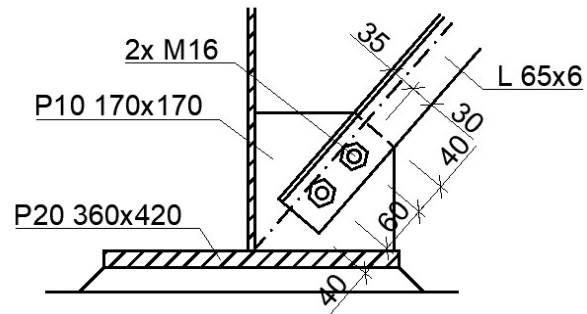
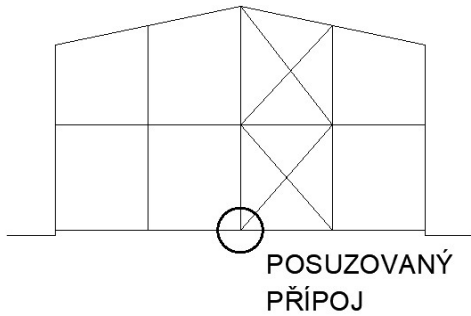
Podmínka pro napětí v koutovém svaru

$$\beta_w := 0,8 \quad \tau_{kol} := \frac{N_{Ed}}{\sqrt{2} \cdot a_w \cdot L_w} = 9,5379 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{kol} := \tau_{kol} = 9,5379 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 \cdot \tau_{kol}^2} = 19,0758 \text{ MPa} < \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 360 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

PŘÍPOJ ÚHELNÍKU K PATCE



Návrh šroubů

S 235 Šroubovaný přípoj s jednou řadou šroubů

$$f_u := 360 \text{ MPa}$$

NÁVRH ŠROUBŮ: M16 8.8

Počet šroubů: 2

$$\gamma_{M2} := 1,25$$

$$A_s := 157 \text{ mm}^2 \quad f_{ub} := 800 \text{ MPa}$$

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

$$d_0 := 18 \text{ mm}$$

Normálová síla v trubce (hodnota z posouzení štítové stěny)

$$N_{Ed} := 48,46 \text{ kN}$$

Únosnost šroubu ve stříhu

$$F_{v,Rd} := \frac{0,6 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = 60,288 \text{ kN}$$

Únosnost v otláčení

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

$$e_2 := 30 \text{ mm}$$

$$t = \min \left(\begin{array}{l} t_L := 6 \text{ mm} \\ t_{pl} := 10 \text{ mm} \end{array} \right) \quad t := 6 \text{ mm}$$

$$\alpha_b = \min \left(\begin{array}{l} \frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,5556 \\ \frac{f_{ub}}{f_u} = 2,2222 \\ 1,0 \end{array} \right) \quad \alpha_b := 0,5556$$

$$k_1 = \min \left(\begin{array}{l} 2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7 = 2,9667 \\ 2,5 \end{array} \right) \quad k_1 := 2,5$$

$$F_{b,Rd} := \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 38,4031 \text{ kN}$$

Únosnost šroubů

$$N_{Rd} = 2 \cdot \min \left(\begin{array}{l} F_{v,Rd} = 60,288 \text{ kN} \\ F_{b,Rd} = 38,4031 \text{ kN} \end{array} \right) \quad N_{Rd} := 2 \cdot F_{v,Rd} = 120,576 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = 120,576 \text{ kN} > N_{Ed} = 48,46 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Úhelník v tahu

Redukční součinitel

$$p_1 := 60 \text{ mm} \quad 2,5 \cdot d_0 = 45 \text{ mm}$$

$$A_L := 753 \text{ mm}^2 \quad 5 \cdot d_0 = 90 \text{ mm}$$

$$\beta_2 := \frac{p_1 - 45 \text{ mm}}{90 \text{ mm} - 45 \text{ mm}} \cdot (0,7 - 0,4) + 0,4 = 0,5$$

Účinná průřezová plocha úhelníku

$$A_{net} := A_L - d_0 \cdot t_L = 645 \text{ mm}^2$$

Návrhová únosnost

$$N_{Rd,t} := \frac{\beta_2 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 92,88 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,t} = 92,88 \text{ kN} > N_{Ed} = 48,46 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Návrh svaru plechu se stojinou sloupu

Úhel sklonu ztužidla

$$\alpha := 49,18^\circ$$

Svislá složka normálové síly ve ztužidle

$$N_{Ed,sv} := N_{Ed} \cdot \sin(\alpha) = 36,6729 \text{ kN}$$

Tloušťka svaru

$$a_w := 4 \text{ mm}$$

Počet svarů: 2

Délka jednoho svaru

$$L_{w,1} := 170 \text{ mm}$$

Celková délka svarů

$$L_w := 2 \cdot L_{w,1} = 340 \text{ mm}$$

Podmínka pro napětí v koutovém svaru

$$\beta_w := 0,8 \quad \tau_{II} := \frac{N_{Ed,sv}}{a_w \cdot L_w} = 26,9654 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{3 \cdot \tau_{II}^2} = 46,7054 \text{ MPa} < \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 360 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Návrh svaru plechu s patním plechem

Úhel sklonu ztužidla

$$\alpha := 49,18^\circ$$

Vodorovná složka normálové síly ve ztužidle

$$N_{Ed, vod} := N_{Ed} \cdot \cos(\alpha) = 31,6776 \text{ kN}$$

Tloušťka svaru

$$a_w := 4 \text{ mm}$$

Počet svarů: 2

Délka jednoho svaru

$$L_{w, 1} := 170 \text{ mm}$$

Celková délka svarů

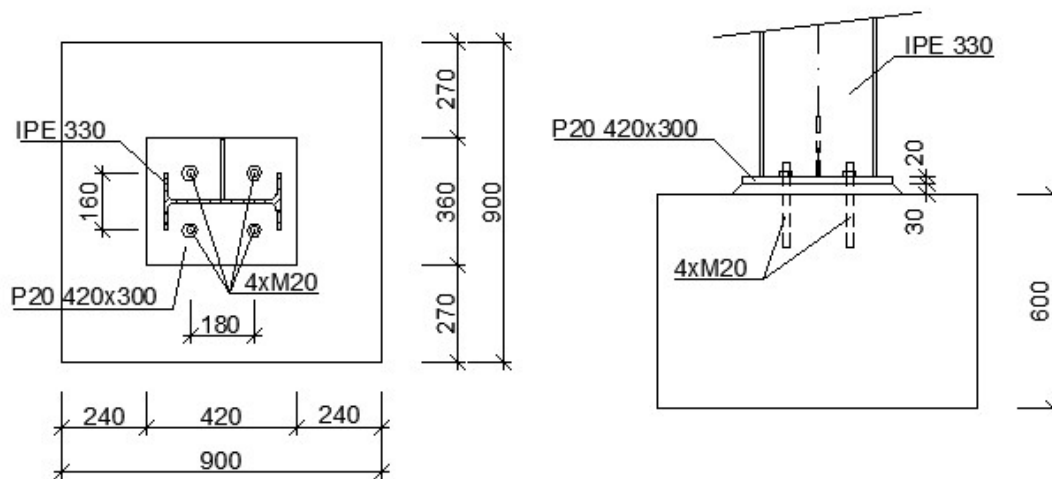
$$L_w := 2 \cdot L_{w, 1} = 340 \text{ mm}$$

Podmínka pro napětí v koutovém svaru

$$\beta_w := 0,8 \quad \tau_{II} := \frac{N_{Ed, vod}}{a_w \cdot L_w} = 23,2923 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{3 \cdot \tau_{II}^2} = 40,3435 \text{ MPa} < \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 360 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

PATKA SLOUPU VE ŠTÍTOVÉ STĚNĚ



Tlaková únosnost

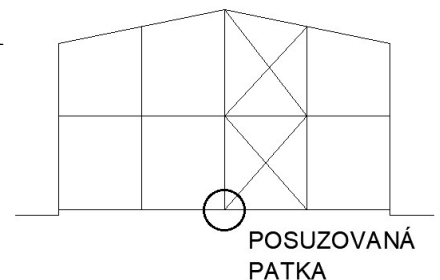
Maximální normálová síla: Nelineární kombinace NC1

$$N_{Ed} := 47,01 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} := 0,18 \text{ kN}$$

Uvažovaná únosnost zeminy

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



Minimální půdorysná plocha patky

$$A_{c, \min} := \frac{N_{Ed}}{R_d} = 0,1567 \text{ m}^2$$

Rozměry patky

$$\text{šířka } a_c := 900 \text{ mm}$$

$$\text{délka } b_c := 900 \text{ mm}$$

$$\text{výška } h_c := 600 \text{ mm}$$

$$A_c := a_c \cdot b_c = 0,81 \text{ m}^2 > A_{c, \min} := \frac{N_{Ed}}{R_d} = 0,1567 \text{ m}^2$$

Rozměry patního plechu

$$a_0 := 420 \text{ mm} \quad t_p := 20 \text{ mm}$$

$$b_0 := 360 \text{ mm}$$

Započitatelné rozměry betonové patky

$$a_1 = \min \begin{pmatrix} 3 \cdot a_0 = 1260 \text{ mm} \\ a_0 + h_c = 1020 \text{ mm} \\ a_c = 900 \text{ mm} \end{pmatrix} \quad a_1 := 900 \text{ mm}$$

$$b_1 = \min \begin{pmatrix} 3 \cdot b_0 = 1080 \text{ mm} \\ b_0 + h_c = 960 \text{ mm} \\ b_c = 900 \text{ mm} \end{pmatrix} \quad b_1 := 900 \text{ mm}$$

Součinitel koncentrace napětí

$$k_j := \sqrt{\frac{a_1 \cdot b_1}{a_0 \cdot b_0}} = 2,3146$$

Beton

C20/25

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

$$\gamma_c := 1,5$$

Návrhová pevnost betonu

$$\beta_j := \frac{2}{3}$$

$$f_{jd} := \frac{\beta_j \cdot k_j \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = 20,5738 \text{ MPa}$$

Účinná šířka patní desky

$$f_{yd} := 235 \text{ MPa}$$

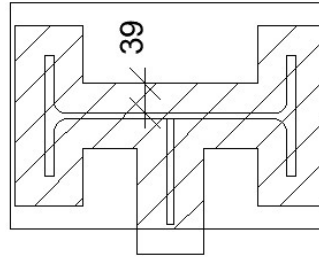
$$c := t_p \cdot \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 \cdot f_{jd}}} = 39,0253 \text{ mm}$$

Efektivní plocha - stanovení graficky

$$A_{eff} := 71619 \text{ mm}^2$$

Únosnost patky

$$N_{Rd} := A_{eff} \cdot f_{jd} = 1473,4735 \text{ kN} > N_{Ed} = 47,01 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$



Únosnost ve smyku

Nejnepříznivější poměr smykové a normálové síly: Nelineární kombinace NC4

$$N_{Ed} := 29,52 \text{ kN} \quad (\text{tah})$$

$$V_{Ed,y} := 30,52 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,x} := 33,05 \text{ kN}$$

Výpočet ve software HILTI Profis Anchor

viz. příloha L

Využití:	Tah:	36 %
	Smyk:	72 %
	Kombinace tah/smyk:	82 %

VYHOVUJE

PŘÍLOHY

Seznam příloh:

Příloha A – Trapézový plech TR 160/250 – tabulky únosnosti

Příloha B – Střešní sendvičový panel KS1000 RW – tabulky únosnosti

Příloha C – Tenkostěnná vaznice Z 210-S – tabulky únosnosti

Příloha D – Stěnový sendvičový panel KS1000 AWP – tabulky únosnosti

Příloha E – Tenkostěnný paždík C 180-S – tabulky únosnosti

Příloha F – Kritický moment příčle – LTBeamN 1.0.3

Příloha G – Kritický moment sloupu č. 1 – LTBeamN 1.0.3

Příloha H – Kritický moment sloupu č. 2 – LTBeamN 1.0.3

Příloha I – Kritický moment krajního – LTBeamN 1.0.3

Příloha J – Kritický moment příčle ve štítové stěně – LTBeamN 1.0.3

Příloha K – Patka sloupu vnitřní vazby – HILTI Profis Anchor

Příloha L – Patka sloupu ve štítové stěně – HILTI Profis Anchor

PŘÍLOHA A

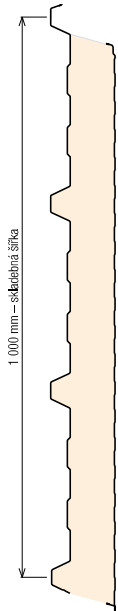
TRAPÉZOVÝ PLECH TR 160/250 – TABULKY ÚNOSNOSTI

PŘÍLOHA B

STŘEŠNÍ SENDVIČOVÝ PANEL KS1000 RW – TABULKY ÚNOSNOSTI

Střešní panel KS1000 RW 100

plech vnější/vnitřní 0,5 / 0,4 mm S280GD podle ČSN EN 14509



hodnota
zátěží

Systém	Skupina barev	charakteristické proměnné zátěžení sněhem [kN/m ²]																			
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00
Prostý nosník	I, II, III (f)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	I (f)	5,96	4,21	3,34	2,82	2,46	2,21	2,02	1,86	1,74	1,63	1,54	1,45	1,34	1,26	1,18	1,12	1,06	1,01	0,98	0,94
	II (f)	5,96	4,21	3,34	2,82	2,46	2,21	2,02	1,86	1,74	1,63	1,54	1,45	1,34	1,26	1,18	1,12	1,06	1,01	0,98	0,94
Spojitý nosník o 2 polích	I, II, III (f)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	I (f)	5,96	4,21	3,34	2,82	2,46	2,21	2,02	1,86	1,74	1,63	1,54	1,45	1,34	1,26	1,18	1,12	1,06	1,01	0,98	0,94
	II (f)	5,96	4,21	3,34	2,82	2,46	2,21	2,02	1,86	1,74	1,63	1,54	1,45	1,34	1,26	1,18	1,12	1,06	1,01	0,98	0,94
Spojitý nosník o 3 a více polích	I, II, III (f)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	I (f)	6,77	4,75	3,75	3,15	2,74	2,45	2,23	2,06	1,92	1,75	1,58	1,45	1,34	1,26	1,18	1,12	1,06	1,01	0,98	0,94
	II (f)	6,77	4,75	3,75	3,15	2,74	2,45	2,23	2,06	1,92	1,75	1,58	1,45	1,34	1,26	1,18	1,12	1,06	1,01	0,98	0,94
Spojitý nosník o 3 a více polích	I, II, III (f)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	I (f)	6,77	4,75	3,75	3,15	2,74	2,45	2,23	2,06	1,92	1,75	1,58	1,45	1,34	1,26	1,18	1,12	1,06	1,01	0,98	0,94
	II (f)	6,77	4,75	3,75	3,15	2,74	2,45	2,23	2,06	1,92	1,75	1,58	1,45	1,34	1,26	1,18	1,12	1,06	1,01	0,98	0,94

barevná skupina (zatloučení dle odstínu v RAL)

(f) – přípustná deformace pro krátkodobé zátěžení L/200, pro dlouhodobě L/100, kde L je rozpětí mezi podporami

AA – min. šířka krajní podpory

X,XX – max. rozpon

BB – min. šířka střední podpory

KS1000 RW

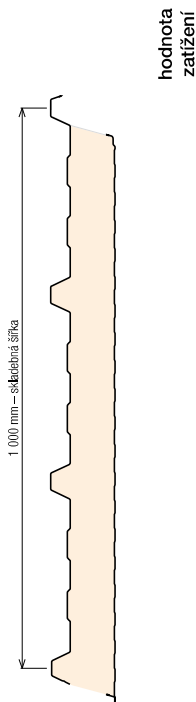
Tabulka platí pro běžná proměnná klimatická zátěžení. Při jiných požadavcích (dlouhodobá zátěžení, teplotní zátěžení v chladárnách apod.) je třeba provést zvláštní výpočet. Výpočty jsou provedeny v souladu s ČSN EN 14509. Hodnoty mezních zátěžení uvedené v tabulkách porovnávejte s charakteristickými hodnotami zátěžení. Výpočty berou v úvahu vlastní hmotnost panelů. Možné chyby a opomenutí vyhrazeny. Mějte prosím na paměti, že tato tabulka nenahrazuje statický výpočet.

Tabulky únosnosti

KS1000 RW

Střešní panel KS1000 RW 100

plech vnější/vnitřní 0,5 / 0,4 mm S280GD podle ČSN EN 14509



Systém	Skupina barev	charakteristické proměnné zatížení, SÁNÍ větru [kN/m ²]																			
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00
Prostý nosník	I, II, III (f)	6,74	5,68	5,10	4,70	4,30	3,99	3,73	3,52	3,34	3,18	3,04	2,90	2,76	2,62	2,47	2,33	2,20	2,08	1,97	1,87
	I (f)	10,06	6,79	4,74	3,74	3,14	2,73	2,43	2,21	2,03	1,88	1,76	1,66	1,57	1,49	1,42	1,36	1,31	1,26	1,21	1,17
	II (f)	10,06	6,39	4,45	3,51	2,96	2,58	2,31	2,10	1,94	1,80	1,69	1,60	1,51	1,44	1,38	1,32	1,27	1,22	1,18	1,14
Spojitý nosník o 2 polích	III (f)	10,06	5,75	4,00	3,18	2,70	2,37	2,14	1,95	1,81	1,69	1,59	1,51	1,43	1,37	1,31	1,26	1,22	1,17	1,14	1,10
	I (f)	10,63	7,69	5,51	4,30	3,56	3,07	2,71	2,44	2,23	2,06	1,92	1,80	1,70	1,62	1,54	1,48	1,42	1,36	1,32	1,27
	II (f)	10,63	7,68	5,30	4,13	3,42	2,95	2,61	2,35	2,15	1,99	1,86	1,75	1,65	1,57	1,50	1,44	1,38	1,33	1,28	1,24
Spojitý nosník o 3 a více polích	III (f)	10,63	7,25	4,98	3,86	3,20	2,76	2,45	2,22	2,03	1,89	1,76	1,66	1,58	1,50	1,44	1,38	1,32	1,28	1,24	1,20

Mínimální šířka krajní podpory je 40 mm, minimální šířka střední podpory je 60 mm, nevyplyvá-li z tabulek pro zatížení v tlaku šířka větší.

barevná skupina (zatížení dle odstínu v RAL)
(f) – přípustná deformace pro krátkodobé zatížení L/200, pro dlouhodobé L/100, kde L je rozpětí mezi podporami

max. rozpon

Tabulka platí pro běžná proměnná klimatická zatížení. Při jiných požadavcích (dlouhodobá zatížení, teplotní zatížení v chladárnách apod.) je třeba provést zvláštní výpočet. 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.

PŘÍLOHA C

TENKOSTĚNNÁ VAZNICE Z 210-S – TABULKY ÚNOSNOSTI

Z 210-S

Únosnost dle ČSN EN 1993-1-3:

Řádek č. 1 : Únosnost bez vlivu osově síly (návrhová hodnota)

Řádek č. 2 : Únosnost s vlivem osově síly 30 kN (návrhová hodnota, osová síla v tlaku nebo tahu)

Řádek č. 3 : Únosnost pro sání bez vlivu osově síly (návrhová hodnota)

Řádek č. 4 : Únosnost pro sání s vlivem osově síly 30 kN (návrhová hodnota, osová síla v tlaku nebo tahu)

Řádek č. 5 : Maximální zatížení pro deformaci L/200 (charakteristická hodnota, únosnost dle MSÚ není zohledněna)

Řádek č. 6 : Maximální zatížení pro deformaci L/300 (charakteristická hodnota, únosnost dle MSÚ není zohledněna)

PROSTÝ NOSNÍK

Profil G [kg/m]		Přípustné rovnoměrné zatížení [kN/m] pro pole rozpětí L [m]																
		4.00	4.50	5.00	5.25	5.50	5.75	6.00	6.25	6.50	6.75	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00
Z 210/1,5 G = 4,37 kg/m	1	3.95	3.12	2.53	2.29	2.09	1.91	1.75	1.62	1.49	1.39	1.29	1.12	0.99	0.87	0.78	0.70	0.63
	2	1.72	1.28	0.98	0.86	0.77	0.68	0.61	0.54	0.48	0.43	0.39	0.31	0.26	0.20	0.16	0.13	0.10
	3	-2.31	-1.78	-1.41	-1.27	-1.14	-1.03	-0.94	-0.86	-0.78	-0.72	-0.66	-0.57	-0.49	-0.43	-0.37	-0.33	-0.29
	4	-0.72	-0.51	-0.37	-0.32	-0.28	-0.24	-0.21	-0.18	-0.16	-0.14	-0.12	-0.10	-0.07	-0.06	-0.04	-0.04	-0.03
	5	3.68	2.59	1.89	1.63	1.42	1.24	1.09	0.97	0.86	0.77	0.69	0.56	0.46	0.38	0.32	0.27	0.24
	6	2.46	1.72	1.26	1.09	0.94	0.83	0.73	0.64	0.57	0.51	0.46	0.37	0.31	0.26	0.22	0.18	0.16
Z 210/2,0 G = 5,82 kg/m	1	6.45	5.09	4.13	3.74	3.41	3.12	2.86	2.64	2.44	2.26	2.10	1.83	1.61	1.43	1.27	1.14	1.03
	2	4.31	3.21	2.45	2.16	1.91	1.70	1.52	1.35	1.21	1.09	0.98	0.80	0.66	0.55	0.46	0.39	0.33
	3	-3.75	-2.90	-2.31	-2.07	-1.87	-1.70	-1.54	-1.41	-1.29	-1.19	-1.09	-0.94	-0.81	-0.70	-0.62	-0.55	-0.48
	4	-2.24	-1.70	-1.32	-1.17	-1.05	-0.94	-0.85	-0.77	-0.70	-0.63	-0.58	-0.49	-0.41	-0.35	-0.30	-0.26	-0.23
	5	5.38	3.78	2.75	2.38	2.07	1.81	1.59	1.41	1.25	1.12	1.00	0.82	0.67	0.56	0.47	0.40	0.34
	6	3.59	2.52	1.84	1.59	1.38	1.21	1.06	0.94	0.84	0.75	0.67	0.54	0.45	0.37	0.31	0.27	0.23
Z 210/2,5 G = 7,28 kg/m	1	8.88	7.01	5.68	5.15	4.70	4.30	3.95	3.64	3.36	3.12	2.90	2.53	2.22	1.97	1.75	1.57	1.42
	2	6.32	4.84	3.80	3.39	3.04	2.74	2.47	2.22	2.00	1.81	1.64	1.36	1.13	0.94	0.79	0.67	0.57
	3	-5.03	-3.90	-3.10	-2.79	-2.52	-2.28	-2.08	-1.90	-1.74	-1.60	-1.47	-1.26	-1.09	-0.95	-0.83	-0.73	-0.65
	4	-3.59	-2.75	-2.16	-1.93	-1.73	-1.56	-1.41	-1.28	-1.17	-1.07	-0.98	-0.83	-0.71	-0.61	-0.53	-0.46	-0.41
	5	6.96	4.89	3.56	3.08	2.68	2.34	2.06	1.82	1.62	1.45	1.30	1.06	0.87	0.73	0.61	0.52	0.45
	6	4.64	3.26	2.38	2.05	1.78	1.56	1.37	1.22	1.08	0.97	0.87	0.70	0.58	0.48	0.41	0.35	0.30

SPOJITÝ NOSNÍK O 3 NEBO 4 POLÍCH - PŘESAHY 0,6 m

Profil		Přípustné rovnoměrné zatížení [kN/m] pro pole rozpětí L [m]																
		4.00	4.50	5.00	5.25	5.50	5.75	6.00	6.25	6.50	6.75	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00
Z 210/1,5	1	4.79	3.82	3.12	2.84	2.60	2.39	2.20	2.01	1.84	1.69	1.56	1.33	1.15	1.01	0.89	0.79	0.70
	2	2.39	1.86	1.48	1.33	1.19	1.07	0.96	0.85	0.76	0.68	0.61	0.49	0.40	0.32	0.25	0.20	0.16
	3	-3.83	-2.95	-2.33	-2.09	-1.88	-1.70	-1.54	-1.41	-1.29	-1.19	-1.09	-0.94	-0.81	-0.71	-0.62	-0.55	-0.49
	4	-1.41	-1.01	-0.74	-0.63	-0.55	-0.48	-0.42	-0.37	-0.33	-0.29	-0.26	-0.21	-0.17	-0.14	-0.11	-0.09	-0.07
	5	6.98	4.90	3.57	3.09	2.68	2.35	2.07	1.83	1.63	1.45	1.30	1.06	0.87	0.73	0.61	0.52	0.45
	6	4.65	3.27	2.38	2.06	1.79	1.57	1.38	1.22	1.08	0.97	0.87	0.71	0.58	0.48	0.41	0.35	0.30
Z 210/2,0	1	7.37	5.91	4.86	4.44	4.07	3.76	3.47	3.18	2.92	2.69	2.48	2.13	1.85	1.62	1.43	1.27	1.13
	2	5.41	4.29	3.50	3.18	2.89	2.62	2.39	2.13	1.92	1.72	1.56	1.28	1.06	0.88	0.73	0.61	0.52
	3	-6.14	-4.76	-3.78	-3.39	-3.06	-2.77	-2.52	-2.31	-2.12	-1.95	-1.80	-1.54	-1.34	-1.17	-1.03	-0.91	-0.81
	4	-3.85	-2.92	-2.27	-2.02	-1.80	-1.61	-1.45	-1.32	-1.20	-1.10	-1.00	-0.85	-0.72	-0.62	-0.54	-0.47	-0.41
	5	10.2	7.15	5.21	4.50	3.92	3.43	3.02	2.67	2.37	2.12	1.90	1.54	1.27	1.06	0.89	0.76	0.65
	6	6.79	4.77	3.48	3.00	2.61	2.29	2.01	1.78	1.58	1.41	1.27	1.03	0.85	0.71	0.60	0.51	0.43
Z 210/2,5	1	9.73	7.82	6.44	5.89	5.42	5.00	4.63	4.24	3.90	3.59	3.32	2.86	2.48	2.18	1.92	1.71	1.53
	2	8.11	6.56	5.45	5.00	4.61	4.23	3.89	3.50	3.16	2.86	2.59	2.15	1.80	1.50	1.25	1.05	0.89
	3	-8.23	-6.38	-5.07	-4.56	-4.11	-3.73	-3.39	-3.10	-2.85	-2.62	-2.42	-2.08	-1.80	-1.57	-1.38	-1.22	-1.09
	4	-6.05	-4.63	-3.63	-3.24	-2.91	-2.62	-2.36	-2.15	-1.97	-1.80	-1.66	-1.41	-1.21	-1.05	-0.91	-0.80	-0.71
	5	13.2	9.25	6.75	5.83	5.07	4.44	3.90	3.45	3.07	2.74	2.46	2.00	1.65	1.37	1.16	0.98	0.84
	6	8.78	6.17	4.50	3.89	3.38	2.96	2.60	2.30	2.05	1.83	1.64	1.33	1.10	0.92	0.77	0.66	0.56

SPOJITÝ NOSNÍK O 5 A VÍCE POLÍCH - PŘESAHY 0,6 m + 0,9 m

Profil		Přípustné rovnoměrné zatížení [kN/m] pro pole rozpětí L [m]																
		4.00	4.50	5.00	5.25	5.50	5.75	6.00	6.25	6.50	6.75	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00
krajní : Z 210/2,0 vnitřní : Z 210/1,5	1	5.96	4.84	4.03	3.71	3.42	3.18	2.96	2.71	2.49	2.29	2.12	1.82	1.58	1.36	1.19	1.04	0.92
	2	4.74	3.87	3.25	2.99	2.78	2.58	2.41	2.16	1.93	1.74	1.57	1.29	1.06	0.88	0.73	0.61	0.52
	3	-6.19	-4.80	-3.81	-3.42	-3.09	-2.79	-2.54	-2.33	-2.13	-1.96	-1.81	-1.56	-1.35	-1.18	-1.03	-0.92	-0.81
	4	-3.89	-2.95	-2.29	-2.03	-1.82	-1.63	-1.46	-1.33	-1.21	-1.10	-1.01	-0.85	-0.73	-0.63	-0.54	-0.47	-0.42
	5	10.3	7.24	5.28	4.56	3.97	3.47	3.06	2.70	2.40	2.15	1.92	1.56	1.29	1.07	0.91	0.77	0.66
	6	6.88	4.83	3.52	3.04	2.64	2.31	2.04	1.80	1.60	1.43	1.28	1.04	0.86	0.72	0.60	0.51	0.44
krajní : Z 210/2,5 vnitřní : Z 210/2,0	1	8.86	7.25	6.08	5.62	5.21	4.85	4.54	4.18	3.86	3.57	3.32	2.88	2.53	2.18	1.90	1.66	1.46
	2	7.42	6.12	5.17	4.79	4.46	4.17	3.91	3.52	3.17	2.87	2.60	2.16	1.80	1.50	1.25	1.05	0.89
	3	-8.35	-6.48	-5.15	-4.62	-4.17	-3.78	-3.44	-3.15	-2.89	-2.66	-2.46	-2.11	-1.83	-1.60	-1.40	-1.24	-1.10
	4	-6.15	-4.70	-3.69	-3.29	-2.95	-2.66	-2.40	-2.19	-2.00	-1.83	-1.68	-1.43	-1.23	-1.06	-0.93	-0.81	-0.72
	5	13.5	9.46	6.90	5.96	5.18	4.54	3.99	3.53	3.14	2.80	2.51	2.04	1.68	1.40	1.18	1.01	0.86
	6	8.98	6.31	4.60	3.97	3.46	3.02	2.66	2.36	2.09	1.87	1.68	1.36	1.12	0.94	0.79	0.67	0.58

PŘÍLOHA D

STĚNOVÝ SENDVIČOVÝ PANEL KS1000 AWP – TABULKY

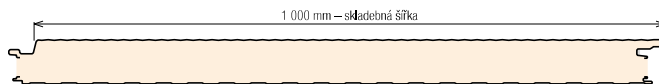
ÚNOSNOSTI

Tabulky únosnosti

KS1000 AWP

Stěnový panel KS1000 AWP 100 – kotvení ve skrytém spoji

plech vnější/vnitřní 0,6/0,4 mm, profilace M/Q, S280GD podle ČSN EN 14509



TLAK										
systém	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 ▲ — ▲	I., II., III.	40	40	46	57	67	76	84	92	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 Připustná deformace: – pro krátkodobé zatížení L/200 – pro dlouhodobá zatížení L/100 kde L je vzdálenost mezi podporami
		9,91	7,97	6,95	6,10	5,45	4,98	4,61	4,31	
spojitý nosník o 2 polích ▲ — ▲ — ▲	I.	40	40	40	40	47	56	65	73	
		7,55	5,82	5,05	4,58	4,26	4,01	3,81	3,62	
	II.	60	60	60	74	93	113	129	146	
		7,55	5,82	5,05	4,58	4,26	4,01	3,81	3,62	
	III.	60	60	60	74	93	113	129	146	
		7,55	5,82	5,05	4,58	4,26	4,01	3,81	3,62	
spojitý nosník o 3 polích ▲ — ▲ — ▲ — ▲	I.	40	40	40	44	54	62	70	77	
		9,88	7,10	5,86	5,14	4,64	4,28	4,00	3,78	
	II.	60	60	69	89	107	124	139	154	
		9,88	7,10	5,86	5,14	4,64	4,28	4,00	3,78	
	III.	60	60	69	89	107	124	139	154	
		9,88	7,10	5,86	5,14	4,64	4,28	4,00	3,78	

SÁNÍ										
systém	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 ▲ — ▲	I.	9,48	6,15	4,10	3,08	2,46	2,05	1,76	1,54	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 Připustná deformace: – pro krátkodobé zatížení L/200 – pro dlouhodobá zatížení L/100 kde L je vzdálenost mezi podporami
	II.	9,48	6,15	4,10	3,08	2,46	2,05	1,76	1,54	
	III.	8,72	6,15	4,10	3,08	2,46	2,05	1,76	1,54	
spojitý nosník o 2 polích ▲ — ▲ — ▲	I.	9,15	4,32	2,85	2,17	1,78	1,52	1,34	1,20	
	II.	8,80	3,99	2,60	1,99	1,64	1,42	1,25	1,13	
	III.	8,21	3,44	2,11	1,69	1,46	1,27	1,13	1,03	
spojitý nosník o 3 polích ▲ — ▲ — ▲ — ▲	I.	9,48	5,34	3,48	2,57	1,86	1,47	1,23	1,07	
	II.	9,48	5,22	3,36	2,46	1,86	1,47	1,23	1,07	
	III.	9,48	5,01	3,16	2,28	1,79	1,47	1,23	1,07	

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 roznášecí 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 chladnách 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.

PŘÍLOHA E

TENKOSTĚNNÝ PAŽDÍK C 180-S – TABULKY ÚNOSNOSTI

C 180-S

Únosnost dle ČSN EN 1993-1-3:

Řádek č. 1 : Únosnost bez vlivu osově síly (návrhová hodnota)

Řádek č. 2 : Únosnost s vlivem osově síly 15 kN (návrhová hodnota, osová síla v tlaku nebo tahu)

Řádek č. 3 : Únosnost pro sání bez vlivu osově síly (návrhová hodnota)

Řádek č. 4 : Únosnost pro sání s vlivem osově síly 15 kN (návrhová hodnota, osová síla v tlaku nebo tahu)

Řádek č. 5 : Maximální zatížení pro deformaci L/200 (charakteristická hodnota, únosnost dle MSÚ není zohledněna)

Řádek č. 6 : Maximální zatížení pro deformaci L/300 (charakteristická hodnota, únosnost dle MSÚ není zohledněna)

PROSTÝ NOSNÍK

Profil G [kg/m]		Přípustné rovnoměrné zatížení [kN/m] pro pole rozpětí L [m]																
		3.00	3.25	3.50	3.75	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
C 180/1,5	1	6.38	5.44	4.69	4.08	3.59	3.18	2.84	2.54	2.30	2.08	1.90	1.74	1.60	1.47	1.36	1.26	1.17
	2	4.58	3.86	3.28	2.82	2.45	2.13	1.86	1.64	1.45	1.29	1.15	1.04	0.93	0.83	0.75	0.67	0.60
	3	-2.34	-2.05	-1.82	-1.64	-1.48	-1.35	-1.23	-1.13	-1.05	-0.97	-0.91	-0.85	-0.80	-0.74	-0.68	-0.64	-0.59
	4	-1.71	-1.48	-1.30	-1.15	-1.03	-0.93	-0.85	-0.77	-0.71	-0.66	-0.61	-0.57	-0.53	-0.49	-0.45	-0.41	-0.38
G = 3,94 kg/m	5	6.52	5.13	4.10	3.34	2.75	2.29	1.93	1.64	1.41	1.22	1.06	0.93	0.81	0.72	0.64	0.57	0.51
	6	4.35	3.42	2.74	2.22	1.83	1.53	1.29	1.09	0.94	0.81	0.71	0.62	0.54	0.48	0.43	0.38	0.34
	1	10.07	8.58	7.40	6.45	5.66	5.02	4.48	4.02	3.63	3.29	3.00	2.74	2.52	2.32	2.15	1.99	1.85
	2	8.17	6.90	5.89	5.09	4.43	3.86	3.40	3.00	2.67	2.38	2.14	1.93	1.74	1.57	1.41	1.27	1.16
C 180/2,0	3	-3.44	-3.05	-2.73	-2.48	-2.26	-2.06	-1.89	-1.75	-1.63	-1.52	-1.42	-1.34	-1.27	-1.17	-1.09	-1.01	-0.94
	4	-2.88	-2.53	-2.26	-2.03	-1.84	-1.68	-1.53	-1.41	-1.31	-1.22	-1.14	-1.07	-1.01	-0.93	-0.86	-0.79	-0.74
	5	9.23	7.26	5.81	4.72	3.89	3.25	2.73	2.33	1.99	1.72	1.50	1.31	1.15	1.02	0.91	0.81	0.73
	6	6.15	4.84	3.87	3.15	2.60	2.16	1.82	1.55	1.33	1.15	1.00	0.87	0.77	0.68	0.60	0.54	0.48

SPOJITÝ NOSNÍK O 2 POLÍCH

Profil G [kg/m]		Přípustné rovnoměrné zatížení [kN/m] pro pole rozpětí L [m]																
		3.00	3.25	3.50	3.75	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
C 180/1,5	1	3.29	2.85	2.50	2.21	1.97	1.79	1.64	1.50	1.39	1.29	1.21	1.13	1.06	0.99	0.92	0.86	0.81
	2	2.57	2.21	1.94	1.71	1.52	1.38	1.26	1.16	1.07	0.99	0.93	0.87	0.81	0.75	0.69	0.63	0.59
	3	-3.63	-3.08	-2.64	-2.29	-2.01	-1.87	-1.76	-1.66	-1.57	-1.50	-1.44	-1.39	-1.34	-1.25	-1.17	-1.10	-1.03
	4	-2.96	-2.53	-2.19	-1.92	-1.69	-1.54	-1.41	-1.29	-1.20	-1.11	-1.04	-0.98	-0.92	-0.83	-0.75	-0.68	-0.62
G = 3,94 kg/m	5	15.7	12.3	9.86	8.02	6.61	5.51	4.64	3.95	3.39	2.92	2.54	2.23	1.96	1.73	1.54	1.38	1.23
	6	10.4	8.22	6.58	5.34	4.41	3.68	3.10	2.63	2.26	1.95	1.70	1.48	1.31	1.16	1.03	0.92	0.82
	1	4.86	4.22	3.71	3.30	2.96	2.69	2.47	2.27	2.11	1.96	1.84	1.73	1.63	1.52	1.42	1.33	1.25
	2	4.20	3.64	3.20	2.84	2.54	2.31	2.12	1.95	1.81	1.69	1.58	1.48	1.40	1.30	1.22	1.14	1.07
C 180/2,0	3	-5.68	-4.94	-4.35	-3.87	-3.47	-3.19	-2.96	-2.76	-2.58	-2.43	-2.30	-2.19	-2.09	-1.95	-1.83	-1.72	-1.63
	4	-4.82	-4.17	-3.65	-3.23	-2.88	-2.64	-2.44	-2.27	-2.12	-1.99	-1.88	-1.78	-1.69	-1.54	-1.40	-1.28	-1.18
	5	22.2	17.4	13.9	11.3	9.36	7.81	6.57	5.59	4.79	4.14	3.60	3.15	2.77	2.45	2.18	1.95	1.75
	6	14.8	11.6	9.30	7.55	6.24	5.20	4.38	3.73	3.19	2.76	2.40	2.10	1.85	1.64	1.45	1.30	1.16

SPOJITÝ NOSNÍK O 3 POLÍCH

Profil G [kg/m]		Přípustné rovnoměrné zatížení [kN/m] pro pole rozpětí L [m]																
		3.00	3.25	3.50	3.75	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
C 180/1,5	1	3.97	3.43	2.99	2.64	2.35	2.13	1.95	1.79	1.66	1.54							
	2	3.10	2.66	2.32	2.04	1.81	1.64	1.50	1.38	1.27	1.18							
	3	-3.41	-2.95	-2.58	-2.28	-2.03	-1.86	-1.71	-1.58	-1.48	-1.38							
	4	-2.56	-2.18	-1.89	-1.65	-1.45	-1.32	-1.21	-1.11	-1.03	-0.96							
G = 3,94 kg/m	5	12.3	9.69	7.75	6.30	5.20	4.34	3.65	3.11	2.66	2.30							
	6	8.22	6.46	5.17	4.20	3.47	2.89	2.44	2.07	1.78	1.53							
	1	5.84	5.06	4.43	3.92	3.50	3.19	2.92	2.70	2.50	2.33							
	2	5.05	4.37	3.82	3.38	3.01	2.74	2.51	2.31	2.14	2.00							
C 180/2,0	3	-4.95	-4.30	-3.79	-3.37	-3.02	-2.78	-2.57	-2.40	-2.24	-2.11							
	4	-4.19	-3.62	-3.17	-2.80	-2.49	-2.29	-2.11	-1.96	-1.83	-1.72							
	5	17.5	13.7	11.0	8.94	7.37	6.14	5.17	4.40	3.77	3.26							
	6	11.6	9.16	7.33	5.96	4.91	4.09	3.45	2.93	2.51	2.17							

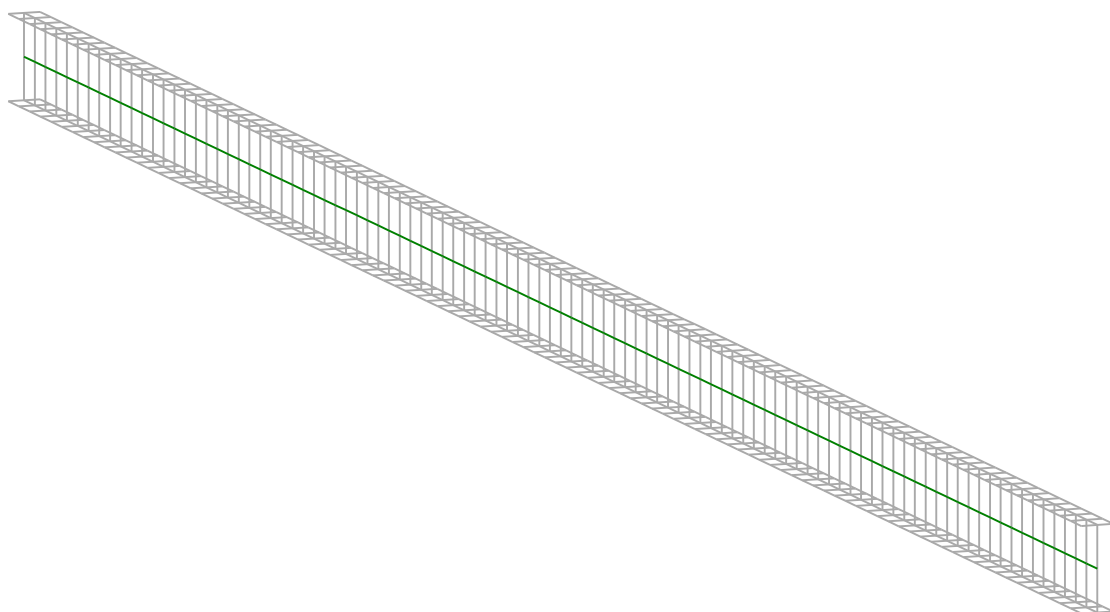
PŘÍLOHA F

KRITICKÝ MOMENT PŘÍČLE – LTBEAMN 1.0.3

LTBeamN

v 1.0.3

CALCULATION SHEET



I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length :	L = 19,42 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
-------------------------	-----

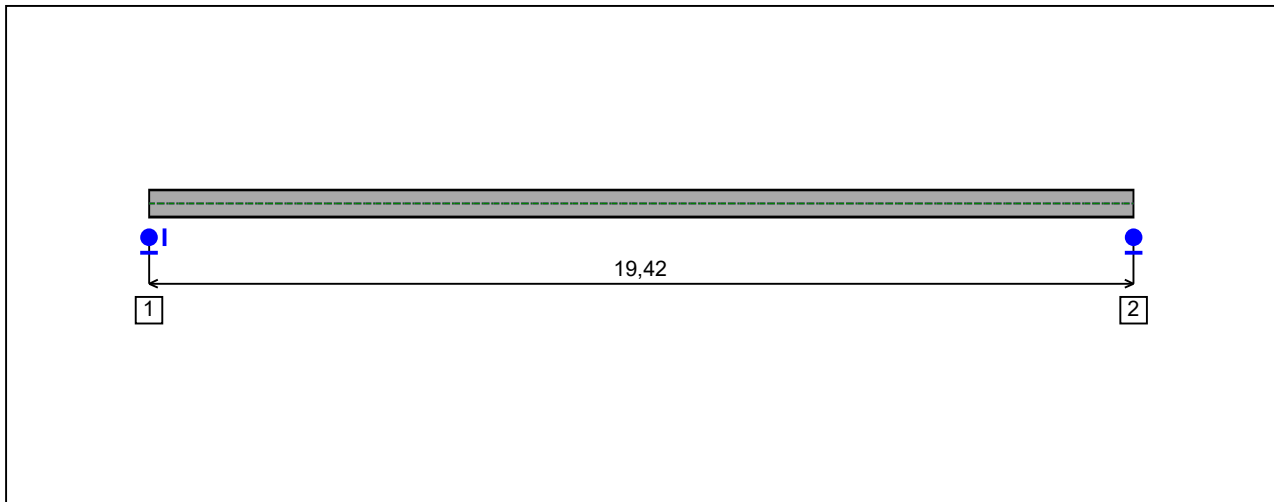


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

- Section No. 1 : IPE 550

Abscissa from the left end of the beam :

x = 0 m

Type :

In catalogue (OTUA)

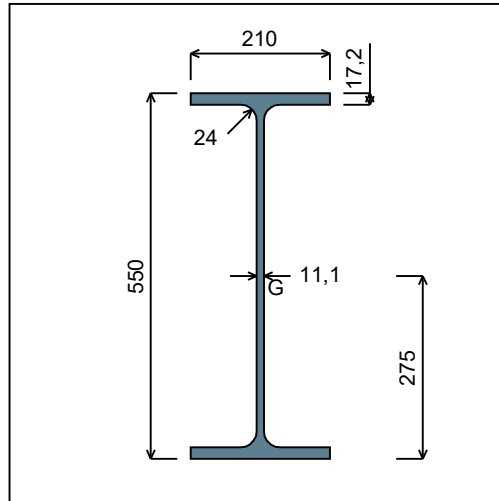


Figure 2 : Section No. 1 (IPE 550).

Main geometrical properties :

- z_S = 0 cm
- z_G = 27,5 cm
- I_y = 67117 cm⁴
- I_z = 2667,6 cm⁴
- I_t = 122,16 cm⁴ (Villette)
- I_w = 1,893E+6 cm⁶

Other geometrical properties :

- | | |
|---|-------------------------------------|
| A = 134,42 cm ² | $A_{v,z}$ = 72,34 cm ² |
| $A_{v,y}$ = 72,24 cm ² | $W_{el,z}$ = 254,06 cm ³ |
| $W_{el,y,sup}$ = 2440,6 cm ³ | $W_{pl,z}$ = 400,54 cm ³ |
| $W_{el,y,inf}$ = 2440,6 cm ³ | |
| $W_{pl,y}$ = 2787 cm ³ | |

Stiffness relaxations :

- θ : Continuous
- v' : Continuous
- θ' : Continuous
- w' : Continuous

- Section No. 2 : IPE 550

Abscissa from the left end of the beam :

$x = 19,42$ m

Type :

In catalogue (OTUA)

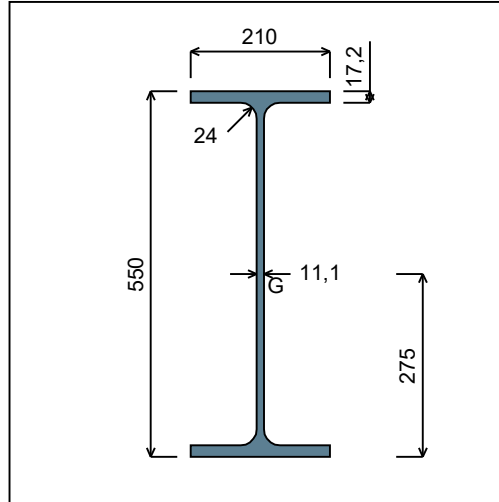


Figure 3 : Section No. 2 (IPE 550).

Main geometrical properties :

- $z_S = 0$ cm
- $z_G = 27,5$ cm
- $I_y = 67117$ cm⁴
- $I_z = 2667,6$ cm⁴
- $I_t = 122,16$ cm⁴ (Villette)
- $I_w = 1,893E+6$ cm⁶

Other geometrical properties :

- | | |
|---|-------------------------------------|
| $A = 134,42$ cm ² | $A_{v,z} = 72,34$ cm ² |
| $A_{v,y} = 72,24$ cm ² | |
| $W_{el,y,sup} = 2440,6$ cm ³ | $W_{el,z} = 254,06$ cm ³ |
| $W_{el,y,inf} = 2440,6$ cm ³ | $W_{pl,z} = 400,54$ cm ³ |
| $W_{pl,y} = 2787$ cm ³ | |

Stiffness relaxations :

- θ : Continuous
- v' : Continuous
- θ' : Continuous
- w' : Continuous

I.4 - Lateral restraints

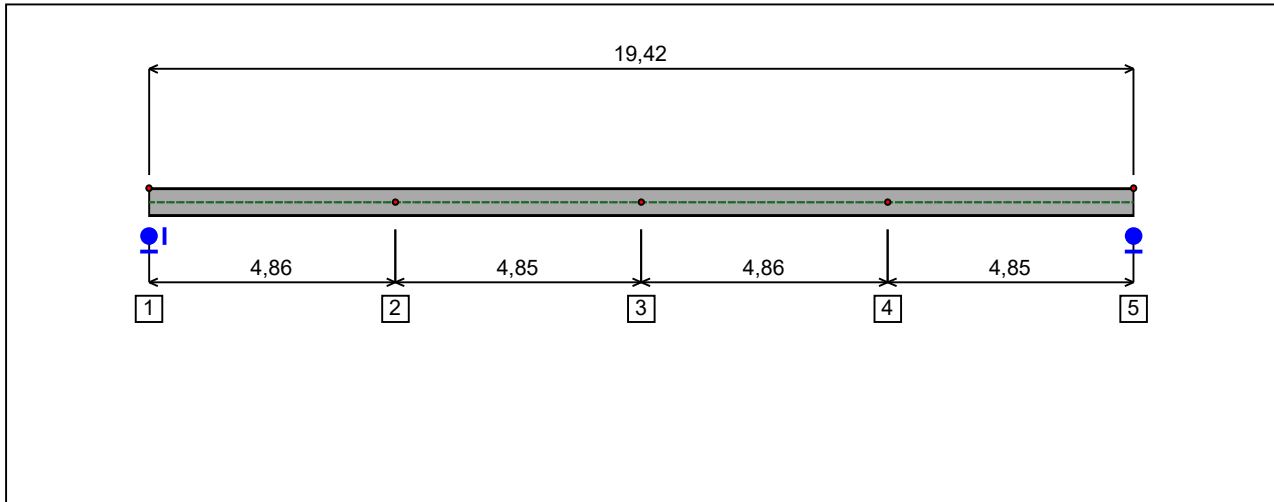


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

- Restraint No. 1 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0 \text{ m}$

Vertical position from the shear centre : $z = 27,5 \text{ cm}$

Restraint conditions :

- v : Fixed
- θ : Fixed
- v' : Free
- θ' : Free

- Restraint No. 2 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 4,86 \text{ m}$

Vertical position from the shear centre : $z = 0 \text{ cm}$

Restraint conditions :

- v : Fixed
- θ : Free
- v' : Free
- θ' : Free

- Restraint No. 3 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 9,71 \text{ m}$

Vertical position from the shear centre : $z = 0 \text{ cm}$

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Free
 v' : Free
 θ' : Free

- Restraint No. 4 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 14,57 \text{ m}$

Vertical position from the shear centre : $z = 0 \text{ cm}$

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Free
 v' : Free
 θ' : Free

- Restraint No. 5 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 19,42 \text{ m}$

Vertical position from the shear centre : $z = 27,5 \text{ cm}$

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Fixed
 v' : Free
 θ' : Free

1.5 - Loads

Type of loading :

Internal

- Moment diagram :

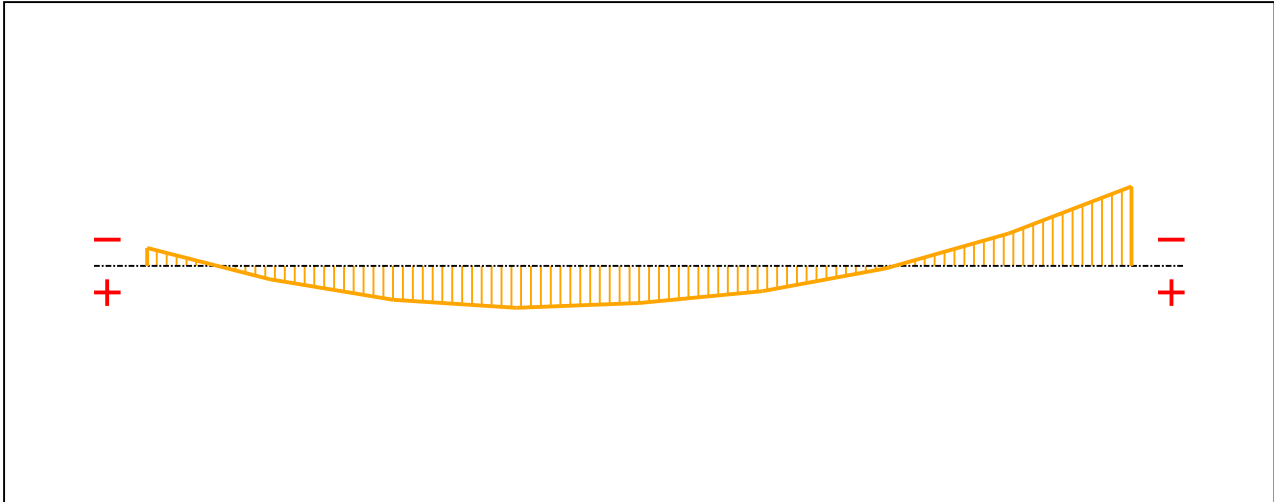


Figure 5 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	-70,37
2,43	51,91
4,86	132,12
7,28	162,79
9,71	143,91
12,14	98,37
14,57	10,1
16,99	-125,96
19,42	-309,83

- Axial force diagram :

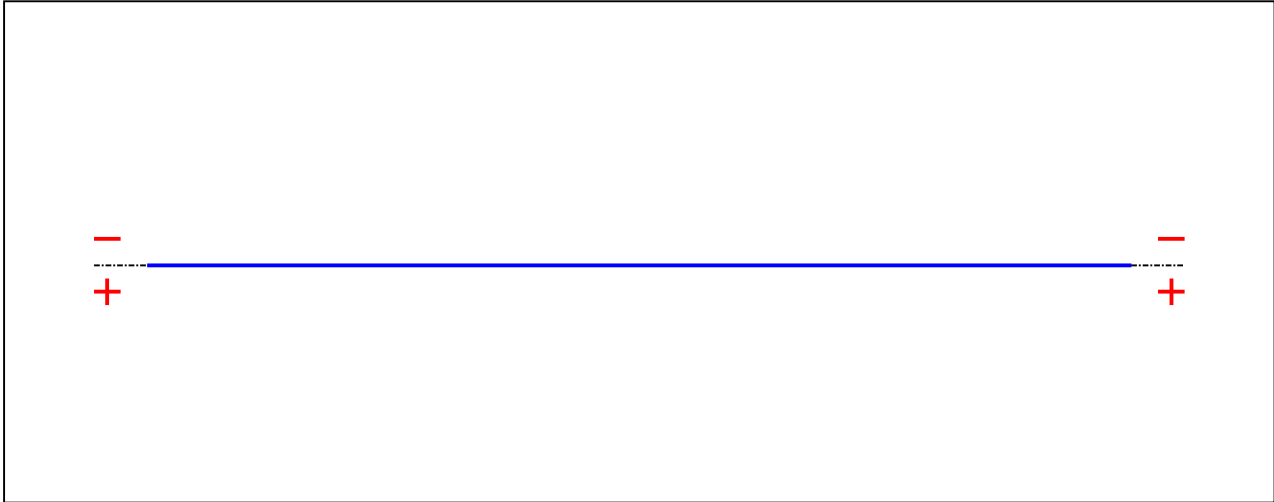


Figure 6 : Axial force diagram.

Active : Yes

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
19,42	0

- 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	3,229	-1000,6	19,42	0	19,42

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 4 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	3,229	-1000,6	19,42	0	19,42

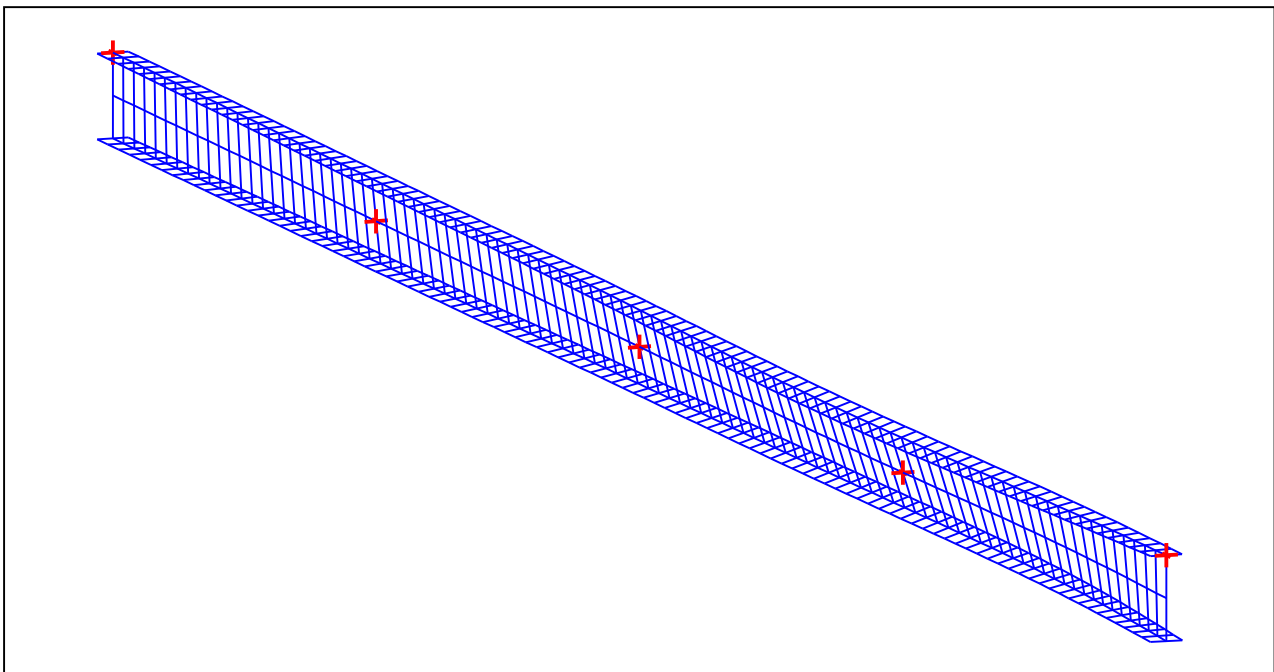


Figure 7 : Mode shape in 3D (Mode 1).

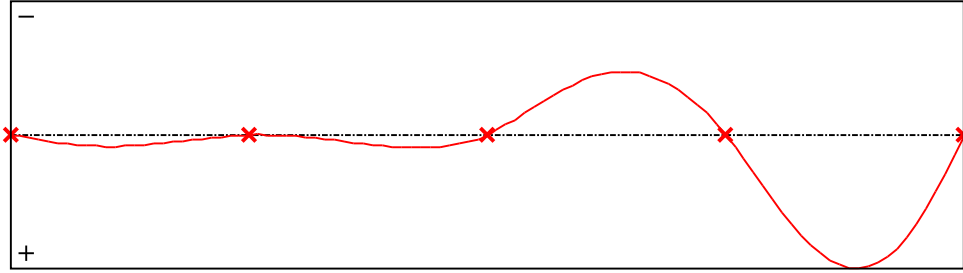


Figure 8 : Lateral displacement compopent of the shear centre (Mode 1).

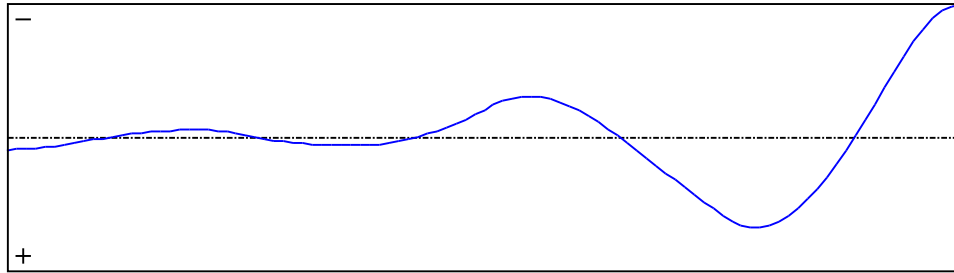


Figure 9 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

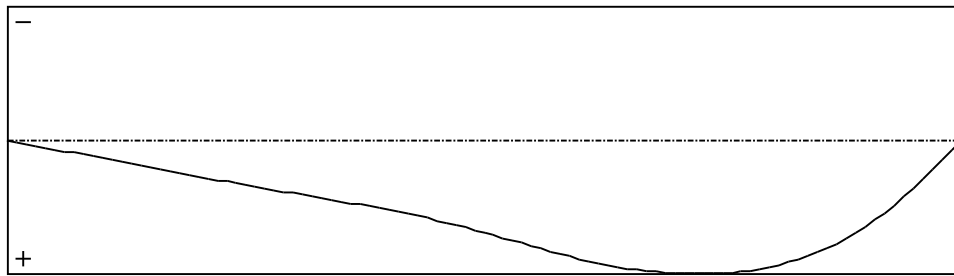


Figure 10 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

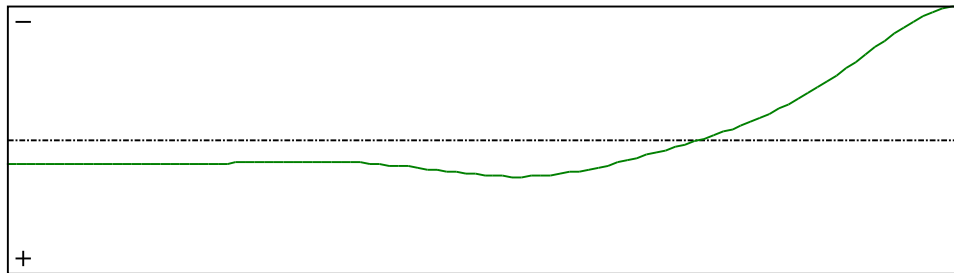


Figure 11 : Warping compopent of the shear centre (Mode 1).

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 : IPE 550	<i>p.2</i>
- Section No. 2 : IPE 550	<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>
- Restraint No. 3 :	<i>p.4</i>
- Restraint No. 4 :	<i>p.5</i>
- Restraint No. 5 :	<i>p.5</i>
<i>I.5 - 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.

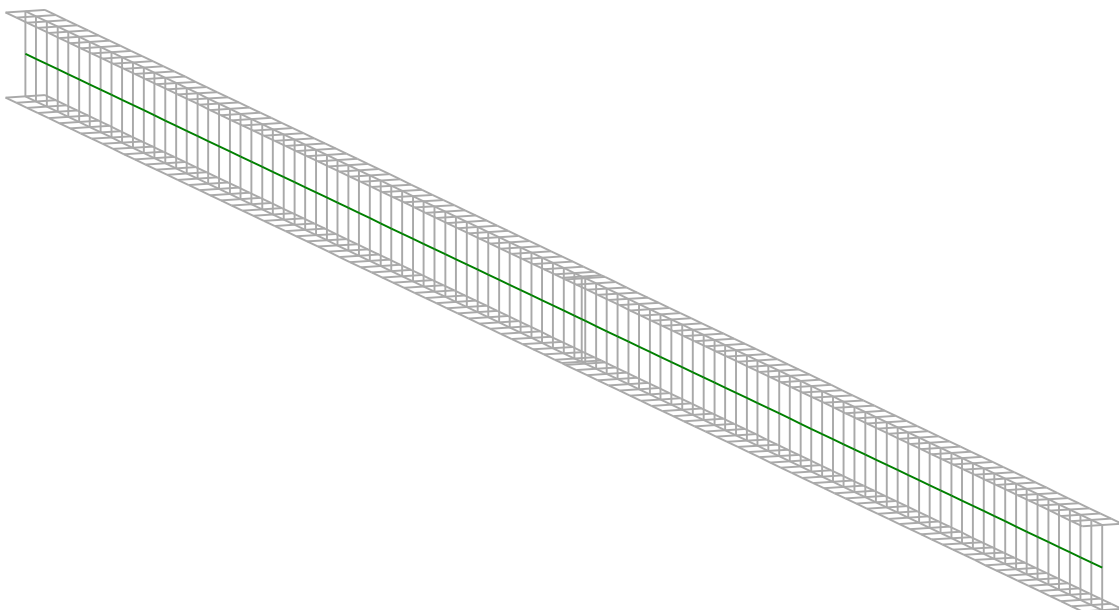
PŘÍLOHA G

KRITICKÝ MOMENT SLOUPU Č. 1 – LTBEAMN 1.0.3

L**T*****B***eam***N***

v 1.0.3

CALCULATION SHEET



I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length :	$L = 12 \text{ m}$
Initial discretization of the beam :	$n_{el} = 100 \text{ elements}$

I.2 - Material

Name :	Steel
Young modulus :	$E = 210000 \text{ MPa}$
Shear modulus :	$G = 80769 \text{ MPa}$
Poisson factor :	$\nu = 0,3$
Density :	$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

I.3 - Sections

Alignment of sections :	Top
-------------------------	-----

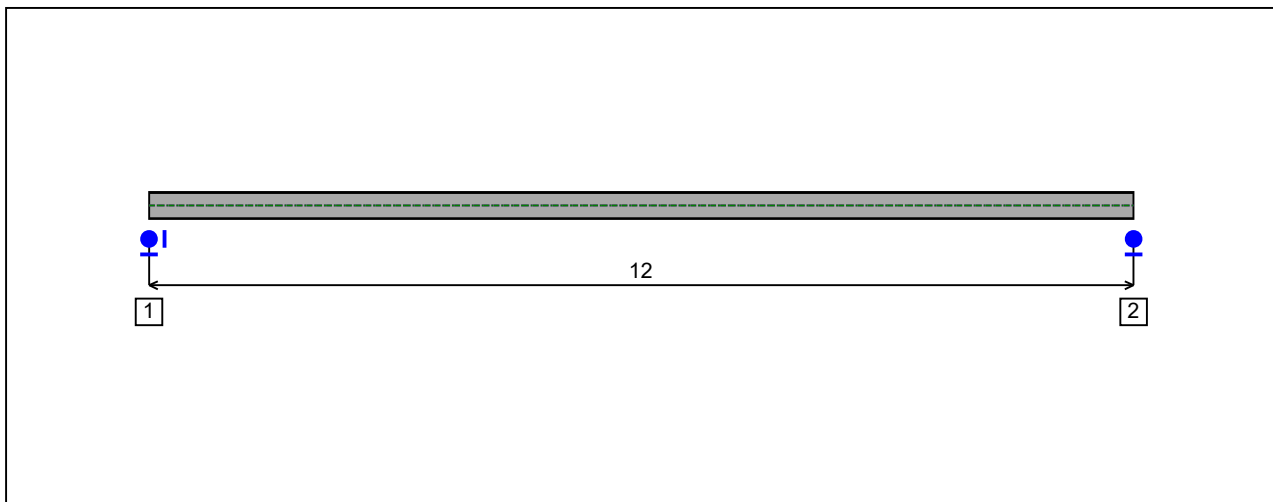


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

- Section No. 1 : IPE 330

Abscissa from the left end of the beam :

$x = 0$ m

Type :

In catalogue (OTUA)

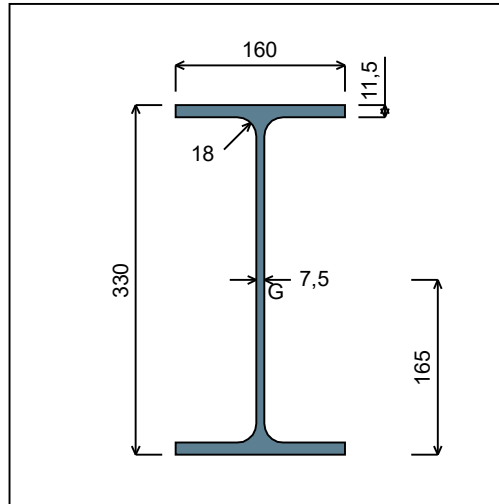


Figure 2 : Section No. 1 (IPE 330).

Main geometrical properties :

z_S	= 0 cm
z_G	= 16,5 cm
I_y	= 11767 cm ⁴
I_z	= 788,14 cm ⁴
I_t	= 27,58 cm ⁴ (Villette)
I_w	= 199877 cm ⁶

Other geometrical properties :

A	= 62,61 cm ²	$A_{v,z}$	= 30,81 cm ²
$A_{v,y}$	= 36,8 cm ²	$W_{el,z}$	= 98,52 cm ³
$W_{el,y,sup}$	= 713,15 cm ³	$W_{pl,z}$	= 153,68 cm ³
$W_{el,y,inf}$	= 713,15 cm ³		
$W_{pl,y}$	= 804,33 cm ³		

Stiffness relaxations :

θ	: Continuous
v'	: Continuous
θ'	: Continuous
w'	: Continuous

- Section No. 2 : IPE 330

Abscissa from the left end of the beam :

$x = 12 \text{ m}$

Type :

In catalogue (OTUA)

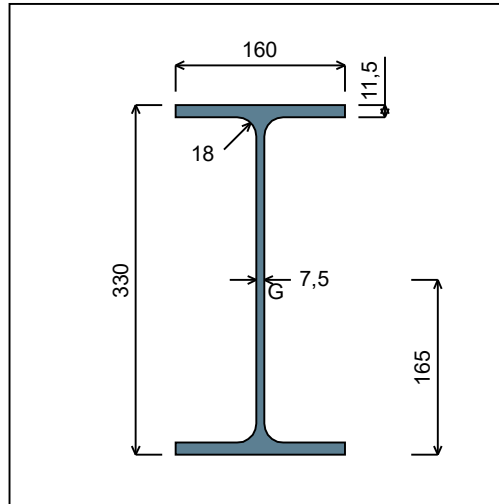


Figure 3 : Section No. 2 (IPE 330).

Main geometrical properties :

- $z_S = 0 \text{ cm}$
- $z_G = 16,5 \text{ cm}$
- $I_y = 11767 \text{ cm}^4$
- $I_z = 788,14 \text{ cm}^4$
- $I_t = 27,58 \text{ cm}^4$ (Villette)
- $I_w = 199877 \text{ cm}^6$

Other geometrical properties :

- | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| $A = 62,61 \text{ cm}^2$ | |
| $A_{v,y} = 36,8 \text{ cm}^2$ | $A_{v,z} = 30,81 \text{ cm}^2$ |
| $W_{el,y,sup} = 713,15 \text{ cm}^3$ | |
| $W_{el,y,inf} = 713,15 \text{ cm}^3$ | $W_{el,z} = 98,52 \text{ cm}^3$ |
| $W_{pl,y} = 804,33 \text{ cm}^3$ | $W_{pl,z} = 153,68 \text{ cm}^3$ |

Stiffness relaxations :

- θ : Continuous
- v' : Continuous
- θ' : Continuous
- w' : Continuous

I.4 - Lateral restraints

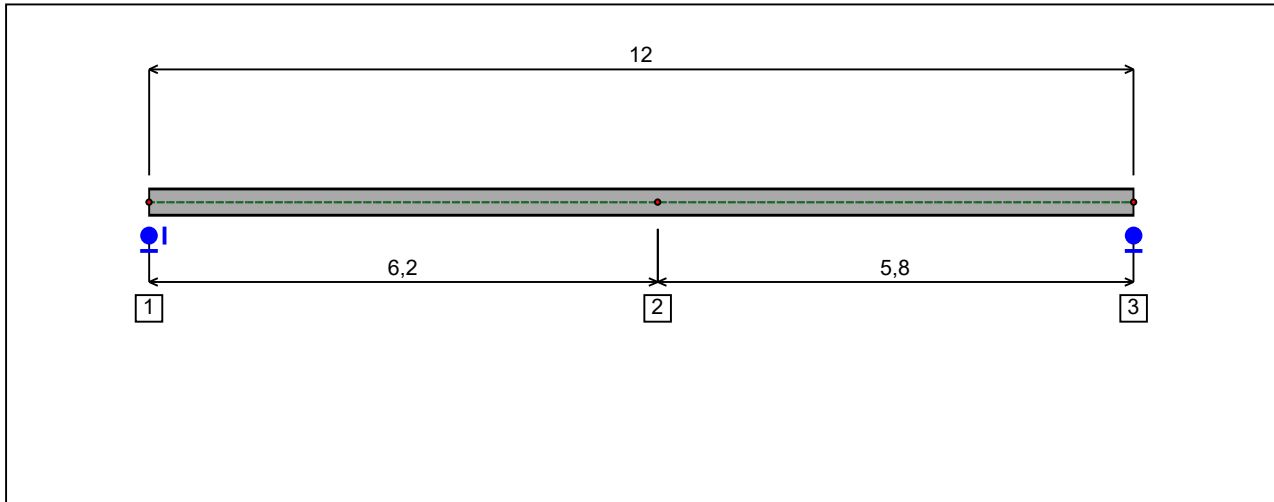


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

- 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 : $x = 6,2$ 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 : $x = 12$ m

Vertical position from the shear centre :

 $z = 0 \text{ cm}$

Restraint conditions :

 v : Fixed θ : Fixed v' : Free θ' : Free

1.5 - Loads

Type of loading :

Internal

- Moment diagram :

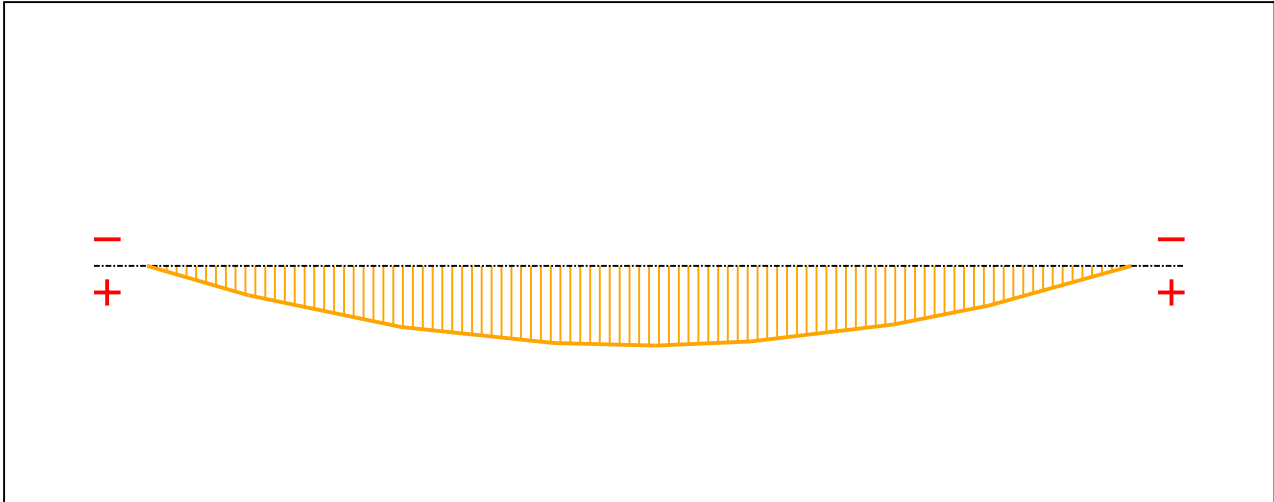


Figure 5 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	0
1,24	36,73
3,1	75,95
4,96	96,11
6,2	99,04
7,36	94,05
9,1	72,68
10,26	49,16
12	0

- Axial force diagram :

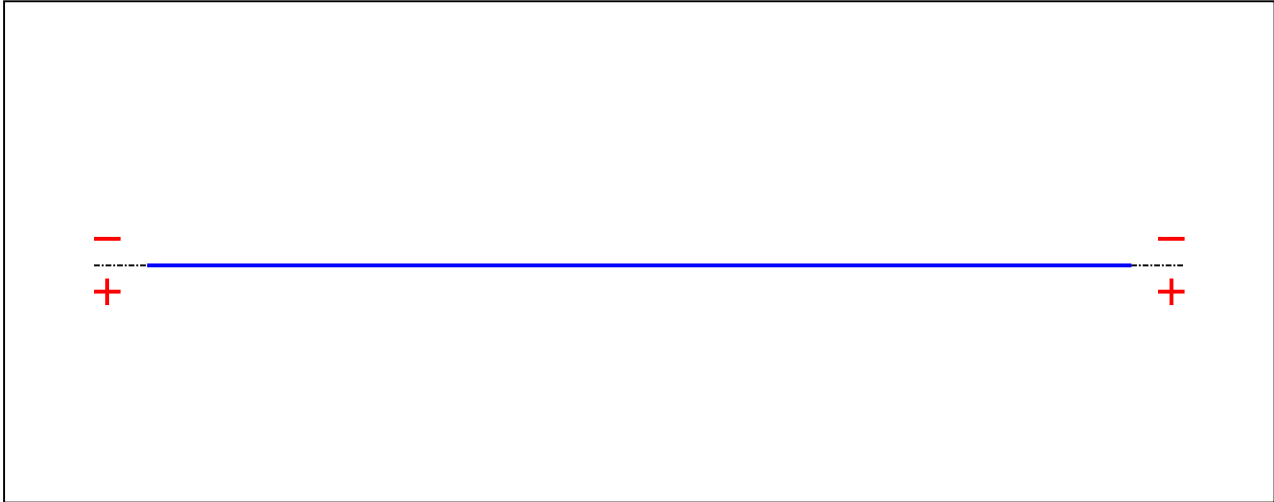


Figure 6 : Axial force diagram.

Active : Yes

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
12	0

- 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	1,689	167,3	6,2	0	6,2

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	1,689	167,3	6,2	0	6,2

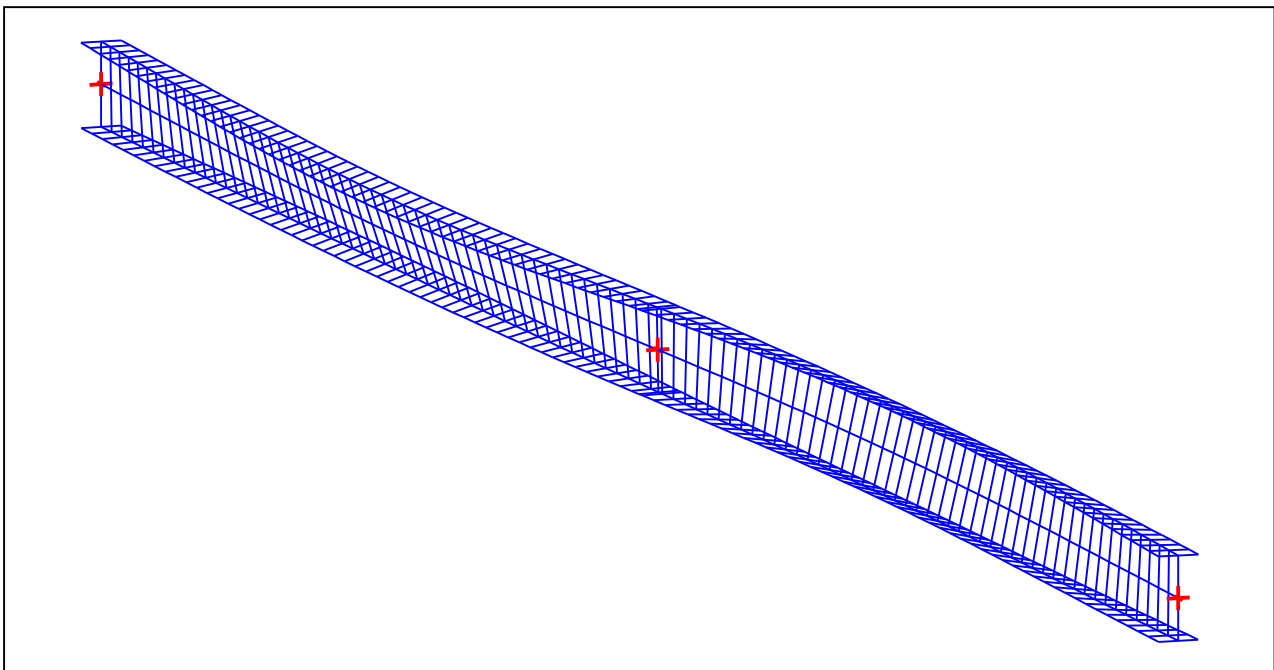


Figure 7 : Mode shape in 3D (Mode 1).

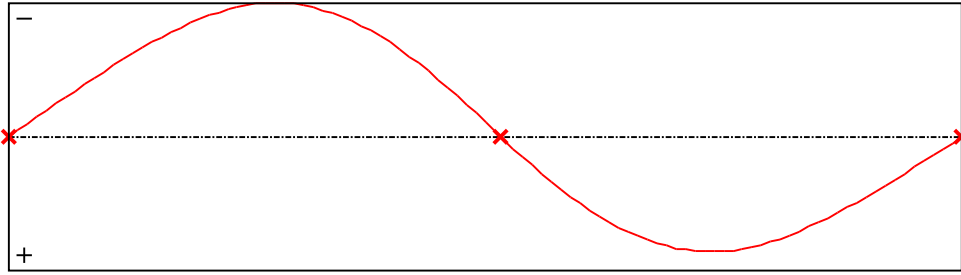


Figure 8 : Lateral displacement compopent of the shear centre (Mode 1).

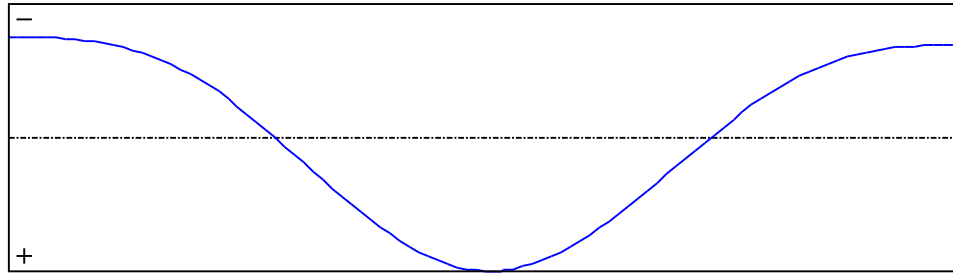


Figure 9 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

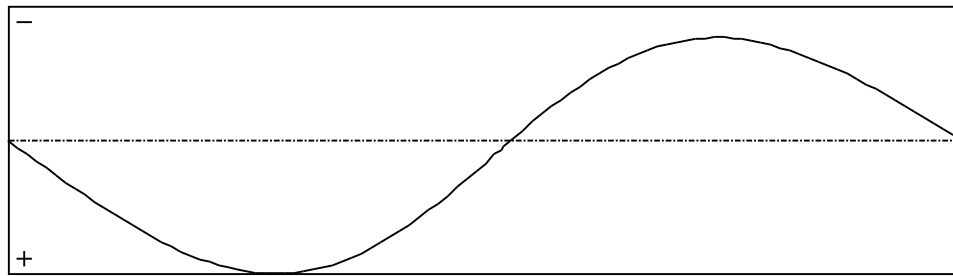


Figure 10 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

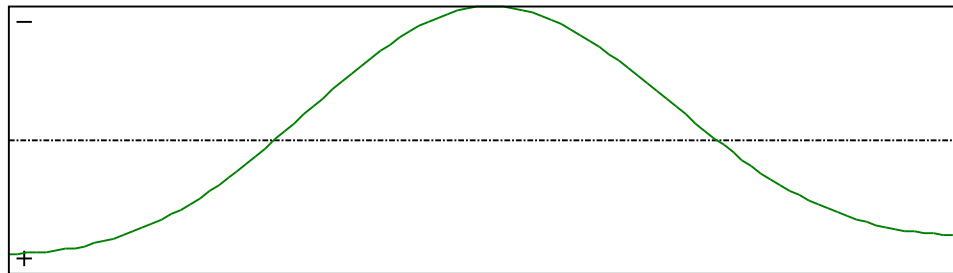


Figure 11 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

TABLE OF CONTENTS

I - PARAMETERS	p.1
<i>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 : IPE 330	<i>p.2</i>
- Section No. 2 : IPE 330	<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>
- Restraint No. 3 :	<i>p.4</i>
<i>I.5 - 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.

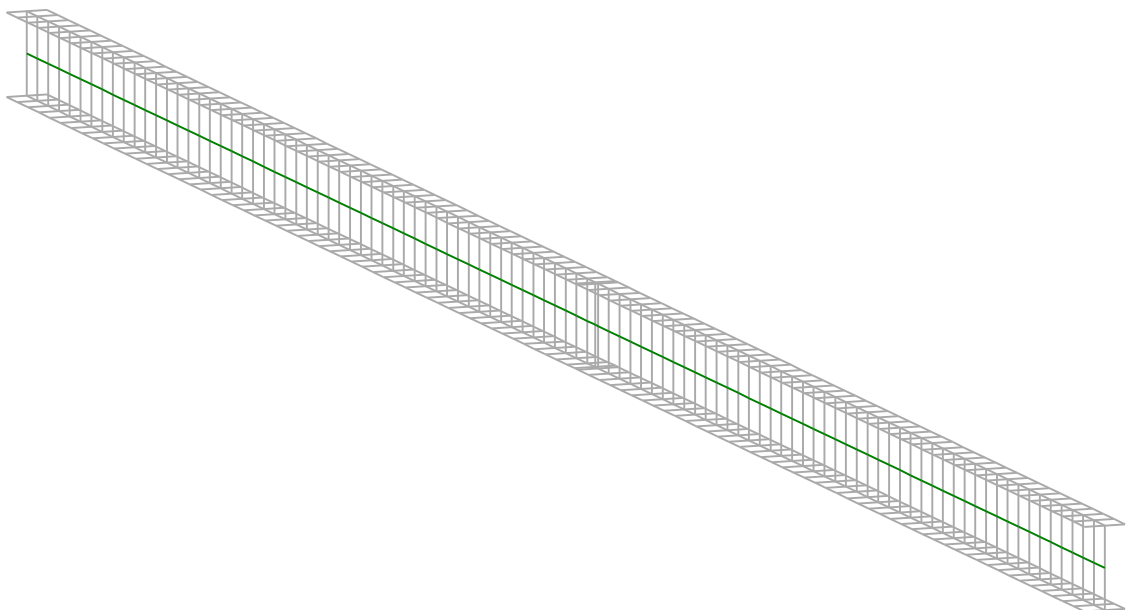
PŘÍLOHA H

KRITICKÝ MOMENT SLOUPU Č. 2 – LTBEAMN 1.0.3

L**T*****B***eam***N***

v 1.0.3

CALCULATION SHEET



I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length :	L = 11 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
-------------------------	-----

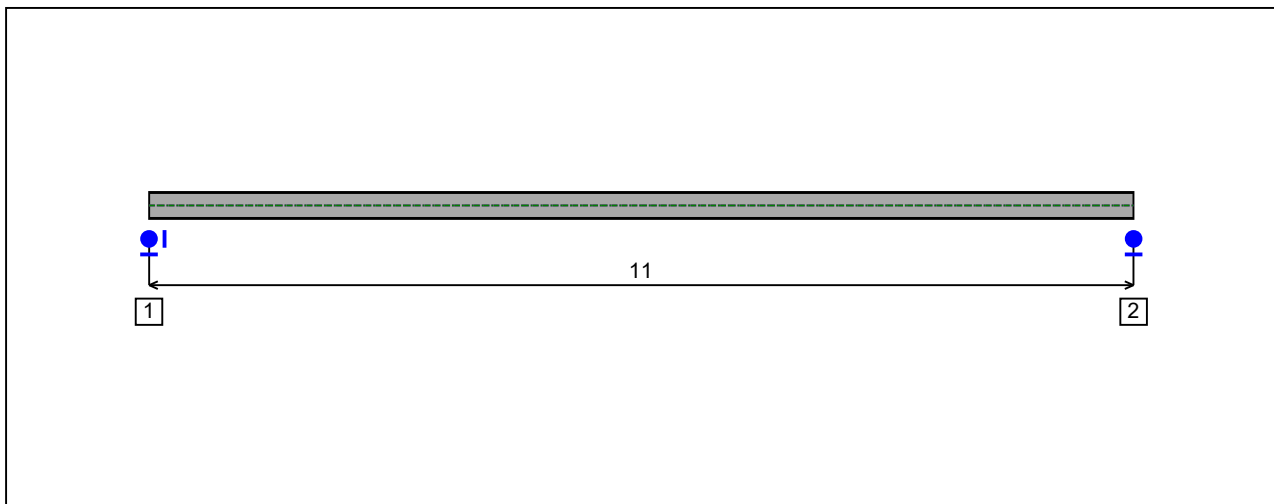


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

- Section No. 1 : IPE 300

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m

Type : In catalogue (OTUA)

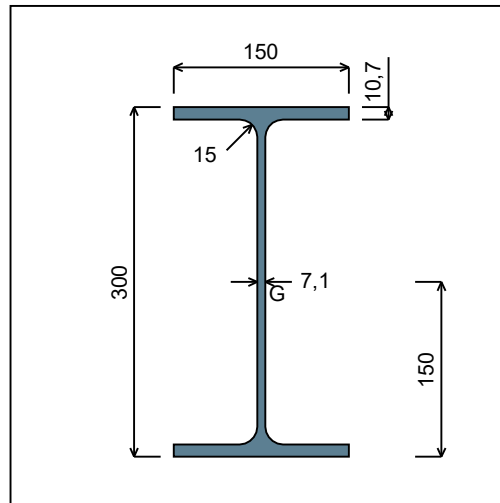


Figure 2 : Section No. 1 (IPE 300).

Main geometrical properties :

- $z_S = 0$ cm
- $z_G = 15$ cm
- $I_y = 8356,1$ cm⁴
- $I_z = 603,78$ cm⁴
- $I_t = 19,87$ cm⁴ (Villette)
- $I_w = 126332$ cm⁶

Other geometrical properties :

- | | |
|---|-------------------------------------|
| $A = 53,81$ cm ² | $A_{v,z} = 25,68$ cm ² |
| $A_{v,y} = 32,1$ cm ² | |
| $W_{el,y,sup} = 557,07$ cm ³ | $W_{el,z} = 80,5$ cm ³ |
| $W_{el,y,inf} = 557,07$ cm ³ | $W_{pl,z} = 125,22$ cm ³ |
| $W_{pl,y} = 628,36$ 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 : $x = 11 \text{ m}$

Type : In catalogue (OTUA)

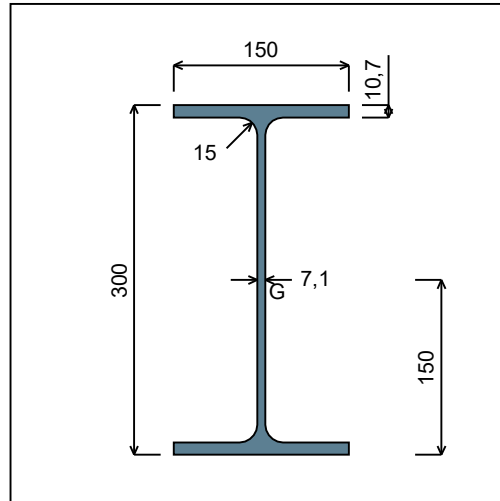


Figure 3 : Section No. 2 (IPE 300).

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

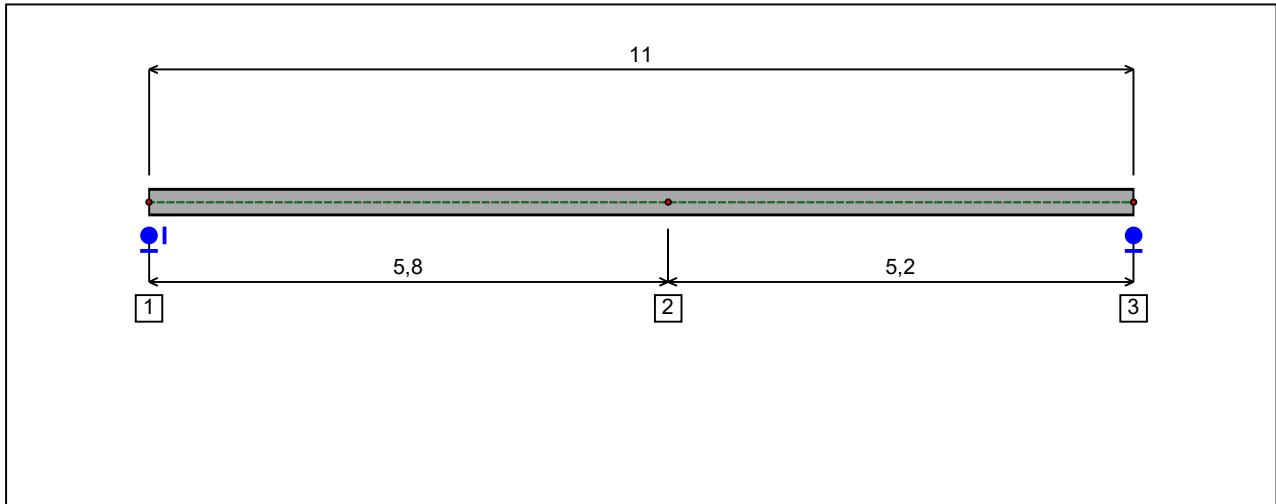


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

- 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 : $x = 5,8$ 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 : $x = 11$ m

Vertical position from the shear centre :

 $z = 0 \text{ cm}$

Restraint conditions :

 v : Fixed θ : Fixed v' : Free θ' : Free

1.5 - Loads

Type of loading :

Internal

- Moment diagram :

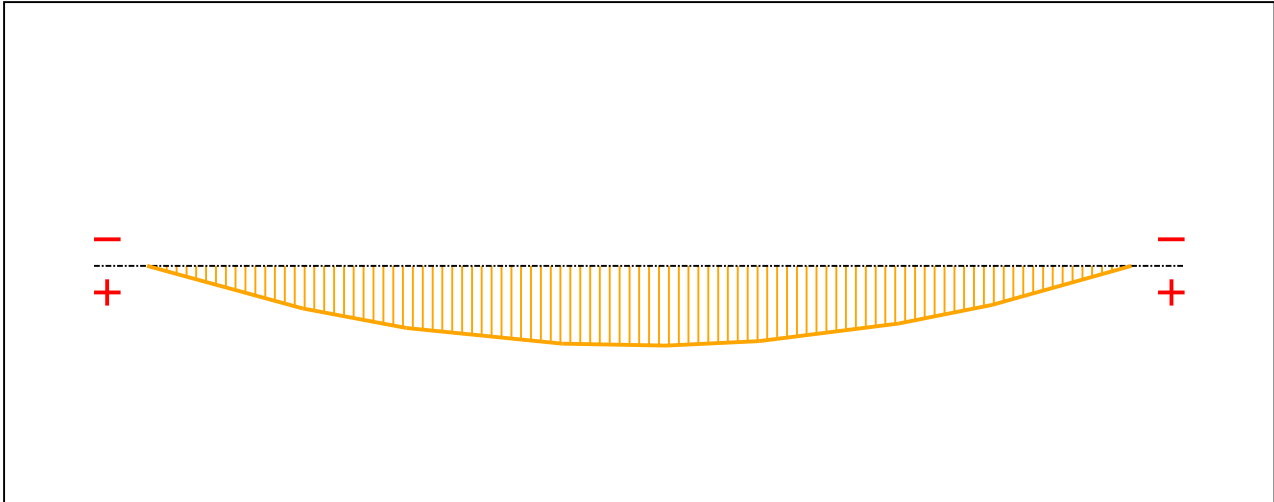


Figure 5 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	0
1,74	44,34
2,9	64,65
4,64	81,22
5,8	83,06
6,84	78,35
8,4	60,14
9,44	40,55
11	0

- Axial force diagram :

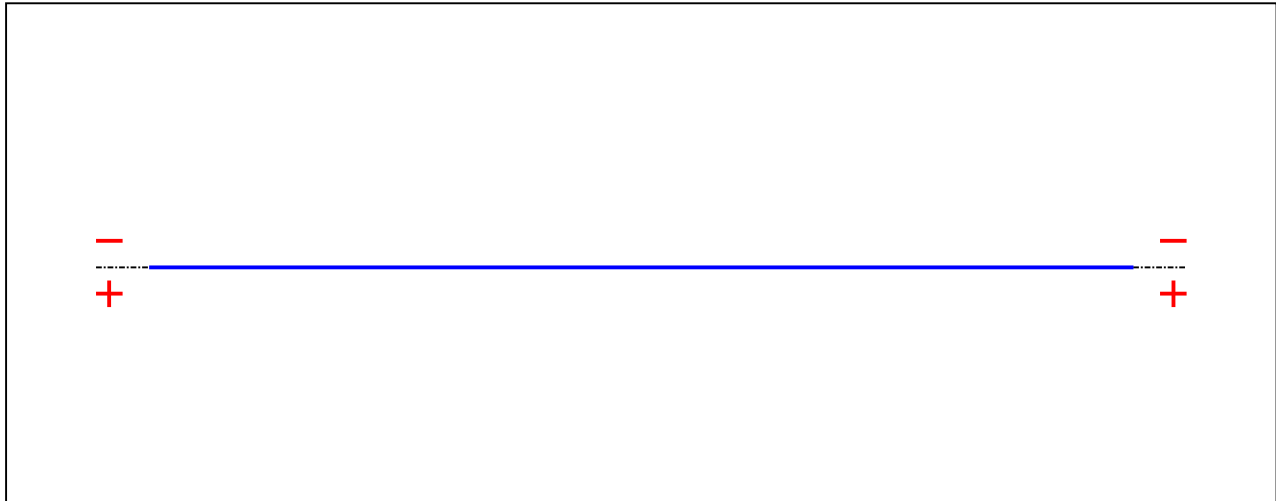


Figure 6 : Axial force diagram.

Active : Yes

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
11	0

- 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	1,632	135,51	5,8	0	5,8

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	1,632	135,51	5,8	0	5,8

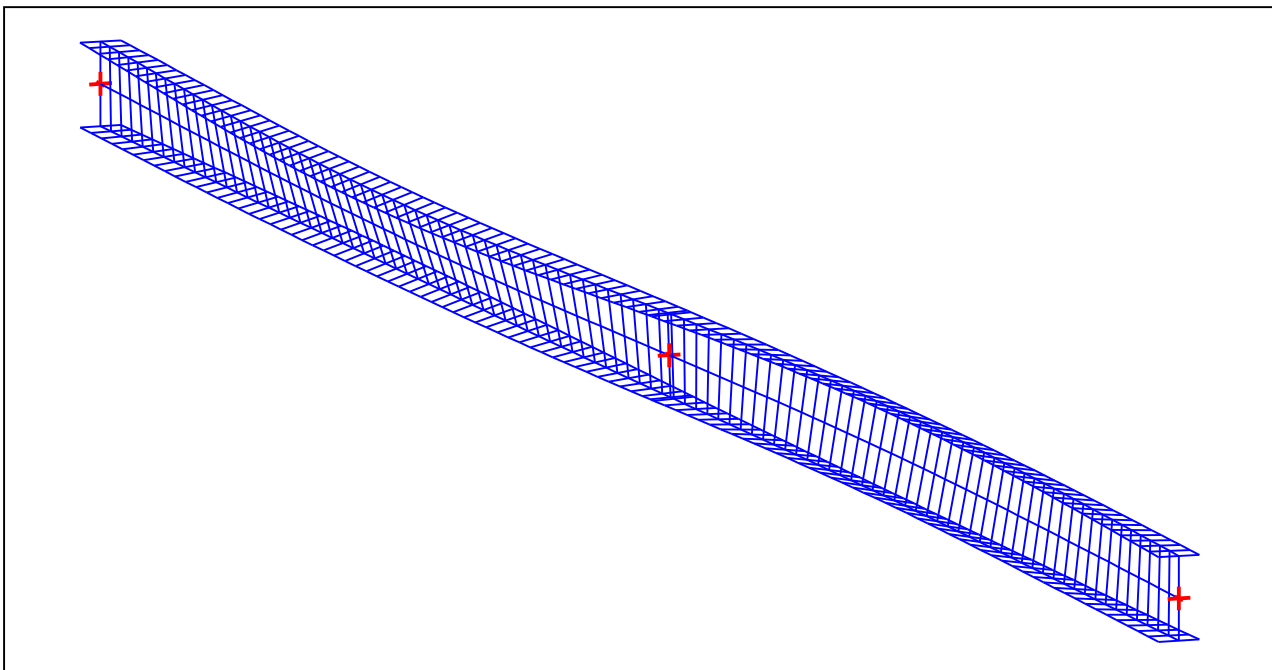


Figure 7 : Mode shape in 3D (Mode 1).

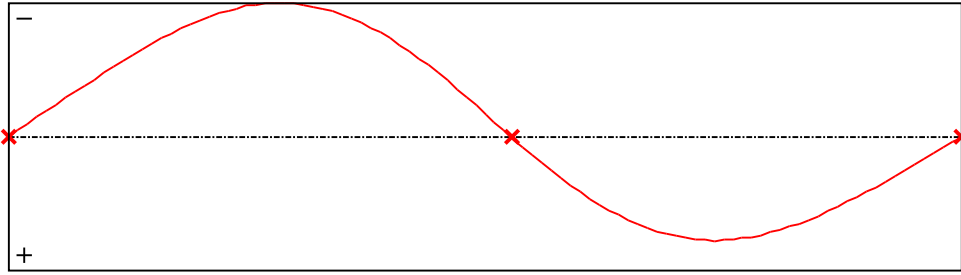


Figure 8 : Lateral displacement compoment of the shear centre (Mode 1).

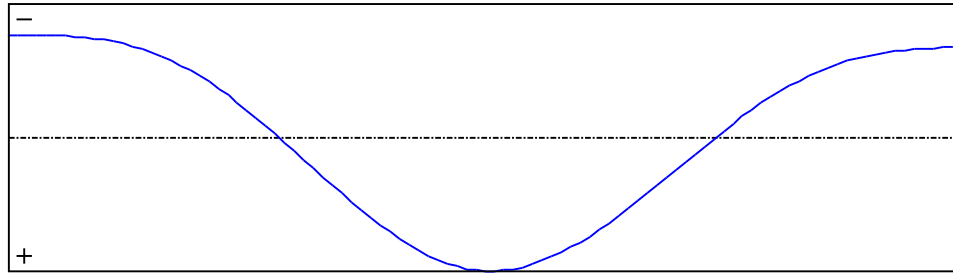


Figure 9 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

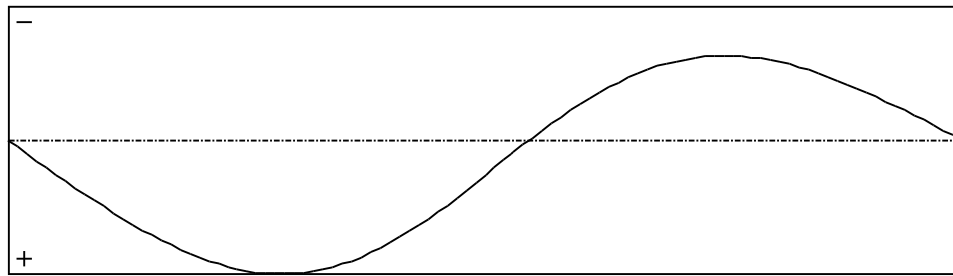


Figure 10 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

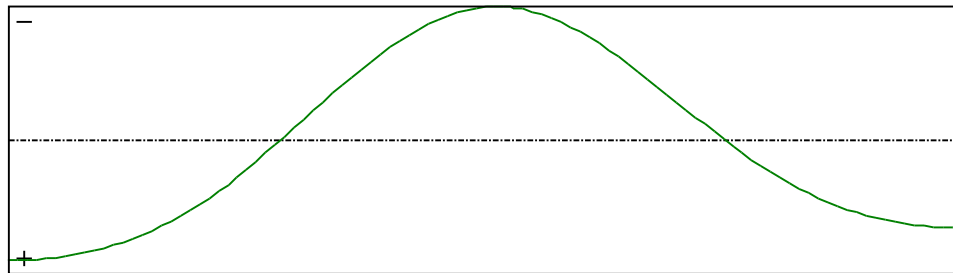


Figure 11 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

TABLE OF CONTENTS

I - PARAMETERS	p.1
<i>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 : IPE 300	<i>p.2</i>
- Section No. 2 : IPE 300	<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>
- Restraint No. 3 :	<i>p.4</i>
<i>I.5 - 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.

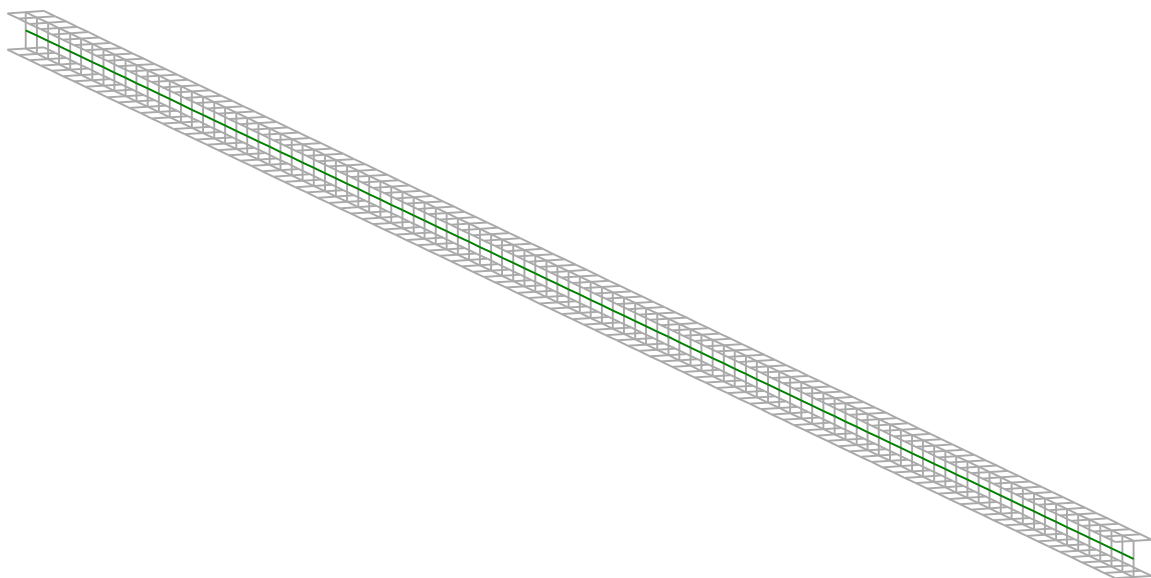
PŘÍLOHA I

KRITICKÝ MOMENT KRAJNÍHO SLOUPU – LTBEAMN 1.0.3

LTBeamN

v 1.0.3

CALCULATION SHEET



I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length :	L = 10 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
-------------------------	-----

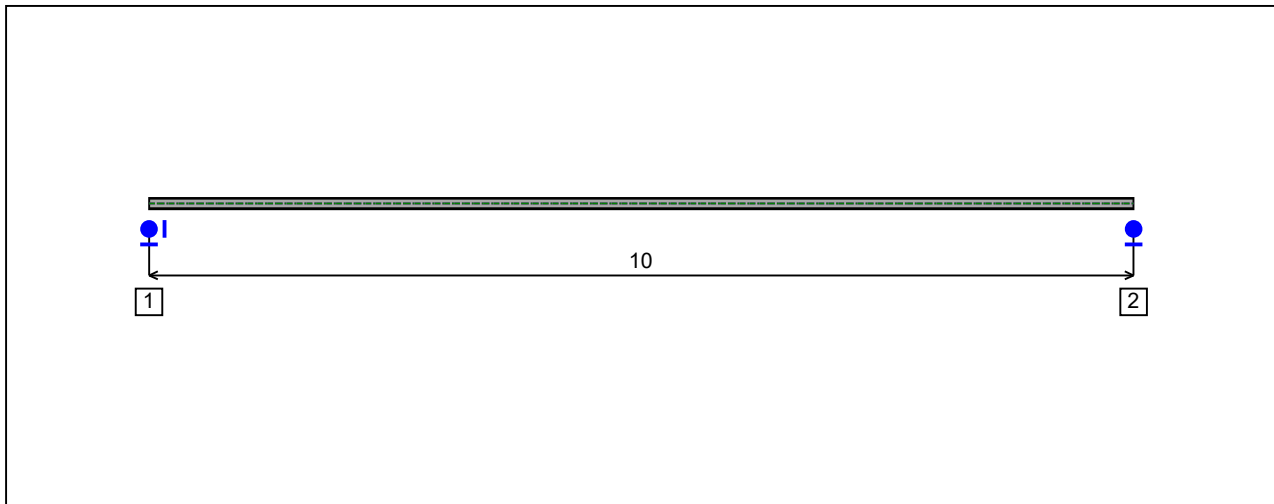


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

- Section No. 1 : HEA 120

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m

Type : In catalogue (OTUA)

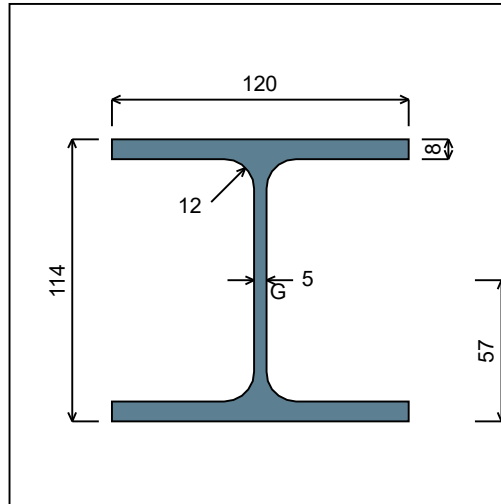


Figure 2 : Section No. 1 (HEA 120).

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	$A_{v,z}$	= 8,456 cm ²
$A_{v,y}$	= 19,2 cm ²	$W_{el,z}$	= 38,48 cm ³
$W_{el,y,sup}$	= 106,34 cm ³	$W_{pl,z}$	= 58,85 cm ³
$W_{el,y,inf}$	= 106,34 cm ³		
$W_{pl,y}$	= 119,49 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 : $x = 10 \text{ m}$

Type : In catalogue (OTUA)

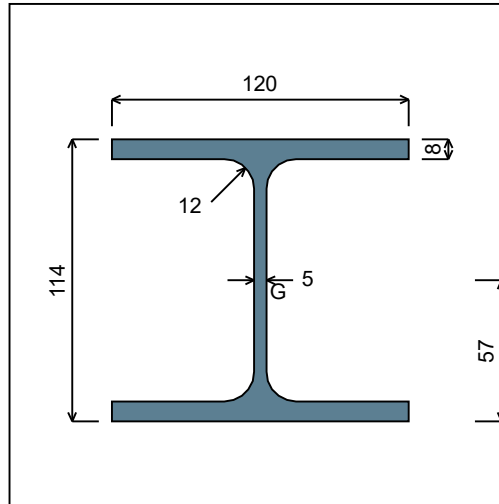


Figure 3 : Section No. 2 (HEA 120).

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	$A_{v,z}$	= 8,456 cm ²
$A_{v,y}$	= 19,2 cm ²	$W_{el,z}$	= 38,48 cm ³
$W_{el,y,sup}$	= 106,34 cm ³	$W_{pl,z}$	= 58,85 cm ³
$W_{el,y,inf}$	= 106,34 cm ³		
$W_{pl,y}$	= 119,49 cm ³		

Stiffness relaxations :

θ	: Continuous
v'	: Continuous
θ'	: Continuous
w'	: Continuous

I.4 - Lateral restraints

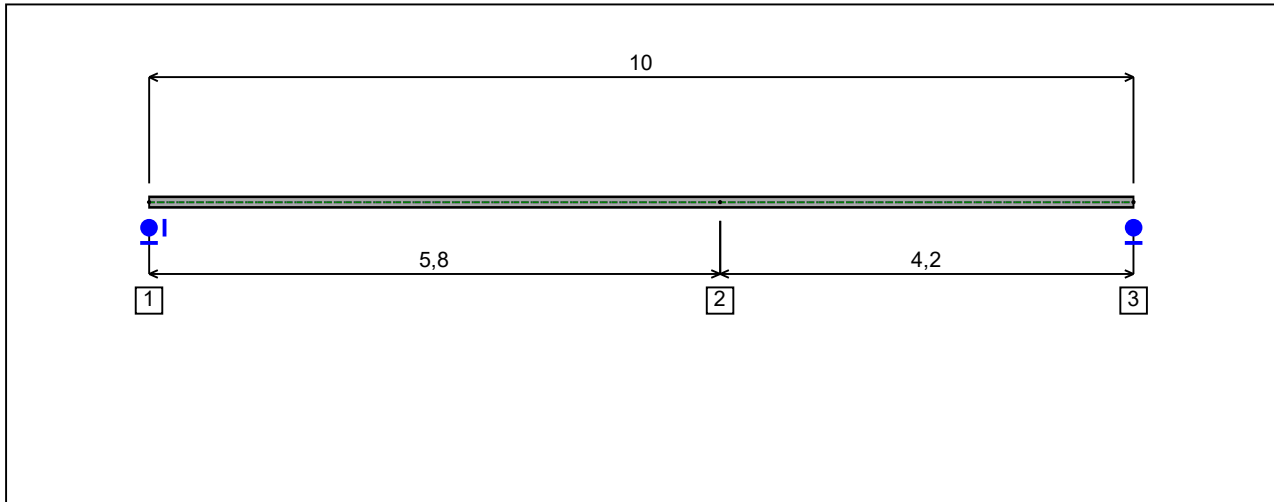


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

- 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 : $x = 5,8$ 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 : $x = 10$ m

Vertical position from the shear centre :

 $z = 0 \text{ cm}$

Restraint conditions :

 v : Fixed θ : Fixed v' : Free θ' : Free

1.5 - Loads

Type of loading :

Internal

- *Moment diagram :*

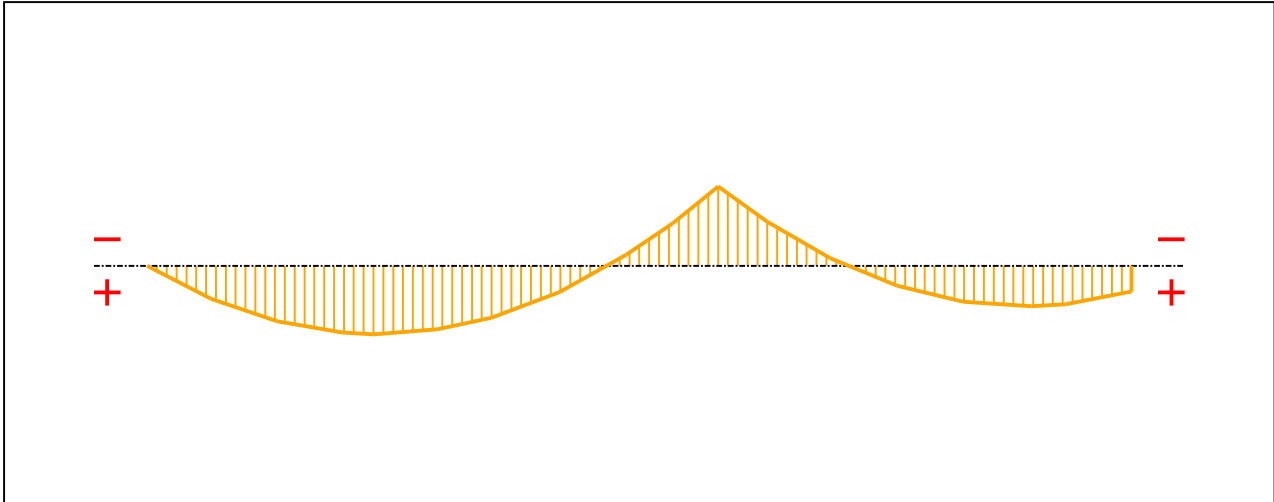


Figure 5 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	0
0,65	3,47
1,32	5,81
1,98	7,01
2,3	7,19
2,95	6,68
3,5	5,45
4,19	2,76
4,87	-1,18
5,34	-4,5
5,8	-8,37
6,3	-4,64
6,94	-0,81
7,62	2,08
8,29	3,76
8,98	4,24

Table 1 (Next) : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
9,33	4,03
10	2,7

- Axial force diagram :

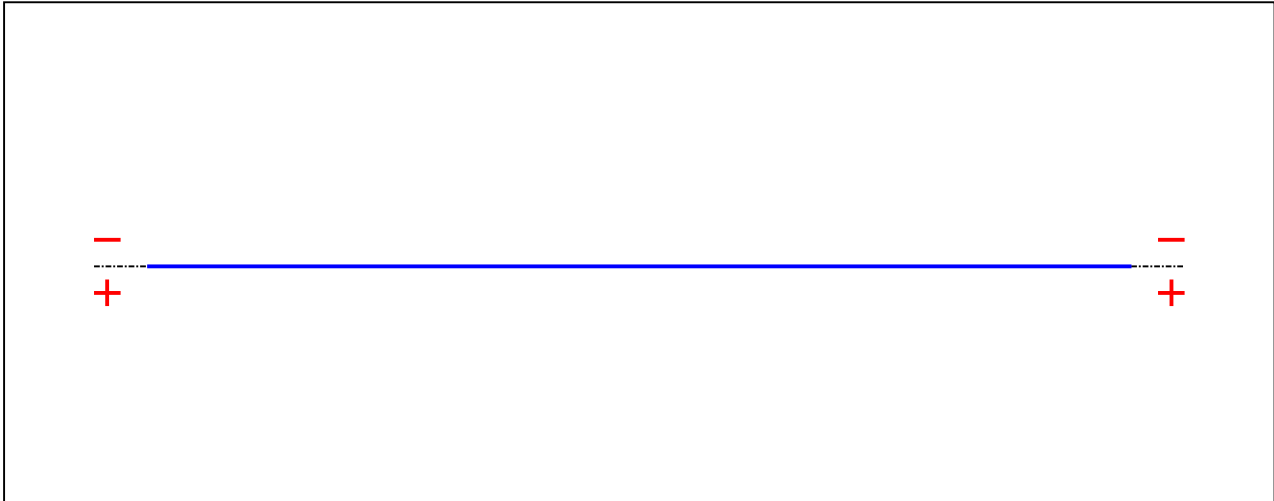


Figure 6 : Axial force diagram.

Active : Yes

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
10	0

- 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	3,209	-26,86	5,8	0	5,8

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 4 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	3,209	-26,86	5,8	0	5,8

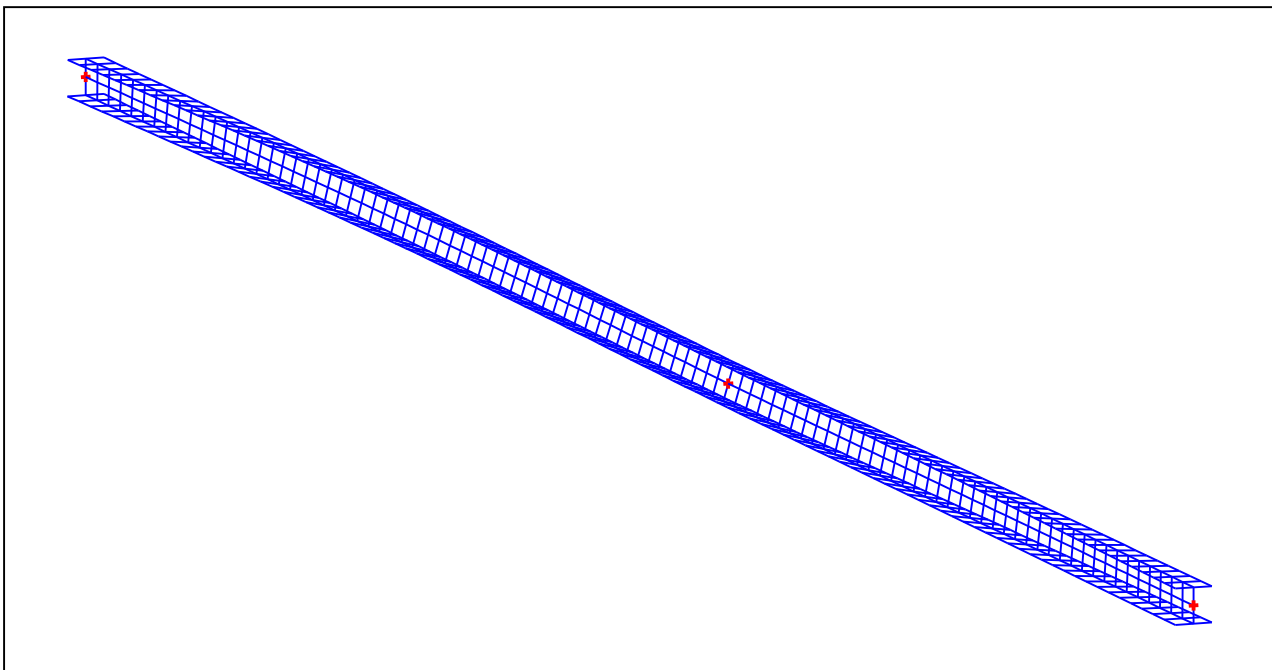


Figure 7 : Mode shape in 3D (Mode 1).

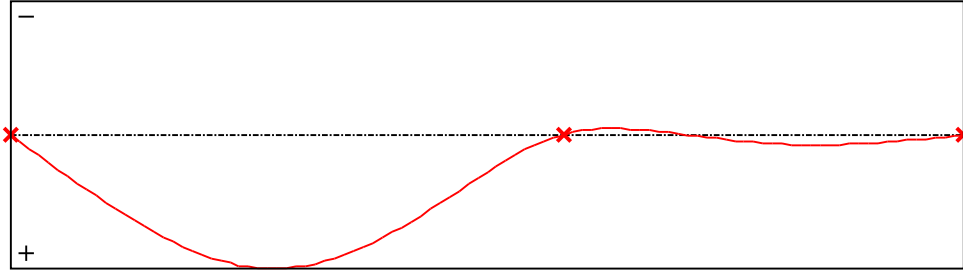


Figure 8 : Lateral displacement compoment of the shear centre (Mode 1).

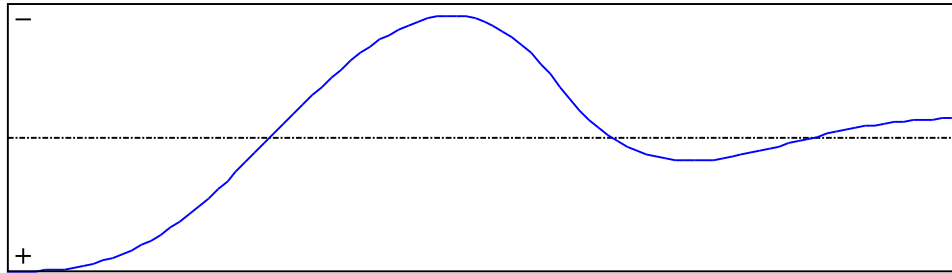


Figure 9 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

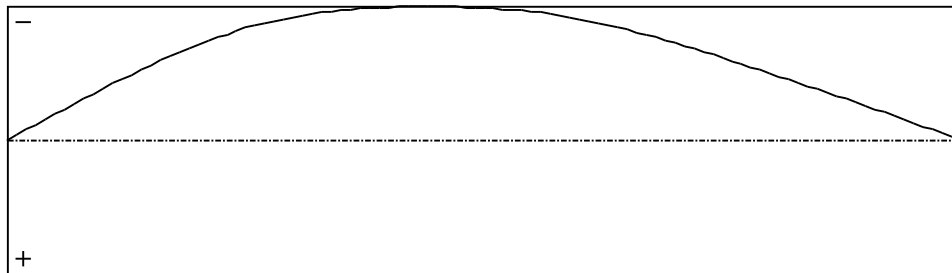


Figure 10 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

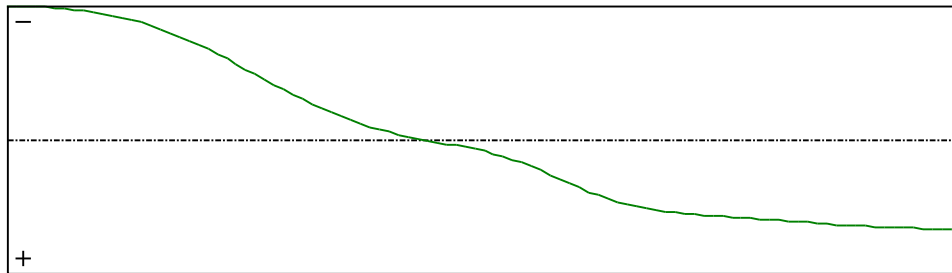


Figure 11 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

TABLE OF CONTENTS

I - PARAMETERS	p.1
I.1 - General parameters	p.1
I.2 - Material	p.1
I.3 - Sections	p.1
- Section No. 1 : HEA 120	p.2
- Section No. 2 : HEA 120	p.3
I.4 - Lateral restraints	p.4
- Restraint No. 1 :	p.4
- Restraint No. 2 :	p.4
- Restraint No. 3 :	p.4
I.5 - Loads	p.6
- Moment diagram :	p.6
- Axial force diagram :	p.7
- Eccentric concentrated loads :	p.7
- Eccentric distributed loads :	p.7
II - LTB CALCULATION	p.8
II.1 - LTB modes	p.8
II.2 - Mode shapes	p.8
- Mode 1	p.8

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.

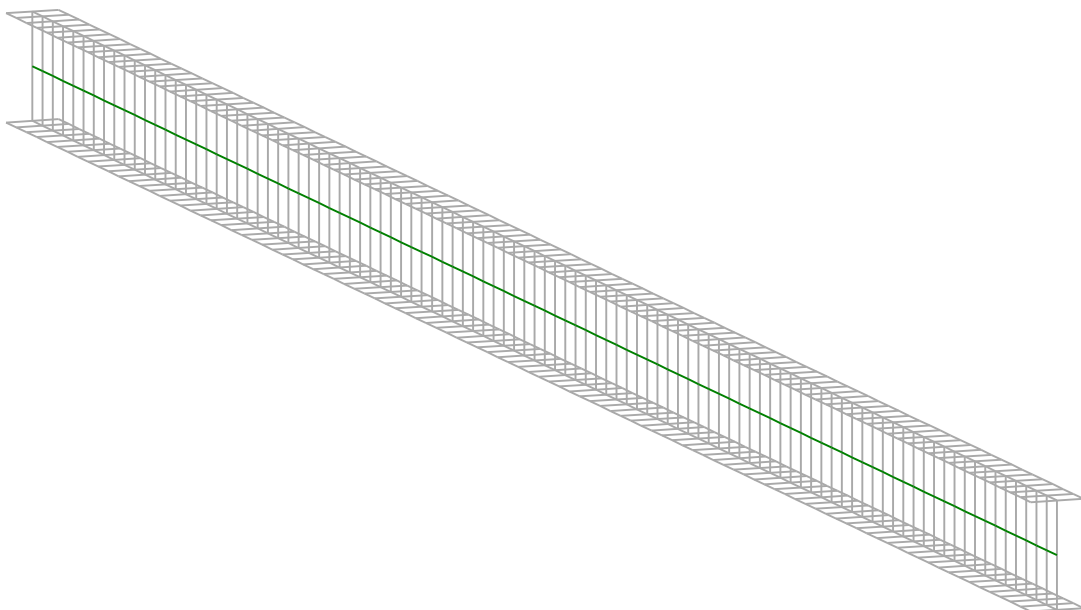
PŘÍLOHA J

KRITICKÝ MOMENT PŘÍČLE VE ŠTÍTOVÉ STĚNĚ – LTBEAMN 1.0.3

LTBeamN

v 1.0.3

CALCULATION SHEET



I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length :	L = 4,86 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
-------------------------	-----

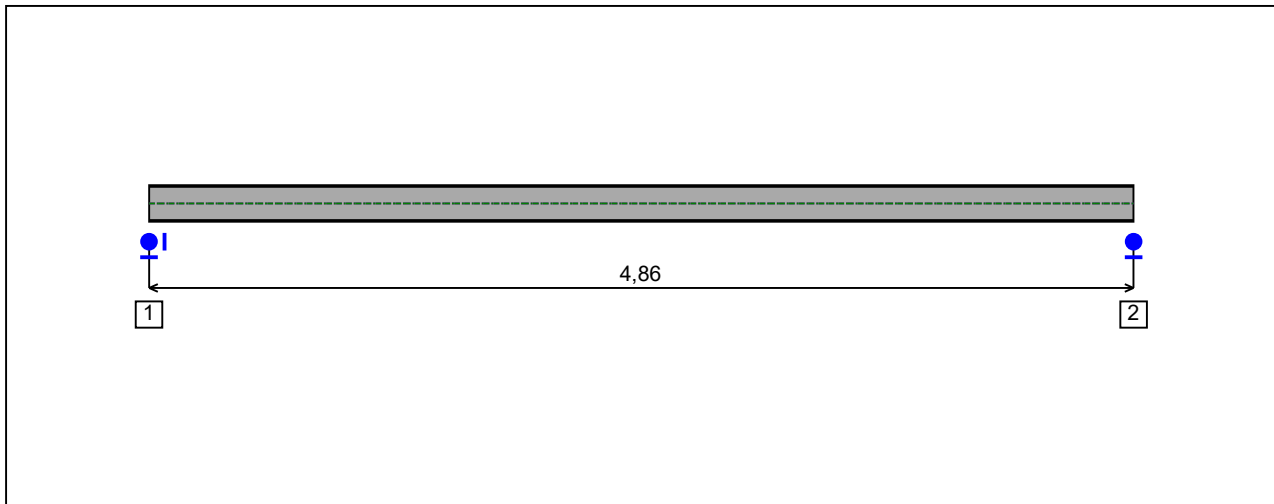


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

- Section No. 1 : IPE 180

Abscissa from the left end of the beam :

$x = 0$ m

Type :

In catalogue (OTUA)

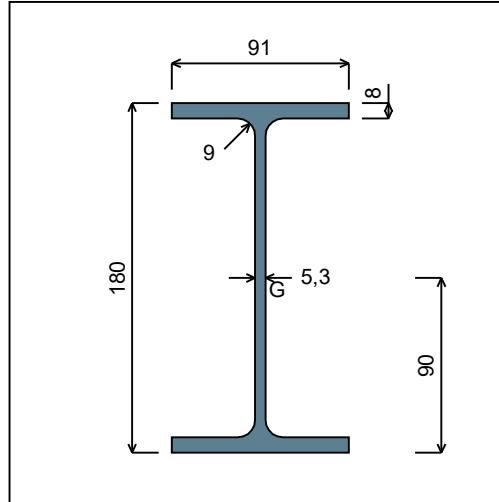


Figure 2 : Section No. 1 (IPE 180).

Main geometrical properties :

- $z_S = 0$ cm
- $z_G = 9$ cm
- $I_y = 1317$ cm⁴
- $I_z = 100,85$ cm⁴
- $I_t = 4,785$ cm⁴ (Villette)
- $I_w = 7458,9$ cm⁶

Other geometrical properties :

- | | |
|---|------------------------------------|
| $A = 23,95$ cm ² | $A_{v,z} = 11,25$ cm ² |
| $A_{v,y} = 14,56$ cm ² | |
| $W_{el,y,sup} = 146,33$ cm ³ | $W_{el,z} = 22,16$ cm ³ |
| $W_{el,y,inf} = 146,33$ cm ³ | $W_{pl,z} = 34,6$ cm ³ |
| $W_{pl,y} = 166,41$ cm ³ | |

Stiffness relaxations :

- θ : Continuous
- v' : Continuous
- θ' : Continuous
- w' : Continuous

- Section No. 2 : IPE 180

Abscissa from the left end of the beam :

$x = 4,86 \text{ m}$

Type :

In catalogue (OTUA)

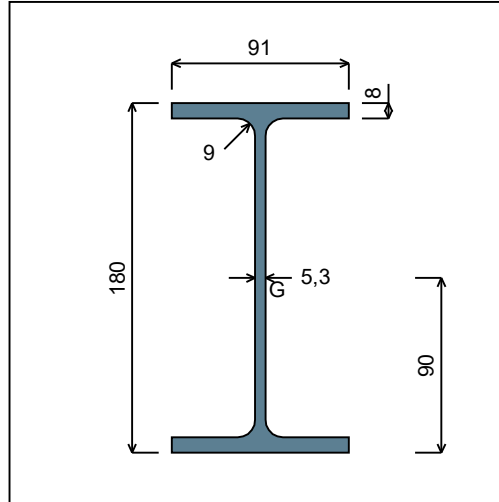


Figure 3 : Section No. 2 (IPE 180).

Main geometrical properties :

- $z_S = 0 \text{ cm}$
- $z_G = 9 \text{ cm}$
- $I_y = 1317 \text{ cm}^4$
- $I_z = 100,85 \text{ cm}^4$
- $I_t = 4,785 \text{ cm}^4$ (Villette)
- $I_w = 7458,9 \text{ cm}^6$

Other geometrical properties :

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| $A = 23,95 \text{ cm}^2$ | |
| $A_{v,y} = 14,56 \text{ cm}^2$ | $A_{v,z} = 11,25 \text{ cm}^2$ |
| $W_{el,y,sup} = 146,33 \text{ cm}^3$ | |
| $W_{el,y,inf} = 146,33 \text{ cm}^3$ | $W_{el,z} = 22,16 \text{ cm}^3$ |
| $W_{pl,y} = 166,41 \text{ cm}^3$ | $W_{pl,z} = 34,6 \text{ cm}^3$ |

Stiffness relaxations :

- θ : Continuous
- v' : Continuous
- θ' : Continuous
- w' : Continuous

I.4 - Lateral restraints

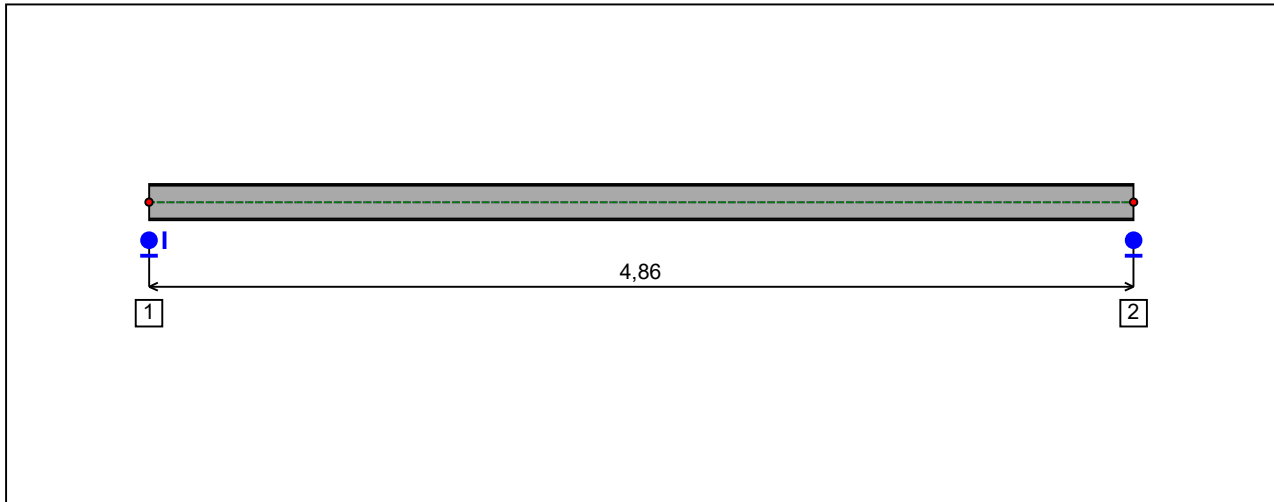


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

- 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 : $x = 4,86$ m

Vertical position from the shear centre : $z = 0$ cm

Restraint conditions :

- v : Fixed
- θ : Fixed
- v' : Free
- θ' : Free

1.5 - Loads

Type of loading :

Internal

- **Moment diagram :**

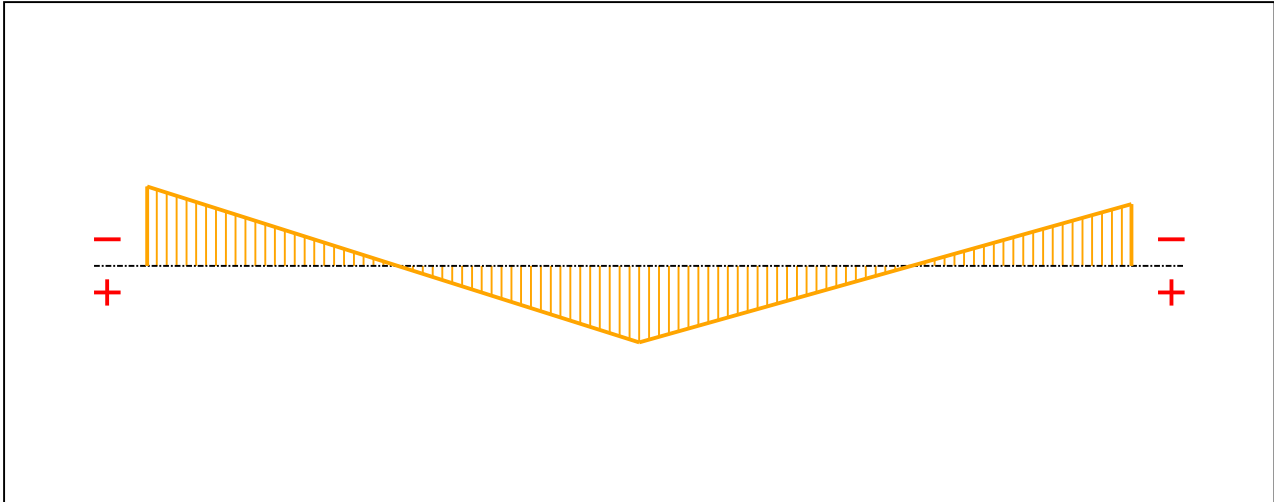


Figure 5 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	-7,25
2,43	6,98
4,86	-5,65

- **Axial force diagram :**

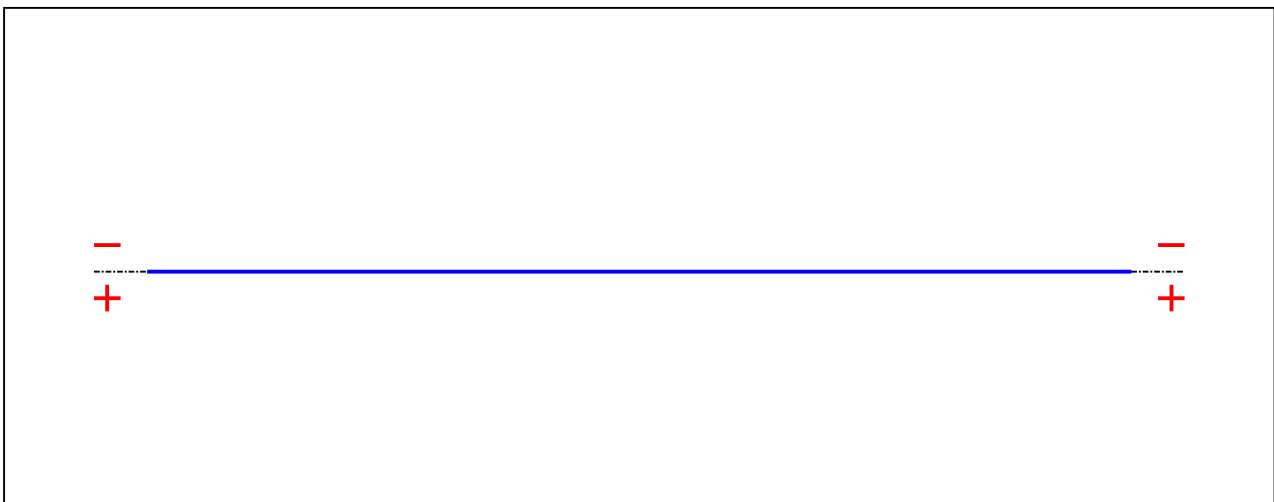


Figure 6 : Axial force diagram.

Active :

Yes

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
4,86	0

- 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	4,847	-35,14	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	4,847	-35,14	0	0	0

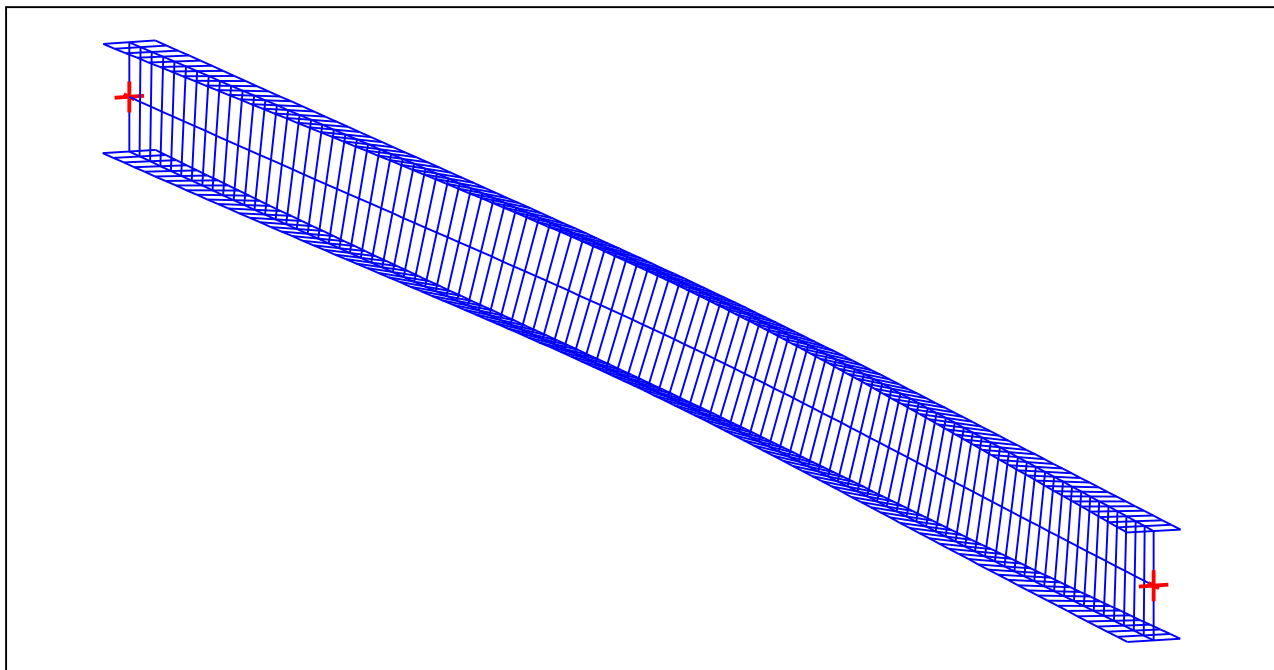


Figure 7 : Mode shape in 3D (Mode 1).

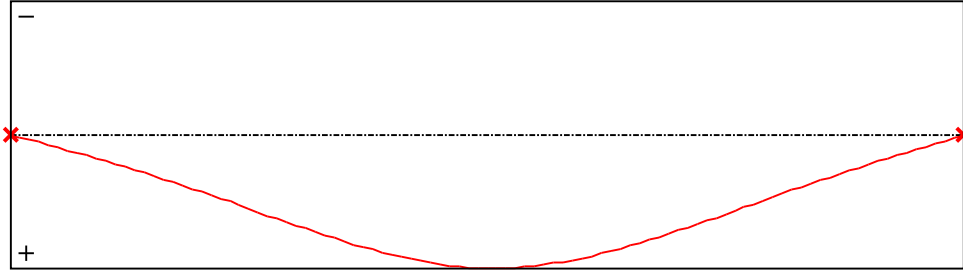


Figure 8 : Lateral displacement compopent of the shear centre (Mode 1).

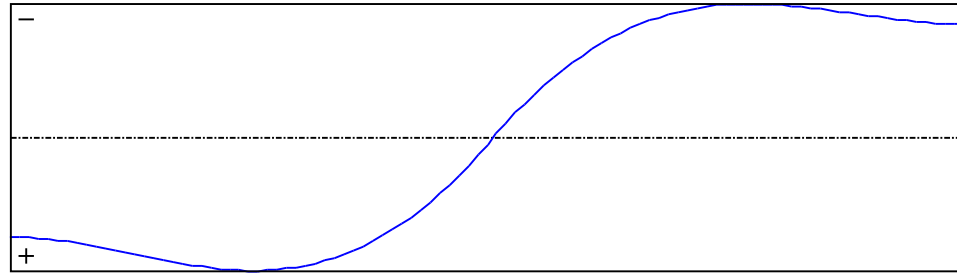


Figure 9 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

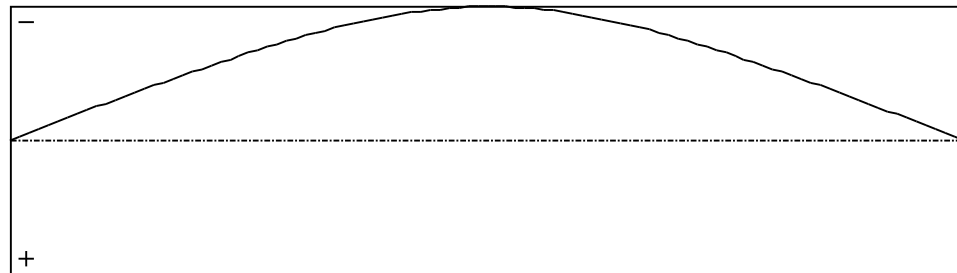


Figure 10 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

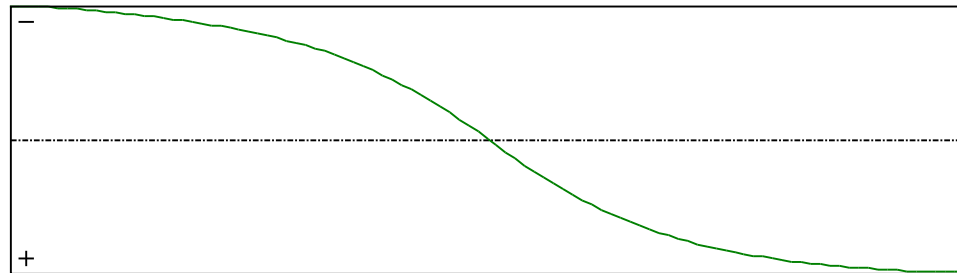


Figure 11 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

TABLE OF CONTENTS

I - PARAMETERS	p.1
<i>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 : IPE 180	<i>p.2</i>
- Section No. 2 : IPE 180	<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 - Loads</i>	<i>p.5</i>
- Moment diagram :	<i>p.5</i>
- Axial force diagram :	<i>p.5</i>
- Eccentric concentrated loads :	<i>p.6</i>
- Eccentric distributed loads :	<i>p.6</i>
II - LTB CALCULATION	p.7
<i>II.1 - LTB modes</i>	<i>p.7</i>
<i>II.2 - Mode shapes</i>	<i>p.7</i>
- Mode 1	<i>p.7</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.

PŘÍLOHA K

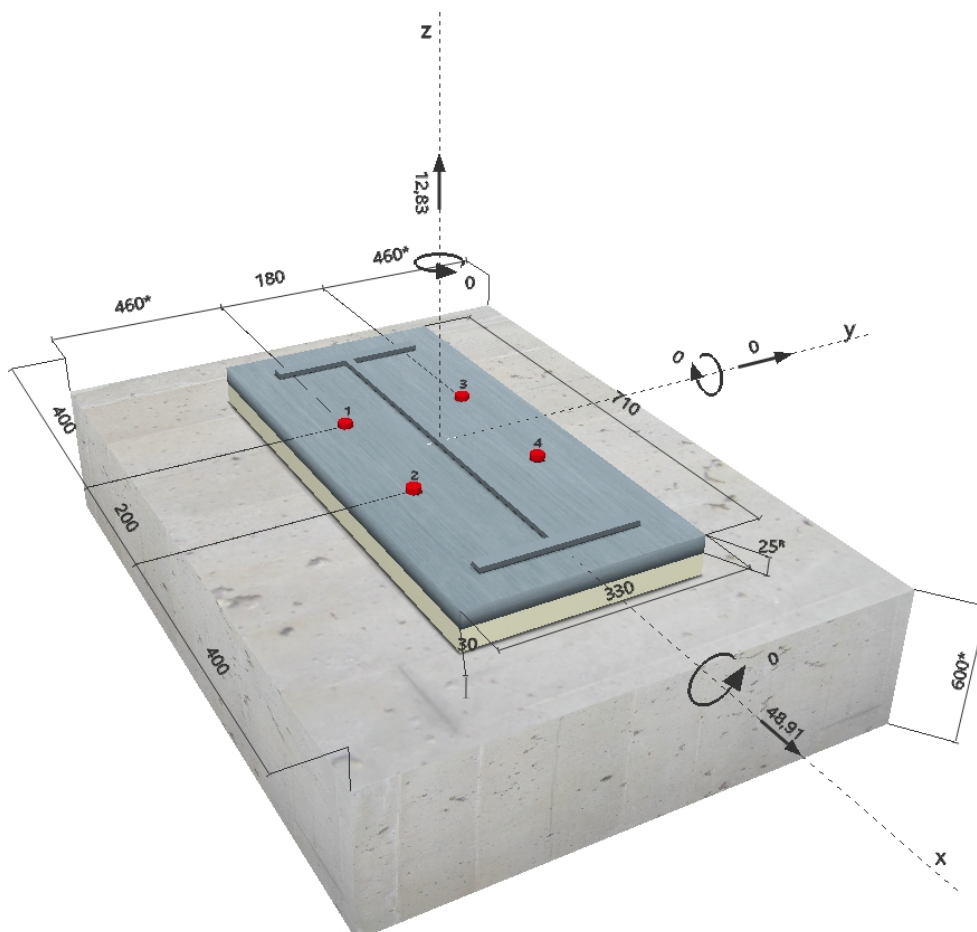
PATKA SLOUPU VNITŘNÍ VAZBY – HILTI PROFIS ANCHOR

Společnost:		Strana:	1
Projektant:		Projekt:	Patka vnitřního sloupu
Adresa:		Dílčí projekt / pozice č.:	
Telefon I fax:		Datum:	17.05.2019
E-mail:			

Komentář uživatele:
1 Vstupní data

Typ a velikost kotvy:	HIT-HY 200-A + HIT-V (8.8) M20	
Efektivní kotvení hloubka:	$h_{ef,act} = 150 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = - \text{ mm}$)	
Materiál:	8.8	
Certifikát č.:	ETA 11/0493	
Vydaný I Platný:	28.07.2017 -	
Posouzení:	Návrhová metoda ETAG BOND (EOTA TR 029)	
Distanční montáž:	bez upnutí (kotva); stupeň zadržení (kotevní deska): 2,00; $e_b = 30 \text{ mm}$; $t = 25 \text{ mm}$ Hilti malta: , víceúčelová, $f_{c,Grout} = 30,00 \text{ N/mm}^2$	
Kotevní deska:	$l_x \times l_y \times t = 710 \text{ mm} \times 330 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$; (Doporučená tloušťka kotevní desky: nepočítána)	
Profil:	IPE profil; ($V \times \check{S} \times T \times T$) = $600 \text{ mm} \times 220 \text{ mm} \times 12 \text{ mm} \times 19 \text{ mm}$	
Základní materiál:	s trhlinami beton, C20/25, $f_{c,cube} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 600 \text{ mm}$, teplota krátkodobá/dlouhodobá: 40/24 °C	
Montáž:	kotevní otvor vrtaný příklepem, montážní podmínky: suché	
Výztuž:	Žádná výztuž nebo osová vzdálenost výztuže $\geq 150 \text{ mm}$ (jakýkoliv \emptyset) nebo $\geq 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) žádná podélná výztuž okraje	

^R - Uživatel je odpovědný za zajištění pevné patní desky pro zadanou tloušťku a příslušná řešení (výztuže atd.)

Geometrie [mm] & Zatížení [kN, kNm]


Společnost:	Strana:	2
Projektant:	Projekt:	Patka vnitřního sloupu
Adresa:	Dílčí projekt / pozice č.:	
Telefon I fax:	Datum:	17.05.2019
E-mail:		

1.1 Kombinace zatížení

Stav	Popis	Síly [kN] / Momenty [kNm]	Seismický	Požár	Max. využ. [%]
1	Tlak	$V_x = 23,850; V_y = 0,000; N = -135,250;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	Ne	ne	40
2	Smyk	$V_x = 48,910; V_y = 0,000; N = 12,830;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	Ne	ne	80

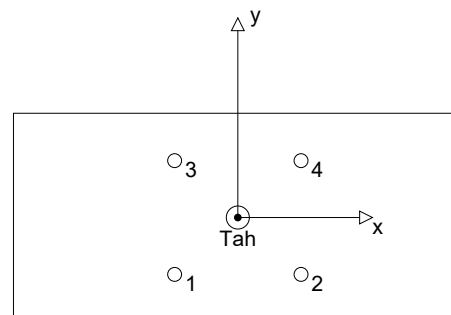
2 Zatěžovací stav/Výsledné síly v kotvách

Zatěžovací stav: Návrhové zatížení

Reakce v kotvách [kN]

Tahová síla: (+ Tah, - Tlak)

Kotva	Tahová síla	Smyková síla	Smyková síla x	Smyková síla y
1	3,208	12,228	12,228	0,000
2	3,208	12,228	12,228	0,000
3	3,208	12,228	12,228	0,000
4	3,208	12,228	12,228	0,000



max. tlakové přetvoření betonu: - [%o]
 max. tlakové napětí v betonu: - [N/mm²]
 výsledná tahová síla v (x/y)=(0/0): 12,830 [kN]
 výsledná tlaková síla v (x/y)=(0/0): 0,000 [kN]

Kotevní síly za předpokladu pevné patní desky!

3 Tahové zatížení (EOTA TR 029, bod 5.2.2)

	Zatížení [kN]	Únosnost [kN]	Využití β_N [%]	Stav
Porušení oceli*	3,208	130,667	3	OK
Kombinované porušení vytažením - vytržením betonového kuželu**	12,830	108,001	12	OK
Porušení vytržením betonového kuželu**	12,830	89,161	15	OK
Porušení rozštěpením**	Není k dispozici	Není k dispozici	Není k dispozici	Není k dispozici

* nejnejpříznivější kotva ** skupina kotev (kotvy v tahu)

3.1 Porušení oceli

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
196,000	1,500	130,667	3,208

3.2 Kombinované porušení vytažením - vytržením betonového kuželu

$A_{p,N}$ [mm ²]	$A_{p,N}^0$ [mm ²]	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm ²]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]
409 500	202 500	18,00	450	225	400
ψ_c	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm ²]	k	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1,000	8,50	2,300	1,000	1,000	
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
80,111	162,001	1,500	108,001	12,830	

Společnost:
Projektant:
Adresa:
Telefon I fax: |
E-mail:

Strana: 3
Projekt: Patka vnitřního sloupu
Dílčí projekt / pozice č.:
Datum: 17.05.2019

3.3 Porušení vytržením betonového kuželu

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]		
409 500	202 500	225	450		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\Psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\Psi_{ec2,N}$	$\Psi_{s,N}$	$\Psi_{re,N}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
7,200	66,136	1,500	89,161	12,830	

Společnost:		Strana:	4
Projektant:		Projekt:	Patka vnitřního sloupu
Adresa:		Dílčí projekt / pozice č.:	
Telefon I fax:		Datum:	17.05.2019
E-mail:			

4 Smykové zatížení (EOTA TR 029, bod 5.2.3)

	Zatížení [kN]	Únosnost [kN]	Využití β_v [%]	Stav
Porušení oceli (bez distanční montáže)*	Není k dispozici	Není k dispozici	Není k dispozici	Není k dispozici
Porušení oceli (s distanční montáží)*	12,228	15,438	80	OK
Porušení vylomením betonu**	48,910	178,323	28	OK
Porušení okraje betonu ve směru x+**	48,910	61,138	80	OK

* nejnepříznivější kotva ** skupina kotev (rovnocenné kotvy)

4.1 Porušení oceli (s distanční montáží)

l [mm]	α_M			
53	2,00			
$N_{Sd} / N_{Rd,s}$	$1 - N_{Sd} / N_{Rd,s}$	$M_{RK,s}^0$ [kNm]	$M_{RK,s} = M_{RK,s}^0 (1 - N_{Sd} / N_{Rd,s})$ [kNm]	
0,025	0,975	0,519	0,507	
$V_{RK,s}^M = \alpha_M * M_{RK,s} / l$ [kN]	$\gamma_{Ms,b,v}$	$V_{Rd,s}^M$ [kN]	V_{Sd} [kN]	
19,297	1,250	15,438	12,228	

4.2 Porušení vylomením betonu (relevantní k vytážení)

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor	k_1
409 500	202 500	225	450	2,000	7,200
$e_{c1,v}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,v}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
$N_{RK,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Sd} [kN]		
66,136	1,500	178,323	48,910		

4.3 Porušení okraje betonu ve směru x+

h_{ef} [mm]	d_{nom} [mm]	k_1	α	β	
150	20,0	1,700	0,061	0,055	
c_1 [mm]	$A_{c,v}$ [mm ²]	$A_{c,v}^0$ [mm ²]			
400	660 000	720 000			
$\psi_{s,v}$	$\psi_{h,v}$	$\psi_{a,v}$	$e_{c,v}$ [mm]	$\psi_{ec,v}$	$\psi_{re,v}$
0,930	1,000	1,000	0	1,000	1,000
$V_{RK,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Sd} [kN]		
107,574	1,500	61,138	48,910		

5 Kombinace zatížení tah/smyk (EOTA TR 029, bod 5.2.4)

β_N	β_V	α	Využití $\beta_{N,V}$ [%]	Stav
0,144	0,800	1,500	78	OK

$$\beta_N^{\alpha} + \beta_V^{\alpha} \leq 1,0$$

Společnost:
Projektant:
Adresa:
Telefon I fax: |
E-mail:

Strana: 5
Projekt: Patka vnitřního sloupu
Dílčí projekt / pozice č.:
Datum: 17.05.2019

6 Posuny (nejvíce zatížená kotva)

Krátkodobé teplotní zatížení:

$$\begin{aligned} N_{Sk} &= 2,376 \text{ [kN]} & \delta_N &= 0,018 \text{ [mm]} \\ V_{Sk} &= 18,115 \text{ [kN]} & \delta_V &= 0,725 \text{ [mm]} \\ & & \delta_{NV} &= 0,725 \text{ [mm]} \end{aligned}$$

Dlouhodobé teplotní zatížení:

$$\begin{aligned} N_{Sk} &= 2,376 \text{ [kN]} & \delta_N &= 0,040 \text{ [mm]} \\ V_{Sk} &= 18,115 \text{ [kN]} & \delta_V &= 1,087 \text{ [mm]} \\ & & \delta_{NV} &= 1,088 \text{ [mm]} \end{aligned}$$

Poznámka: Posuny vlivem tahové síly jsou platné při poloviční hodnotě předepsaného utahovacího momentu pro bez trhlin beton! Smykové posuny jsou platné za předpokladu žádného tření mezi betonem a kotevní deskou! Mezery mezi kotvou a vrtaným kotevním otvorem a mezery mezi kotvou a otvorem v kotevní desce nejsou v tomto výpočtu zahrnuty!

Přípustné posuny kotev závisí na připevňované konstrukci a musejí být definovány projektantem!

7 Upozornění

- Návrhové metody v PROFIS Anchor vyžadují dle současných předpisů (ETAG 001 / příloha C, EOTA TR029, atd.) tuhé kotevní desky. To znamená, že přerozdělení zatížení na jednotlivé kotvy, v důsledku pružné deformace kotevní desky, se neuvažuje - kotevní deska se považuje za dostatečně tuhou, aby nedošlo k její deformaci, když je podrobena návrhovému zatížení. PROFIS Anchor vypočítá pomocí MKP minimální potřebnou tloušťku kotevní desky tak, aby bylo omezeno napětí stres v kotevní desce na základě předpokladů viz výše. Důkaz, že je kotevní deska tuhá, PROFIS Anchor neprovádí. Vstupní údaje a výsledky se musí být kontrolovány v souladu se stávající úrovní podmínek a znalostí!
- Kontrolu přenosu zatížení do základního materiálu je požadováno provést v souladu s EOTA TR 029 část 7!
- Návrh je platný pouze v případě, když průměry otvorů pro kotvy v kotevní desce nejsou větší než je stanoveno v EOTA TR029, tabulka 4.1! Komentář ohledně větších otvorů je uveden v EOTA TR029, článek 1.1!
- Seznam příslušenství v tomto protokolu slouží pouze jako informace uživateli. V každém případě je třeba dodržovat návod k použití dodávaný s výrobkem, aby byla zajištěna správná instalace.
- Čištění vyvrtaného kotevního otvoru musí být provedeno dle návodu na použití (2x vyfoukat stlačeným vzduchem bez oleje (min. 6bar), 2x vykartáčovat a opět 2x vyfoukat stlačeným vzduchem bez oleje (min. 6bar)).
- Charakteristická pevnost lepicí hmoty (soudržnost) závisí na krátkodobých a dlouhodobých teplotách.
- Prosím kontaktujte Hilti pro ověření dostupnosti dodávky kotevních šroubů HIT-V.
- Okrajová výztuž není požadovaná pro zabránění porušení rozštěpením.

Upevnění je bezpečné!

Společnost:
Projektant:
Adresa:
Telefon I fax:
E-mail:

Strana: 6
Projekt: Patka vnitřního sloupu
Dílčí projekt / pozice č.:
Datum: 17.05.2019

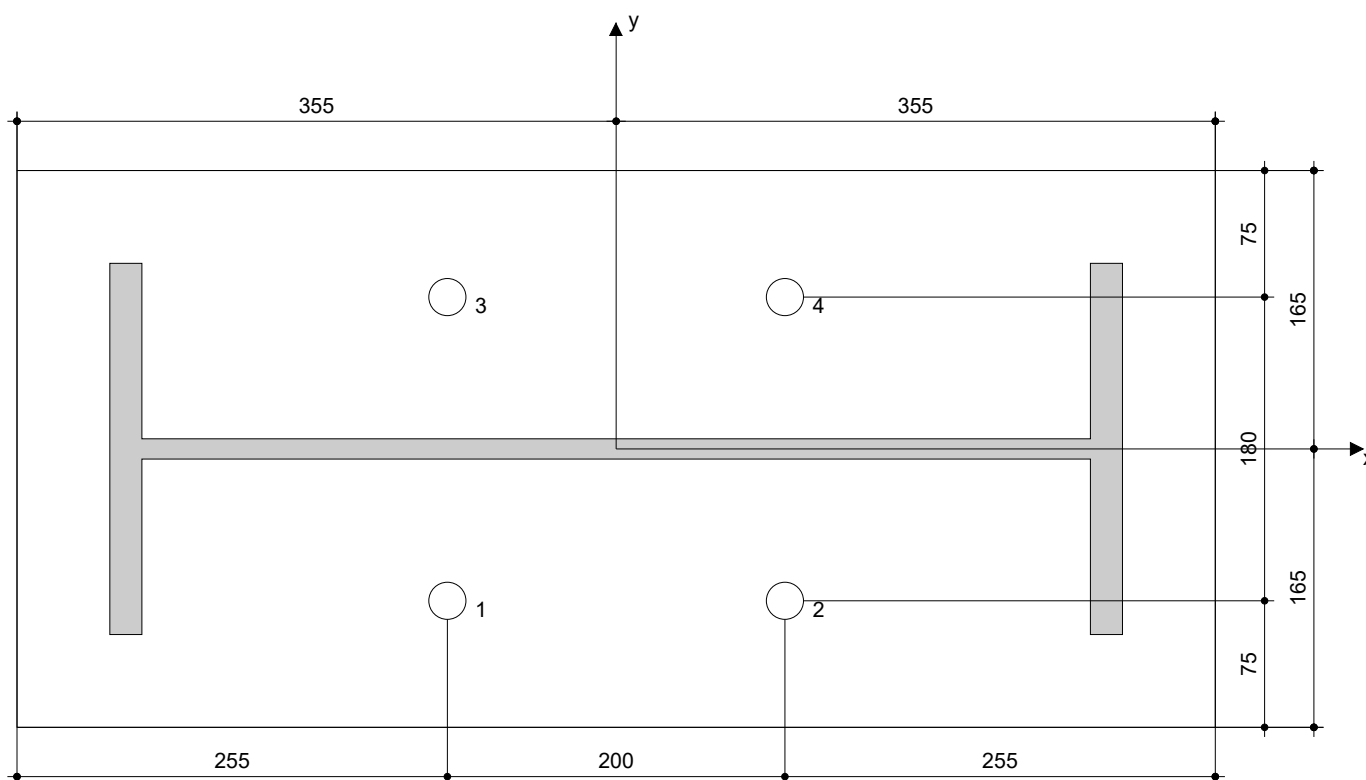
8 Montážní pokyny

Kotevní deska, ocel: -
Profil: IPE profil; 600 x 220 x 12 x 19 mm
Průměr otvoru v kotevní desce: $d_f = 22$ mm
Tloušťka kotevní desky (vstup): 25 mm
Doporučená tloušťka kotevní desky: nepočítána
Metoda vrtání: Vyvrtáno přiklepem
Čištění: Je požadováno kvalitní vyčištění kotevního otvoru

Typ a velikost kotvy: HIT-HY 200-A + HIT-V (8.8) M20
Utahovací moment: 0,150 kNm
Průměr otvoru v základním materiálu: 22 mm
Hloubka kotevního otvoru v základním materiálu: 150 mm
Minimální tloušťka základního materiálu: 194 mm

8.1 Doporučené příslušenství

Vrtání	Čištění	Osazení
<ul style="list-style-type: none"> Vhodná pro vrtací kladivo Vrták správného průměru 	<ul style="list-style-type: none"> Stlačený vzduch s požadovaným příslušenstvím pro vyfoukání kotevního otvoru ode dna Odpovídající průměr drátkového kartáče 	<ul style="list-style-type: none"> Výtlačovací přístroj včetně vodící kazety a směšovače Momentový klíč



Souřadnice kotev [mm]

Kotva	x	y	c_x	c_{+x}	c_y	c_{+y}
1	-100	-90	400	600	460	640
2	100	-90	600	400	460	640
3	-100	90	400	600	640	460
4	100	90	600	400	640	460

Společnost:	Strana:	7
Projektant:	Projekt:	Patka vnitřního sloupu
Adresa:	Dílčí projekt / pozice č.:	
Telefon I fax:	Datum:	17.05.2019
E-mail:		

9 Poznámky, požadavky na vaší kooperaci

- Veškeré informace a data obsažená v Softwaru se týkají výhradně použití výrobků Hilti a vycházejí ze zásad, předpisů a bezpečnostních nařízení v souladu s technickými směnicemi a provozními, montážními a instalačními pokyny společnosti Hilti, jimiž se uživatel musí striktně řídit. Veškerá čísla obsažená v Softwaru představují průměrné hodnoty, a proto je před použitím příslušného výrobku Hilti nutno provést testy pro jeho konkrétní použití. Výsledky výpočtů provedených pomocí Softwaru vycházejí především z vámi zadaných dat. Nesete proto výhradní odpovědnost za bezchybnost, úplnost a relevantnost zadávaných dat. Mimoto nesete výhradní odpovědnost za kontrolu výsledků vzešlých z výpočtů a za to, že si tyto výsledky před jejich použitím pro konkrétní zařízení necháte ověřit a schválit od odborníka, zejména co se týče souladu s příslušnými normami a povoleními. Software slouží pouze jako pomůcka pro interpretaci norem a povolení bez jakékoli záruky ohledně bezchybnosti, přesnosti a relevantnosti výsledků nebo vhodnosti pro konkrétní použití.
- Abyste předešli škodám, které by Software mohl způsobit, nebo omezili jejich rozsah, musíte přijmout veškerá nutná a přiměřená opatření. Obzvláště je třeba pravidelně zálohovat programy a data a v případě potřeby provádět aktualizace Softwaru, které společnost Hilti pravidelně nabízí. Nepoužíváte-li funkci AutoUpdate, která je součástí Softwaru, je nutné zajistit aktuálnost vámi používané verze Softwaru ručními aktualizacemi prostřednictvím internetových stránek společnosti Hilti. Společnost Hilti nenese žádnou zodpovědnost za důsledky vzešlé z vámi zaviněného porušení povinností, jako je například nutnost obnovy ztracených či poškozených dat nebo programů.

PŘÍLOHA L

PATKA SLOUPU VE ŠTÍTOVÉ STĚNĚ – HILTI PROFIS ANCHOR

Společnost:
Projektant:
Adresa:
Telefon I fax:
E-mail:

Strana: 1
Projekt: PATKA SLOUPU - ŠTÍT
Dílčí projekt / pozice č.:
Datum: 17.05.2019

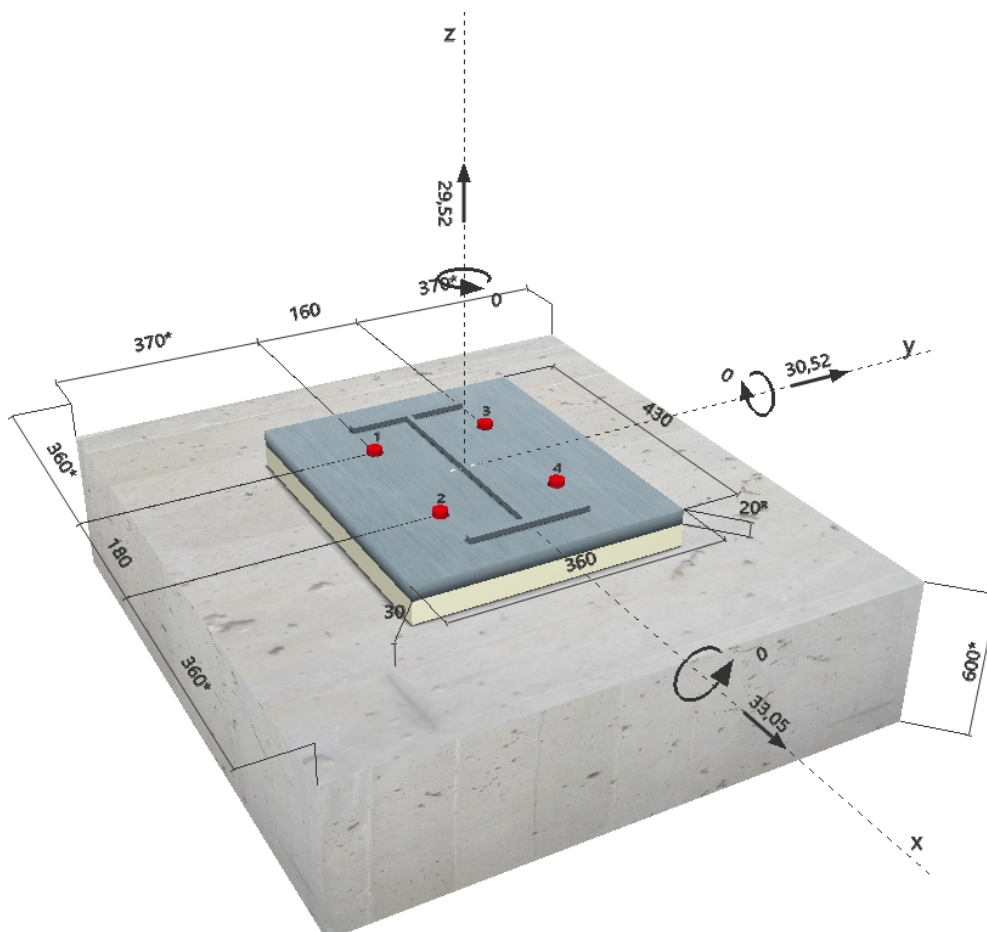
Komentář uživatele:

1 Vstupní data



Typ a velikost kotvy:	HIT-HY 200-A + HIT-V (8.8) M20
Efektivní kotvení hloubka:	$h_{ef,act} = 150 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = - \text{ mm}$)
Materiál:	8.8
Certifikát č.:	ETA 11/0493
Vydání I Platný:	28.07.2017 -
Posouzení:	Návrhová metoda ETAG BOND (EOTA TR 029)
Distanční montáž:	bez upnutí (kotva); stupeň zadržení (kotevní deska): 2,00; $e_b = 30 \text{ mm}$; $t = 20 \text{ mm}$ Hilti malta: , víceúčelová, $f_{c,GROUT} = 30,00 \text{ N/mm}^2$
Kotevní deska:	$l_x \times l_y \times t = 430 \text{ mm} \times 360 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$; (Doporučená tloušťka kotevní desky: nepočítána)
Profil:	IPE profil; ($V \times \check{S} \times T \times T$) = $330 \text{ mm} \times 160 \text{ mm} \times 8 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}$
Základní materiál:	s trhlami beton, C20/25, $f_{c,cube} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 600 \text{ mm}$, teplota krátkodobá/dlouhodobá: 40/24 °C
Montáž:	kotevní otvor vrtaný příklepem, montážní podmínky: suché
Výztuž:	Žádná výztuž nebo osová vzdálenost výztuže $\geq 150 \text{ mm}$ (jakýkoliv \emptyset) nebo $\geq 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) žádná podélná výztuž okraje

^R - Uživatel je odpovědný za zajištění pevné patní desky pro zadanou tloušťku a příslušná řešení (výztuže atd.)

Geometrie [mm] & Zatížení [kN, kNm]


Společnost:	Strana:	2
Projektant:	Projekt:	PATKA SLOUPU - ŠTÍT
Adresa:	Dílčí projekt / pozice č.:	
Telefon I fax:	Datum:	17.05.2019
E-mail:		

1.1 Kombinace zatížení

Stav	Popis	Síly [kN] / Momenty [kNm]	Seismický	Požár	Max. využ. [%]
1	Tlak	$V_x = 0,000; V_y = 0,180; N = -47,010;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	Ne	ne	1
2	Smyk	$V_x = 33,050; V_y = 30,520; N = 29,520;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	Ne	ne	82

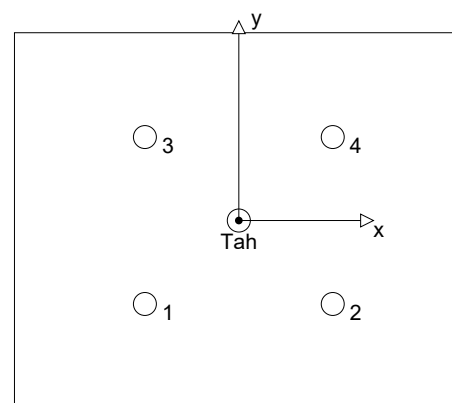
2 Zatěžovací stav/Výsledné síly v kotvách

Zatěžovací stav: Návrhové zatížení

Reakce v kotvách [kN]

Tahová síla: (+ Tah, - Tlak)

Kotva	Tahová síla	Smyková síla	Smyková síla x	Smyková síla y
1	7,380	11,247	8,263	7,630
2	7,380	11,247	8,263	7,630
3	7,380	11,247	8,263	7,630
4	7,380	11,247	8,263	7,630



max. tlakové přetvoření betonu: - [%o]
 max. tlakové napětí v betonu: - [N/mm²]
 výsledná tahová síla v (x/y)=(0/0): 29,520 [kN]
 výsledná tlaková síla v (x/y)=(0/0): 0,000 [kN]

Kotevní síly za předpokladu pevné patní desky!

3 Tahové zatížení (EOTA TR 029, bod 5.2.2)

	Zatížení [kN]	Únosnost [kN]	Využití β_N [%]	Stav
Porušení oceli*	7,380	130,667	6	OK
Kombinované porušení vytažením - vytržením betonového kuželu**	29,520	101,355	30	OK
Porušení vytržením betonového kuželu**	29,520	83,675	36	OK
Porušení rozštěpením**	Není k dispozici	Není k dispozici	Není k dispozici	Není k dispozici

* nejnepříznivější kotva ** skupina kotev (kotvy v tahu)

3.1 Porušení oceli

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
196,000	1,500	130,667	7,380

3.2 Kombinované porušení vytažením - vytržením betonového kuželu

$A_{p,N}$ [mm ²]	$A_{p,N}^0$ [mm ²]	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm ²]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]
384 300	202 500	18,00	450	225	360
ψ_c	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm ²]	k	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1,000	8,50	2,300	1,000	1,000	
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
80,111	152,032	1,500	101,355	29,520	

Společnost:
Projektant:
Adresa:
Telefon I fax: |
E-mail:

Strana: 3
Projekt: PATKA SLOUPU - ŠTÍT
Dílčí projekt / pozice č.:
Datum: 17.05.2019

3.3 Porušení vytržením betonového kuželu

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]		
384 300	202 500	225	450		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\Psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\Psi_{ec2,N}$	$\Psi_{s,N}$	$\Psi_{re,N}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
7,200	66,136	1,500	83,675	29,520	

Společnost:	Strana:	4
Projektant:	Projekt:	PATKA SLOUPU - ŠTÍT
Adresa:	Dílčí projekt / pozice č.:	
Telefon I fax:	Datum:	17.05.2019
E-mail:		

4 Smykové zatížení (EOTA TR 029, bod 5.2.3)

	Zatížení [kN]	Únosnost [kN]	Využití β_v [%]	Stav
Porušení oceli (bez distanční montáže)*	Není k dispozici	Není k dispozici	Není k dispozici	Není k dispozici
Porušení oceli (s distanční montáží)*	11,247	15,679	72	OK
Porušení vylomením betonu**	44,986	167,349	27	OK
Porušení okraje betonu ve směru x+**	36,403	50,845	72	OK

* nejnepříznivější kotva ** skupina kotev (rovnocenné kotvy)

4.1 Porušení oceli (s distanční montáží)

l [mm]	α_M			
50	2,00			
$N_{Sd} / N_{Rd,s}$	$1 - N_{Sd} / N_{Rd,s}$	$M_{RK,s}^0$ [kNm]	$M_{RK,s} = M_{RK,s}^0 (1 - N_{Sd} / N_{Rd,s})$ [kNm]	
0,056	0,944	0,519	0,490	
$V_{RK,s}^M = \alpha_M * M_{RK,s} / l$ [kN]	$\gamma_{Ms,b,v}$	$V_{Rd,s}^M$ [kN]	V_{Sd} [kN]	
19,599	1,250	15,679	11,247	

4.2 Porušení vylomením betonu (relevantní k vytažení)

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor	k_1
384 300	202 500	225	450	2,000	7,200
$e_{c1,v}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,v}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
$N_{RK,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Sd} [kN]		
66,136	1,500	167,349	44,986		

4.3 Porušení okraje betonu ve směru x+

h_{ef} [mm]	d_{nom} [mm]	k_1	α	β	
150	20,0	1,700	0,065	0,056	
c_1 [mm]	$A_{c,v}$ [mm ²]	$A_{c,v}^0$ [mm ²]			
360	486 000	583 200			
$\psi_{s,v}$	$\psi_{h,v}$	$\psi_{a,v}$	$e_{c,v}$ [mm]	$\psi_{ec,v}$	$\psi_{re,v}$
0,906	1,000	1,083	0	1,000	1,000
$V_{RK,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Sd} [kN]		
93,310	1,500	50,845	36,403		

5 Kombinace zatížení tah/smyk (EOTA TR 029, bod 5.2.4)

β_N	β_V	α	Využití $\beta_{N,v}$ [%]	Stav
0,353	0,717	1,500	82	OK

$$\beta_N^{\alpha} + \beta_V^{\alpha} \leq 1,0$$

Společnost:
Projektant:
Adresa:
Telefon I fax: |
E-mail:

Strana: 5
Projekt: PATKA SLOUPU - ŠTÍT
Dílčí projekt / pozice č.:
Datum: 17.05.2019

6 Posuny (nejvíce zatížená kotva)

Krátkodobé teplotní zatížení:

$$\begin{aligned} N_{Sk} &= 5,467 \text{ [kN]} & \delta_N &= 0,041 \text{ [mm]} \\ V_{Sk} &= 13,483 \text{ [kN]} & \delta_V &= 0,539 \text{ [mm]} \\ & & \delta_{NV} &= 0,541 \text{ [mm]} \end{aligned}$$

Dlouhodobé teplotní zatížení:

$$\begin{aligned} N_{Sk} &= 5,467 \text{ [kN]} & \delta_N &= 0,093 \text{ [mm]} \\ V_{Sk} &= 13,483 \text{ [kN]} & \delta_V &= 0,809 \text{ [mm]} \\ & & \delta_{NV} &= 0,814 \text{ [mm]} \end{aligned}$$

Poznámka: Posuny vlivem tahové síly jsou platné při poloviční hodnotě předepsaného utahovacího momentu pro bez trhlin beton! Smykové posuny jsou platné za předpokladu žádného tření mezi betonem a kotevní deskou! Mezery mezi kotvou a vrtaným kotevním otvorem a mezery mezi kotvou a otvorem v kotevní desce nejsou v tomto výpočtu zahrnuty!

Přípustné posuny kotev závisí na připevňované konstrukci a musejí být definovány projektantem!

7 Upozornění

- Návrhové metody v PROFIS Anchor vyžadují dle současných předpisů (ETAG 001 / příloha C, EOTA TR029, atd.) tuhé kotevní desky. To znamená, že přerozdělení zatížení na jednotlivé kotvy, v důsledku pružné deformace kotevní desky, se neuvažuje - kotevní deska se považuje za dostatečně tuhou, aby nedošlo k její deformaci, když je podrobena návrhovému zatížení. PROFIS Anchor vypočítá pomocí MKP minimální potřebnou tloušťku kotevní desky tak, aby bylo omezeno napětí stres v kotevní desce na základě předpokladů viz výše. Důkaz, že je kotevní deska tuhá, PROFIS Anchor neprovádí. Vstupní údaje a výsledky se musí být kontrolovány v souladu se stávající úrovní podmínek a znalostí!
- Kontrolu přenosu zatížení do základního materiálu je požadováno provést v souladu s EOTA TR 029 část 7!
- Návrh je platný pouze v případě, když průměry otvorů pro kotvy v kotevní desce nejsou větší než je stanoveno v EOTA TR029, tabulka 4.1! Komentář ohledně větších otvorů je uveden v EOTA TR029, článek 1.1!
- Seznam příslušenství v tomto protokolu slouží pouze jako informace uživateli. V každém případě je třeba dodržovat návod k použití dodávaný s výrobkem, aby byla zajištěna správná instalace.
- Čištění vyvrtaného kotevního otvoru musí být provedeno dle návodu na použití (2x vyfoukat stlačeným vzduchem bez oleje (min. 6bar), 2x vykartáčovat a opět 2x vyfoukat stlačeným vzduchem bez oleje (min. 6bar)).
- Charakteristická pevnost lepicí hmoty (soudržnost) závisí na krátkodobých a dlouhodobých teplotách.
- Prosím kontaktujte Hilti pro ověření dostupnosti dodávky kotevních šroubů HIT-V.
- Okrajová výtuzň není požadovaná pro zabránění porušení rozštěpením.

Upevnění je bezpečné!

Společnost:
 Projektant:
 Adresa:
 Telefon I fax: |
 E-mail:

Strana: 6
 Projekt: PATKA SLOUPU - ŠTÍT
 Dílčí projekt / pozice č.:
 Datum: 17.05.2019

8 Montážní pokyny

Kotevní deska, ocel: -
 Profil: IPE profil; 330 x 160 x 8 x 12 mm
 Průměr otvoru v kotevní desce: $d_f = 22$ mm
 Tloušťka kotevní desky (vstup): 20 mm
 Doporučená tloušťka kotevní desky: nepočítána
 Metoda vrtání: Vyvrtáno příklepem
 Čištění: Je požadováno kvalitní vyčištění kotevního otvoru

Typ a velikost kotvy: HIT-HY 200-A + HIT-V (8.8) M20
 Utahovací moment: 0,150 kNm
 Průměr otvoru v základním materiálu: 22 mm
 Hloubka kotevního otvoru v základním materiálu: 150 mm
 Minimální tloušťka základního materiálu: 194 mm

8.1 Doporučené příslušenství

Vrtání

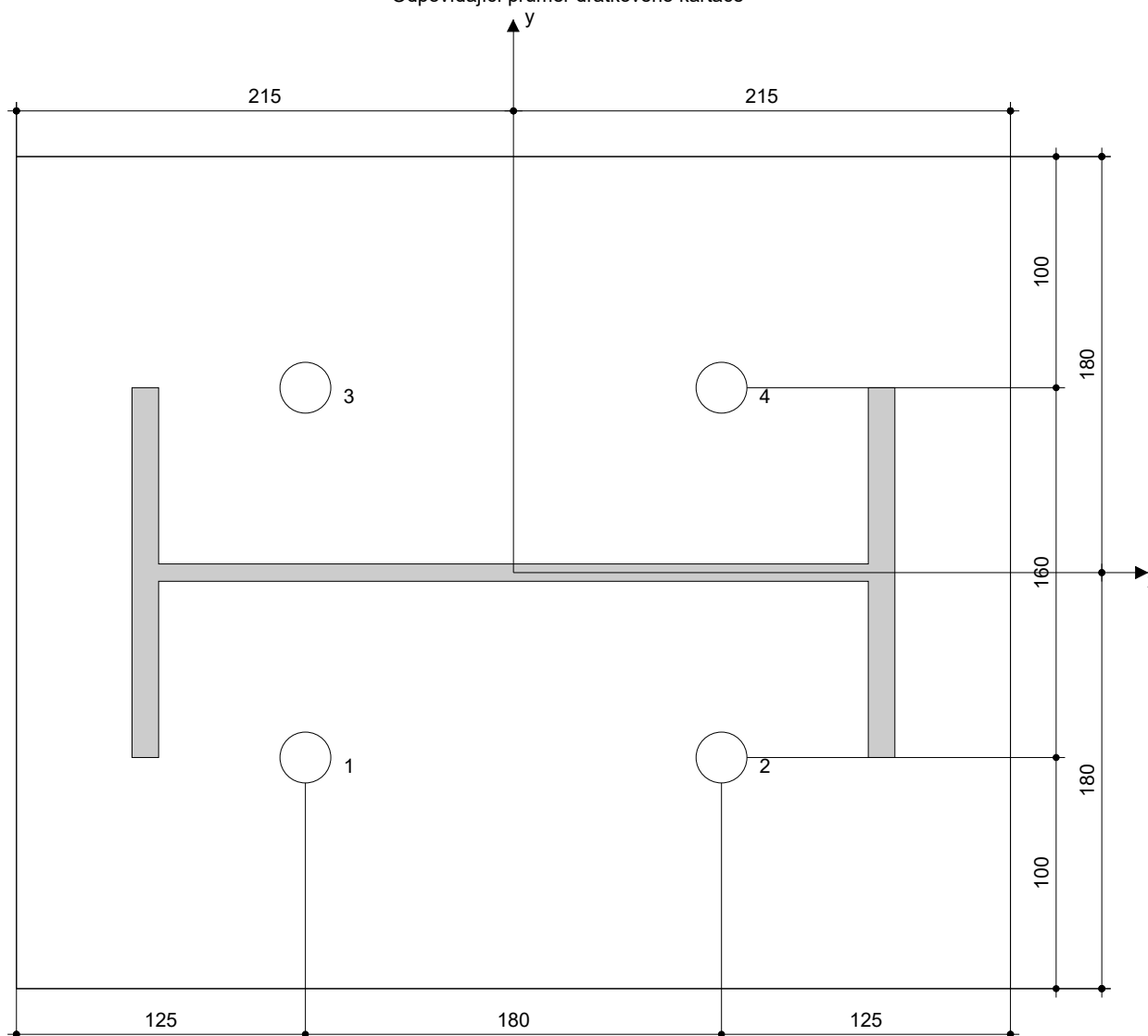
- Vhodná pro vrtací kladivo
- Vrták správného průměru

Čištění

- Stlačený vzduch s požadovaným příslušenstvím pro vyfoukání kotevního otvoru ode dna
- Odpovídající průměr drátkového kartáče

Osazení

- Výtláčovací přístroj včetně vodící kazety a směšovače
- Momentový klíč



Souřadnice kotev [mm]

Kotva	x	y	c_x	c_{+x}	c_y	c_{+y}
1	-90	-80	360	540	370	530
2	90	-80	540	360	370	530
3	-90	80	360	540	530	370
4	90	80	540	360	530	370

Společnost:	Strana:	7
Projektant:	Projekt:	PATKA SLOUPU - ŠTÍT
Adresa:	Dílčí projekt / pozice č.:	
Telefon I fax:	Datum:	17.05.2019
E-mail:		

9 Poznámky, požadavky na vaší kooperaci

- Veškeré informace a data obsažená v Softwaru se týkají výhradně použití výrobků Hilti a vycházejí ze zásad, předpisů a bezpečnostních nařízení v souladu s technickými směrnicemi a provozními, montážními a instalačními pokyny společnosti Hilti, jimiž se uživatel musí striktně řídit. Veškerá čísla obsažená v Softwaru představují průměrné hodnoty, a proto je před použitím příslušného výrobku Hilti nutno provést testy pro jeho konkrétní použití. Výsledky výpočtů provedených pomocí Softwaru vycházejí především z vámi zadaných dat. Nesete proto výhradní odpovědnost za bezchybnost, úplnost a relevantnost zadávaných dat. Mimoto nesete výhradní odpovědnost za kontrolu výsledků vzešlých z výpočtů a za to, že si tyto výsledky před jejich použitím pro konkrétní zařízení necháte ověřit a schválit od odborníka, zejména co se týče souladu s příslušnými normami a povoleními. Software slouží pouze jako pomůcka pro interpretaci norem a povolení bez jakékoli záruky ohledně bezchybnosti, přesnosti a relevantnosti výsledků nebo vhodnosti pro konkrétní použití.
- Abyste předešli škodám, které by Software mohl způsobit, nebo omezili jejich rozsah, musíte přijmout veškerá nutná a přiměřená opatření. Obzvláště je třeba pravidelně zálohovat programy a data a v případě potřeby provádět aktualizace Softwaru, které společnost Hilti pravidelně nabízí. Nepoužíváte-li funkci AutoUpdate, která je součástí Softwaru, je nutné zajistit aktuálnost vámi používané verze Softwaru ručními aktualizacemi prostřednictvím internetových stránek společnosti Hilti. Společnost Hilti nenese žádnou zodpovědnost za důsledky vzešlé z vámi zaviněného porušení povinností, jako je například nutnost obnovy ztracených či poškozených dat nebo programů.

III. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

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



**BAKALÁŘSKÁ
PRÁCE**

OCELOVÁ KONSTRUKCE TENISOVÉ HALY

VYPRACOVAL:

VEDOUCÍ PRÁCE:

DATUM:

Vojtěch Rataj

doc. Ing. Michal Jandera, Ph.D.

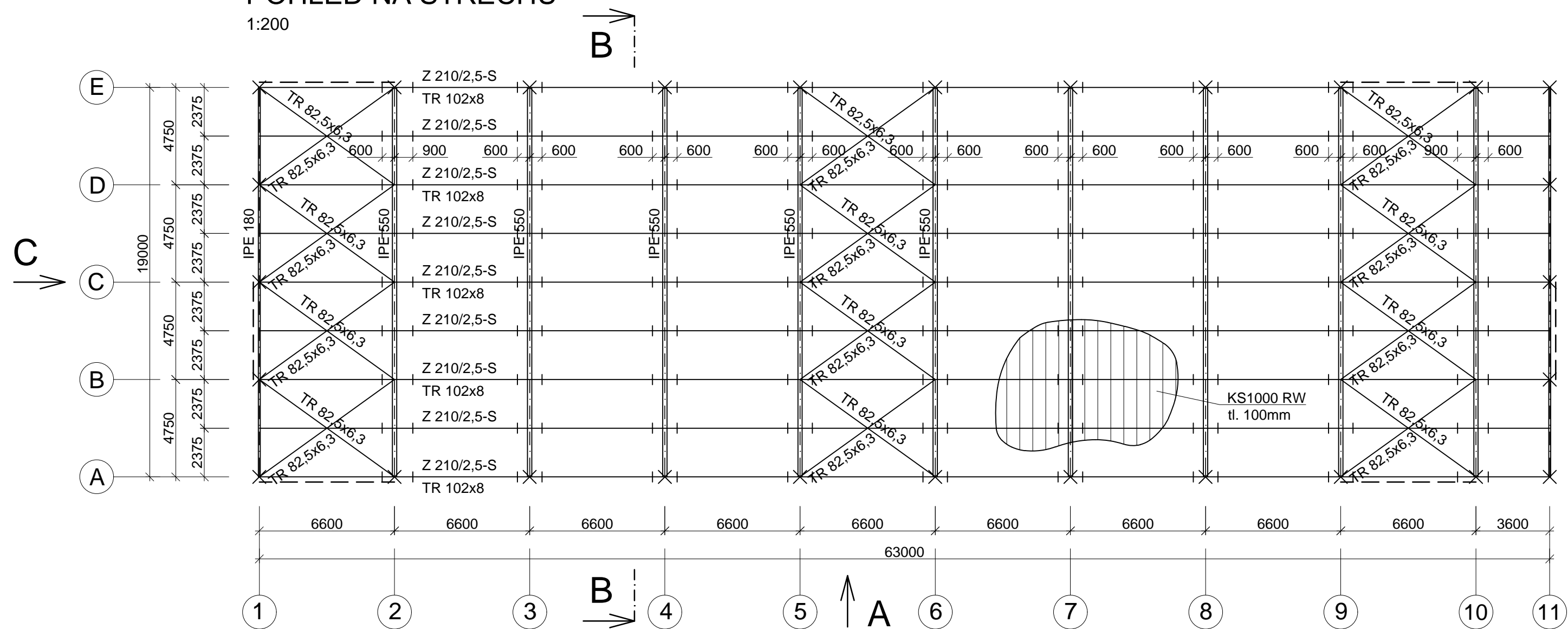
17. 5. 2019

SEZNAM VÝKRESŮ

1. DISPOZIČNÍ VÝKRESY	1:200, 1:100
2. DETAILS	1:20, 1:10

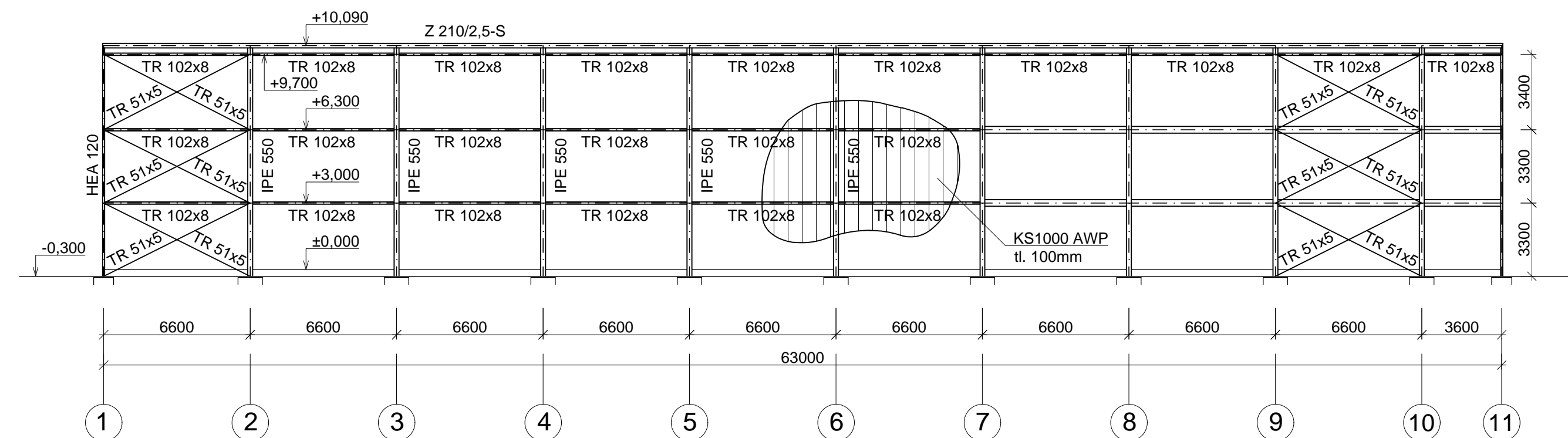
POHLED NA STŘECHU

1:200



POHLED A

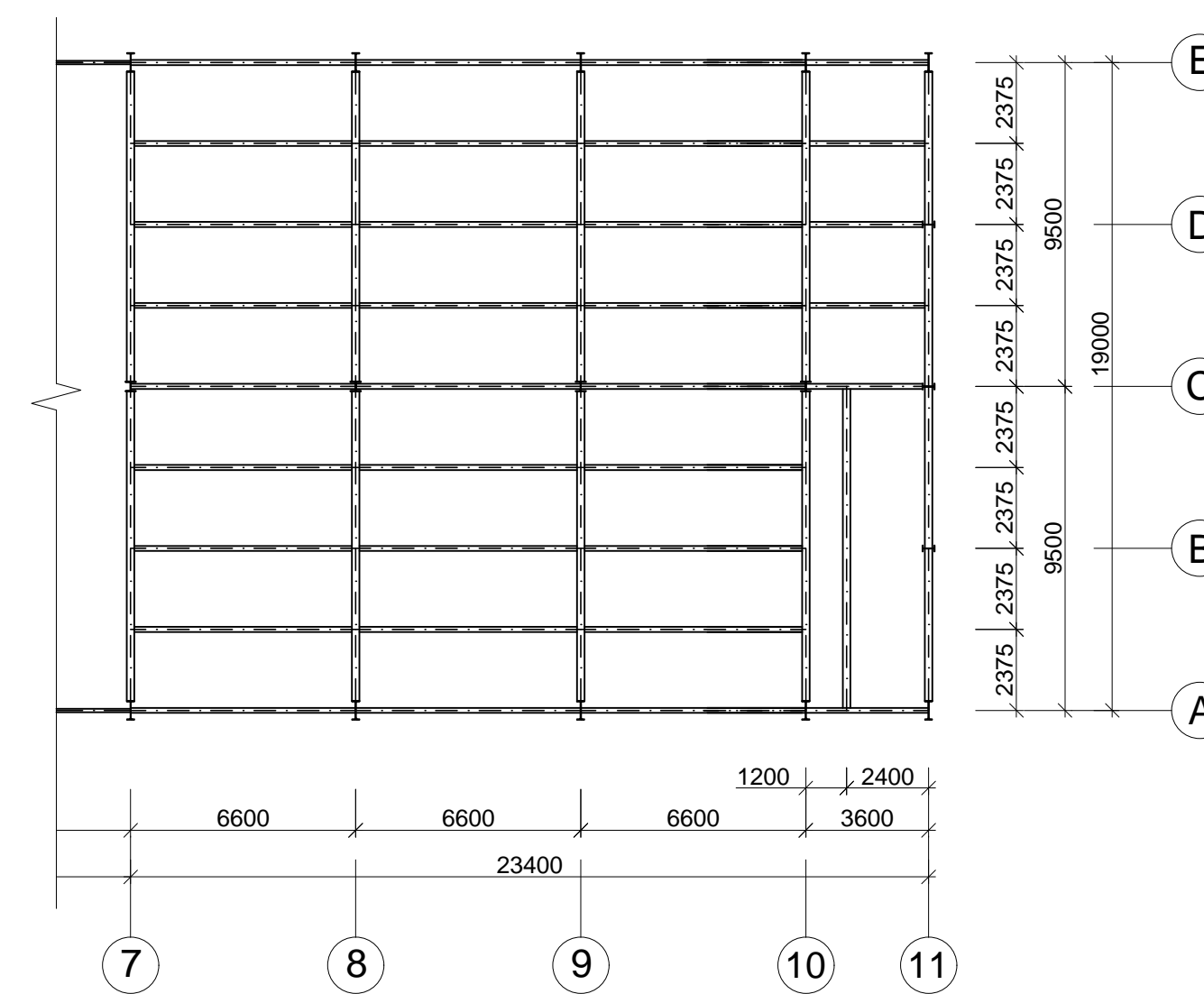
1:200



OCELOVÉ KONSTUKCE NA ÚROVNI +3,150

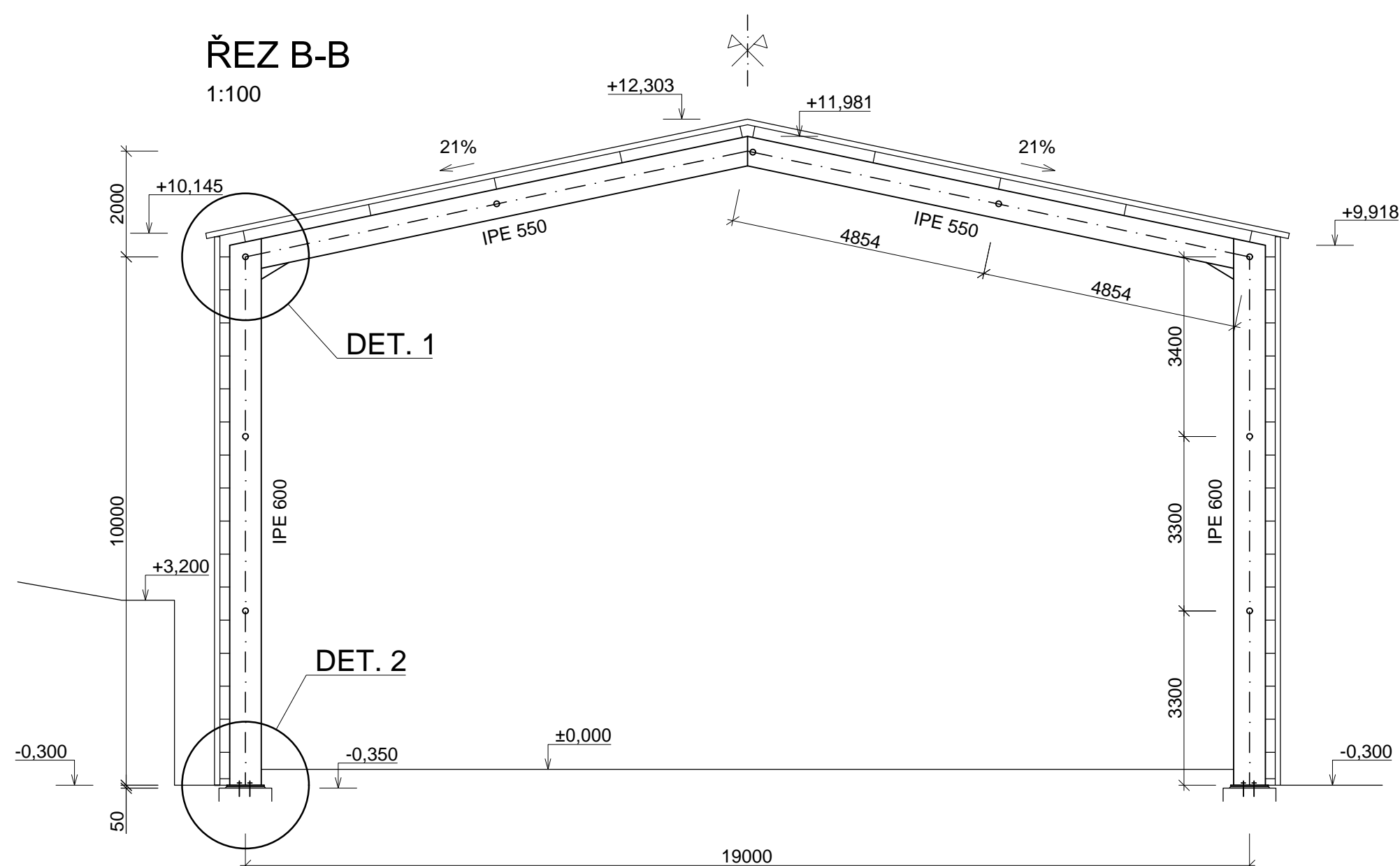
- ČÁST ZÁZEMÍ

1:200



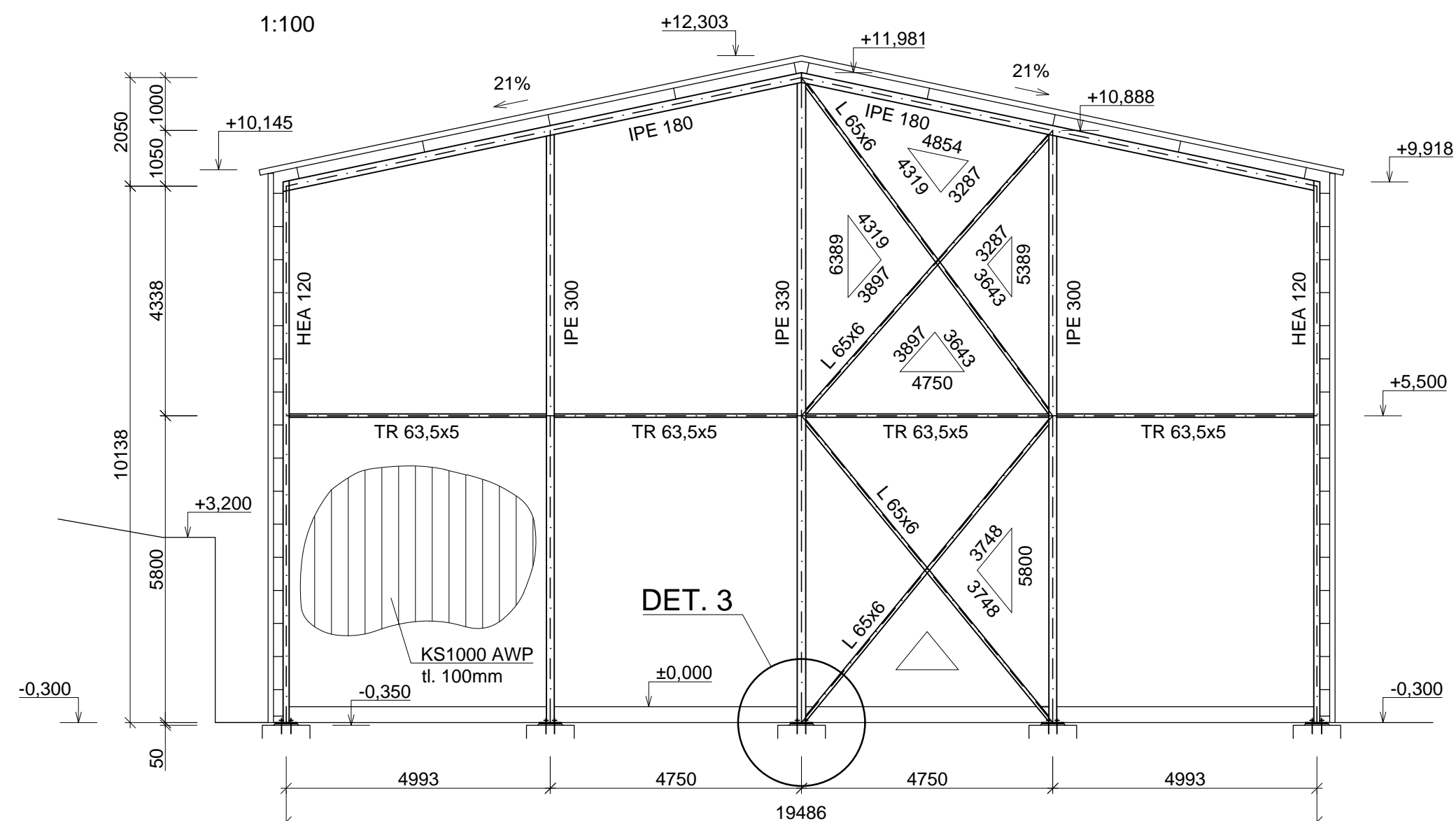
ŘEZ B-B

1:100



POHLED C

1:100

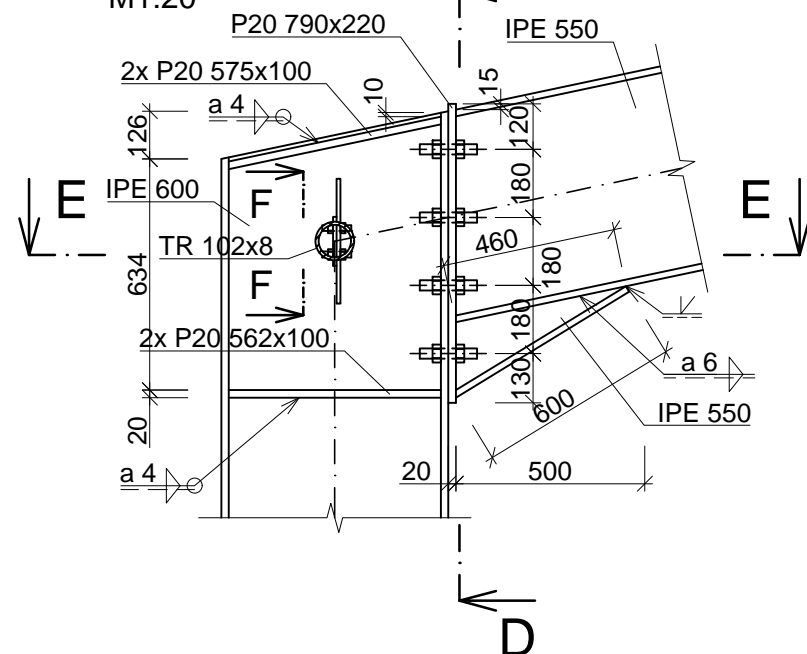


MATERIÁLY: OCEL S 235 JR
BETON C20/25

OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA		
SI - KPS	K134	Vojtěch Rataj		
ROČNÍK	VEDOUČÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE			
4.	doc. Ing. M. Jandera, Ph.D.			
AKCE :				
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			FORMÁT	841x420 mm
Ocelová konstrukce tenisové haly			MĚŘÍTKO	1:200, 1:100
			DATUM	17.5.2019
OBSAH :			Č. VÝKR.	1
Dispoziční výkresy				

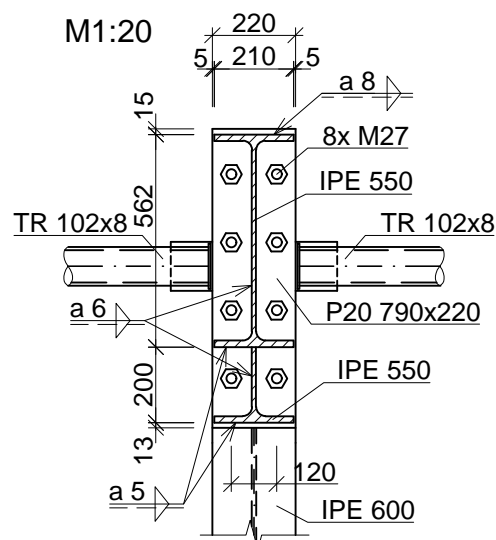
DETAIL 1

M1:20



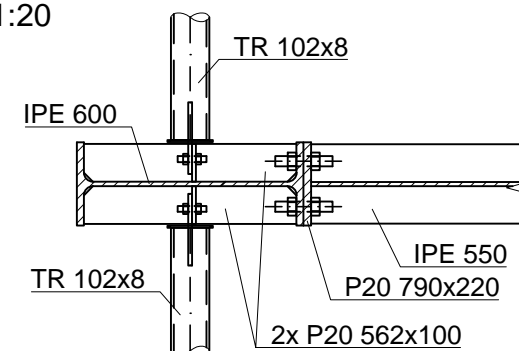
ŘEZ D-D

M1:20



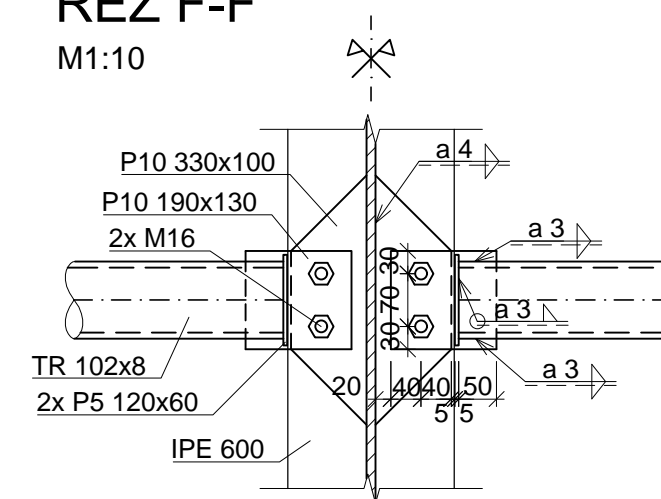
ŘEZ E-E

M1:20



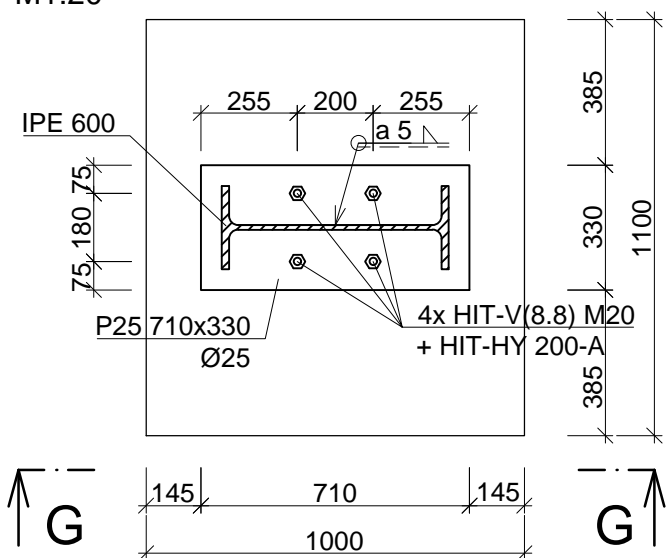
ŘEZ F-F

M1:10



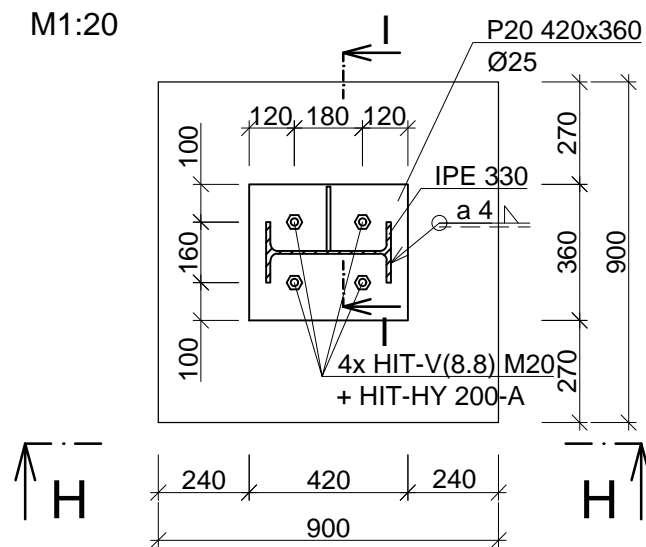
DETAIL 2

M1:20



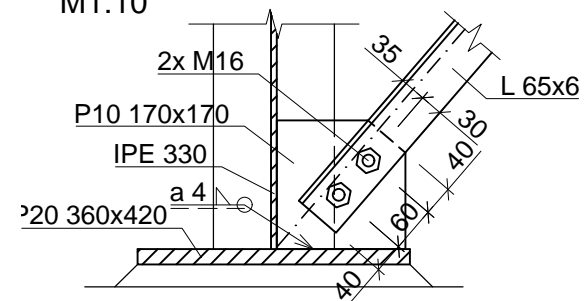
DETAIL 3

M1:20



Řez I-I

M1:10



MATERIÁLY:

OCEL S 235 JR
BETON C20/25

ŠROUBY

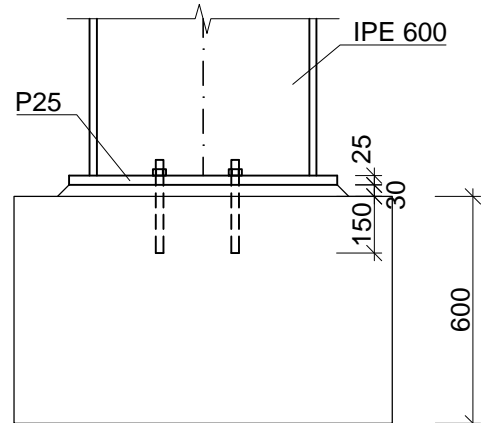
8.8

KOTEVNÍ ŠROUBY:

HILTI HIT-V(8.8) M20 + HIT-HY 200-A

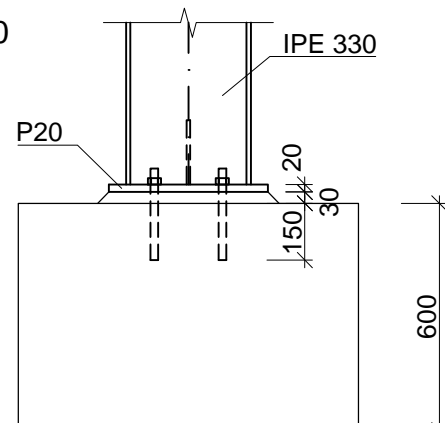
ŘEZ G-G

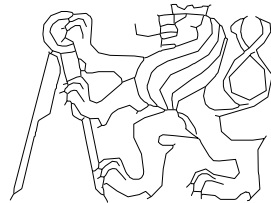
M1:20



ŘEZ H-H

M1:20



OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	
SI – KPS	K134	Vojtěch Rataj	
ROČNÍK	VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE		
4.	doc. Ing. M. Jandera, Ph.D.		
AKCE : BAKALÁŘSKÁ PRÁCE Ocelová konstrukce tenisové haly			FORMÁT A3
			MĚŘÍTKO 1:20, 1:10
OBSAH : Detaily			DATUM 17.5.2019
			Č. VÝKR. 2