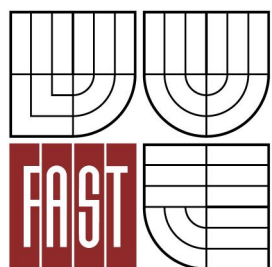




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

ZASTŘEŠENÍ NÁSTUPIŠTĚ AUTOBUSOVÉHO NÁDRAŽÍ VE VELKÉ BÍTEŠI

ROOF STRUCTURE OF PLATFORM OF BUS STATION IN VELKÁ BÍTEŠ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

VÍT BADIN

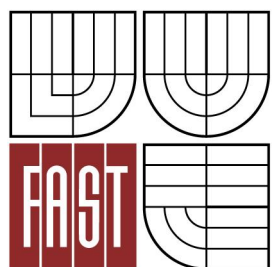
VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MILAN PILGR, Ph.D.

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

ZASTŘEŠENÍ NÁSTUPIŠTĚ AUTOBUSOVÉHO NÁDRAŽÍ VE VELKÉ BÍTEŠI

ROOF STRUCTURE OF PLATFORM OF BUS STATION IN VELKÁ BÍTEŠ

A – PRŮVODNÍ DOKUMENT

A – ACCOMPANYING REPORT

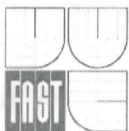
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

VÍT BADIN

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MILAN PILGR, Ph.D.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Vít Badin

Název Zastřešení nástupiště autobusového nádraží
ve Velké Bíteši

Vedoucí bakalářské práce Ing. Milan Pilgr, Ph.D.

**Datum zadání
bakalářské práce** 30. 11. 2014

**Datum odevzdání
bakalářské práce** 29. 5. 2015

V Brně dne 30. 11. 2014

.....
doc. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu



.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Požadavky na architektonické a dispoziční řešení
Literatura doporučená vedoucím bakalářské práce

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Navrhňte nosnou ocelovou konstrukci zastřešení nástupiště autobusového nádraží o půdorysných rozměrech 12×50 m. Dispozici navrhňte v souladu s architektonickými požadavky; klimatická zatížení uvažujte pro lokalitu Velká Bíteš.

Požadované výstupy:

Technická zpráva

Statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce

Výkresová dokumentace v rozsahu stanoveném vedoucím bakalářské práce

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



.....
Ing. Milan Pilgr, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Práce se zabývá statickým výpočtem a posouzením nosné ocelové konstrukce zastřešení nástupiště. Objekt se nachází v centru města Velké Bíteše. Půdorysné rozměry konstrukce jsou 12 x 50 metrů. Výška konstrukce je 6 metrů. Nosnou část tvoří vyložená příhradová konstrukce tvaru písmene T. Jednotlivé pruty jsou vytvořeny z obdélníkových trubek. Pro nosné prvky je použita ocel třídy S235 JR.

Klíčová slova

Nosná konstrukce, ocelová konstrukce, návrh, mezní stavy, zastřešení

Abstract

This work deals with the structural stress calculation and evaluation of a load-bearing structure in the construction of a station platform roof. The building is situated in the city centre of Velká Bíteš. Groundplan dimensions of the structure are 12 x 15 metres. The height of the structure is 6 metres. The load-bearing part consists of a T-shaped cantilevered lattice-work. Individual bars are formed by rectangular pipes. Load-bearing elements are made of steel class S235 JR.

Keywords

Load-bearing structure, steel structure, project/design, limiting states, roof construction

Bibliografická citace VŠKP

Vít Badin *Zastřešení nástupiště autobusového nádraží ve Velké Bíteši*. Brno, 2015. 108 s., 4 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Milan Pilgr, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27.5.2015

.....
podpis autora
Vít Badin

Poděkování:

Děkuji panu Ing. Milanu Pilgrovi, Ph.D. za vedení, rady a připomínky k mé bakalářské práci. Dále děkuji své rodině za trpělivost a podporu při studiu.

Sdělení:

Tato bakalářská práce byla zpracována s využitím infrastruktury Centra AdMaS.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 27.5.2015

.....
podpis autora
Vít Badin

Seznam použitých norem a literatury

1. ČSN EN 1990. Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí. Praha: český normalizační institut, 2003.
2. ČSN EN 1991-1-1. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. Praha: český normalizační institut, 2004.
3. ČSN EN 1991-1-3. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí: Obecná zatížení – Zatížení sněhem. Praha: český normalizační institut, 2005.
4. ČSN EN 1991-1-4. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí: Obecná zatížení – Zatížení větrem. Praha: český normalizační institut, 2007.
5. ČSN EN 1993-1-1. Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: český normalizační institut, 2006.
6. ČSN EN 1993-1-8. Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí: Navrhování styčníků. Praha: český normalizační institut, 2006.
7. ČSN EN 1090-2. Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí - Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce. Praha: český normalizační institut, 2012.

Seznam webových zdrojů

<http://www.trapezove-plechy.cz>

<http://www.ocelbulky.cz>

<http://www.vutbr.cz>

<http://server.kdk.fce.vutbr.cz>

<http://ocel.wz.cz>

<http://fast10.vsb.cz>

<http://www.ferona.cz>

Obsah práce

A – Průvodní dokument

Titulní list

Zadání VŠKP

Abstrakt a klíčová slova

Bibliografické citace

Prohlášení o původnosti VŠKP

Poděkování a sdělení

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP

Seznam použité literatury a webových zdrojů

Obsah práce

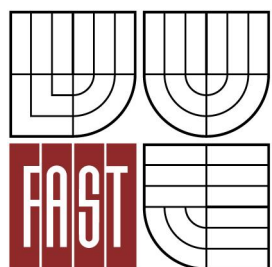
B - Technická zpráva

C – Statický výpočet

D – Výkresová dokumentace



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

ZASTŘEŠENÍ NÁSTUPIŠTĚ AUTOBUSOVÉHO NÁDRAŽÍ VE VELKÉ BÍTEŠI

ROOF STRUCTURE OF PLATFORM OF BUS STATION IN VELKÁ BÍTEŠ

B - TECHNICKÁ ZPRÁVA

B - TECHNICAL REPORT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

VÍT BADIN

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

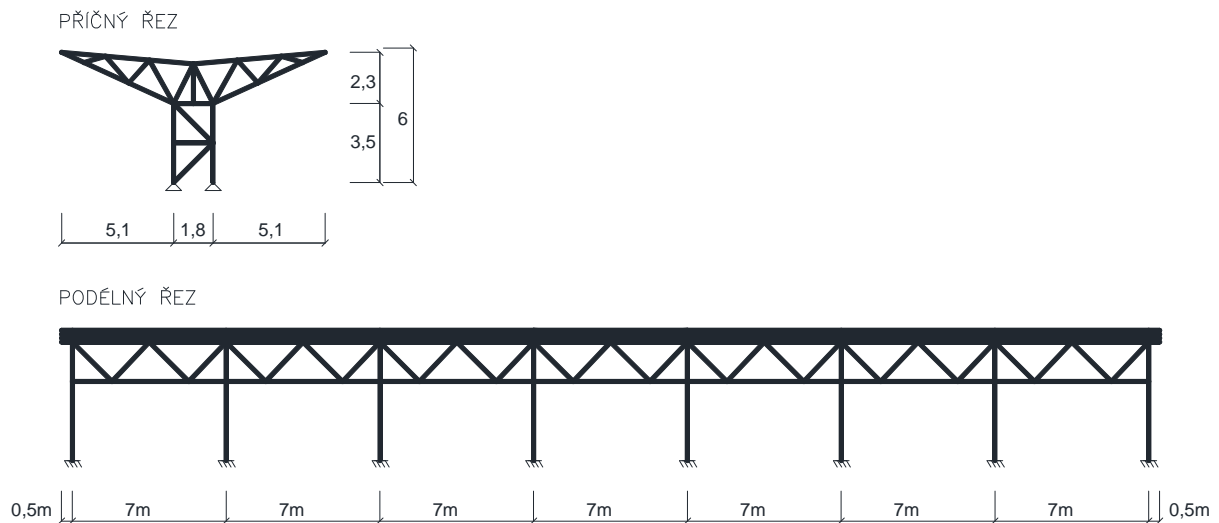
Ing. MILAN PILGR, Ph.D.

Obsah technické zprávy

1	Obecné údaje.....	2
2	Normativní dokumenty	2
3	Předpoklady návrhu nosné konstrukce	3
4	Popis zastřešení nástupiště	4
5	Popis konstrukčního řešení	4
6	Popis statického řešení konstrukce	5
7	Hmotnost konstrukce	6
8	Výroba a montáž	6

1. Obecné údaje

Předmětem bakalářské práce je návrh nosné ocelové konstrukce zastřešení nástupiště autobusového nádraží o půdorysných rozměrech 12×50 m. Konstrukce se nachází v centru města Velké Bíteše. Celková výška nosné konstrukce je 6 m. Konstrukci tvoří vyložená příhradová konstrukce tvaru písmene T. Jednotlivé pruty konstrukce jsou vytvořeny z obdélníkových trubek. Materiál nosné konstrukce je ocel S235 JR.



2. Normativní dokumenty

Nosná ocelová konstrukce je navržena na základě statického výpočtu v souladu s těmito platnými normativními dokumenty:

- ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení
- Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení
- Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení
- Zatížení větrem

- ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků

3. Předpoklady návrhu nosné konstrukce

Statické posouzení objektu je provedeno dle ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby na:

- **Mezní stav únosnosti** na nejnepříznivější hodnoty vnitřních sil z kombinací návrhových hodnot zatížení. Mezní hodnoty pro nosné konstrukce jsou brány pro ocel S235.
- **Mezní stav použitelnosti** na nejnepříznivější hodnoty deformací z kombinací charakteristických hodnot zatížení. Materiálové charakteristiky jsou uvažovány pro ocel S235.

Nosná ocelová konstrukce zastřešení je dimenzována na následující zatížení:

Stálá zatížení

- **Vlastní tíha ocelové konstrukce.** Vlastní tíha je uvažována jako násobek systémové délky prutů, jmenovité plochy průřezu a objemové hmotnosti $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$.
- **Tíha střešního pláště.** Tíha střešního pláště je uvažována hodnotou $g = 0,096 \text{ kN/m}^2$.

Proměnná zatížení

- **Klimatické zatížení sněhem.** Město Velká Bíteš leží ve III. sněhové oblasti. Charakteristická hodnota zatížení sněhem je uvažována $s_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$.
- **Klimatické zatížení větrem.** Město Velká Bíteš leží ve III. větrné oblasti. Charakteristický maximální dynamický tlak je uvažován $q_p = 0,63 \text{ kN/m}^2$.

Konstrukce zastřešení není dimenzována na pohyb osob po konstrukci a není dimenzována ani na náraz vozidla.

4. Popis zastřešení nástupiště

Konstrukce zastřešení je navržena tak, aby umožnila pohyb osob po nástupišti a nebránila cestujícím při nástupu nebo výstupu z dopravních prostředků.

Zastřešená plocha je obdélníkového půdorysu o velikosti 12 x 50 m. Výška konstrukce je 6 m. Sklon střechy je ve sklonu - 5°. Celá konstrukce bude pohledová. Vzdálenost konstrukce příčného řezu je 7 m.

5. Popis konstrukčního řešení

Konstrukce jednotlivých příčných řezů jsou od sebe vzdáleny 7 m.

Konstrukce příčných řezů jsou spojeny vaznicemi a soustavou ztužidel. Konstrukce příčného řezu sestává ze dvou přepravních dílců.

1. Svislá příhradová stojka. Výplňové pruty jsou tvořeny kosoúhlu soustavou s podružnými svislicemi.
2. Dvojice protilehlých příhradových krakorců. Výplňové pruty jsou tvořeny kosoúhlu soustavou.

Montážní šroubový spoj je ve výšce 3,5 m. Spoj je proveden ve dvou místech čtyřmi šrouby M20 přišroubováním styčnickových plechů.

Příhradový krakorec je tvořen dolním a horním zalomeným pásem. Oba pásy jsou vzájemně propojeny výplňovými pruty. Spoje prutů a pásů jsou provedeny obvodovým koutovým svarem.

Na horním pásu krakorce jsou šroubově připojeny vaznice ve vzdálenosti 2 m. Rozpětí vaznic je 7 m. Na vaznici je připevněn trapézový plech, který díky spádu odvádí vodu do žlabu.

Prostorová tuhost konstrukce je v podélném směru zajištěna následovně: Dílčí pruty jsou v podélném směru vetknuty do základů, konstrukce krakorců má zabezpečenou stabilitu polohy příčným a podélným ztužidlem.

V příčném směru je prostorová tuhost konstrukce zabezpečena vlastní konstrukcí příčného řezu.

Příčné ztužidlo je umístěno v prostředním poli mezi konstrukcí příčného řezu 4 a 5 v úrovni dolního pásu.

Kotvení je provedeno pomocí šroubů M30 s kotevní hlavou zabetonovaných minimálně 360 mm do betonové patky třídy C16/20.

PRVKY

Hlavní pás stojky je navržen z obdélníkové trubky TR OBD 150x100x12,5. V podélném směru je hlavní pás stojky vetknut do betonové patky a v příčném směru je uložen kloubově.

Výplňové pruty jsou navrženy z obdélníkové trubky TR OBD 90x50x8,0. Přípoje výplňových prutů s horním pásem, dolním pásem nebo hlavním pásem stojky jsou provedeny koutovým svarem po celém obvodu styku.

Dolní pás je navržen z obdélníkové trubky TR OBD 150x100x6. V místě zlomu je pás nastaven pomocí V svaru.

Horní pás je navržen z obdélníkové trubky TR OBD 150x100x6. V místě zlomu je pás nastaven pomocí V svaru.

Vaznice je navržena z obdélníkové trubky TR OBD 150x100x8,0. Přípoj vaznice k hornímu pásu je řešen přišroubováním navařených styčnickových plechů.

Příčné ztužidlo je tvořeno příhradovým ztužidlem s výplňovými pruty složené soustavy. Výplňové pruty jsou navrženy za vyloučení tlaku v táhle. Výplňové pruty jsou navrženy z trubky TR OBD 40x35x2,0. Příhradové ztužidlo je umístěno v prostředním poli konstrukce mezi konstrukcí příčného řezu 4 a 5. Přípoj je proveden šroubovým přípojem ke styčnickovému plechu.

Podélné ztužidlo je tvořeno příhradovým ztužidlem s výplňovými pruty kosoúhlé soustavy. Výplňové pruty jsou navrženy z obdélníkové trubky TR OBD 90x50x8,0. Spodní pás příhradového ztužidla je navržen z obdélníkové trubky TR OBD 90x50x8,0. Přípoj je proveden šroubovým přípojem ke styčnickovému plechu.

Střešní plášť je navržen z trapézového plechu tloušťky 1 mm.

6. Popis statického řešení konstrukce

V softwaru Scia Engineer 2012 (Studentská verze) byl vytvořen prostorový prutový model konstrukce a provedena analýza. Na základě geometrie konstrukce a stálých a proměnných zatížení byly v softwaru vypočteny vnitřní síly a kombinace vnitřních sil.

7. Hmotnost konstrukce

Orientační hmotnost nosné ocelové konstrukce z oceli S235 je přibližně 24,67 tun. Orientační hmotnost byla vypočtena na základě systémových délek prutů, jmenovitých průřezů ploch a objemové hmotnosti $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$.

8. Výroba a montáž

Ocelová konstrukce bude provedena dle ČSN EN 1090-2 Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí - Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce. Třída provedení je EXC3.

Postup montáže

- 1) Vybetonování patek včetně kotevních šroubů. Minimální hloubka zabetonování šroubu je 360 mm.
- 2) Zhotovení přesného podlití příhradových stojek cementovou maltou s vyšší pevností než pevnost betonu C16/20.
- 3) Osazení a upevnění svislých příhradových stojek prvního montážního dílu konstrukce příčného řezu.
- 4) Smontování druhých dílů konstrukce příčného řezu 4 a 5.
- 5) Upevnění příčných i podélných ztužidel a vaznic mezi konstrukce příčného řezu 4 a 5.
- 6) Uvolnění zvedací techniky.

Poznámka: Konstrukce příčného řezu 4 a 5 musí být držena zvedací technikou, dokud nebudou osazena podélná a příčná ztužidla.

- 7) Od konstrukce příčného ztužidla se pokračuje nejprve jedním, následně druhým směrem až na konec dilatačního celku.

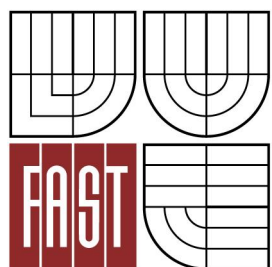
Poznámka: Každá následující konstrukce příčného řezu musí být držena zvedací technikou, dokud nebudou osazeny vaznice a podélné ztužidlo.

- 8) Montáž střešního pláště

Brno, květen 2015.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

ZASTŘEŠENÍ NÁSTUPIŠTĚ AUTOBUSOVÉHO NÁDRAŽÍ VE VELKÉ BÍTEŠI

ROOF STRUCTURE OF PLATFORM OF BUS STATION IN VELKÁ BÍTEŠ

C – STATICKÝ VÝPOČET

C – STRUCTURAL ANALYSIS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

VÍT BADIN

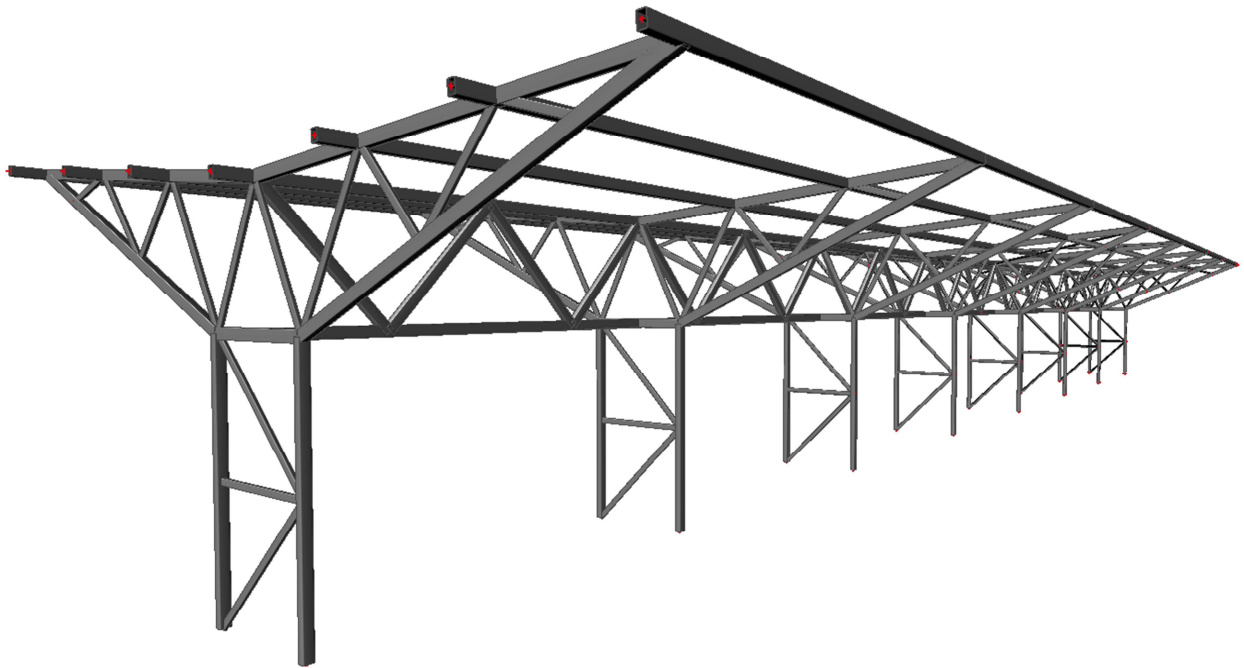
VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MILAN PILGR, Ph.D.

1. OBSAH STATICKÉHO VÝPOČTU

1. Obsah statického výpočtu	stránka 1
2. Schéma konstrukce	stránka 2
3. Zatížení	stránka 4
4. Kombinace	stránka 13
5. Ruční ověření vnitřních sil	stránka 14
6. Posouzení	
6.1 Vaznice	stránka 15
6.2 Dolní pás	stránka 27
6.3 Horní pás	stránka 41
6.4 Výplňové pruty	stránka 57
6.5 Hlavní pás stojky	stránka 63
6.6 Podélné ztužidlo	stránka 75
6.7 Příčné ztužidlo	stránka 78
7. Spoje	
7.1 Spoje detailu D1	stránka 81
7.2 Spoje detailu D2	stránka 86
7.3 Spoje detailu D3	stránka 91
8. Odhad hmotnosti konstrukce	stránka 94

2. SCHÉMA KONSTRUKCE



Konstrukce jednotlivých příčných řezů jsou od sebe vzdáleny 7 m.

Konstrukce příčných řezů jsou spojeny vaznicemi a soustavou ztužidel. Konstrukce příčného řezu sestává ze dvou přepravních dílců.

1. Svislá příhradová stojka. Výplňové pruty jsou tvořeny kosoúhlou soustavou s podružnými svislicemi.
2. Dvojice protilehlých příhradových krakorců. Výplňové pruty jsou tvořeny kosoúhlou soustavou.

Montážní šroubový spoj je ve výšce 3,5 m. Spoj je proveden ve dvou místech čtyřmi šrouby M20 přišroubováním styčnickových plechů.

Příhradový krakorec je tvořen dolním a horním zalomeným pásem. Oba pásy jsou vzájemně propojeny výplňovými pruty. Spoje prutů a pásů jsou provedeny obvodovým koutovým svarem.

Na horním pásu krakorce jsou šroubově připojeny vaznice ve vzdálenosti 2 m. Rozpětí vaznic je 7 m.

Na vaznici je připevněn trapézový plech, který díky spádu odvádí vodu do žlabu.

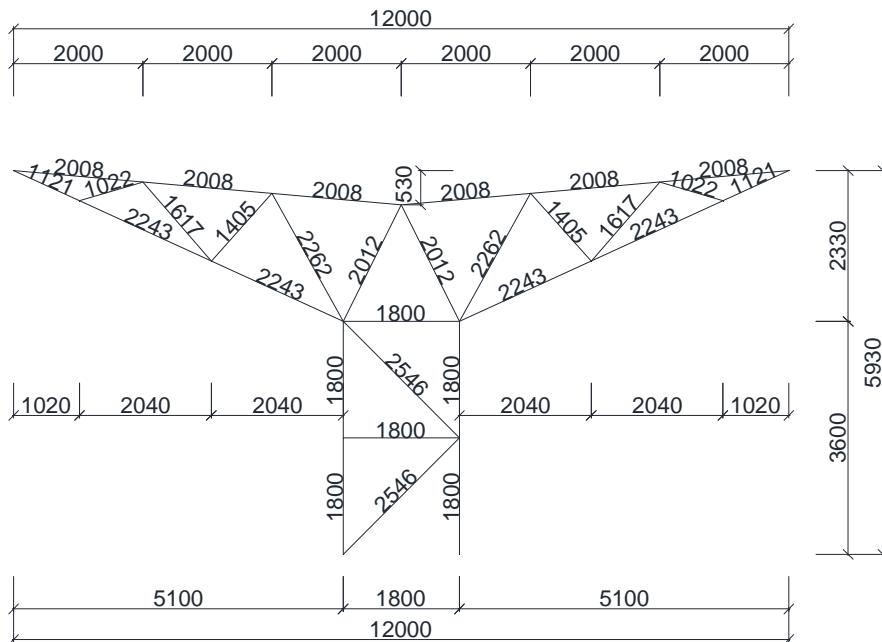
Prostorová tuhost konstrukce je v podélném směru zajištěna následovně: Dílčí pruty jsou v podélném směru vetknuty do základů, konstrukce krakorců má zabezpečenou stabilitu polohy příčným a podélným ztužidlem.

V příčném směru je prostorová tuhost konstrukce zabezpečena vlastní konstrukcí příčného řezu.

Příčné ztužidlo je umístěno v prostředním poli mezi konstrukcí příčného řezu 4 a 5 v úrovni dolního pásu.

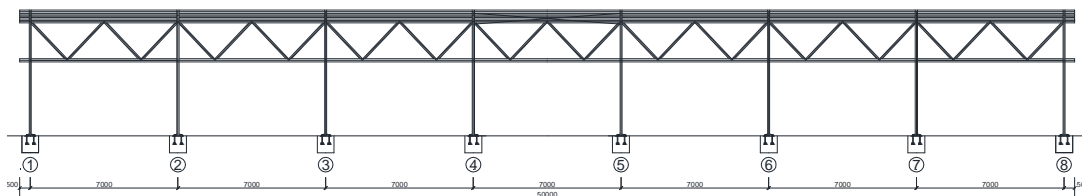
Kotvení je provedeno pomocí šroubů M30 s kotevní hlavou zabetonovaných minimálně 360 mm do betonové patky třídy C16/20.

SCHÉMATICKÝ OBRÁZEK KONSTRUKCE PŘÍČNÉHO ŘEZU



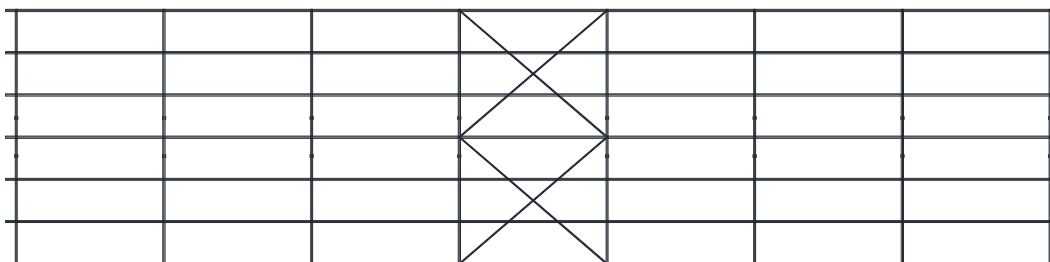
SCHÉMATICKÝ OBRÁZEK PODÉLNÉHO ŘEZU

Vzdálenost konstrukcí příčných vazeb je 7 metů.



SCHÉMATICKÝ OBRÁZEK PŮDORYSU

Příčné ztužidlo je umístěno v prostředním poli mezi konstrukcí příčného řezu 4 a 5. Půdorysná plocha konstrukce je 50 x 12 metrů.



3. ZATÍŽENÍ

ČSN EN 1991-1-1

ČSN EN 1991-1-3

ČSN EN 1991-1-4

ZS1 – VLASTNÍ TÍHA

Vlastní tíha je spočítána v softwaru Scia Engineer.

ZS2 – OSTATNÍ STÁLÉ

Střešní plášť přístřešku - trapézový plech TR – 45-333 tl. 1,0 mm

$$g = 0,096 \text{ kN/m}^2$$

Hodnoty jsou vztaženy ke skutečným rozměrům.

ZS3 – SNÍH ROVNOMĚRNÝ

Město Velká Bíteš leží ve sněhové oblasti III.

charakteristická hodnota zatížení sněhem $s_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$

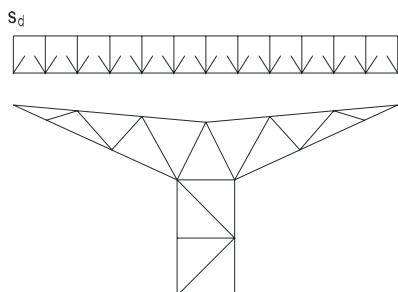
tvárový součinitel (pro sklon 5°) $\mu = 0,8$

součinitel expozice $C_e = 1,0$

tepelný součinitel $C_t = 1,0$

zatížení sněhem $S_d = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 1,2 \text{ kN/m}^2$

Hodnoty jsou vztaženy k půdorysným rozměrům.



ZS4 – SNÍH LEVÝ

Město Velká Bíteš leží ve sněhové oblasti III.

charakteristická hodnota zatížení sněhem $s_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$

tvárový součinitel (pro sklon 5°) $\mu = 0,8$

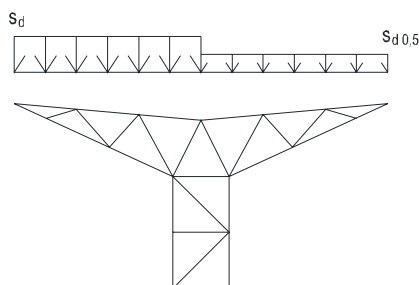
součinitel expozice $C_e = 1,0$

tepelný součinitel $C_t = 1,0$

zatížení sněhem vlevo $S_d = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 1,2 \text{ kN/m}^2$

zatížení sněhem vpravo $S_{d0,5} = 0,5 \cdot S_d = 0,5 \cdot 1,2 = 0,6 \text{ kN/m}^2$

Hodnoty jsou vztaženy k půdorysným rozměrům.



ZS5 – SNÍH PRAVÝ

Město Velká Bíteš leží ve sněhové oblasti III.

charakteristická hodnota zatížení sněhem $s_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$

tvárový součinitel (pro sklon 5°) $\mu = 0,8$

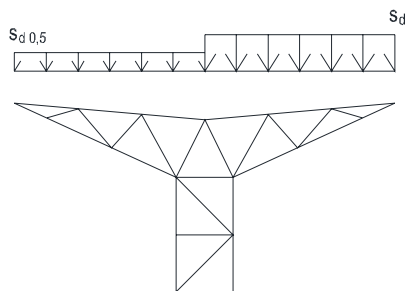
součinitel expozice $C_e = 1,0$

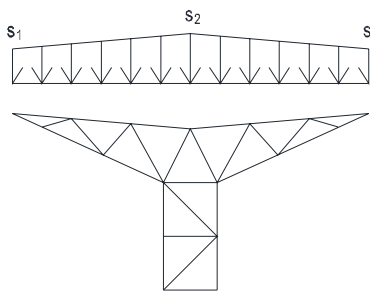
tepelný součinitel $C_t = 1,0$

zatížení sněhem vpravo $S_d = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 1,2 \text{ kN/m}^2$

zatížení sněhem vlevo $S_{d0,5} = 0,5 \cdot S_d = 0,5 \cdot 1,2 = 0,6 \text{ kN/m}^2$

Hodnoty jsou vztaženy k půdorysným rozměrům.





ZS6 – SNÍH NAVÁTÝ

Město Velká Bíteš leží ve sněhové oblasti III.

charakteristická hodnota zatížení sněhem $S_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$

tvárový součinitel (pro sklon 5°) $\mu_1 = 0,8$

$$\mu_2 = 0,8 + \frac{0,8 \cdot \bar{\alpha}}{30} = 0,8 + \frac{0,8 \cdot 5}{30} = 0,93$$

součinitel expozice $C_e = 1,0$

tepelný součinitel $C_t = 1,0$

zatížení sněhem (okraj) $S_1 = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 1,2 \text{ kN/m}^2$

zatížení sněhem (střed) $S_2 = \mu_2 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0,93 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 1,4 \text{ kN/m}^2$

Hodnoty jsou vztaženy k půdorysným rozměrům.

ZS7 – VÍTR ČELNÍ MIN

Uvažovaný vítr fouká kolmo na příčný směr konstrukce.

Při stanovení účinků na střešní konstrukci je uvažováno s terémem kategorie III.

Město Velká Bíteš leží ve větrné oblasti III.

součinitel směru větru $C_{dir} = 1,0$

součinitel ročního období $C_{season} = 1,0$

výchozí základní rychlost větru $v_{b,0} = 27,5 \text{ m/s}$

základní rychlost větru $v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 27,5 = 27,5 \text{ m/s}$

referenční výška $Z_e = h = 6 \text{ m}$

součinitel ortografie $C_0(z) = 1,0$

součinitel drsnosti terénu $C_r(z) = K_r \cdot \ln \frac{z}{z_0} = 0,2154 \cdot \ln \frac{6}{0,3} = 0,645$

$$Z_{min} = 5 \text{ m}$$

$$Z_{max} = 200 \text{ m}$$

$$Z_0 = 0,3 \text{ m}$$

$$Z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$$

$$K_r = 0,19 \cdot \left(\frac{Z_0}{Z_{0,II}}\right)^{0,07} = 0,19 \cdot \left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} = 0,2154$$

střední rychlost větru $v_m = C_r(z) \cdot C_0(z) \cdot v_b = 0,645 \cdot 1 \cdot 27,5 = 17,74 \text{ m/s}$

intenzita turbulence $I_v = \frac{k_1}{C_0(z) \cdot \ln \left(\frac{z}{Z_0}\right)} = \frac{1}{1 \cdot \ln \left(\frac{6}{0,3}\right)} = 0,3338$

charakteristický max. dynamický tlak $q_p(z) = \left[1 + 7 \cdot I_v(z)\right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) =$

$$q_p(z) = \left[1 + 7 \cdot 0,3338\right] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 17,74^2 = 630 \text{ N/m}^2$$

součinitel plnosti $\phi = 0$

součinitel výsledného tlaku (pro sedlové přístřešky, sklon -5°)

oblast $C_{p,net,min}$

A - 0,6

B - 1,3

C - 1,4

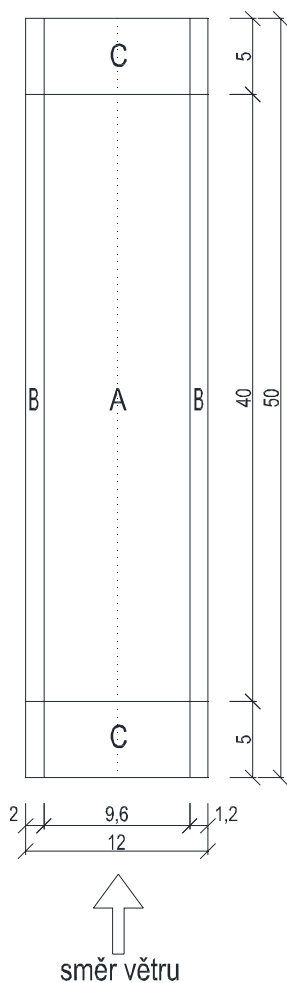
tlak větru min $W_e = q_p(z) \cdot C_{p,net} =$

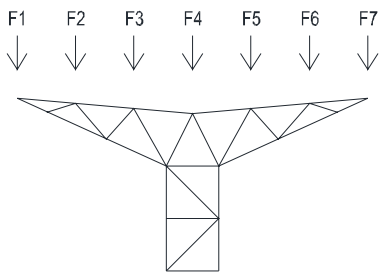
A: $W_{eA} = 630 \cdot (-0,6) = -393,6 \text{ N/m}^2 = -0,394 \text{ kN/m}^2$ (↑)

B: $W_{eB} = 630 \cdot (-1,3) = -852,8 \text{ N/m}^2 = -0,853 \text{ kN/m}^2$ (↑)

C: $W_{eC} = 630 \cdot (-1,4) = -918,4 \text{ N/m}^2 = -0,918 \text{ kN/m}^2$ (↑)

Hodnoty jsou vztaženy ke skutečným rozměrům.



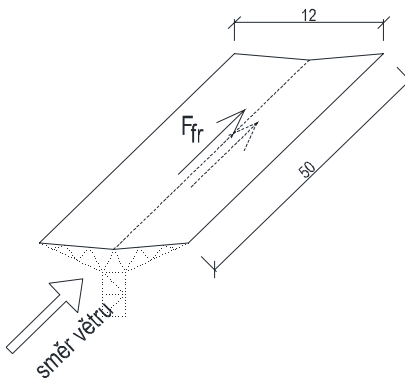


Liniové zatížení tlaku větru pro krajní oblast (do vzdálenosti 5m od okraje)

$$\begin{aligned}
 F1 &= 1 \cdot C = 1 \cdot (-0,918) = -0,918 \text{ kN/m (}\uparrow\text{)} \\
 F2 &= 2 \cdot C = 2 \cdot (-0,918) = -1,836 \text{ kN/m (}\uparrow\text{)} \\
 F3 &= 2 \cdot C = 2 \cdot (-0,918) = -1,836 \text{ kN/m (}\uparrow\text{)} \\
 F4 &= 2 \cdot C = 2 \cdot (-0,918) = -1,836 \text{ kN/m (}\uparrow\text{)} \\
 F5 &= 2 \cdot C = 2 \cdot (-0,918) = -1,836 \text{ kN/m (}\uparrow\text{)} \\
 F6 &= 2 \cdot C = 2 \cdot (-0,918) = -1,836 \text{ kN/m (}\uparrow\text{)} \\
 F7 &= 1 \cdot C = 1 \cdot (-0,918) = -0,918 \text{ kN/m (}\uparrow\text{)}
 \end{aligned}$$

Liniové zatížení tlaku větru pro krajní oblast (do vzdálenosti 5m od okraje)

$$\begin{aligned}
 F1 &= 1 \cdot B = 1 \cdot (-0,853) = -0,853 \text{ kN/m (}\uparrow\text{)} \\
 F2 &= 0,2 \cdot B + 1,8 \cdot A = 0,2 \cdot (-0,853) + 1,8 \cdot (-0,394) = -0,880 \text{ kN/m (}\uparrow\text{)} \\
 F3 &= 2 \cdot A = 2 \cdot (-0,394) = -0,788 \text{ kN/m (}\uparrow\text{)} \\
 F4 &= 2 \cdot A = 2 \cdot (-0,394) = -0,788 \text{ kN/m (}\uparrow\text{)} \\
 F5 &= 2 \cdot A = 2 \cdot (-0,394) = -0,788 \text{ kN/m (}\uparrow\text{)} \\
 F6 &= 0,2 \cdot B + 1,8 \cdot A = 0,2 \cdot (-0,853) + 1,8 \cdot (-0,394) = -0,880 \text{ kN/m (}\uparrow\text{)} \\
 F7 &= 1 \cdot B = 1 \cdot (-0,853) = -0,853 \text{ kN/m (}\uparrow\text{)}
 \end{aligned}$$



VLIV TŘENÍ

referenční plocha

$$A_{fr} = 2 \cdot d \cdot b = 2 \cdot 50 \cdot 12 = 1200 \text{ m}^2$$

charakteristický maximální tlak

$$q_{p(z)} = 630 \text{ N/m}^2$$

součinitel tření

$$C_{fr} = 0,04 \text{ (povrch velmi hrubý)}$$

třecí síla

$$\begin{aligned}
 f_{fr} &= C_{fr} \cdot q_{p(z)} = 0,04 \cdot 630 = 25,2 \text{ N/m}^2 = \\
 &= 0,0252 \text{ kN/m}^2 (\rightarrow)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{fr} &= C_{fr} \cdot q_{p(z)} \cdot A_{fr} = 25,2 \cdot 1200 = 30\,240 \text{ N} = \\
 &= 30,24 \text{ kN} (\rightarrow)
 \end{aligned}$$

VODOROVNÉ ZATÍŽENÍ NA PRUTY KONSTRUKCE

Součet průmětů ploch

$$A = \sum_i b_i \cdot l_i = 6,61 \text{ m}^2$$

Plocha ohraničená okraji

$$A_c = 19,377 \text{ m}^2$$

součinitel plnosti

$$\phi = \frac{A}{A_c} = \frac{6,61}{19,377} = 0,34$$

Součinitel síly

$$C_{f,0} = 1,6$$

Štíhlost

$$\lambda = \min \left\{ 2 \cdot \frac{1}{b}; 70 \right\} = \min \left\{ 2 \cdot \frac{12}{6}; 70 \right\} = 4$$

Součinitel koncového efektu

$$\psi_\lambda = 0,93$$

Součinitel síly pro příhrad. kce

$$C_f = C_{f,0} \cdot \psi_\lambda = 1,6 \cdot 0,93 = 1,49$$

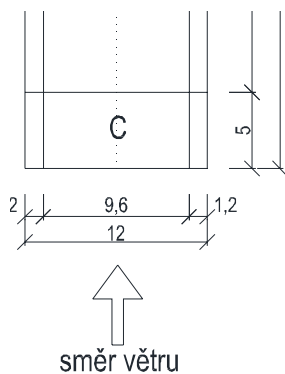
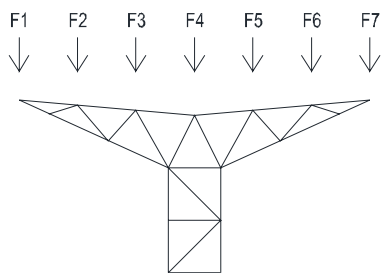
Síla na prut

$$HP = C_f \cdot q_{p(z)} \cdot d = 1,49 \cdot 630 \cdot 0,15 = 140,81 \text{ N/m}$$

$$DP = C_f \cdot q_{p(z)} \cdot d = 1,49 \cdot 630 \cdot 0,15 = 140,81 \text{ N/m}$$

$$D = C_f \cdot q_{p(z)} \cdot d = 1,49 \cdot 630 \cdot 0,09 = 83,48 \text{ N/m}$$

$$S = C_f \cdot q_{p(z)} \cdot d = 1,49 \cdot 630 \cdot 0,15 = 140,81 \text{ N/m}$$



ZS8 – VÍTR ČELNÍ MAX

Uvažovaný vítr fouká kolmo na příčný směr konstrukce.

Při stanovení účinků na střešní konstrukci je uvažováno s terénem kategorie III.

Město Velká Bíteš leží ve větrné oblasti III.

součinitel směru větru $C_{dir} = 1,0$

součinitel ročního období $C_{season} = 1,0$

výchozí základní rychlost větru $V_{b,0} = 27,5 \text{ m/s}$

základní rychlost větru $V_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 27,5 = 27,5 \text{ m/s}$

referenční výška $Z_e = h = 6 \text{ m}$

součinitel ortografie $C_0(z) = 1,0$

součinitel drsnosti terénu $C_{r(z)} = K_r \cdot \ln \frac{z}{z_0} = 0,2154 \cdot \ln \frac{6}{0,3} = 0,645$

$Z_{min} = 5 \text{ m}$

$Z_{max} = 200 \text{ m}$

$Z_0 = 0,3 \text{ m}$

$Z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$

$K_r = 0,19 \cdot \left(\frac{Z_0}{Z_{0,II}}\right)^{0,07} = 0,19 \cdot \left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} = 0,2154$

střední rychlost větru $V_m = C_{r(z)} \cdot C_0(z) \cdot V_b = 0,645 \cdot 1 \cdot 27,5 = 17,74 \text{ m/s}$

intenzita turbulence $I_v = \frac{k_1}{C_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{Z_0}\right)} = \frac{1}{1 \cdot \ln\left(\frac{6}{0,3}\right)} = 0,3338$

charakteristický max. dynamický tlak $q_p(z) = \left[1 + 7 \cdot I_v(z)\right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) =$

$$q_p(z) = \left[1 + 7 \cdot 0,3338\right] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 17,74^2 = 630 \text{ N/m}^2$$

součinitel plnosti $\phi = 0$

součinitel výsledného tlaku (pro sedlové přístřešky, sklon -5°)

oblast $C_{p,net,max}$

A + 0,5

B + 1,8

C + 1,1

tlak větru min $W_e = q_p(z) \cdot C_{p,net} =$

A: $W_{eA} = 656 \cdot (+0,5) = +328 \text{ N/m}^2 = 0,328 \text{ kN/m}^2 \text{ (↓)}$

B: $W_{eB} = 656 \cdot (+1,8) = 1180,8 \text{ N/m}^2 = 1,181 \text{ kN/m}^2 \text{ (↓)}$

C: $W_{eC} = 656 \cdot (+1,1) = 721,6 \text{ N/m}^2 = 0,722 \text{ kN/m}^2 \text{ (↓)}$

Hodnoty jsou vztaženy ke skutečným rozměrům.

Liniové zatížení tlaku větru pro krajní oblast (do vzdálenosti 5m od okraje)

$F_1 = 1 \cdot B = 1 \cdot 1,181 = 1,181 \text{ kN/m (↓)}$

$F_2 = 0,2 \cdot B + 1,8 \cdot C = 0,2 \cdot 1,181 + 1,8 \cdot 0,722 = 0,814 \text{ kN/m (↓)}$

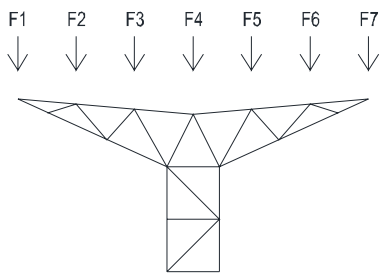
$F_3 = 2 \cdot C = 2 \cdot 0,722 = 1,444 \text{ kN/m (↓)}$

$F_4 = 2 \cdot C = 2 \cdot 0,722 = 1,444 \text{ kN/m (↓)}$

$F_5 = 2 \cdot C = 2 \cdot 0,722 = 1,444 \text{ kN/m (↓)}$

$F_6 = 0,2 \cdot B + 1,8 \cdot C = 0,2 \cdot 1,181 + 1,8 \cdot 0,722 = 0,814 \text{ kN/m (↓)}$

$F_7 = 1 \cdot B = 1 \cdot 1,181 = 1,181 \text{ kN/m (↓)}$



Liniové zatížení tlaku větru pro krajní oblast (do vzdálenosti 5m od okraje)

$$F1 = 1 \cdot B = 1 \cdot 1,181 = 1,181 \text{ kN/m } (\downarrow)$$

$$F2 = 0,2 \cdot B + 1,8 \cdot A = 0,2 \cdot 1,181 + 1,8 \cdot 0,328 = 0,827 \text{ kN/m } (\downarrow)$$

$$F3 = 2 \cdot A = 2 \cdot 0,328 = 0,656 \text{ kN/m } (\downarrow)$$

$$F4 = 2 \cdot A = 2 \cdot 0,328 = 0,656 \text{ kN/m } (\downarrow)$$

$$F5 = 2 \cdot A = 2 \cdot 0,328 = 0,656 \text{ kN/m } (\downarrow)$$

$$F6 = 0,2 \cdot B + 1,8 \cdot A = 0,2 \cdot 1,181 + 1,8 \cdot 0,328 = 0,827 \text{ kN/m } (\downarrow)$$

$$F7 = 1 \cdot B = 1 \cdot 1,181 = 1,181 \text{ kN/m } (\downarrow)$$

VLIV TŘENÍ

referenční plocha

$$A_{rf} = 2 \cdot d \cdot b = 2 \cdot 50 \cdot 12 = 1200 \text{ m}^2$$

charakteristický maximální tlak

$$q_p(z) = 630 \text{ N/m}^2$$

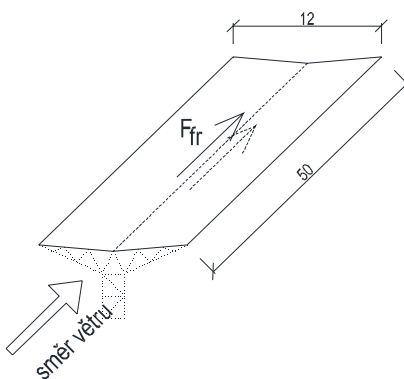
součinitel tření

$$C_{fr} = 0,04 \text{ (povrch velmi hrubý)}$$

třecí síla

$$f_{fr} = C_{fr} \cdot q_p(z) = 0,04 \cdot 630 = 25,2 \text{ N/m}^2 = 0,0252 \text{ kN/m}^2 (\rightarrow)$$

$$F_{fr} = C_{fr} \cdot q_p(z) \cdot A_{rf} = 25,2 \cdot 1200 = 30\,240 \text{ N} = 30,24 \text{ kN } (\rightarrow)$$



VODOROVNÉ ZATÍŽENÍ NA PRUTY KONSTRUKCE

Součet průmětů ploch

$$A = \sum_i b_i \cdot l_i = 6,61 \text{ m}^2$$

Plocha ohraničená okraji

$$A_c = 19,377 \text{ m}^2$$

součinitel plnosti

$$\varphi = \frac{A}{A_c} = \frac{6,61}{19,377} = 0,34$$

Součinitel síly

$$C_{f,0} = 1,6$$

Štíhlost

$$\lambda = \min \left\{ 2 \cdot \frac{l}{b}; 70 \right\} = \min \left\{ 2 \cdot \frac{12}{6}; 70 \right\} = 4$$

Součinitel koncového efektu

$$\Psi_\lambda = 0,93$$

Součinitel síly pro příhrad. kce

$$C_f = C_{f,0} \cdot \Psi_\lambda = 1,6 \cdot 0,93 = 1,49$$

Síla na prut

$$HP = C_f \cdot q_p(z) \cdot d = 1,49 \cdot 630 \cdot 0,15 = 140,81 \text{ N/m}$$

$$DP = C_f \cdot q_p(z) \cdot d = 1,49 \cdot 630 \cdot 0,15 = 140,81 \text{ N/m}$$

$$D = C_f \cdot q_p(z) \cdot d = 1,49 \cdot 630 \cdot 0,09 = 83,48 \text{ N/m}$$

$$S = C_f \cdot q_p(z) \cdot d = 1,49 \cdot 630 \cdot 0,15 = 140,81 \text{ N/m}$$

ZS9 – VÍTR BOČNÍ MIN

Uvažovaný vítr fouká kolmo na podélný směr konstrukce.

Při stanovení účinků na střešní konstrukci je uvažováno s terénem kategorie III.

Město Velká Bíteš leží ve větrné oblasti III.

součinitel směru větru

$$C_{dir} = 1,0$$

součinitel ročního období

$$C_{season} = 1,0$$

výchozí základní rychlost větru

$$v_{b,0} = 27,5 \text{ m/s}$$

základní rychlost větru

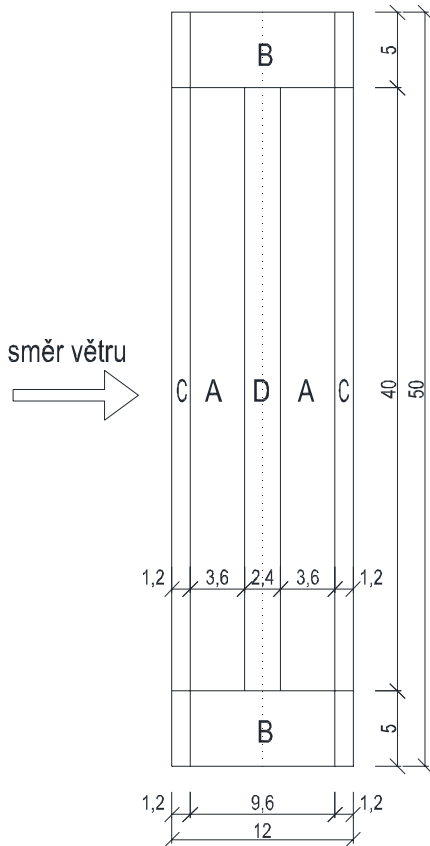
$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 27,5 = 27,5 \text{ m/s}$$

referenční výška

$$Z_e = h = 6 \text{ m}$$

součinitel ortografie

$$C_{0(z)} = 1,0$$



součinitel drsnosti terénu

$$C_{r(z)} = K_r \cdot \ln \frac{z}{z_0} = 0,2154 \cdot \ln \frac{6}{0,3} = 0,645$$

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

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

$$z_0 = 0,3 \text{ m}$$

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

$$K_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} = 0,19 \cdot \left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} = 0,2154$$

střední rychlost větru

$$v_m = C_{r(z)} \cdot C_0(z) \cdot v_b = 0,645 \cdot 1 \cdot 27,5 = 17,74 \text{ m/s}$$

intenzita turbulence

$$I_v = \frac{k_1}{C_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 \cdot \ln\left(\frac{6}{0,3}\right)} = 0,3338$$

charakteristický max. dynamický tlak

$$q_p(z) = \left[1 + 7 \cdot I_v(z)\right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) =$$

$$q_p(z) = \left[1 + 7 \cdot 0,3338\right] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 17,74^2 = 630 \text{ N/m}^2$$

součinitel plnosti

$$\varphi = 0$$

součinitel výsledného tlaku (pro sedlové přístřešky, sklon -5°)

oblast $C_{p,net,min}$

A -0,7

B -1,3

C -1,6

D -0,6

tlak větru min

$$W_e = q_p(z) \cdot C_{p,net} =$$

$$A: W_{eA} = 656 \cdot (-0,7) = -459,2 \text{ N/m}^2 = -0,459 \text{ kN/m}^2 \text{ (↑)}$$

$$B: W_{eB} = 656 \cdot (-1,3) = -852,8 \text{ N/m}^2 = -0,853 \text{ kN/m}^2 \text{ (↑)}$$

$$C: W_{eC} = 656 \cdot (-1,6) = -1049,6 \text{ N/m}^2 = -1,050 \text{ kN/m}^2 \text{ (↑)}$$

$$D: W_{eD} = 656 \cdot (-0,6) = -393,6 \text{ N/m}^2 = -0,394 \text{ kN/m}^2 \text{ (↑)}$$

Hodnoty jsou vztaženy ke skutečným rozměrům.

Liniové zatížení tlaku větru pro krajní oblast (do vzdálenosti 5m od okraje)

$$F_1 = 1 \cdot C = 1 \cdot (-1,050) = -1,050 \text{ kN/m (↑)}$$

$$F_2 = 0,2 \cdot C + 1,8 \cdot B = 0,2 \cdot (-1,050) + 1,8 \cdot (-0,853) = -1,745 \text{ kN/m (↑)}$$

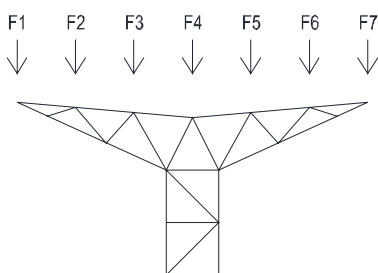
$$F_3 = 2 \cdot B = 2 \cdot (-0,853) = -1,706 \text{ kN/m (↑)}$$

$$F_4 = 2 \cdot B = 2 \cdot (-0,853) = -1,706 \text{ kN/m (↑)}$$

$$F_5 = 2 \cdot B = 2 \cdot (-0,853) = -1,706 \text{ kN/m (↑)}$$

$$F_6 = 0,2 \cdot C + 1,8 \cdot B = 0,2 \cdot (-1,050) + 1,8 \cdot (-0,853) = -1,745 \text{ kN/m (↑)}$$

$$F_7 = 1 \cdot C = 1 \cdot (-1,050) = -1,050 \text{ kN/m (↑)}$$



Liniové zatížení tlaku větru pro krajní oblast (do vzdálenosti 5m od okraje)

$$F_1 = 1 \cdot C = 1 \cdot (-1,050) = -1,050 \text{ kN/m (↑)}$$

$$F_2 = 0,2 \cdot C + 1,8 \cdot A = 0,2 \cdot (-1,050) + 1,8 \cdot (-0,459) = -1,036 \text{ kN/m (↑)}$$

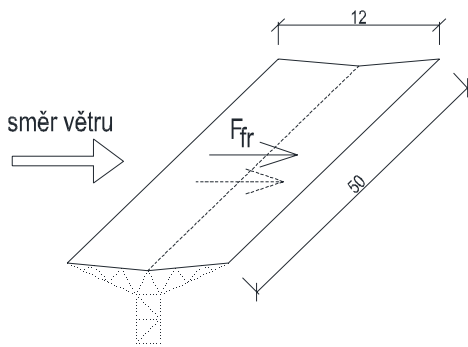
$$F_3 = 1,8 \cdot A + 0,2 \cdot D = 1,8 \cdot (-0,459) + 0,2 \cdot (-0,394) = -0,905 \text{ kN/m (↑)}$$

$$F_4 = 2 \cdot D = 2 \cdot (-0,394) = -0,788 \text{ kN/m (↑)}$$

$$F_5 = 1,8 \cdot A + 0,2 \cdot D = 1,8 \cdot (-0,459) + 0,2 \cdot (-0,394) = -0,905 \text{ kN/m (↑)}$$

$$F_6 = 0,2 \cdot C + 1,8 \cdot A = 0,2 \cdot (-1,050) + 1,8 \cdot (-0,459) = -1,036 \text{ kN/m (↑)}$$

$$F_7 = 1 \cdot C = 1 \cdot (-1,050) = -1,050 \text{ kN/m (↑)}$$



VLIV TŘENÍ

referenční plocha

$$A_{rf} = 2 \cdot d \cdot b = 2 \cdot 12 \cdot 50 = 1200 \text{ m}^2$$

charakteristický maximální tlak

$$q_p(z) = 630 \text{ N/m}^2$$

součinitel tření

$$C_{fr} = 0,04 \text{ (povrch velmi hrubý)}$$

třecí síla

$$f_{fr} = C_{fr} \cdot q_p(z) = 0,04 \cdot 630 = 25,2 \text{ N/m}^2 = 0,0252 \text{ kN/m}^2 (\rightarrow)$$

$$F_{fr} = C_{fr} \cdot q_p(z) \cdot A_{rf} = 25,2 \cdot 1200 = 30\,240 \text{ N} = 30,24 \text{ kN} (\rightarrow)$$

VODOROVNÉ ZATÍŽENÍ NA PRUTY KONSTRUKCE

Součet průmětů ploch

$$A = \sum_i b_i \cdot l_i = 6,61 \text{ m}^2$$

Plocha ohraničená okraji

$$A_c = 19,377 \text{ m}^2$$

součinitel plnosti

$$\varphi = \frac{A}{A_c} = \frac{6,61}{19,377} = 0,34$$

Součinitel síly

$$C_{f,0} = 1,6$$

Štíhlost

$$\lambda = \min \left\{ 2 \cdot \frac{1}{b}; 70 \right\} = \min \left\{ 2 \cdot \frac{12}{6}; 70 \right\} = 4$$

Součinitel koncového efektu

$$\psi_\lambda = 0,93$$

Součinitel síly pro příhrad. kce

$$C_f = C_{f,0} \cdot \psi_\lambda = 1,6 \cdot 0,93 = 1,49$$

Síla na prut

$$HP = C_f \cdot q_p(z) \cdot d = 1,49 \cdot 630 \cdot 0,1 = 93,87 \text{ N/m}$$

$$DP = C_f \cdot q_p(z) \cdot d = 1,49 \cdot 630 \cdot 0,1 = 93,87 \text{ N/m}$$

$$D = C_f \cdot q_p(z) \cdot d = 1,49 \cdot 630 \cdot 0,05 = 46,94 \text{ N/m}$$

$$S = C_f \cdot q_p(z) \cdot d = 1,49 \cdot 630 \cdot 0,1 = 93,87 \text{ N/m}$$

$$V = C_f \cdot q_p(z) \cdot d = 1,49 \cdot 630 \cdot 0,15 = 140,81 \text{ N/m}$$

ZS10 – VÍTR BOČNÍ MAX

Uvažovaný vítr fouká kolmo na podélný směr konstrukce.

Při stanovení účinků na střešní konstrukci je uvažováno s terémem kategorie III.

Město Velká Bíteš leží ve větrné oblasti III.

součinitel směru větru

$$C_{dir} = 1,0$$

součinitel ročního období

$$C_{season} = 1,0$$

výchozí základní rychlost větru

$$v_{b,0} = 27,5 \text{ m/s}$$

základní rychlost větru

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 27,5 = 27,5 \text{ m/s}$$

referenční výška

$$Z_e = h = 6 \text{ m}$$

součinitel ortografie

$$C_0(z) = 1,0$$

součinitel drsnosti terénu

$$C_r(z) = K_r \cdot \ln \frac{z}{z_0} = 0,2154 \cdot \ln \frac{6}{0,3} = 0,645$$

$$Z_{min} = 5 \text{ m}$$

$$Z_{max} = 200 \text{ m}$$

$$Z_0 = 0,3 \text{ m}$$

$$Z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$$

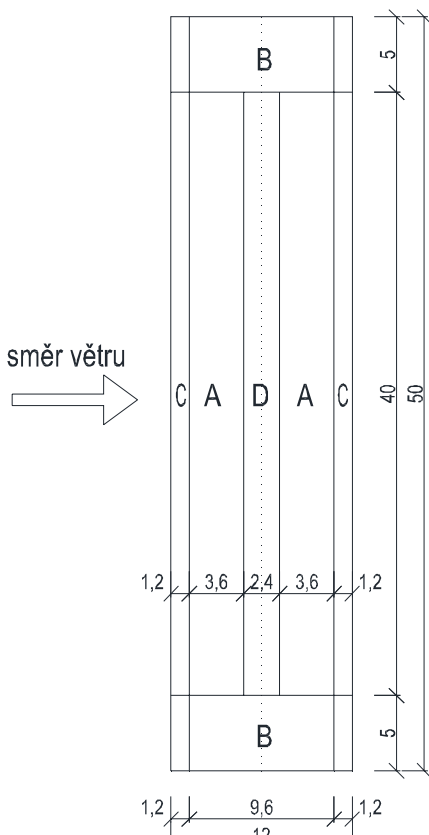
$$K_r = 0,19 \cdot \left(\frac{Z_0}{Z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19 \cdot \left(\frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} = 0,2154$$

střední rychlost větru

$$v_m = C_r(z) \cdot C_0(z) \cdot v_b = 0,645 \cdot 1 \cdot 27,5 = 17,74 \text{ m/s}$$

intenzita turbulence

$$I_v = \frac{k_1}{C_0(z) \cdot \ln \left(\frac{z}{Z_0} \right)} = \frac{1}{1 \cdot \ln \left(\frac{6}{0,3} \right)} = 0,3338$$



charakteristický max. dynamický tlak $q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) =$

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot 0,3338] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 17,74^2 = 630 \text{ N/m}^2$$

součinitel plnosti $\varphi = 0$

součinitel výsledného tlaku (pro sedlové přístřešky, sklon -5°)

oblast	$C_{p,net,max}$
A	+ 0,5
B	+ 1,5
C	+ 0,8
D	+ 0,8

tlak větru min $W_e = q_p(z) \cdot C_{p,net} =$

A: $W_{eA} = 656 \cdot (+ 0,5) = + 328 \text{ N/m}^2 = 0,338 \text{ kN/m}^2 (\downarrow)$

B: $W_{eB} = 656 \cdot (+ 1,5) = + 984 \text{ N/m}^2 = 0,984 \text{ kN/m}^2 (\downarrow)$

C: $W_{eC} = 656 \cdot (+ 0,8) = + 524,8 \text{ N/m}^2 = 0,525 \text{ kN/m}^2 (\downarrow)$

D: $W_{eD} = 656 \cdot (+ 0,8) = + 524,8 \text{ N/m}^2 = 0,525 \text{ kN/m}^2 (\downarrow)$

Liniové zatížení tlaku větru pro krajní oblast (do vzdálenosti 5m od okraje)

F1 = $1 \cdot C = 1 \cdot 0,525 = 0,525 \text{ kN/m}^2 (\downarrow)$

F2 = $2 \cdot B = 2 \cdot 0,525 = 1,050 \text{ kN/m}^2 (\downarrow)$

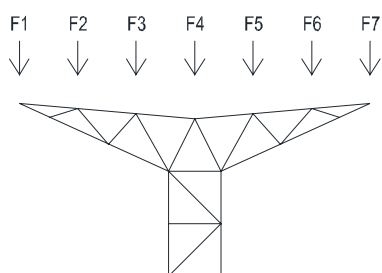
F3 = $2 \cdot B = 2 \cdot 0,525 = 1,050 \text{ kN/m}^2 (\downarrow)$

F4 = $2 \cdot B = 2 \cdot 0,525 = 1,050 \text{ kN/m}^2 (\downarrow)$

F5 = $2 \cdot B = 2 \cdot 0,525 = 1,050 \text{ kN/m}^2 (\downarrow)$

F6 = $2 \cdot B = 2 \cdot 0,525 = 1,050 \text{ kN/m}^2 (\downarrow)$

F7 = $1 \cdot C = 1 \cdot 0,525 = 0,525 \text{ kN/m}^2 (\downarrow)$



Liniové zatížení tlaku větru pro krajní oblast (do vzdálenosti 5m od okraje)

F1 = $1 \cdot C = 1 \cdot 0,525 = 0,525 \text{ kN/m}^2 (\downarrow)$

F2 = $0,2 \cdot C + 1,8 \cdot A = 0,2 \cdot 0,525 + 1,8 \cdot 0,338 = 0,713 \text{ kN/m}^2 (\downarrow)$

F3 = $1,8 \cdot A + 0,2 \cdot D = 1,8 \cdot 0,338 + 0,2 \cdot 0,525 = 0,713 \text{ kN/m}^2 (\downarrow)$

F4 = $2 \cdot D = 2 \cdot 0,525 = 1,050 \text{ kN/m}^2 (\downarrow)$

F5 = $1,8 \cdot A + 0,2 \cdot D = 1,8 \cdot 0,338 + 0,2 \cdot 0,525 = 0,713 \text{ kN/m}^2 (\downarrow)$

F6 = $0,2 \cdot C + 1,8 \cdot A = 0,2 \cdot 0,525 + 1,8 \cdot 0,338 = 0,713 \text{ kN/m}^2 (\downarrow)$

F7 = $1 \cdot C = 1 \cdot 0,525 = 0,525 \text{ kN/m}^2 (\downarrow)$

VLIV TŘENÍ

referenční plocha

$$A_{rf} = 2 \cdot d \cdot b = 2 \cdot 12 \cdot 50 = 1200 \text{ m}^2$$

charakteristický maximální tlak

$$q_p(z) = 630 \text{ N/m}^2$$

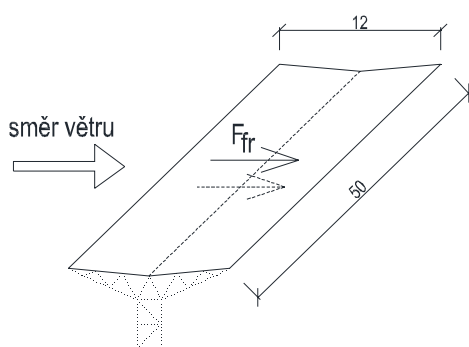
součinitel tření

$$C_{fr} = 0,04 \text{ (povrch velmi hrubý)}$$

třecí síla

$$f_{fr} = C_{fr} \cdot q_p(z) = 0,04 \cdot 630 = 25,2 \text{ N/m}^2 = 0,0252 \text{ kN/m}^2 (\rightarrow)$$

$$F_{fr} = C_{fr} \cdot q_p(z) \cdot A_{rf} = 25,2 \cdot 1200 = 30\,240 \text{ N} = 30,24 \text{ kN} (\rightarrow)$$



VODOROVNÉ ZATÍŽENÍ NA PRUTY KONSTRUKCE

Součet průmětů ploch	$A = \sum_i b_i \cdot l_i = 6,61 \text{ m}^2$
Plocha ohraničená okraji	$A_c = 19,377 \text{ m}^2$
součinitel plnosti	$\varphi = \frac{A}{A_c} = \frac{6,61}{19,377} = 0,34$
Součinitel síly	$C_{f,0} = 1,6$
Štíhlost	$\lambda = \min \left\{ 2 \cdot \frac{1}{b}; 70 \right\} = \min \left\{ 2 \cdot \frac{12}{6}; 70 \right\} = 4$
Součinitel koncového efektu	$\Psi_\lambda = 0,93$
Součinitel síly pro příhrad. kce	$C_f = C_{f,0} \cdot \Psi_\lambda = 1,6 \cdot 0,93 = 1,49$

Síla na prut	$HP = C_f \cdot q_p(z) \cdot d = 1,49 \cdot 630 \cdot 0,1 = 93,87 \text{ N/m}$
	$DP = C_f \cdot q_p(z) \cdot d = 1,49 \cdot 630 \cdot 0,1 = 93,87 \text{ N/m}$
	$D = C_f \cdot q_p(z) \cdot d = 1,49 \cdot 630 \cdot 0,05 = 46,94 \text{ N/m}$
	$S = C_f \cdot q_p(z) \cdot d = 1,49 \cdot 630 \cdot 0,1 = 93,87 \text{ N/m}$
	$V = C_f \cdot q_p(z) \cdot d = 1,49 \cdot 630 \cdot 0,15 = 140,81 \text{ N/m}$

SHRNUTÍ

ZS1	VLASTNÍ TÍHA	stálé	stálé
ZS2	OSTATNÍ STÁLÉ	stálé	stálé
ZS3	SNÍH ROVNOMĚRNÝ	sníh	nahodilé
ZS4	SNÍH LEVÝ	sníh	nahodilé
ZS5	SNÍH PRAVÝ	sníh	nahodilé
ZS6	SNÍH NAVÁTÝ	sníh	nahodilé
ZS7	VÍTR ČELNÍ MIN	vítr	nahodilé
ZS8	VÍTR ČELNÍ MAX	vítr	nahodilé
ZS9	VÍTR BOČNÍ MIN	vítr	nahodilé
ZS10	VÍTR BOČNÍ MAX	vítr	nahodilé

POZNÁMKA

Náraz vozidla není uvažován.

Zastřešení není pochůzně.

4. KOMBINACE

ČSN EN 1990

KOMBINAČNÍ ROVNICE PRO MSÚ

a) rovnice 6.10a

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

b) rovnice 6.10b

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

KOMBINAČNÍ ROVNICE PRO MSP

rovnice 6.14b

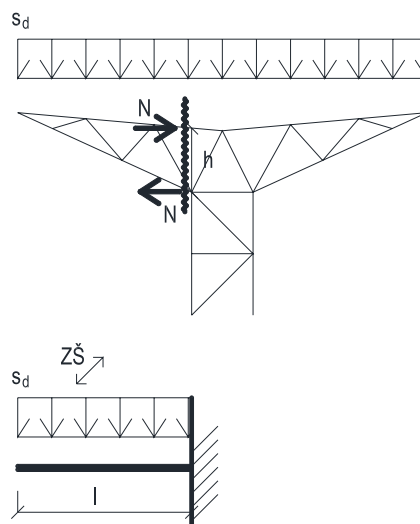
$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

KLÍČ KOMBINACÍ

1	ZS1-1,00 + ZS2-1,00 + ZS6-0,50 + ZS8-1,00
2	ZS1-1,00 + ZS2-1,00 + ZS8-1,00
3	ZS1-1,00 + ZS2-1,00 + ZS6-1,00 + ZS8-0,60
4	ZS1-1,00 + ZS2-1,00 + ZS4-0,50 + ZS8-1,00
5	ZS1-1,35 + ZS2-1,35 + ZS6-1,50 + ZS8-0,90
6	ZS1-1,35 + ZS2-1,35 + ZS6-1,50 + ZS10-0,90
7	ZS1-1,35 + ZS2-1,35 + ZS4-0,75 + ZS8-1,50
8	ZS1-1,35 + ZS2-1,35 + ZS5-0,75 + ZS9-1,50
9	ZS1-1,35 + ZS2-1,35 + ZS5-0,75 + ZS10-1,50
10	ZS1-1,35 + ZS2-1,35 + ZS4-1,50 + ZS8-0,90
11	ZS1-1,35 + ZS2-1,35 + ZS6-0,75 + ZS8-1,50
12	ZS1-1,00 + ZS2-1,00 + ZS8-1,50
13	ZS1-1,35 + ZS2-1,35 + ZS5-1,50 + ZS7-0,90
14	ZS1-1,35 + ZS2-1,35 + ZS9-1,50
15	ZS1-1,35 + ZS2-1,35 + ZS6-0,75 + ZS10-1,50
16	ZS1-1,35 + ZS2-1,35 + ZS4-1,50 + ZS7-0,90
17	ZS1-1,35 + ZS2-1,35 + ZS5-1,50 + ZS10-0,90
18	ZS1-1,35 + ZS2-1,35 + ZS4-0,75 + ZS7-1,50
19	ZS1-1,35 + ZS2-1,35 + ZS5-0,75 + ZS8-1,50
20	ZS1-1,35 + ZS2-1,35 + ZS5-1,50 + ZS8-0,90
21	ZS1-1,00 + ZS2-1,00 + ZS7-1,50
22	ZS1-1,00 + ZS2-1,00 + ZS5-0,75 + ZS7-1,50
23	ZS1-1,00 + ZS2-1,00 + ZS5-1,50 + ZS9-0,90
24	ZS1-1,35 + ZS2-1,35 + ZS5-0,75 + ZS7-1,50
25	ZS1-1,00 + ZS2-1,00 + ZS5-0,75 + ZS9-1,50
26	ZS1-1,35 + ZS2-1,35 + ZS4-0,75 + ZS9-1,50
27	ZS1-1,35 + ZS2-1,35 + ZS3-0,75 + ZS7-1,50
28	ZS1-1,00 + ZS2-1,00 + ZS9-1,50

5. RUČNÍ OVĚŘENÍ VNITŘNÍCH SIL

K ověření výsledků počítačového výpočtu byl zvolen horní pás konstrukce příčného řezu a zatěžovací stav ZS3 – SNÍH ROVNOMĚRNÝ
Porovnávána byla síla N horního pásu v místě 5,1m od okraje konstrukce.



RUČNÍ VÝPOČET

$$s_d = 1,2 \text{ kN/m}^2 \text{ (=plošné zatížení)}$$

$$h = 1,88 \text{ m}$$

$$ZŠ = 7 \text{ m (= zatěžovací šířka)}$$

$$M = \frac{1}{2} \cdot (s_d \cdot ZŠ) \cdot l^2 = \frac{1}{2} \cdot (1,2 \cdot 7) \cdot 5,1^2 = 109,242 \text{ kNm}$$

$$N = \frac{M}{h} = \frac{109,242}{1,88} = 58,11 \text{ kN}$$

VÝPOČET ZE SOFTWARE Scia Engineer

$$N = 60,05 \text{ kN}$$

POROVNÁNÍ

	RUČNĚ	Scia Engineer
N	58,11 kN	60,06 kN

Odchylka mezi ručním výpočtem a výpočtem v softwaru Scia Engineer je rovna:

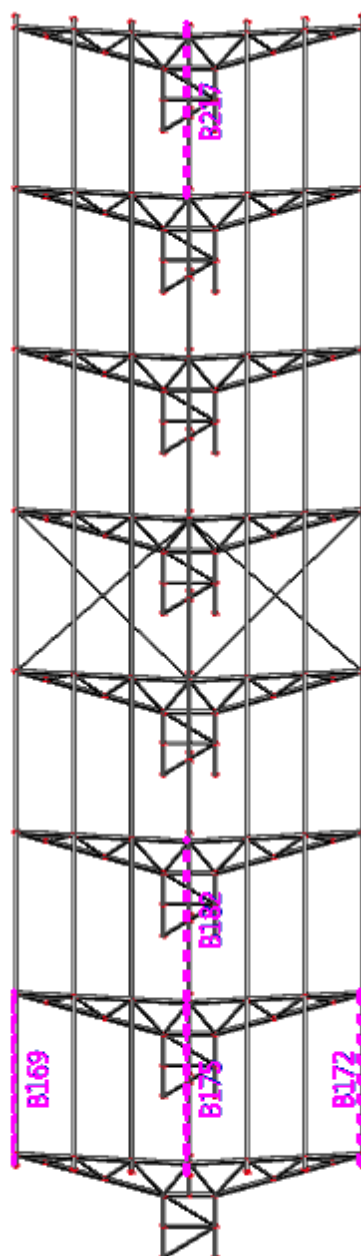
$$1 - \frac{58,11}{60,06} = 0,032 = 3,2 \%$$

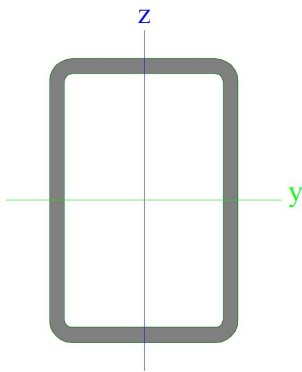
6.1 VAZNICE

Lineární výpočet, Extrém : Průřez, Systém : Hlavní
 Výběr : Vše
 Kombinace : MSU
 Průřez : VAZNICE - RHS150/100/8.0

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ve</i>								
B182	MSU/10	7,000	-4,53	0,00	-9,25	0,00	0,00	0,00
B217	MSU/5	0,000	7,70	0,00	18,30	0,00	-1,80	0,01
B169	MSU/7	7,500	0,90	-2,03	-12,17	0,13	-5,21	-6,45
B172	MSU/18	7,500	0,88	2,02	-12,17	-0,13	-5,21	6,43
B217	MSU/5	7,000	7,38	0,00	-21,02	0,00	-3,76	-0,01
B175	MSU/5	0,500	5,30	-0,01	20,67	0,00	-2,56	0,03
B172	MSU/19	0,500	0,39	0,25	11,20	-0,14	1,48	-2,15
B169	MSU/9	0,500	0,41	-0,26	11,20	0,14	1,48	2,18
B217	MSU/20	3,706	-0,82	-0,03	-0,29	0,00	-10,84	-0,01
B182	MSU/6	3,500	-0,24	0,00	0,00	0,00	35,17	0,28
B169	MSU/10	7,500	0,85	-2,03	-12,22	0,12	-5,06	-6,46
B172	MSU/10	7,500	0,83	2,02	-12,23	-0,12	-5,06	6,43

Schema umístění prvků





TR OBD 150x100x8,0			
Průřezová charakteristika	Symbol	Hodnota	Jednotky
Jmenovitá výška vnější hrany	h	150	mm
Jmenovitá délka vnější hrany	b	100	mm
Tloušťka stěny	s	8	mm
Vnější rohové zaoblení	r	12	mm
Plocha průřezu	A	3680	mm ²
Smyková plocha	A _y	1106	mm ²
Smyková plocha	A _z	2048	mm ²
Plastická smyková plocha	A _{pl,y}	1472	mm ²
Plastická smyková plocha	A _{pl,z}	2272	mm ²
Moment setrvačnosti	I _y	10870000	mm ⁴
Moment setrvačnosti	I _z	5690000	mm ⁴
Poloměr setrvačnosti	i _y	54	mm
Poloměr setrvačnosti	i _z	39	mm
Polární poloměr setrvačnosti	i _p	67	mm
Hmotnost průřezu	G	29	kg/m
Součinitel profilu	A _m /V	130	1/m
Moment tuhosti v kroucení	I _t	12030000	mm ⁴
Průřezový modul v kroucení	W _t	183000	mm ³
Elastický průřezový modul	W _y	145000	mm ³
Elastický průřezový modul	W _z	113900	mm ³
Výsečový průřezový modul	W _w	859237	mm ⁴
Plastický průřezový modul	W _{pl,y}	180000	mm ³
Plastický průřezový modul	W _{pl,z}	135000	mm ³

Klasifikace průřezu

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1,0$$

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

$$s = 8 \text{ mm}$$

$$\frac{b}{s} = \frac{100}{8} = 12,5 \leq 33 \cdot \varepsilon^2 = 33 \cdot 1 = 33$$

→ třída průřezu 1

POSOUZENÍ PRVKU B182

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B182	MSU/10	7,000	-4,53	0,00	-9,25	0,00	0,00	0,00
B182	MSU/6	3,500	-0,24	0,00	0,00	0,00	35,17	0,28

1. Vzpěrný tlak

$$L_{cr,y} = 7,0 \text{ m}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 1,087 \cdot 10^{-5}}{7^2} = 459,78 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{3,68 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{459,78 \cdot 10^3}} = 1,37$$

$$\alpha = 0,21 \rightarrow \text{křivka a}$$

$$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21(1,37 - 0,2) + 1,37^2] = 1,56$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{1,56 + \sqrt{1,56^2 - 1,37^2}} = 0,43$$

$$L_{cr,z} = 7 \text{ m}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 5,69 \cdot 10^{-6}}{7^2} = 240,68 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{3,68 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{240,68 \cdot 10^3}} = 1,9$$

$$\alpha = 0,21 \rightarrow \text{křivka a}$$

$$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21(1,9 - 0,2) + 1,9^2] = 2,47$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{2,47 + \sqrt{2,47^2 - 1,9^2}} = 0,44$$

$$\chi = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,43; 0,44) = 0,43$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,44 \cdot 3,68 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 371,86 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{4,53}{371,86} = 0,012 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

2. Smyk

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{2,048 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 277,87 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{9,25}{277,87} = 0,033 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

3. Ohyb

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,8 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 42,3 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{35,17}{42,3} = 0,83 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,35 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 31,73 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{0,28}{31,73} = 0,009 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

4. Ohyb, smyk a osová síla

$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$ → účinek lze zanedbat

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 3,68 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 864,80 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{y,pl} \cdot f_y = 1,8 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 42,3 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{z,pl} \cdot f_y = 1,35 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 31,73 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot 1 = 1,0$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot 0 = 0,6$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 1,0 \cdot \left(1 + 0,6 \cdot 1,37 \cdot \frac{0,24}{0,43 \cdot 864,80} \right) = 1,00$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 1,0 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{0,24}{0,43 \cdot 864,80} \right) = 1,00$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + (2 \cdot 1,9 - 0,6) \cdot \frac{0,24}{0,44 \cdot 864,80} \right) = 0,601$$

$$k_{zz} \leq C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{0,24}{0,44 \cdot 864,80} \right) = 0,601$$

$$k_{yy} = 1,00$$

$$k_{zz} = 0,601$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 1,00 = 0,600$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,601 = 0,361$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = \frac{0,24}{0,43 \cdot 864,80} + 1,00 \cdot \frac{35,17 + 0,00}{1,0 \cdot 42,3} + 0,361 \cdot \frac{0,28 + 0,00}{31,73} = 0,84 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{0,24}{\frac{0,44 \cdot 864,80}{1,00}} + 0,600 \cdot \frac{35,17 + 0,00}{\frac{1,0 \cdot 42,3}{1,00}} + 0,601 \cdot \frac{0,28 + 0,00}{\frac{31,73}{1,00}} = 0,50 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ PRVKU B117

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B117	MSU/5	0,000	7,70	0,00	18,30	0,00	-1,80	0,01
B117	MSU/20	3,706	-0,82	-0,03	-0,29	0,00	-10,84	-0,01

1. Tah

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{3,68 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 864,8 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{7,70}{864,8} = 0,009 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

2. Smyk

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,106 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 150,06 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{0,03}{150,06} = 0,0002 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo} \cdot \sqrt{3}} = \frac{2,272 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 308,26 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{18,30}{308,26} = 0,06 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

3. Ohyb

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{1,8 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 42,30 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{10,84}{42,30} = 0,26 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{1,35 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 31,73 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{0,01}{31,73} = 0,003 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

4. Ohyb, smyk a osová síla

$$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow \text{účiněk lze zanedbat}$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 3,68 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 864,80 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{y,pl} \cdot f_y = 1,8 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 42,3 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{z,pl} \cdot f_y = 1,35 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 31,73 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot 1 = 1,0$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot 0 = 0,6$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 1,0 \cdot \left(1 + 0,6 \cdot 1,37 \cdot \frac{0,82}{\frac{0,43 \cdot 864,80}{1,00}} \right) = 1,002$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 1,0 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{0,82}{\frac{0,43 \cdot 864,80}{1,00}} \right) = 1,002$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + (2 \cdot 1,9 - 0,6) \cdot \frac{0,82}{\frac{0,44 \cdot 864,80}{1,00}} \right) = 0,604$$

$$k_{zz} \leq C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{0,82}{\frac{0,44 \cdot 864,80}{1,00}} \right) = 0,602$$

$$k_{yy} = 1,002$$

$$k_{zz} = 0,602$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 1,002 = 0,601$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,602 = 0,361$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = \frac{0,82}{\frac{0,43 \cdot 864,80}{1,00}} + 1,002 \cdot \frac{10,48 + 0,00}{\frac{1,0 \cdot 42,3}{1,00}} + 0,361 \cdot \frac{0,01 + 0,00}{\frac{31,73}{1,00}} = 0,25 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = \frac{0,82}{\frac{0,44 \cdot 864,80}{1,00}} + 0,601 \cdot \frac{10,84 + 0,00}{\frac{1,0 \cdot 42,3}{1,00}} + 0,602 \cdot \frac{0,01 + 0,00}{\frac{31,73}{1,00}} = 0,16 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ PRVKU B169

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B169	MSU/7	7,500	0,90	-2,03	-12,17	0,13	-5,21	-6,45
B169	MSU/9	0,500	0,41	-0,26	11,20	0,14	1,48	2,18
B169	MSU/10	7,500	0,85	-2,03	-12,22	0,12	-5,06	-6,46

1. Tah

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{3,68 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 864,8 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{0,90}{864,8} = 0,001 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

2. Smyk

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,106 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 150,06 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{2,03}{150,06} = 0,0002 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo} \cdot \sqrt{3}} = \frac{2,272 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 308,26 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{12,22}{308,26} = 0,04 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

3. Ohyb

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{1,8 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 42,30 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{5,21}{42,30} = 0,12 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{1,35 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 31,73 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{6,46}{31,73} = 0,20 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

4. Ohyb, smyk a osová síla

$$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow \text{účinek lze zanedbat}$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 3,68 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 864,80 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{y,pl} \cdot f_y = 1,8 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 42,3 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{z,pl} \cdot f_y = 1,35 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 31,73 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot 1 = 1,0$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot 0 = 0,6$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 1,0 \cdot \left(1 + 0,6 \cdot 1,37 \cdot \frac{0,9}{0,43 \cdot 864,80} \right) = 1,002$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 1,0 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{0,9}{0,43 \cdot 864,80} \right) = 1,002$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + (2 \cdot 1,9 - 0,6) \cdot \frac{0,9}{0,44 \cdot 864,80} \right) = 0,604$$

$$k_{zz} \leq C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{0,9}{0,44 \cdot 864,80} \right) = 0,602$$

$$k_{yy} = 1,002$$

$$k_{zz} = 0,602$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 1,002 = 0,601$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,602 = 0,361$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = \frac{0,9}{0,43 \cdot 864,80} + 1,002 \cdot \frac{5,21 + 0,00}{1,0 \cdot 42,3} + 0,361 \cdot \frac{6,45 + 0,00}{31,73} = 0,20 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = \frac{0,9}{0,44 \cdot 864,80} + 0,601 \cdot \frac{5,21 + 0,00}{1,0 \cdot 42,3} + 0,602 \cdot \frac{6,45 + 0,00}{31,73} = 0,20 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ PRVKU B172

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B172	MSU/18	7,500	0,88	2,02	-12,17	-0,13	-5,21	6,43
B172	MSU/19	0,500	0,39	0,25	11,20	-0,14	1,48	-2,15
B172	MSU/10	7,500	0,83	2,02	-12,23	-0,12	-5,06	6,43

1. Tah

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{3,68 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 864,8 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{0,88}{864,8} = 0,001 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

2. Smyk

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,106 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 150,06 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{2,02}{150,06} = 0,0002 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{2,272 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 308,26 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{12,23}{308,26} = 0,04 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

3. Ohyb

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{ply} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,8 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 42,30 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{5,21}{42,30} = 0,12 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{plz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,35 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 31,73 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{6,43}{31,73} = 0,20 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

4. Ohyb, smyk a osová síla

$$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow \text{účiněk lze zanedbat}$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 3,68 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 864,80 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{y,pl} \cdot f_y = 1,8 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 42,3 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{z,pl} \cdot f_y = 1,35 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 31,73 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot 1 = 1,0$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot 0 = 0,6$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 1,0 \cdot \left(1 + 0,6 \cdot 1,37 \cdot \frac{0,88}{\frac{0,43 \cdot 864,80}{1,00}} \right)$$

$$= 1,002$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 1,0 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{0,88}{\frac{0,43 \cdot 864,80}{1,00}} \right) = 1,002$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right)$$

$$= 0,6 \cdot \left(1 + (2 \cdot 1,9 - 0,6) \cdot \frac{0,88}{0,44 \cdot 864,80} \right) = 0,604$$

$$k_{zz} \leq C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{0,88}{0,44 \cdot 864,80} \right) = 0,602$$

$$k_{yy} = 1,002$$

$$k_{zz} = 0,602$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 1,002 = 0,601$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,602 = 0,361$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{0,88}{0,43 \cdot 864,80} + 1,002 \cdot \frac{5,21 + 0,00}{1,0 \cdot 42,3} + 0,361 \cdot \frac{6,43 + 0,00}{31,73} = 0,20 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{0,88}{0,44 \cdot 864,80} + 0,601 \cdot \frac{5,21 + 0,00}{1,0 \cdot 42,3} + 0,602 \cdot \frac{6,43 + 0,00}{31,73} = 0,20 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ PRVKU B175

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B175	MSU/5	7,000	7,38	0,00	-21,02	0,00	-3,76	-0,01
B175	MSU/5	0,500	5,30	-0,01	20,67	0,00	-2,56	0,03

1. Tah

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{3,68 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 864,8 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{7,38}{864,8} = 0,009 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

2. Smyk

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,106 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 150,06 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{0,01}{150,06} = 0,0001 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{2,272 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 308,26 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{21,02}{308,26} = 0,07 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

3. Ohyb

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,8 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 42,30 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{3,76}{42,30} = 0,09 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,35 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 31,73 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{0,03}{31,73} = 0,001 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

4. Ohyb, smyk a osová síla

$$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow \text{účiněk lze zanedbat}$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 3,68 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 864,80 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{y,pl} \cdot f_y = 1,8 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 42,3 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{z,pl} \cdot f_y = 1,35 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 31,73 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot 1 = 1,0$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot 0 = 0,6$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 1,0 \cdot \left(1 + 0,6 \cdot 1,37 \cdot \frac{7,38}{0,43 \cdot 864,80} \right) = 1,016$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 1,0 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{7,38}{0,43 \cdot 864,80} \right) = 1,016$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + (2 \cdot 1,9 - 0,6) \cdot \frac{7,38}{0,44 \cdot 864,80} \right) = 0,637$$

$$k_{zz} \leq C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{7,38}{0,44 \cdot 864,80} \right) = 0,616$$

$$k_{yy} = 1,016$$

$$k_{zz} = 0,616$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 1,016 = 0,610$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,616 = 0,370$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{7,38}{0,43 \cdot 864,80} + 1,016 \cdot \frac{3,76 + 0,00}{1,0 \cdot 42,3} + 0,370 \cdot \frac{0,01 + 0,00}{31,73} = 0,11 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{7,38}{0,44 \cdot 864,80} + 0,610 \cdot \frac{3,76 + 0,00}{1,0 \cdot 42,3} + 0,616 \cdot \frac{0,01 + 0,00}{31,73} = 0,07 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ VAZNICE NA MSP

$$u_{max} = L/200 = 7000/200 = 35 \text{ mm}$$

$$u_{rel} \leq u_{max}$$

$$32 \text{ mm} \leq 35 \text{ mm}$$

→ VYHOVUJE

6.2 DOLNÍ PÁS

Lineární výpočet, Extrém : Průřez, Systém : Hlavní

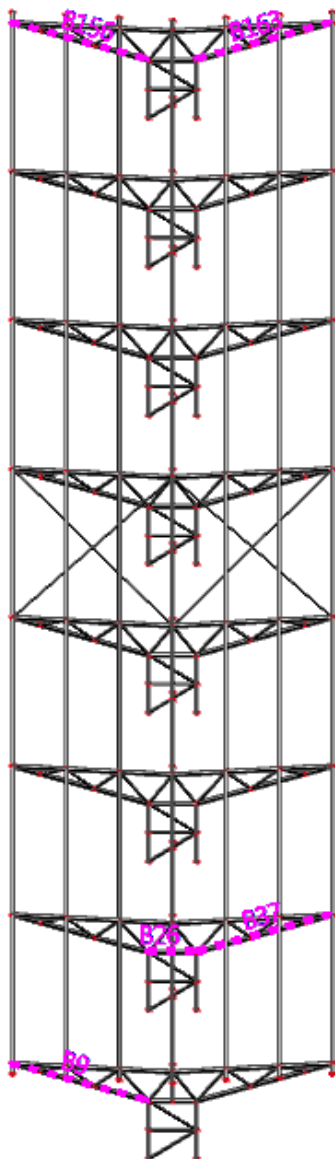
Výběr : Vše

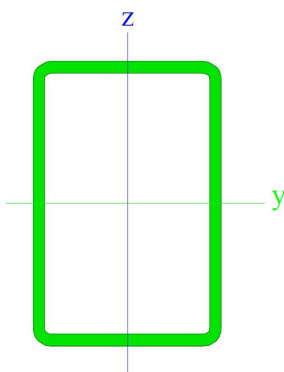
Kombinace : MSU

Průřez : DP - RHS150/100/6.3

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B26	MSU/5	0,000	-147,00	0,12	-0,21	-0,05	0,01	-7,74
B9	MSU/20	3,364	58,19	1,77	0,61	1,80	-0,20	-1,02
B163	MSU/10	5,607	-69,76	-6,12	-0,69	-4,58	-0,88	-11,56
B156	MSU/10	5,607	-69,76	6,09	-0,57	4,60	-0,66	11,44
B37	MSU/19	1,121	-67,45	-3,63	-2,40	-1,68	-1,67	6,55
B9	MSU/20	0,000	25,94	1,05	2,30	0,63	-1,75	-3,90
B163	MSU/10	3,364	-69,47	-5,81	-0,06	-4,58	-0,04	1,82
B156	MSU/10	3,364	-69,47	5,78	0,06	4,60	-0,09	-1,87
B37	MSU/19	5,607	-128,75	-4,17	-1,32	-4,27	-2,10	-7,33
B37	MSU/19	0,000	-67,30	-3,54	-2,09	-1,68	0,85	10,57
B156	MSU/10	0,000	-39,62	5,05	-1,09	1,93	0,40	-15,10
B163	MSU/10	0,000	-39,58	-5,08	-1,11	-1,92	0,40	15,15

Schema umístění prvků





TR OBD 150x100x6,3			
Průřezová charakteristika	Symbol	Hodnota	Jednotky
Jmenovitá výška vnější hrany	h	150	mm
Jmenovitá délka vnější hrany	b	100	mm
Tloušťka stěny	s	6	mm
Vnější rohové zaoblení	r	10	mm
Plocha průřezu	A	2950	mm ²
Smyková plocha	A _y	885	mm ²
Smyková plocha	A _z	1629	mm ²
Plastická smyková plocha	A _{pl,y}	1181	mm ²
Plastická smyková plocha	A _{pl,z}	1811	mm ²
Moment setrvačnosti	I _y	8980000	mm ⁴
Moment setrvačnosti	I _z	4740000	mm ⁴
Poloměr setrvačnosti	i _y	55	mm
Poloměr setrvačnosti	i _z	40	mm
Polární poloměr setrvačnosti	i _p	68	mm
Hmotnost průřezu	G	23	kg/m
Součinitel profilu	A _m /V	163	1/m
Moment tuhosti v kroucení	I _t	9860000	mm ⁴
Průřezový modul v kroucení	W _t	153000	mm ³
Elastický průřezový modul	W _y	120000	mm ³
Elastický průřezový modul	W _z	94800	mm ³
Výsečový průřezový modul	W _w	697941	mm ⁴
Plastický průřezový modul	W _{pl,y}	147000	mm ³
Plastický průřezový modul	W _{pl,z}	110000	mm ³

Klasifikace průřezu

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1,0$$

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

$$s = 6 \text{ mm}$$

$$\frac{b}{s} = \frac{100}{6} = 16,7 \leq 33 \cdot \varepsilon^2 = 33 \cdot 1 = 33$$

→ třída průřezu 1

POSOUZENÍ PRVKU B26

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B26	MSU/5	0,000	-147,00	0,12	-0,21	-0,05	0,01	-7,74

1. Vzpěrný tlak

$$L_{cr,y} = 2,243 \text{ m}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 8,98 \cdot 10^{-6}}{2,243^2} = 3699,45 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{3699,45 \cdot 10^3}} = 0,43$$

$$\alpha = 0,21 \rightarrow \text{křivka a}$$

$$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21(0,43 - 0,2) + 0,43^2] = 0,62$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,62 + \sqrt{0,62^2 - 0,43^2}} = 0,94$$

$$L_{cr,z} = 5,607 \text{ m}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 4,74 \cdot 10^{-6}}{5,607^2} = 312,49 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{312,49 \cdot 10^3}} = 1,49$$

$$\alpha = 0,21 \rightarrow \text{křivka a}$$

$$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21(1,49 - 0,2) + 1,49^2] = 1,75$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{1,75 + \sqrt{1,75^2 - 1,49^2}} = 0,37$$

$$\chi = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,94; 0,37) = 0,37$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,37 \cdot 2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 256,50 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{147,00}{256,50} = 0,57 \leq 1,0$$

2. Smyk

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,885 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 120,07 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{0,12}{120,07} = 0,001 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,629 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 221,02 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{0,21}{221,02} = 0,001 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

3. Ohyb

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,47 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 34,55 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{0,01}{34,55} = 0,0003 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 25,85 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{7,74}{25,85} = 0,30 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

4. Ohyb, smyk a osová síla

$$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow \text{účiněk lze zanedbat}$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 693,25 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{y,pl} \cdot f_y = 1,47 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 34,55 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{z,pl} \cdot f_y = 1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 25,85 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot 0,554 = 0,822$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot 1 = 1,0$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right)$$

$$= 0,822 \cdot \left(1 + 0,6 \cdot 0,43 \cdot \frac{147,00}{0,94 \cdot 693,25} \right) = 0,869$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 0,822 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{147,00}{0,94 \cdot 693,25} \right) = 0,966$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right)$$

$$= 1,0 \cdot \left(1 + (2 \cdot 1,49 - 0,6) \cdot \frac{147,00}{0,37 \cdot 693,25} \right) = 1,82$$

$$k_{zz} \leq C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 1,0 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{147,00}{0,37 \cdot 693,25} \right) = 1,802$$

$$k_{yy} = 0,966$$

$$k_{zz} = 1,082$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 0,966 = 0,580$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 1,082 = 0,649$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{147,00}{\frac{0,97 \cdot 693,25}{1,00}} + 0,966 \cdot \frac{0,01 + 0,00}{\frac{1,0 \cdot 34,55}{1,00}} + 0,642 \cdot \frac{7,74 + 0,00}{\frac{25,85}{1,00}} = 0,41 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{147,00}{\frac{0,93 \cdot 693,25}{1,00}} + 0,580 \cdot \frac{0,01 + 0,00}{\frac{1,0 \cdot 34,55}{1,00}} + 1,082 \cdot \frac{7,74 + 0,00}{\frac{25,85}{1,00}} = 0,55 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ PRVKU B9

Prvek	Stav	Dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		M	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B9	MSU/20	3,364	58,19	1,77	0,61	1,80	-0,20	-1,02
B9	MSU/20	0,000	25,94	1,05	2,30	0,63	-1,75	-3,90

1. Tah

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 693,25 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{58,19}{693,25} = 0,084 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

2. Smyk

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo} \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,885 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 120,07 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{1,77}{120,07} = 0,015 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,629 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 221,02 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{2,30}{221,02} = 0,01 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

3. Ohyb

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{1,47 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 34,55 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{1,75}{34,55} = 0,051 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 25,85 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{3,90}{25,85} = 0,15 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

4. Ohyb, smyk a osová síla

$$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow \text{účiněk lze zanedbat}$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 693,25 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{y,pl} \cdot f_y = 1,47 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 34,55 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{z,pl} \cdot f_y = 1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 25,85 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot 0,634 = 0,854$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot 0,136 = 0,654$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right)$$

$$= 0,854 \cdot \left(1 + 0,6 \cdot 0,35 \cdot \frac{58,19}{\frac{0,97 \cdot 693,25}{1,00}} \right) = 0,870$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,854 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{58,19}{\frac{0,97 \cdot 693,25}{1,00}} \right) = 0,913$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right)$$

$$= 0,654 \cdot \left(1 + (2 \cdot 0,48 - 0,6) \cdot \frac{58,19}{\frac{0,93 \cdot 693,25}{1,00}} \right) = 0,675$$

$$k_{zz} \leq C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,654 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{58,19}{\frac{0,93 \cdot 693,25}{1,00}} \right) = 0,737$$

$$k_{yy} = 0,870$$

$$k_{zz} = 0,737$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 0,870 = 0,522$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,737 = 0,442$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{58,19}{\frac{0,97 \cdot 693,25}{1,00}} + 0,870 \cdot \frac{1,75 + 0,00}{\frac{1,0 \cdot 34,55}{1,00}} + 0,442 \cdot \frac{3,90 + 0,00}{\frac{25,85}{1,00}} = 0,20 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{58,19}{\frac{0,93 \cdot 693,25}{1,00}} + 0,522 \cdot \frac{1,75 + 0,00}{\frac{1,0 \cdot 34,55}{1,00}} + 0,737 \cdot \frac{3,90 + 0,00}{\frac{25,85}{1,00}} = 0,23 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ PRVKU B163

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B163	MSU/10	5,607	-69,76	-6,12	-0,69	-4,58	-0,88	-11,56
B163	MSU/10	3,364	-69,47	-5,81	-0,06	-4,58	-0,04	1,82
B163	MSU/10	0,000	-39,58	-5,08	-1,11	-1,92	0,40	15,15

1. Vzpěrný tlak

$$L_{cr,y} = 2,243 \text{ m}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 8,98 \cdot 10^{-6}}{2,243^2} = 3699,45 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{3699,45 \cdot 10^3}} = 0,43$$

$$\alpha = 0,21 \rightarrow \text{křivka a}$$

$$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] =$$

$$0,5 \cdot [1 + 0,21(0,43 - 0,2) + 0,43^2] = 0,62$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,62 + \sqrt{0,62^2 - 0,43^2}} = 0,94$$

$$L_{cr,z} = 5,607 \text{ m}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 4,74 \cdot 10^{-6}}{5,607^2} = 312,49 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{312,49 \cdot 10^3}} = 1,49$$

$$\alpha = 0,21 \rightarrow \text{křivka a}$$

$$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] =$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}} = \frac{1}{1,75 + \sqrt{1,75^2 - 1,49^2}} = 1,75$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}} = \frac{1}{1,75 + \sqrt{1,75^2 - 1,49^2}} = 0,37$$

$$\chi = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,94; 0,37) = 0,37$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,37 \cdot 2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 256,50 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{69,76}{256,50} = 0,27 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

2. Smyk

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,885 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 120,07 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{6,12}{120,07} = 0,051 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,629 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 221,02 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{1,10}{221,02} = 0,005 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

3. Ohyb

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,47 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 34,55 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{0,88}{34,55} = 0,025 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 25,85 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{15,15}{25,85} = 0,59 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

4. Ohyb, smyk a osová síla

$$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow \text{účiněk lze zanedbat}$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 693,25 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{y,pl} \cdot f_y = 1,47 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 34,55 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{z,pl} \cdot f_y = 1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 25,85 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot 0,052 = 0,621$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot 0,108 = 0,643$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right)$$

$$= 0,621 \cdot \left(1 + 0,6 \cdot 0,35 \cdot \frac{69,76}{\frac{0,97 \cdot 693,25}{1,00}} \right) = 0,635$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 0,621 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{69,76}{\frac{0,97 \cdot 693,25}{1,00}} \right) = 0,673$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right)$$

$$= 0,643 \cdot \left(1 + (2 \cdot 0,48 - 0,6) \cdot \frac{69,76}{\frac{0,93 \cdot 693,25}{1,00}} \right) = 0,668$$

$$k_{zz} \leq C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,643 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{69,76}{\frac{0,93 \cdot 693,25}{1,00}} \right) = 0,740$$

$$k_{yy} = 0,635$$

$$k_{zz} = 0,668$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 0,635 = 0,381$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,668 = 0,401$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{69,76}{\frac{0,97 \cdot 693,25}{1,00}} + 0,635 \cdot \frac{0,88 + 0,00}{\frac{1,0 \cdot 34,55}{1,00}} + 0,401 \cdot \frac{11,56 + 0,00}{\frac{25,85}{1,00}} = 0,30 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{69,76}{\frac{0,93 \cdot 693,25}{1,00}} + 0,381 \cdot \frac{0,88 + 0,00}{\frac{1,0 \cdot 34,55}{1,00}} + 0,668 \cdot \frac{11,56 + 0,00}{\frac{25,85}{1,00}} = 0,42 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ PRVKU B156

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B156	MSU/10	5,607	-69,76	6,09	-0,57	4,60	-0,66	11,44
B156	MSU/10	0,000	-39,62	5,05	-1,09	1,93	0,40	-15,10

1. Vzpěrný tlak

$$L_{cr,y} = 2,243 \text{ m}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 8,98 \cdot 10^{-6}}{2,243^2} = 3699,45 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{3699,45 \cdot 10^3}} = 0,43$$

$\alpha = 0,21 \rightarrow$ křivka a

$$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] =$$

$$0,5 \cdot [1 + 0,21(0,43 - 0,2) + 0,43^2] = 0,62$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,62 + \sqrt{0,62^2 - 0,43^2}} = 0,94$$

$$L_{cr,z} = 5,607 \text{ m}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 4,74 \cdot 10^{-6}}{5,607^2} = 312,49 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{312,49 \cdot 10^3}} = 1,49$$

$\alpha = 0,21 \rightarrow$ křivka a

$$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] =$$

$$0,5 \cdot [1 + 0,21(1,49 - 0,2) + 1,49^2] = 1,75$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{1,75 + \sqrt{1,75^2 - 1,49^2}} = 0,37$$

$$\chi = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,94; 0,37) = 0,37$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,37 \cdot 2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 256,50 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{69,76}{256,50} = 0,27 \leq 1,0$$

2. Smyk

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,885 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 120,07 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{6,09}{120,07} = 0,051 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,629 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 221,02 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{0,57}{221,02} = 0,003 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

3. Ohyb

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,47 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 34,55 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{0,66}{34,55} = 0,025 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 25,85 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{15,10}{25,85} = 0,58 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

4. Ohyb, smyk a osová síla

$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$ → účinek lze zanedbat

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 693,25 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{y,pl} \cdot f_y = 1,47 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 34,55 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{z,pl} \cdot f_y = 1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 25,85 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot 0,080 = 0,632$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot 0,032 = 0,613$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right)$$

$$= 0,632 \cdot \left(1 + 0,6 \cdot 0,35 \cdot \frac{69,76}{\frac{0,97 \cdot 693,25}{1,00}} \right) = 0,646$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,632 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{69,76}{\frac{0,97 \cdot 693,25}{1,00}} \right) = 0,684$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right)$$

$$= 0,613 \cdot \left(1 + (2 \cdot 0,48 - 0,6) \cdot \frac{69,76}{\frac{0,93 \cdot 693,25}{1,00}} \right) = 0,637$$

$$k_{zz} \leq C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,613 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{69,76}{0,93 \cdot 693,25} \right) = 0,706$$

$$k_{yy} = 0,646$$

$$k_{zz} = 0,637$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 0,646 = 0,388$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,637 = 0,382$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{69,76}{0,97 \cdot 693,25} + 0,646 \cdot \frac{0,66 + 0,00}{1,0 \cdot 34,55} + 0,382 \cdot \frac{11,44 + 0,00}{25,85} = 0,29 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{69,76}{0,93 \cdot 693,25} + 0,388 \cdot \frac{0,66 + 0,00}{1,0 \cdot 34,55} + 0,637 \cdot \frac{11,44 + 0,00}{25,85} = 0,40 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ PRVKU B37

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B37	MSU/19	1,121	-67,45	-3,63	-2,40	-1,68	-1,67	6,55
B37	MSU/19	5,607	-128,75	-4,17	-1,32	-4,27	-2,10	-7,33
B37	MSU/19	0,000	-67,30	-3,54	-2,09	-1,68	0,85	10,57

1. Vzpěrný tlak

$$L_{cr,y} = 2,243 \text{ m}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 8,98 \cdot 10^{-6}}{2,243^2} = 3699,45 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{3699,45 \cdot 10^3}} = 0,43$$

$$\alpha = 0,21 \rightarrow \text{křivka a}$$

$$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] =$$

$$0,5 \cdot [1 + 0,21(0,43 - 0,2) + 0,43^2] = 0,62$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,62 + \sqrt{0,62^2 - 0,43^2}} = 0,94$$

$$L_{cr,z} = 5,607 \text{ m}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 4,74 \cdot 10^{-6}}{5,607^2} = 312,49 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{312,49 \cdot 10^3}} = 1,49$$

$\alpha = 0,21 \rightarrow$ křivka a

$$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] =$$

$$0,5 \cdot [1 + 0,21(1,49 - 0,2) + 1,49^2] = 1,75$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{1,75 + \sqrt{1,75^2 - 1,49^2}} = 0,37$$

$$\chi = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,94; 0,37) = 0,37$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,37 \cdot 2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 256,50 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{128,75}{256,50} = 0,50 \leq 1,0$$

2. Smyk

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,885 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 120,07 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{4,17}{120,07} = 0,035 \leq 1,0$$

\rightarrow VYHOVUJE

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,629 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 221,02 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{2,40}{221,02} = 0,011 \leq 1,0$$

\rightarrow VYHOVUJE

3. Ohyb

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,47 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 34,55 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{2,10}{34,55} = 0,061 \leq 1,0$$

\rightarrow VYHOVUJE

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 25,85 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{10,57}{25,85} = 0,41 \leq 1,0$$

\rightarrow VYHOVUJE

4. Ohyb, smyk a osová síla

$$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow \text{účiněk lze zanedbat}$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 693,25 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{y,pl} \cdot f_y = 1,47 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 34,55 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{z,pl} \cdot f_y = 1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 25,85 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot 0,094 = 0,638$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot 0,110 = 0,644$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right)$$

$$= 0,638 \cdot \left(1 + 0,6 \cdot 0,35 \cdot \frac{128,75}{0,97 \cdot 693,25} \right) = 0,646$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 0,638 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{128,75}{0,97 \cdot 693,25} \right) = 0,684$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right)$$

$$= 0,644 \cdot \left(1 + (2 \cdot 0,48 - 0,6) \cdot \frac{128,75}{0,93 \cdot 693,25} \right) = 0,690$$

$$k_{zz} \leq C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,644 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{128,75}{0,93 \cdot 693,25} \right) = 0,824$$

$$k_{yy} = 0,646$$

$$k_{zz} = 0,690$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 0,646 = 0,388$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,690 = 0,414$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{128,75}{0,97 \cdot 693,25} + 0,646 \cdot \frac{1,67 + 0,00}{1,0 \cdot 34,55} + 0,414 \cdot \frac{6,55 + 0,00}{25,85} = 0,33 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{128,75}{0,93 \cdot 693,25} + 0,388 \cdot \frac{1,67 + 0,00}{1,0 \cdot 34,55} + 0,690 \cdot \frac{6,55 + 0,00}{25,85} = 0,39 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

6.3 HORNÍ PÁS

Lineární výpočet, Extrém : Průřez, Systém : Hlavní

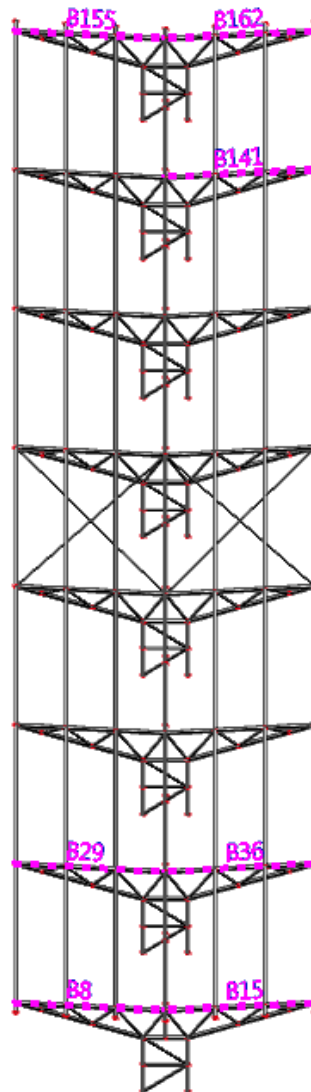
Výběr : Vše

Kombinace : MSU

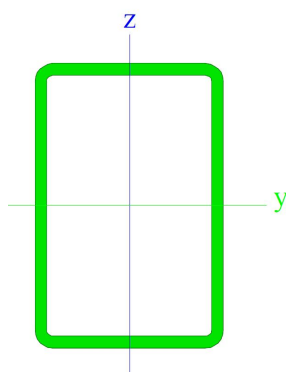
Průřez : HP - RHS150/100/6.3

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B8	MSU/20	6,023	-72,23	1,42	5,03	-0,09	2,44	2,02
B29	MSU/5	4,016	152,21	3,44	-0,20	-0,37	-0,34	-1,97
B36	MSU/5	6,023	151,98	-3,67	-0,81	0,37	-1,35	-5,17
B29	MSU/5	6,023	152,15	3,70	-0,81	-0,37	-1,35	5,20
B8	MSU/21	0,000	-18,79	-0,84	-6,60	-0,77	1,68	1,45
B15	MSU/20	6,023	-56,81	-1,25	6,88	0,04	2,44	-1,85
B141	MSU/6	0,000	50,06	-0,67	0,33	-3,22	-0,61	1,61
B36	MSU/6	0,000	50,06	0,67	0,33	3,22	-0,61	-1,61
B162	MSU/10	0,000	34,87	3,56	0,29	1,69	-0,48	-7,26
B155	MSU/10	0,000	34,91	-3,53	0,29	-1,69	-0,48	7,21

Schema umístění prvků



HORNÍ PÁS



TR OBD 150x100x6,3			
Průřezová charakteristika	Symbol	Hodnota	Jednotky
Jmenovitá výška vnější hrany	h	150	mm
Jmenovitá délka vnější hrany	b	100	mm
Tloušťka stěny	s	6	mm
Vnější rohové zaoblení	r	10	mm
Plocha průřezu	A	2950	mm ²
Smyková plocha	A _y	885	mm ²
Smyková plocha	A _z	1629	mm ²
Plastická smyková plocha	A _{pl,y}	1181	mm ²
Plastická smyková plocha	A _{pl,z}	1811	mm ²
Moment setrvačnosti	I _y	8980000	mm ⁴
Moment setrvačnosti	I _z	4740000	mm ⁴
Poloměr setrvačnosti	i _y	55	mm
Poloměr setrvačnosti	i _z	40	mm
Polární poloměr setrvačnosti	i _p	68	mm
Hmotnost průřezu	G	23	kg/m
Součinitel profilu	A _m /V	163	1/m
Moment tuhosti v kroucení	I _t	9860000	mm ⁴
Průřezový modul v kroucení	W _t	153000	mm ³
Elastický průřezový modul	W _y	120000	mm ³
Elastický průřezový modul	W _z	94800	mm ³
Výsečový průřezový modul	W _w	697941	mm ⁴
Plastický průřezový modul	W _{pl,y}	147000	mm ³
Plastický průřezový modul	W _{pl,z}	110000	mm ³

Klasifikace průřezu

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1,0$$

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

$$s = 6 \text{ mm}$$

$$\frac{b}{s} = \frac{100}{6} = 16,7 \leq 33 \cdot \varepsilon^2 = 33 \cdot 1 = 33$$

→ třída průřezu 1

POSOUZENÍ PRVKU B8

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B8	MSU/20	6,023	-72,23	1,42	5,03	-0,09	2,44	2,02
B8	MSU/21	0,000	-18,79	-0,84	-6,60	-0,77	1,68	1,45

1. Vzpěrný tlak

$$L_{cr,y} = 2,008 \text{ m}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 8,98 \cdot 10^{-6}}{2,008^2} = 4616,02 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{4616,02 \cdot 10^3}} = 0,39$$

$$\alpha = 0,21 \rightarrow \text{křivka a}$$

$$\begin{aligned} \phi_y &= 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = \\ &= 0,5 \cdot [1 + 0,21(0,39 - 0,2) + 0,39^2] = 0,60 \end{aligned}$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,60 + \sqrt{0,60^2 - 0,39^2}} = 0,95$$

$$L_{cr,z} = 6,024 \text{ m}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 4,74 \cdot 10^{-6}}{6,024^2} = 270,72 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{270,72 \cdot 10^3}} = 1,60$$

$$\alpha = 0,21 \rightarrow \text{křivka a}$$

$$\begin{aligned} \phi_z &= 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = \\ &= 0,5 \cdot [1 + 0,21(1,60 - 0,2) + 1,60^2] = 1,93 \end{aligned}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{1,93 + \sqrt{1,93^2 - 1,60^2}} = 0,33$$

$$\chi = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,95; 0,33) = 0,33$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,33 \cdot 2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 228,77 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{72,23}{228,77} = 0,32 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

2. Smyk

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,885 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 120,07 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{1,42}{120,07} = 0,012 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,629 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 221,02 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{6,6}{221,02} = 0,03 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

3. Ohyb

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{1,47 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 34,55 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{2,44}{34,55} = 0,07 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 25,85 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{1,45}{25,85} = 0,06 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

4. Tlak s ohybem

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 693,25 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{y,pl} \cdot f_y = 1,47 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 34,55 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{z,pl} \cdot f_y = 1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 25,85 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 1 = 1,0$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0 = 0,6$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 1,0 \cdot \left(1 + 0,6 \cdot 1,16 \cdot \frac{72,23}{0,56 \cdot 693,25} \right) = 1,129$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 1,0 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{72,23}{0,56 \cdot 693,25} \right) = 1,149$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + (2 \cdot 1,56 - 0,6) \cdot \frac{72,23}{0,33 \cdot 693,25} \right) = 1,077$$

$$k_{zz} \leq C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{72,23}{0,33 \cdot 693,25} \right) = 0,865$$

$$k_{yy} = 1,149$$

$$k_{zz} = 0,865$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 1,149 = 0,689$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,865 = 0,519$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{72,23}{0,56 \cdot 693,25} + 1,149 \cdot \frac{2,44 + 0,00}{1,00 \cdot 34,55} + 0,519 \cdot \frac{2,02 + 0,00}{1,00 \cdot 25,85} = 0,31 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{72,23}{0,33 \cdot 693,25} + 0,689 \cdot \frac{2,44 + 0,00}{1,00 \cdot 34,55} + 0,865 \cdot \frac{2,02 + 0,00}{1,00 \cdot 25,85} = 0,43 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ PRVKU B29

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B29	MSU/5	4,016	152,21	3,44	-0,20	-0,37	-0,34	-1,97
B29	MSU/5	6,023	152,15	3,70	-0,81	-0,37	-1,35	5,20

1. Tah

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 693,25 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{152,21}{693,25} = 0,22 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

2. Smyk

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,885 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 120,07 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{3,70}{120,07} = 0,03 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,629 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 221,02 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{0,81}{221,02} = 0,004 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

3. Ohyb

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,47 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 34,55 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{1,35}{34,55} = 0,04 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 25,85 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{5,20}{25,85} = 0,20 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

4. Tlak s ohybem

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 693,25 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{y,pl} \cdot f_y = 1,47 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 34,55 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{z,pl} \cdot f_y = 1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 25,85 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 1 = 1,0$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0 = 0,6$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 1,0 \cdot \left(1 + 0,6 \cdot 1,16 \cdot \frac{152,21}{\frac{0,56 \cdot 693,25}{1,00}} \right) = 1,273$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 1,0 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{152,21}{\frac{0,56 \cdot 693,25}{1,00}} \right) = 1,314$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + (2 \cdot 1,56 - 0,6) \cdot \frac{152,21}{\frac{0,33 \cdot 693,25}{1,00}} \right) = 1,606$$

$$k_{zz} \leq C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{152,21}{\frac{0,33 \cdot 693,25}{1,00}} \right) = 1,159$$

$$k_{yy} = 1,273$$

$$k_{zz} = 1,159$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 1,273 = 0,764$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 1,159 = 0,695$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = \frac{152,21}{\frac{0,56 \cdot 693,25}{1,00}} + 1,273 \cdot \frac{1,35 + 0,00}{\frac{1,00 \cdot 34,55}{1,00}} + 0,695 \cdot \frac{5,20 + 0,00}{\frac{25,85}{1,00}} = 0,58 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = \frac{152,21}{\frac{0,33 \cdot 693,25}{1,00}} + 0,764 \cdot \frac{1,35 + 0,00}{\frac{1,00 \cdot 34,55}{1,00}} + 1,159 \cdot \frac{5,20 + 0,00}{\frac{25,85}{1,00}} = 0,92 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ PRVKU B36

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B36	MSU/5	6,023	151,98	-3,67	-0,81	0,37	-1,35	-5,17
B36	MSU/6	0,000	50,06	0,67	0,33	3,22	-0,61	-1,61

1. Tah

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 693,25 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{151,98}{693,25} = 0,22 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

2. Smyk

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo} \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,885 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 120,07 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{3,67}{120,07} = 0,03 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,629 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 221,02 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{0,81}{221,02} = 0,004 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

3. Ohyb

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{1,47 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 34,55 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{1,35}{34,55} = 0,04 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 25,85 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{1,61}{25,85} = 0,06 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

4. Tlak s ohybem

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 693,25 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{y,pl} \cdot f_y = 1,47 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 34,55 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{z,pl} \cdot f_y = 1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 25,85 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 1 = 1,0$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0 = 0,6$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 1,0 \cdot \left(1 + 0,6 \cdot 1,16 \cdot \frac{151,98}{0,56 \cdot 693,25} \right) = 1,273$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 1,0 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{151,98}{0,56 \cdot 693,25} \right) = 1,314$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + (2 \cdot 1,56 - 0,6) \cdot \frac{151,98}{0,33 \cdot 693,25} \right) = 1,606$$

$$k_{zz} \leq C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{151,98}{0,33 \cdot 693,25} \right) = 1,159$$

$$k_{yy} = 1,273$$

$$k_{zz} = 1,159$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 1,273 = 0,764$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 1,159 = 0,695$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = \frac{151,98}{0,56 \cdot 693,25} + 1,273 \cdot \frac{1,35 + 0,00}{1,00 \cdot 34,55} + 0,695 \cdot \frac{5,17 + 0,00}{25,85} = 0,57 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = \frac{151,98}{0,33 \cdot 693,25} + 0,764 \cdot \frac{1,35 + 0,00}{1,00 \cdot 34,55} + 1,159 \cdot \frac{5,17 + 0,00}{25,85} = 0,91 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ PRVKU B15

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B15	MSU/20	6,023	-56,81	-1,25	6,88	0,04	2,44	-1,85

1. Vzpěrný tlak

$$L_{cr,y} = 2,008 \text{ m}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 8,98 \cdot 10^{-6}}{2,008^2} = 4616,02 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{4616,02 \cdot 10^3}} = 0,39$$

$$\alpha = 0,21 \rightarrow \text{křivka a}$$

$$\begin{aligned} \phi_y &= 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = \\ &= 0,5 \cdot [1 + 0,21(0,39 - 0,2) + 0,39^2] = 0,60 \end{aligned}$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,60 + \sqrt{0,60^2 - 0,39^2}} = 0,95$$

$$L_{cr,z} = 6,024 \text{ m}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 4,74 \cdot 10^{-6}}{6,024^2} = 270,72 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{270,72 \cdot 10^3}} = 1,60$$

$$\alpha = 0,21 \rightarrow \text{křivka a}$$

$$\begin{aligned} \phi_z &= 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = \\ &= 0,5 \cdot [1 + 0,21(1,60 - 0,2) + 1,60^2] = 1,93 \end{aligned}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{1,93 + \sqrt{1,93^2 - 1,60^2}} = 0,33$$

$$\chi = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,95; 0,33) = 0,33$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,33 \cdot 2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 228,77 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{72,23}{228,77} = 0,32 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

2. Smyk

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,885 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 120,07 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{1,25}{120,07} = 0,01 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,629 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 221,02 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{6,88}{221,02} = 0,03 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

3. Ohyb

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,47 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 34,55 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{2,44}{34,55} = 0,07 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 25,85 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{1,85}{25,85} = 0,07 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

4. Tlak s ohybem

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 693,25 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{y,pl} \cdot f_y = 1,47 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 34,55 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{z,pl} \cdot f_y = 1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 25,85 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 1 = 1,0$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0 = 0,6$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 1,0 \cdot \left(1 + 0,6 \cdot 1,16 \cdot \frac{56,81}{0,56 \cdot 693,25} \right) = 1,102$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 1,0 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{56,81}{0,56 \cdot 693,25} \right) = 1,117$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + (2 \cdot 1,56 - 0,6) \cdot \frac{56,81}{0,33 \cdot 693,25} \right) = 0,975$$

$$k_{zz} \leq C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{56,81}{0,33 \cdot 693,25} \right) = 0,809$$

$$k_{yy} = 1,102$$

$$k_{zz} = 0,809$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 1,102 = 0,661$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,809 = 0,485$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{56,81}{\frac{0,56 \cdot 693,25}{1,00}} + 1,102 \cdot \frac{2,44 + 0,00}{1,00} + 0,485 \cdot \frac{1,85 + 0,00}{\frac{25,85}{1,00}} = 0,26 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} =$$

$$\frac{56,81}{\frac{0,33 \cdot 693,25}{1,00}} + 0,661 \cdot \frac{2,44 + 0,00}{1,00} + 0,809 \cdot \frac{1,85 + 0,00}{\frac{25,85}{1,00}} = 0,25 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ PRVKU B141

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B141	MSU/6	0,000	50,06	-0,67	0,33	-3,22	-0,61	1,61

1. Tah

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 693,25 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{50,06}{693,25} = 0,072 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

2. Smyk

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,885 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 120,07 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{0,67}{120,07} = 0,006 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,629 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 221,02 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{0,33}{221,02} = 0,001 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

3. Ohyb

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,47 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 34,55 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{0,61}{34,55} = 0,018 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 25,85 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{1,61}{25,85} = 0,062 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

4. Tlak s ohybem

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 693,25 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{y,pl} \cdot f_y = 1,47 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 34,55 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{z,pl} \cdot f_y = 1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 25,85 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 1 = 1,0$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0 = 0,6$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 1,0 \cdot \left(1 + 0,6 \cdot 1,16 \cdot \frac{50,06}{0,56 \cdot 693,25} \right) = 1,090$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 1,0 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{50,06}{0,56 \cdot 693,25} \right) = 1,103$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + (2 \cdot 1,56 - 0,6) \cdot \frac{50,06}{0,33 \cdot 693,25} \right) = 0,931$$

$$k_{zz} \leq C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{50,06}{0,33 \cdot 693,25} \right) = 0,784$$

$$k_{yy} = 1,090$$

$$k_{zz} = 0,784$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 1,090 = 0,654$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,784 = 0,470$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = \frac{50,06}{0,56 \cdot 693,25} + 1,090 \cdot \frac{0,61 + 0,00}{1,00 \cdot 34,55} + 0,470 \cdot \frac{1,61 + 0,00}{25,85} = 0,18 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = \frac{50,06}{0,33 \cdot 693,25} + 0,654 \cdot \frac{0,61 + 0,00}{1,00 \cdot 34,55} + 0,784 \cdot \frac{1,61 + 0,00}{25,85} = 0,19 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ PRVKU B162

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B162	MSU/10	0,000	34,87	3,56	0,29	1,69	-0,48	-7,26

1. Tah

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 693,25 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{34,87}{693,25} = 0,05 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

2. Smyk

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo} \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,885 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 120,07 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{3,56}{120,07} = 0,03 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,629 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 221,02 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{0,29}{221,02} = 0,001 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

3. Ohyb

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{ply} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{1,47 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 34,55 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{0,48}{34,55} = 0,014 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{plz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 25,85 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{7,26}{25,85} = 0,28 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

4. Tlak s ohybem

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 693,25 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{y,pl} \cdot f_y = 1,47 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 34,55 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{z,pl} \cdot f_y = 1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 25,85 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 1 = 1,0$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0 = 0,6$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 1,0 \cdot \left(1 + 0,6 \cdot 1,16 \cdot \frac{34,87}{0,56 \cdot 693,25} \right)$$

$$= 1,063$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 1,0 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{34,87}{0,56 \cdot 693,25} \right) = 1,162$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + (2 \cdot 1,56 - 0,6) \cdot \frac{34,87}{0,33 \cdot 693,25} \right) = 0,830$$

$$k_{zz} \leq C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{34,87}{0,33 \cdot 693,25} \right) = 0,728$$

$$k_{yy} = 1,063$$

$$k_{zz} = 0,728$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 1,063 = 0,638$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,728 = 0,437$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{34,87}{0,56 \cdot 693,25} + 1,063 \cdot \frac{0,48 + 0,00}{1,00 \cdot 34,55} + 0,437 \cdot \frac{7,26 + 0,00}{25,85} = 0,23 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{34,87}{0,33 \cdot 693,25} + 0,638 \cdot \frac{0,48 + 0,00}{1,00 \cdot 34,55} + 0,728 \cdot \frac{7,26 + 0,00}{25,85} = 0,30 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ PRVKU B155

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B155	MSU/10	0,000	34,91	-3,53	0,29	-1,69	-0,48	7,21

1. Tah

$$N_{pl,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 693,25 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{34,91}{693,25} = 0,05 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

2. Smyk

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,885 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 120,07 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{3,53}{120,07} = 0,03 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,629 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 221,02 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{0,29}{221,02} = 0,001 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

3. Ohyb

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{1,47 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 34,55 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{0,48}{34,55} = 0,014 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 25,85 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{7,21}{25,85} = 0,28 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

4. Tlak s ohybem

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 693,25 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{y,pl} \cdot f_y = 1,47 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 34,55 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{z,pl} \cdot f_y = 1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 25,85 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 1 = 1,0$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0 = 0,6$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 1,0 \cdot \left(1 + 0,6 \cdot 1,16 \cdot \frac{34,91}{0,56 \cdot 693,25} \right) = 1,063$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 1,0 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{34,91}{0,56 \cdot 693,25} \right) = 1,162$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + (2 \cdot 1,56 - 0,6) \cdot \frac{34,91}{0,33 \cdot 693,25} \right) = 0,830$$

$$k_{zz} \leq C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{34,91}{0,33 \cdot 693,25} \right) = 0,728$$

$$k_{yy} = 1,063$$

$$k_{zz} = 0,728$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 1,063 = 0,638$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,728 = 0,437$$

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{yy} \cdot \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{yz} \cdot \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}}}{\gamma_{M1}} =$$

$$\frac{34,91}{\frac{0,56 \cdot 693,25}{1,00}} + 1,063 \cdot \frac{0,48 + 0,00}{\frac{1,00 \cdot 34,55}{1,00}} + 0,437 \cdot \frac{7,21 + 0,00}{\frac{25,85}{1,00}} = 0,23 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{zy} \cdot \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{zz} \cdot \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}}}{\gamma_{M1}} =$$

$$\frac{34,91}{\frac{0,33 \cdot 693,25}{1,00}} + 0,638 \cdot \frac{0,48 + 0,00}{\frac{1,00 \cdot 34,55}{1,00}} + 0,728 \cdot \frac{7,21 + 0,00}{\frac{25,85}{1,00}} = 0,30 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

6.4 VÝPLŇOVÉ PRUTY

Lineární výpočet, Extrém : Průřez, Systém : Hlavní

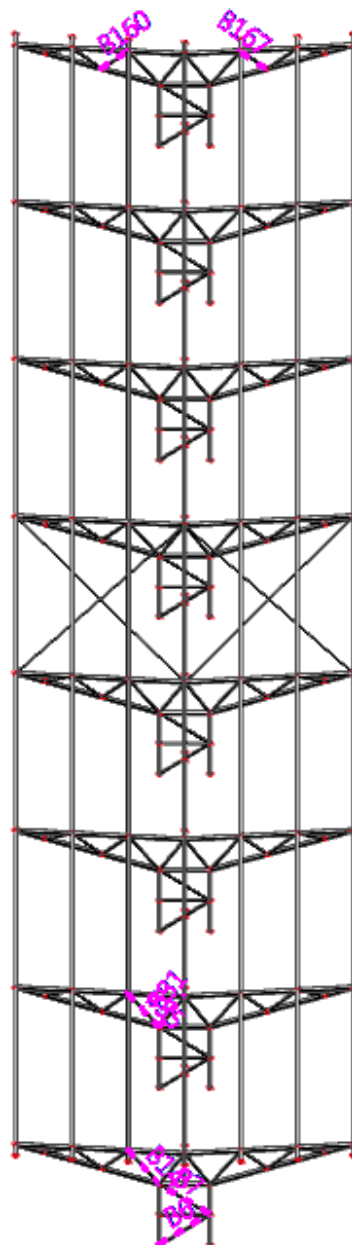
Výběr : Vše

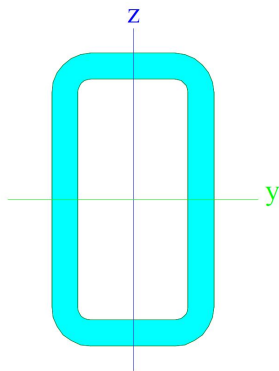
Kombinace : MSU

Průřez : DIAGONALA - RHS90/50/8.0

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ve</i>								
B35	MSU/6	2,262	-68,39	0,00	-0,11	0,86	0,00	0,00
B31	MSU/22	2,012	50,48	0,00	-0,13	-0,31	0,00	0,00
B6	MSU/23	0,000	0,51	-0,16	0,18	-0,02	0,00	0,00
B6	MSU/17	2,546	0,60	0,16	-0,18	-0,02	0,00	0,00
B6	MSU/13	2,546	16,05	0,00	-0,29	-0,04	0,00	0,00
B6	MSU/8	0,000	15,92	0,00	0,29	-0,01	0,00	0,00
B160	MSU/10	0,000	11,28	-0,09	0,09	-3,35	0,00	0,00
B167	MSU/10	0,000	11,13	0,09	0,09	3,35	0,00	0,00
B14	MSU/24	1,131	6,09	0,00	0,00	0,12	-0,02	0,00
B6	MSU/25	1,273	15,72	0,00	0,00	-0,01	0,19	0,00
B6	MSU/26	1,273	0,52	0,00	0,00	-0,01	0,11	-0,10
B7	MSU/17	1,273	0,26	0,00	0,00	0,12	0,11	0,10

Schema umístění prvků





TR OBD 90x50x8,0			
Průřezová charakteristika	Symbol	Hodnota	Jednotky
Jmenovitá výška vnější hrany	h	90	mm
Jmenovitá délka vnější hrany	b	50	mm
Tloušťka stěny	s	8	mm
Vnější rohové zaoblení	r	12	mm
Plocha průřezu	A	1920	mm ²
Smyková plocha	A _y	475	mm ²
Smyková plocha	A _z	1206	mm ²
Plastická smyková plocha	A _{pl,y}	672	mm ²
Plastická smyková plocha	A _{pl,z}	1312	mm ²
Moment setrvačnosti	I _y	1740000	mm ⁴
Moment setrvačnosti	I _z	646000	mm ⁴
Poloměr setrvačnosti	i _y	30	mm
Poloměr setrvačnosti	i _z	18	mm
Polární poloměr setrvačnosti	i _p	35	mm
Hmotnost průřezu	G	15	kg/m
Součinitel profilu	A _m /V	135	1/m
Moment tuhosti v kroucení	I _t	1600000	mm ⁴
Průřezový modul v kroucení	W _t	43210	mm ³
Elastický průřezový modul	W _y	38600	mm ³
Elastický průřezový modul	W _z	25800	mm ³
Výsečový průřezový modul	W _w	183042	mm ⁴
Plastický průřezový modul	W _{pl,y}	51400	mm ³
Plastický průřezový modul	W _{pl,z}	32900	mm ³

Klasifikace průřezu

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1,0$$

$$b = 50 \text{ mm}$$

$$s = 8 \text{ mm}$$

$$\frac{b}{s} = \frac{50}{8} = 6,25 \leq 33 \cdot \varepsilon^2 = 33 \cdot 1 = 33$$

→ třída průřezu 1

POSOUZENÍ PRVKU B35

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B35	MSU/6	2,262	-68,39	0,00	-0,11	0,86	0,00	0,00

1. Vzpěrný tlak

$$L_{cr,y} = 2,262 \text{ m}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 1,74 \cdot 10^{-6}}{2,262^2} = 704,83 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{1,92 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{704,83 \cdot 10^3}} = 0,80$$

$$\alpha = 0,21 \rightarrow \text{křivka a}$$

$$\begin{aligned} \phi_y &= 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = \\ &= 0,5 \cdot [1 + 0,21(0,8 - 0,2) + 0,8^2] = 0,88 \end{aligned}$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,88 + \sqrt{0,88^2 - 0,8^2}} = 0,796$$

$$L_{cr,z} = 2,262 \text{ m}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 0,646 \cdot 10^{-6}}{2,262^2} = 261,68 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{1,92 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{261,68 \cdot 10^3}} = 1,31$$

$$\alpha = 0,21 \rightarrow \text{křivka a}$$

$$\begin{aligned} \phi_z &= 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = \\ &= 0,5 \cdot [1 + 0,21(1,31 - 0,2) + 1,31^2] = 1,48 \end{aligned}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{1,48 + \sqrt{1,48^2 - 1,31^2}} = 0,46$$

$$\chi = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,796; 0,46) = 0,46$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,46 \cdot 1,92 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 207,55 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{68,39}{580,50} = 0,33 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

2. Smyk

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,206 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 163,63 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{0,11}{163,63} = 0,0007 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ PRVKU B31

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B31	MSU/22	2,012	50,48	0,00	-0,13	-0,31	0,00	0,00

1. Tah

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{1,92 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 451,2 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{50,48}{451,2} = 0,11 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

2. Smyk

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,206 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 163,63 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{0,13}{163,63} = 0,0008 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ PRVKU B6

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B6	MSU/23	0,000	0,51	-0,16	0,18	-0,02	0,00	0,00
B6	MSU/17	2,546	0,60	0,16	0,18	-0,02	0,00	0,00
B6	MSU/13	2,546	16,05	0,00	-0,29	-0,04	0,00	0,00
B6	MSU/8	0,000	15,92	0,00	0,29	-0,01	0,00	0,00
B6	MSU/25	1,273	15,72	0,00	0,00	-0,01	0,19	0,00
B6	MSU/26	1,273	0,52	0,00	0,00	-0,01	0,11	-0,10

1. Tah

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{1,92 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 451,2 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{16,05}{451,2} = 0,04 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

2. Smyk

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo} \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,475 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 64,45 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{0,16}{64,45} = 0,003 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,206 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 163,63 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{0,29}{163,63} = 0,002 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

3. Ohyb

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{5,14 \cdot 10^{-5} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 12,08 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{0,19}{12,08} = 0,015 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{3,29 \cdot 10^{-5} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 7,73 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{0,10}{7,73} = 0,013 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ PRVKU B160

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B160	MSU/10	0,000	11,28	-0,09	0,09	-3,35	0,00	0,00

1. Tah

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{1,92 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 451,2 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{11,28}{451,2} = 0,025 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

2. Smyk

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo} \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,475 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 64,45 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{0,09}{64,45} = 0,0014 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,206 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 163,63 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{0,09}{163,63} = 0,0006 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ PRVKU B167

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B167	MSU/10	0,000	11,13	0,09	0,09	3,35	0,00	0,00

1. Tah

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{1,92 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 451,2 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{11,13}{451,2} = 0,025 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

2. Smyk

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo} \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,475 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 64,45 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{0,09}{64,45} = 0,0014 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,206 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 163,63 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{0,09}{163,63} = 0,0006 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ PRVKU B14

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B14	MSU/24	1,131	6,09	0,00	0,00	0,12	-0,02	0,00

1. Tah

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{1,92 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 451,2 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{6,09}{451,2} = 0,013 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

2. Ohyb

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{5,14 \cdot 10^{-5} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 12,79 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{0,02}{12,79} = 0,0016 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ PRVKU B7

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B7	MSU/17	1,273	0,26	0,00	0,00	0,12	0,11	0,10

1. Tah

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{1,92 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 451,2 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{0,26}{451,2} = 0,0006 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

2. Ohyb

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{5,14 \cdot 10^{-5} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 12,79 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{0,11}{12,79} = 0,0086 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,206 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 163,63 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{0,10}{163,63} = 0,00078 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

6.5 HLAVNÍ PÁS STOJKY

Lineární výpočet, Extrém : Průřez, Systém : Hlavní

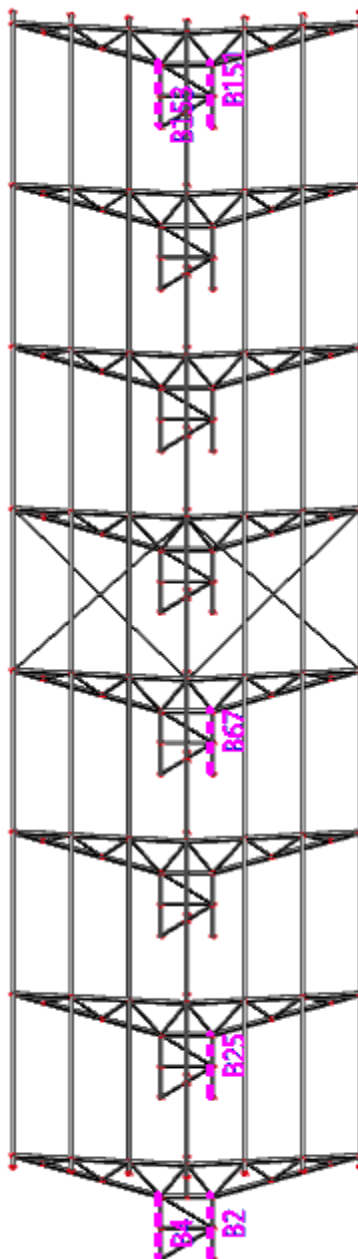
Výběr : Vše

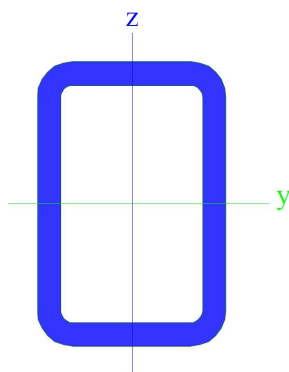
Kombinace : MSU

Průřez : RAM - RHS150/100/12.5

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
<i>*Studentská verze³ *Studentská verze³ *Studentská verze³ *Studentská verze³ *Studentská verze³ *Studentská verze³ *Studentská verze³</i>								
B67	MSU/27	0,000	-166,64	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00
B4	MSU/21	0,000	72,70	-0,10	-2,50	0,02	0,17	0,28
B25	MSU/5	1,800	-118,62	-1,41	4,83	-0,46	-6,61	0,96
B25	MSU/28	1,800	14,14	0,65	-0,42	0,08	-0,35	-0,37
B153	MSU/7	3,600	-76,38	0,06	-7,50	0,19	-25,29	0,00
B151	MSU/18	0,000	-77,22	0,24	7,81	0,00	-25,48	0,00
B151	MSU/10	1,800	-63,89	-0,75	6,96	-0,59	-11,85	0,51
B2	MSU/6	1,800	-74,46	-0,80	-1,23	0,21	-0,97	0,54
B151	MSU/6	3,600	-73,44	-0,80	1,23	-0,21	3,18	-0,90
B25	MSU/19	3,600	-154,66	-1,29	4,66	-0,42	1,74	-1,61
B25	MSU/5	1,800	-120,12	0,53	5,09	0,00	-6,47	0,96

Schema umístění prvků





TR OBD 150x100x12,5			
Průřezová charakteristika	Symbol	Hodnota	Jednotky
Jmenovitá výška vnější hrany	h	150	mm
Jmenovitá délka vnější hrany	b	100	mm
Tloušťka stěny	s	13	mm
Vnější rohové zaoblení	r	19	mm
Plocha průřezu	A	5460	mm ²
Smyková plocha	A _y	1655	mm ²
Smyková plocha	A _z	3115	mm ²
Plastická smyková plocha	A _{pl,y}	2188	mm ²
Plastická smyková plocha	A _{pl,z}	3438	mm ²
Moment setrvačnosti	I _y	14880000	mm ⁴
Moment setrvačnosti	I _z	7630000	mm ⁴
Poloměr setrvačnosti	i _y	52	mm
Poloměr setrvačnosti	i _z	37	mm
Polární poloměr setrvačnosti	i _p	64	mm
Hmotnost průřezu	G	43	kg/m
Součinitel profilu	A _m /V	86	1/m
Moment tuhosti v kroucení	I _t	16790000	mm ⁴
Průřezový modul v kroucení	W _t	246000	mm ³
Elastický průřezový modul	W _y	198000	mm ³
Elastický průřezový modul	W _z	152600	mm ³
Výsečový průřezový modul	W _w	1233150	mm ⁴
Plastický průřezový modul	W _{pl,y}	256000	mm ³
Plastický průřezový modul	W _{pl,z}	190000	mm ³

Klasifikace průřezu

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1,0$$

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

$$s = 8 \text{ mm}$$

$$\frac{b}{s} = \frac{100}{8} = 12,5 \leq 33 \cdot \varepsilon^2 = 33 \cdot 1 = 33$$

→ třída průřezu 1

POSOUZENÍ PRVKU B67

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B67	MSU/27	0,000	-166,64	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00

1. Vzpěrný tlak

$$L_{cr,y} = 1,8 \text{ m}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 1,087 \cdot 10^{-5}}{1,8^2} = 6953,50 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{3,58 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{6953,50 \cdot 10^3}} = 0,35$$

$\alpha = 0,21 \rightarrow$ křivka a

$$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21(0,35 - 0,2) + 0,35^2] = 0,58$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,58 + \sqrt{0,58^2 - 0,35^2}} = 0,96$$

$$L_{cr,z} = 7,2 \text{ m}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 5,69 \cdot 10^{-6}}{7,2^2} = 227,50 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{3,58 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{227,50 \cdot 10^3}} = 1,92$$

$\alpha = 0,21 \rightarrow$ křivka a

$$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21(1,92 - 0,2) + 1,92^2] = 2,52$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{2,52 + \sqrt{2,52^2 - 1,92^2}} = 0,24$$

$$\chi = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,96; 0,24) = 0,24$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,24 \cdot 3,58 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 201,91 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{166,64}{201,91} = 0,83 \leq 1,0$$

\rightarrow VYHOVUJE

2. Smyk

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{2,048 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 277,87 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{0,35}{277,87} = 0,001 \leq 1,0$$

\rightarrow VYHOVUJE

POSOUZENÍ PRVKU B4

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B4	MSU/21	0,000	72,70	-0,10	-2,50	0,02	0,17	0,28

1. Tah

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{5,46 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 1283,31 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{72,70}{1283,31} = 0,06 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

2. Smyk

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,655 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 224,55 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{0,10}{224,55} = 0,0004 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo} \cdot \sqrt{3}} = \frac{3,115 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 422,63 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{2,5}{422,63} = 0,006 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

3. Ohyb

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{2,56 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 60,16 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{0,17}{60,16} = 0,003 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{1,9 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 44,65 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{0,28}{44,65} = 0,006 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

4. Ohyb, smyk a osová síla

$$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow \text{účinek lze zanedbat}$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 5,46 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 1283,10 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{y,pl} \cdot f_y = 2,56 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 60,16 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{z,pl} \cdot f_y = 1,9 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 44,65 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot 0,218 = 0,687$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot 0 = 0,6$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right)$$

$$= 0,687 \cdot \left(1 + 0,6 \cdot 0,35 \cdot \frac{72,70}{0,96 \cdot 1283,10} \right) = 0,70$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 0,687 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{72,70}{0,96 \cdot 1283,10} \right) = 0,72$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right)$$

$$= 0,6 \cdot \left(1 + (2 \cdot 1,92 - 0,6) \cdot \frac{72,70}{0,24 \cdot 1283,10} \right) = 1,06$$

$$k_{zz} \leq C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{72,70}{0,24 \cdot 1283,10} \right) = 0,79$$

$$k_{yy} = 0,70$$

$$k_{zz} = 1,06$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 0,70 = 0,42$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 1,06 = 0,636$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{72,70}{0,96 \cdot 1283,10} + 0,70 \cdot \frac{0,17 + 0,00}{1,0 \cdot 60,16} + 0,636 \cdot \frac{0,28 + 0,00}{44,65} = 0,06 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{72,70}{0,24 \cdot 1283,10} + 0,42 \cdot \frac{0,17 + 0,00}{1,0 \cdot 60,16} + 1,06 \cdot \frac{0,28 + 0,00}{44,65} = 0,24 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ PRVKU B25

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B25	MSU/5	1,800	-118,62	-1,41	4,83	-0,46	-6,61	0,96
B25	MSU/28	1,800	14,14	0,65	-0,42	0,08	-0,35	-0,37
B25	MSU/6	1,800	-74,46	-0,80	-1,23	0,21	-0,97	0,54
B25	MSU/19	3,600	-154,66	-1,29	4,66	-0,42	1,74	-1,61
B25	MSU/5	1,800	-120,12	0,53	5,09	0,00	-6,47	0,96

1. Vzpěrný tlak

$$L_{cr,y} = 1,8 \text{ m}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 1,087 \cdot 10^{-5}}{1,8^2} = 6953,50 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{3,58 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{6953,50 \cdot 10^3}} = 0,35$$

$$\alpha = 0,21 \rightarrow \text{křivka a}$$

$$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21(0,35 - 0,2) + 0,35^2] = 0,58$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,58 + \sqrt{0,58^2 - 0,35^2}} = 0,96$$

$$L_{cr,z} = 7,2 \text{ m}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 5,69 \cdot 10^{-6}}{7,2^2} = 227,50 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{3,58 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{227,50 \cdot 10^3}} = 1,92$$

$$\alpha = 0,21 \rightarrow \text{křivka a}$$

$$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21(1,92 - 0,2) + 1,92^2] = 2,52$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{2,52 + \sqrt{2,52^2 - 1,92^2}} = 0,24$$

$$\chi = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,96; 0,24) = 0,24$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,24 \cdot 3,58 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 201,91 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{154,66}{201,91} = 0,77 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

2. Smyk

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,655 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 224,55 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{1,29}{224,55} = 0,006 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{3,115 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 422,63 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{4,66}{422,63} = 0,011 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

3. Ohyb

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{2,56 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 60,16 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{1,74}{60,16} = 0,03 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{1,9 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 44,65 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{1,61}{44,65} = 0,04 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

4. Ohyb, smyk a osová síla

$$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow \text{účiněk lze zanedbat}$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 5,46 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 1283,10 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{y,pl} \cdot f_y = 2,56 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 60,16 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{z,pl} \cdot f_y = 1,9 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 44,65 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot 0,059 = 0,624$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot 0 = 0,6$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right)$$

$$= 0,624 \cdot \left(1 + 0,6 \cdot 0,71 \cdot \frac{154,66}{0,85 \cdot 1283,10} \right) = 0,662$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 0,624 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{154,66}{0,85 \cdot 1283,10} \right)$$

$$= 0,695$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right)$$

$$= 0,6 \cdot \left(1 + (2 \cdot 0,96 - 0,6) \cdot \frac{154,66}{0,69 \cdot 1283,10} \right) = 0,738$$

$$k_{zz} \leq C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{154,66}{0,69 \cdot 1283,10} \right) = 0,477$$

$$k_{yy} = 0,662$$

$$k_{zz} = 0,738$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 0,662 = 0,397$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,738 = 0,443$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{154,66}{0,85 \cdot 1283,10} + 0,662 \cdot \frac{1,74 + 0,00}{1,0 \cdot 60,16} + 0,443 \cdot \frac{1,61 + 0,00}{44,65} = 0,18 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{154,66}{0,69 \cdot 1283,10} + 0,397 \cdot \frac{1,74 + 0,00}{1,0 \cdot 60,16} + 0,477 \cdot \frac{1,61 + 0,00}{44,65} = 0,20 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ PRVKU B153

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B153	MSU/7	3,600	-76,38	0,06	-7,50	0,19	-25,29	0,00

1. Vzpěrný tlak

$$L_{cr,y} = 1,8 \text{ m}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 1,087 \cdot 10^{-5}}{1,8^2} = 6953,50 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{3,58 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{6953,50 \cdot 10^3}} = 0,35$$

$$\alpha = 0,21 \rightarrow \text{křivka a}$$

$$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] =$$

$$0,5 \cdot [1 + 0,21(0,35 - 0,2) + 0,35^2] = 0,58$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,58 + \sqrt{0,58^2 - 0,35^2}} = 0,96$$

$$L_{cr,z} = 7,2 \text{ m}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 5,69 \cdot 10^{-6}}{7,2^2} = 227,50 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{3,58 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{227,50 \cdot 10^3}} = 1,92$$

$$\alpha = 0,21 \rightarrow \text{křivka a}$$

$$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] =$$

$$0,5 \cdot [1 + 0,21(1,92 - 0,2) + 1,92^2] = 2,52$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{2,52 + \sqrt{2,52^2 - 1,92^2}} = 0,24$$

$$\chi = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,96; 0,24) = 0,24$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,24 \cdot 3,58 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 201,91 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{76,38}{201,91} = 0,38 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

2. Smyk

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,655 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 224,55 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{0,06}{224,55} = 0,0003 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{3,115 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 422,63 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{7,50}{422,63} = 0,02 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

3. Ohyb

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{2,56 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 60,16 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{25,29}{60,16} = 0,42 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

4. Ohyb, smyk a osová síla

$$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow \text{účinek lze zanedbat}$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 5,46 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 1283,10 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{y,pl} \cdot f_y = 2,56 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 60,16 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{z,pl} \cdot f_y = 1,9 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 44,65 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot 0,059 = 0,624$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot 0 = 0,6$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right)$$

$$= 0,624 \cdot \left(1 + 0,6 \cdot 0,71 \cdot \frac{76,38}{0,85 \cdot 1283,10} \right) = 0,643$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 0,624 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{76,38}{0,85 \cdot 1283,10} \right) = 0,659$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + (2 \cdot 0,96 - 0,6) \cdot \frac{76,38}{0,69 \cdot 1283,10} \right) = 0,668$$

$$k_{zz} \leq C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{76,68}{0,69 \cdot 1283,10} \right) = 0,673$$

$$k_{yy} = 0,643$$

$$k_{zz} = 0,668$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 0,643 = 0,386$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,668 = 0,401$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = \frac{76,38}{0,85 \cdot 1283,10} + 0,643 \cdot \frac{25,29 + 0,00}{1,0 \cdot 60,16} + 0,401 \cdot \frac{0 + 0,00}{44,65} = 0,34 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = \frac{76,38}{0,69 \cdot 1283,10} + 0,397 \cdot \frac{25,29 + 0,00}{1,0 \cdot 60,16} + 0,477 \cdot \frac{0 + 0,00}{44,65} = 0,24 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ PRVKU B151

Prvek	Stav	dx	N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
		m	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
B151	MSU/18	0,000	-77,22	0,24	7,81	0,00	-25,48	0,00
B151	MSU/10	1,800	-63,89	-0,75	6,96	-0,59	-11,85	0,51
B151	MSU/6	3,600	-73,44	-0,80	1,23	-0,21	3,18	-0,90

1. Vzpěrný tlak

$$L_{cr,y} = 1,8 \text{ m}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 1,087 \cdot 10^{-5}}{1,8^2} = 6953,50 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{3,58 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{6953,50 \cdot 10^3}} = 0,35$$

$\alpha = 0,21 \rightarrow$ křivka a

$$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] =$$

$$0,5 \cdot [1 + 0,21(0,35 - 0,2) + 0,35^2] = 0,58$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,58 + \sqrt{0,58^2 - 0,35^2}} = 0,96$$

$$L_{cr,z} = 7,2 \text{ m}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 5,69 \cdot 10^{-6}}{7,2^2} = 227,50 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{3,58 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{227,50 \cdot 10^3}} = 1,92$$

$\alpha = 0,21 \rightarrow$ křivka a

$$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] =$$

$$0,5 \cdot [1 + 0,21(1,92 - 0,2) + 1,92^2] = 2,52$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{2,52 + \sqrt{2,52^2 - 1,92^2}} = 0,24$$

$$\chi = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,96; 0,24) = 0,24$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,24 \cdot 3,58 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 201,91 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{77,22}{201,91} = 0,38 \leq 1,0$$

\rightarrow VYHOVUJE

2. Smyk

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,106 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 150,06 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{0,24}{150,06} = 0,002 \leq 1,0$$

\rightarrow VYHOVUJE

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{2,048 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 277,87 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{7,81}{277,87} = 0,03 \leq 1,0$$

\rightarrow VYHOVUJE

3. Ohyb

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,45 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 34,08 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{25,48}{60,16} = 0,42 \leq 1,0$$

\rightarrow VYHOVUJE

4. Ohyb, smyk a osová síla

$$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow \text{účiněk lze zanedbat}$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 5,46 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 1283,10 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{y,pl} \cdot f_y = 2,56 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 60,16 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{z,pl} \cdot f_y = 1,9 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 44,65 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot 0,059 = 0,624$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot 0 = 0,6$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right)$$

$$= 0,624 \cdot \left(1 + 0,6 \cdot 0,71 \cdot \frac{77,22}{0,85 \cdot 1283,10} \right) = 0,643$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) = 0,624 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{77,22}{0,85 \cdot 1283,10} \right)$$

$$= 0,659$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right)$$

$$= 0,6 \cdot \left(1 + (2 \cdot 0,96 - 0,6) \cdot \frac{77,22}{0,69 \cdot 1283,10} \right) = 0,669$$

$$k_{zz} \leq C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{77,22}{0,69 \cdot 1283,10} \right) = 0,673$$

$$k_{yy} = 0,643$$

$$k_{zz} = 0,669$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 0,643 = 0,386$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,669 = 0,401$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{77,22}{0,85 \cdot 1283,10} + 0,643 \cdot \frac{25,48 + 0,00}{1,0 \cdot 60,16} + 0,401 \cdot \frac{0 + 0,00}{44,65} = 0,34 \leq 1,00$$

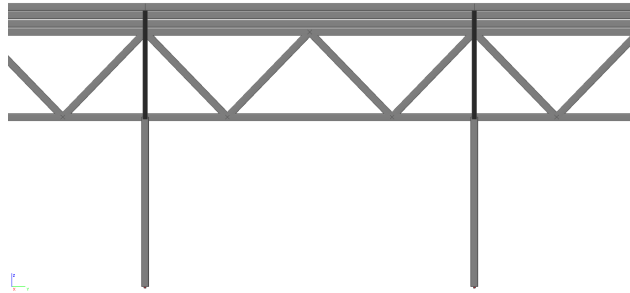
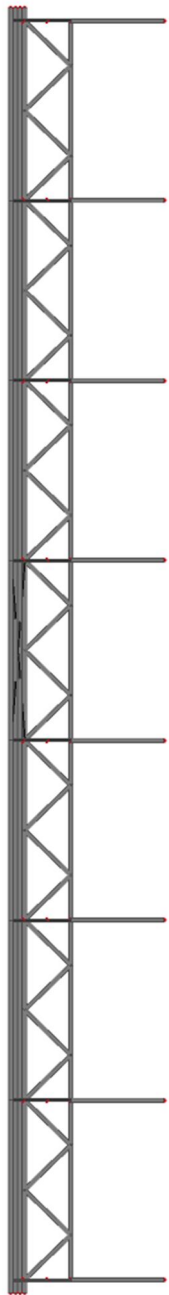
$$\rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} =$$

$$\frac{77,22}{0,69 \cdot 1283,10} + 0,386 \cdot \frac{25,48 + 0,00}{1,0 \cdot 60,16} + 0,669 \cdot \frac{0 + 0,00}{44,65} = 0,23 \leq 1,00$$

$$\rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

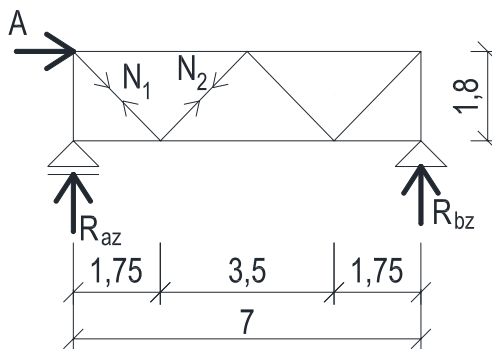
6.6 PODÉLNÉ ZTUŽIDLO



PODÉLNÉ ZTUŽIDLO

TR OBD 90x50x8,0			
Průřezová charakteristika	Symbol	Hodnota	Jednotky
Jmenovitá výška vnější hrany	h	90	mm
Jmenovitá délka vnější hrany	b	50	mm
Tloušťka stěny	s	8	mm
Plocha průřezu	A	1920	mm ²

Ruční výpočet vnitřních sil

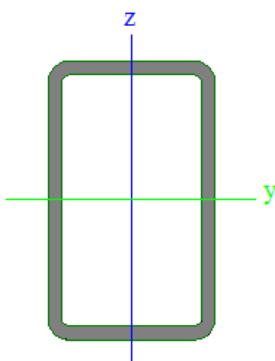


Výpočet maximální síly na jedno podélné ztužidlo vyvozené podélným větrem.

$$\begin{aligned} \text{třecí síla} & \quad b \cdot d \cdot f_{fr} = 12 \cdot 7 \cdot 0,0252 \text{ kN/m}^2 = 2,12 \text{ kN} \\ \text{síly na pruty} & \quad \text{HP} = 140,81 \cdot \sum l_{HP} = 140,81 \cdot 12,046 = 1,70 \text{ kN} \\ & \quad \text{DP} = 140,81 \cdot \sum l_{DP} = 140,81 \cdot 13,014 = 1,83 \text{ kN} \\ & \quad \text{D} = 83,48 \cdot \sum l_D = 83,48 \cdot 23,528 = 1,96 \text{ kN} \\ & \quad \text{S} = 140,81 \cdot \sum l_S = 140,81 \cdot 7,2 = 1,01 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$A = \text{HP} + \text{DP} + \text{D} + \text{S} + \text{tř. síla} / 7 =$$

$$A = 1,70 + 1,83 + 1,96 + 1,01 + 2,12 / 7 = 6,81 \text{ kN}$$



Výpočet reakcí:

$$\begin{aligned}\Sigma F_x = 0: & \quad A - R_{bx} = 0 \\ & \quad R_{bx} = A = 6,81 \text{ kN} \\ \Sigma M_a = 0: & \quad A \cdot 1,8 - R_{bz} \cdot 7 = 0 \\ & \quad R_{bz} = (A \cdot 1,8) / 7 = (6,81 \cdot 1,8) / 7 = 1,75 \text{ kN} \\ \Sigma F_z = 0: & \quad R_{az} + R_{bz} = 0 \\ & \quad R_{az} = -R_{bz} = -1,75 \text{ kN}\end{aligned}$$

Výpočet síly ve ztužidle:

$$\begin{aligned}\text{tg}(\alpha) &= 1,75/1,8 \\ \alpha &= 44,2^\circ \\ \Sigma F_x = 0: & \quad N_3 = -R_{az} = 1,75 \text{ kN} \\ \Sigma F_z = 0: & \quad N_3 = N_{1z} \\ & \quad N_{1z} = \cos(\alpha) \cdot N_1 \\ & \quad N_1 = N_{1z} / \cos(\alpha) = -1,75 / \cos(44,2^\circ) = -2,44 \text{ kN} \\ & \quad \rightarrow N_2 = 2,44 \text{ kN}\end{aligned}$$

Klasifikace průřezu

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1,0 \\ b &= 50 \text{ mm} \\ s &= 8 \text{ mm} \\ \frac{b}{s} &= \frac{50}{8} = 6,25 \leq 33 \cdot \varepsilon^2 = 33 \cdot 1 = 33 \\ & \rightarrow \text{třída průřezu 1}\end{aligned}$$

POSOUZENÍ ZTUŽIDLA

Vzpěrný tlak

$$\begin{aligned}L_{cr,y} &= 2,51 \text{ m} \\ N_{cr,y} &= \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 1,74 \cdot 10^{-6}}{2,51^2} = 572,13 \text{ kN} \\ \bar{\lambda}_y &= \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{1,92 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{572,13 \cdot 10^3}} = 0,89 \\ \alpha &= 0,21 \rightarrow \text{křivka a} \\ \phi_y &= 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = \\ & \quad 0,5 \cdot [1 + 0,21(0,89 - 0,2) + 0,89^2] = 0,96 \\ \chi_y &= \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,96 + \sqrt{0,96^2 - 0,89^2}} = 0,758\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_{cr,z} &= 2,51 \text{ m} \\ N_{cr,z} &= \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 0,646 \cdot 10^{-6}}{2,51^2} = 212,52 \text{ kN} \\ \bar{\lambda}_z &= \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{1,92 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{212,52 \cdot 10^3}} = 1,46\end{aligned}$$

$\alpha = 0,21 \rightarrow$ křivka a

$$\begin{aligned}\phi_z &= 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = \\ &= 0,5 \cdot [1 + 0,21(1,46 - 0,2) + 1,46^2] = 1,69 \\ \chi_z &= \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{1,69 + \sqrt{1,69^2 - 1,46^2}} = 0,39\end{aligned}$$

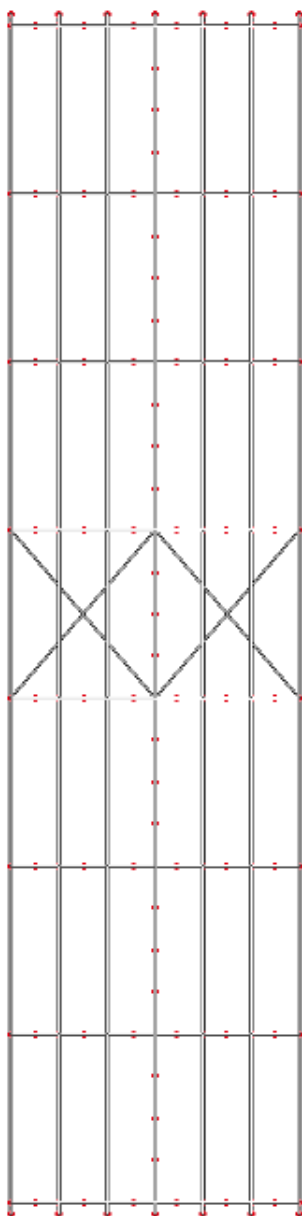
$$\chi = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,89; 0,39) = 0,39$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,39 \cdot 1,92 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 175,97 \text{ kN}$$

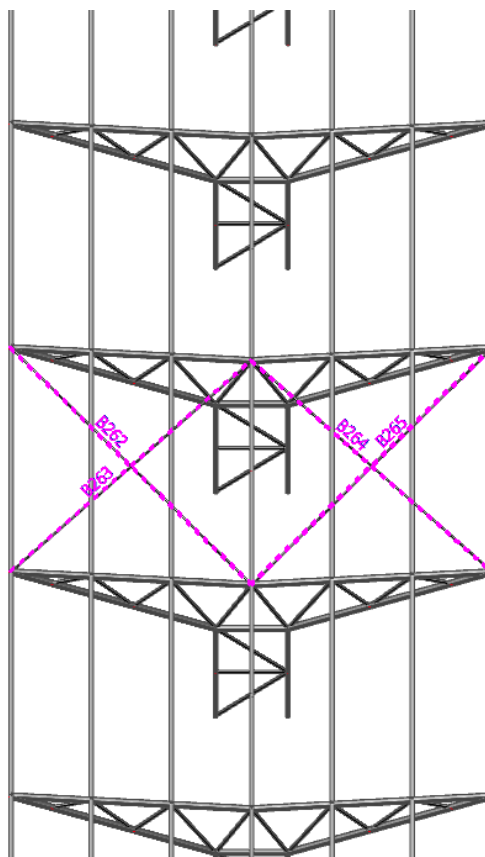
$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{2,44}{175,97} = 0,01 \leq 1,0$$

\rightarrow VYHOVUJE

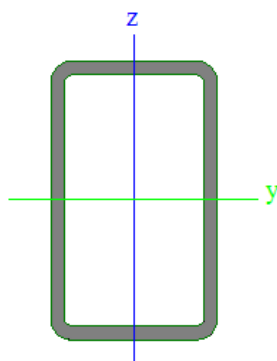
6.7 PŘÍČNÉ ZTUŽIDLO



Schema umístění prvků

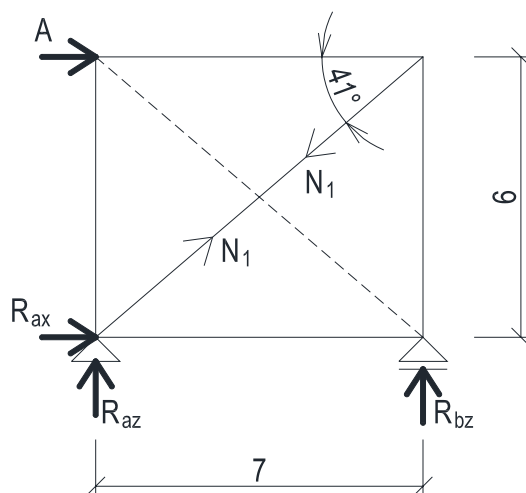


PODÉLNÉ ZTUŽIDLO



TR OBD 40x35x2,0			
Průřezová charakteristika	Symbol	Hodnota	Jednotky
Jmenovitá výška vnější hrany	h	40	mm
Jmenovitá délka vnější hrany	b	35	mm
Tloušťka stěny	s	2	mm
Plocha průřezu	A	274	mm ²

Ruční výpočet vnitřních sil



Výpočet maximální síly na jedno ztužidlo vyvozené podélným větrem.

třecí síla	$b \cdot d \cdot f_{fr} = 12 \cdot 7 \cdot 0,0252 \text{ kN/m}^2 = 2,12 \text{ kN}$
síly na pruty	$HP = 140,81 \cdot \sum l_{HP} = 140,81 \cdot 12,046 = 1,70 \text{ kN}$
	$DP = 140,81 \cdot \sum l_{DP} = 140,81 \cdot 13,014 = 1,83 \text{ kN}$
	$D = 83,48 \cdot \sum l_D = 83,48 \cdot 23,528 = 1,96 \text{ kN}$
	$S = 140,81 \cdot \sum l_S = 140,81 \cdot 7,2 = 1,01 \text{ kN}$

$$A = 8 \cdot (HP + DP + D + S) + \text{tř. síla} / 2 =$$

$$A = 8 \cdot (1,70 + 1,83 + 1,96 + 1,01) + 2,12 / 2 = 27,06 \text{ kN}$$

Výpočet reakcí:

$$\sum F_x = 0: \quad A - R_{ax} = 0$$

$$R_{ax} = A = 27,06 \text{ kN}$$

$$\sum M_a = 0: \quad A \cdot 6 - R_{bz} \cdot 7 = 0$$

$$R_{bz} = (A \cdot 6) / 7 = (27,06 \cdot 6) / 7 = 23,19 \text{ kN}$$

$$\sum F_z = 0: \quad R_{az} + R_{bz} = 0$$

$$R_{az} = -R_{bz} = -23,19 \text{ kN}$$

Výpočet síly ve ztužidle:

$$N_4 = -A = -27,06 \text{ kN}$$

$$\sum F_x = 0: \quad N_4 + N_{2x} = 0$$

$$N_{2x} = A = 27,06 = \cos(41^\circ) \cdot N_2$$

$$\rightarrow N_2 = 35,85 \text{ kN}$$

Klasifikace průřezu

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1,0$$

$$b = 35 \text{ mm}$$

$$s = 2 \text{ mm}$$

$$\frac{b}{s} = \frac{35}{2} = 17,5 \leq 33 \cdot \varepsilon^2 = 33 \cdot 1 = 33$$

→ třída průřezu 1

POSOUZENÍ PŘÍČNÉHO ZTUŽIDLA

Příčné ztužidlo je navrženo za vyloučení tlaku v táhle.

Tah

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{2,74 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 64,39 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{35,85}{64,39} = 0,56 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

7.1 SPOJE DETAILU D1

VSTUPNÍ HODNOTY

Maximální účinky od kombinace MSU/3

$$N_{0,Ed} = -147 \text{ kN}$$

$$N_{1,Ed} = -68,39 \text{ kN}$$

$$N_{2,Ed} = 50,48 \text{ kN}$$

$$t_0 = 6.3 \text{ mm}$$

$$t_1 = 8 \text{ mm}$$

$$t_2 = 8 \text{ mm}$$

$$h_0 = 150 \text{ mm}$$

$$h_1 = 90 \text{ mm}$$

$$h_2 = 90 \text{ mm}$$

$$b_0 = 100 \text{ mm}$$

$$b_1 = 50 \text{ mm}$$

$$b_2 = 50 \text{ mm}$$

$$g = 32 \text{ mm}$$

$$\theta_1 = 72,6^\circ$$

$$\theta_2 = 24,5^\circ$$

$$\beta = \frac{b_0 + b_1 + b_2 + h_0 + h_1 + h_2}{6 \cdot b_0}$$
$$\beta = \frac{100 + 50 + 50 + 150 + 90 + 90}{6 \cdot 100} = 0,88$$

OVĚŘENÍ PODMÍNEK POUŽITÍ METODIKY POSOUZENÍ DLE ČSN 1993-1-8

$$b_1/b_0 = 50/100 = 0,5 \geq 0,4$$

$$b_2/b_0 = 50/100 = 0,5 \geq 0,4$$

$$b_0 = 100 \leq 400 \text{ mm}$$

$$h_1/t_1 = 90/8 = 11,25 \leq 35$$

$$h_2/t_2 = 90/8 = 11,25 \leq 35$$

$$b_1/t_1 = 50/8 = 6,25 \leq 35$$

$$b_2/t_2 = 50/8 = 6,25 \leq 35$$

$$h_1/b_1 = 90/50 = 1,8 \geq 0,5 ; \leq 2,0$$

$$h_2/b_2 = 90/50 = 1,8 \geq 0,5 ; \leq 2,0$$

$$\beta_1 = b_1/b_0 = 50/100 = 0,5$$

$$\beta_2 = b_2/b_0 = 50/100 = 0,5$$

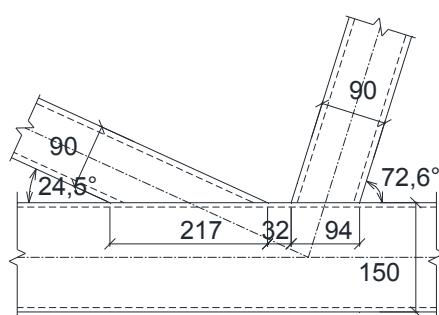
$$0,5 \cdot (1 - \beta) = 0,5 \cdot (1 - 0,5) = 0,25$$

$$1,5 \cdot (1 - \beta) = 1,5 \cdot (1 - 0,5) = 0,75$$

$$g/b_0 = 32/100 = 32$$

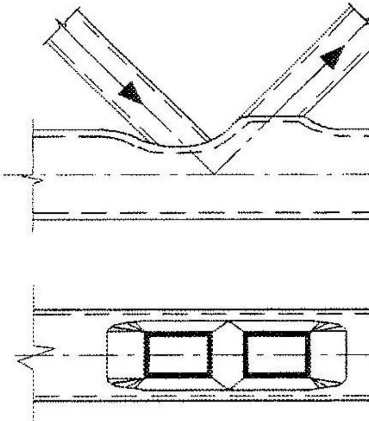
$$0,25 \leq 0,32 \leq 0,75$$

$$g = 32 \geq t_1 + t_2 = 8 + 8 = 16 \text{ mm}$$



PORUŠENÍ

a) PORUŠENÍ POVRCHU PÁSU



$$N_{\max,Ed} = 147 \text{ kN}$$

$$\sigma_{0,Ed} = \frac{N_{\max,Ed}}{A_i} = \frac{147,00 \cdot 10^{-3}}{2,95 \cdot 10^{-3}} = 49,83 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{\frac{\sigma_{0,Ed}}{f_{y0}}}{\gamma_{M5}} = \frac{\frac{49,83 \cdot 10^6}{235 \cdot 10^6}}{1,00} = 0,212$$

$$k_n^{\text{tlak}(n>0)} = 1,3 - \frac{0,4 \cdot n}{\beta} = 1,3 - \frac{0,4 \cdot 0,212}{0,88} = 1,2 \geq 1,0 \gg k_n = 1,0$$

$$k_n^{\text{tah}(n \leq 0)} = 1,0$$

$$f_{y0} = 235 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$$\gamma = \frac{b_0}{2 \cdot t_0} = \frac{100}{2 \cdot 6,3} = 7,94$$

$$\gamma_{M5} = 1,00$$

$$N_{i,Rd} = \frac{8,9 \cdot k_n \cdot f_{y0} \cdot t_0^2 \cdot \sqrt{\gamma} \cdot \left(\frac{b_1 + b_2 + h_1 + h_2}{4 \cdot b_0} \right)}{\sin \theta_i} / \gamma_{M5}$$

$$N_{1,Rd} = \frac{8,9 \cdot 1,00 \cdot 235 \cdot 10^6 \cdot (6,3 \cdot 10^{-3})^2 \cdot \sqrt{7,94} \cdot \left(\frac{50 + 50 + 90 + 90}{4 \cdot 100} \right)}{\sin 72,6^\circ} \cdot \frac{1,00}{1,00} \\ = 171,59 \text{ kN}$$

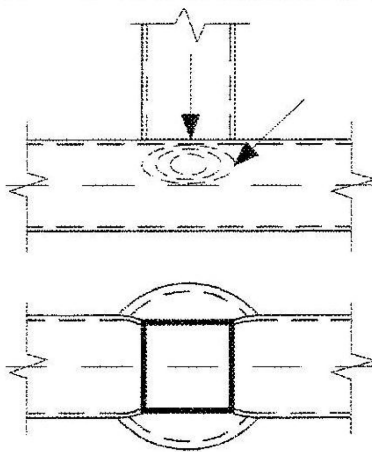
$$N_{2,Rd} = \frac{8,9 \cdot 1,00 \cdot 235 \cdot 10^6 \cdot (6,3 \cdot 10^{-3})^2 \cdot \sqrt{7,94} \cdot \left(\frac{50 + 50 + 90 + 90}{4 \cdot 100} \right)}{\sin 24,5^\circ} \cdot \frac{1,00}{1,00} \\ = 394,84 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{1,Ed}}{N_{1,Rd}} = \frac{68,39}{171,59} = 0,40 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$\frac{N_{2,Ed}}{N_{2,Rd}} = \frac{50,48}{394,84} = 0,13 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE



b) PORUŠENÍ BOČNÍ STĚNY PÁSU

$$N_{i,Rd} = \frac{f_b \cdot t_0}{\sin \theta_i} \cdot \left(\frac{2 \cdot h_i}{\sin \theta_i} + 10_i \cdot t_0 \right) / \gamma_{M5}$$

$$N_{1,Rd} = \frac{235 \cdot 10^6 \cdot 6,3}{\sin 72,6^\circ} \cdot \frac{\left(\frac{2 \cdot 90}{\sin 72,6^\circ} + 10 \cdot 6,3 \right)}{1,0} = 2209,32 \text{ kN}$$

$$N_{2,Rd} = \frac{235 \cdot 10^6 \cdot 6,3}{\sin 24,5^\circ} \cdot \frac{\left(\frac{2 \cdot 90}{\sin 24,5^\circ} + 10 \cdot 6,3 \right)}{1,0} = 1774,54 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{1,Ed}}{N_{1,Rd}} = \frac{68,39}{2209,32} = 0,03 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

$$\frac{N_{2,Ed}}{N_{2,Rd}} = \frac{50,48}{1774,54} = 0,03 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

c) PORUŠENÍ PÁSU SMYKEM

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{4 \cdot g^2}{3 \cdot t_0^2}}} = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{4 \cdot 32^2}{3 \cdot 6,3^2}}} = 0,168$$

$$A_v = (2 \cdot h_0 + \alpha \cdot b_0) \cdot t_0 = (2 \cdot 150 + 0,168 \cdot 100) \cdot 6,3 = 1995,84 \text{ mm}^2 = 1,99584 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$N_{i,Rd} = \frac{f_{y0} \cdot A_v}{\sqrt{3} \cdot \sin \theta_i \cdot \gamma_{M5}}$$

$$N_{1,Rd} = \frac{235 \cdot 10^6 \cdot 1,99584 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3} \cdot \sin 72,6^\circ \cdot 1,00} = 283,78 \text{ kN}$$

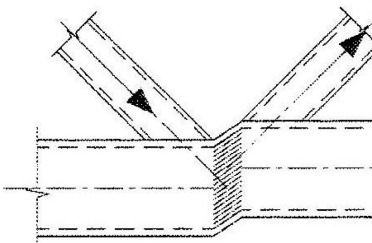
$$N_{2,Rd} = \frac{235 \cdot 10^6 \cdot 1,99584 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3} \cdot \sin 24,5^\circ \cdot 1,00} = 652,99 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{1,Ed}}{N_{1,Rd}} = \frac{68,39}{283,78} = 0,24 \leq 1,0$$

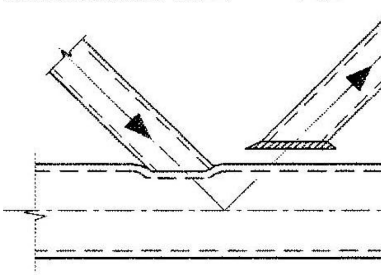
→ VYHOVUJE

$$\frac{N_{2,Ed}}{N_{2,Rd}} = \frac{50,48}{652,99} = 0,08 \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE



d) PORUŠENÍ PROLOMENÍ SMYKEM



$$b_{e,p} = \frac{10}{\frac{b_0}{t_0}} \cdot b_1 = \frac{10}{\frac{100}{6,3}} \cdot 50 = 31,5 \leq 50$$

$$b_{e,p} = \frac{10}{\frac{b_0}{t_0}} \cdot b_2 = \frac{10}{\frac{100}{6,3}} \cdot 50 = 31,5 \leq 50$$

$$N_{i,Rd} = \frac{f_{y0} \cdot t_0}{\sqrt{3} \cdot \sin\theta_i} \cdot \frac{(2 \cdot h_i / \sin\theta_i + b_i + b_{e,p})}{\gamma_{M5}}$$

$$N_{1,Rd} = \frac{235 \cdot 10^6 \cdot 6,3 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3} \cdot \sin 72,6^\circ} \cdot \frac{\left(\frac{2 \cdot 90 \cdot 10^{-3}}{\sin 72,6^\circ} + 50 \cdot 10^{-3} + 31,5 \cdot 10^{-3} \right)}{1,00} = 241,97 \text{ kNm}$$

$$N_{2,Rd} = \frac{235 \cdot 10^6 \cdot 6,3 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3} \cdot \sin 24,5^\circ} \cdot \frac{\left(\frac{2 \cdot 90 \cdot 10^{-3}}{\sin 24,5^\circ} + 50 \cdot 10^{-3} + 31,5 \cdot 10^{-3} \right)}{1,00} = 1062,67 \text{ kNm}$$

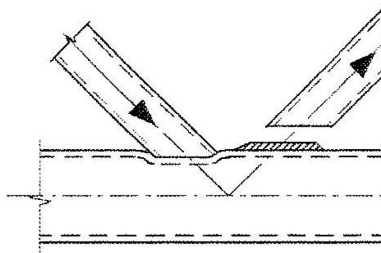
$$\frac{N_{1,Ed}}{N_{1,Rd}} = \frac{68,39}{241,97} = 0,28 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

$$\frac{N_{2,Ed}}{N_{2,Rd}} = \frac{58,48}{1062,67} = 0,06 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

e) PORUŠENÍ MEZIPÁSOVÉHO PRUHU



$$b_{eff} = \frac{10}{\frac{b_0}{t_0}} \cdot \frac{f_{y0} \cdot t_0}{f_{yi} \cdot t_i} \cdot b_i \leq b_i$$

$$b_{eff,1} = \frac{10}{\frac{100}{6,3}} \cdot \frac{235 \cdot 10^6 \cdot 100}{235 \cdot 10^6 \cdot 8} \cdot 50 = 393,75 \geq 50$$

$$b_{eff,2} = \frac{10}{\frac{100}{6,3}} \cdot \frac{235 \cdot 10^6 \cdot 100}{235 \cdot 10^6 \cdot 8} \cdot 50 = 393,75 \geq 50$$

$$N_{i,Rd} = f_{yi} \cdot t_i \cdot \frac{(2 \cdot h_i - 4 \cdot t_i + b_i + b_{eff})}{\gamma_{M5}}$$

$$N_{1,Rd} = 235 \cdot 10^6 \cdot 0,008 \cdot \frac{(2 \cdot 0,09 - 4 \cdot 0,008 + 0,05 + 0,05)}{1,0} = 466,24 \text{ kN}$$

$$N_{2,Rd} = 235 \cdot 10^6 \cdot 0,008 \cdot \frac{(2 \cdot 0,09 - 4 \cdot 0,008 + 0,05 + 0,05)}{1,0} = 466,24 \text{ kN}$$

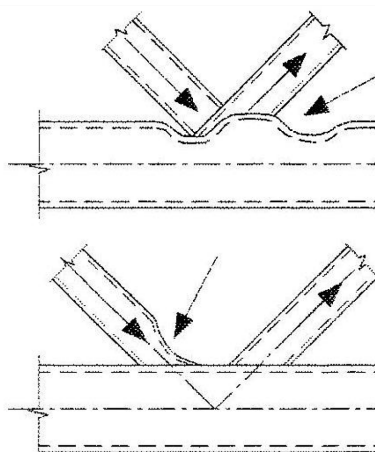
$$\frac{N_{1,Ed}}{N_{1,Rd}} = \frac{68,39}{466,24} = 0,15 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

$$\frac{N_{2,Ed}}{N_{2,Rd}} = \frac{58,48}{466,24} = 0,13 \leq 1,00$$

→ VYHOVUJE

f) PORUŠENÍ MÍSTNÍM VYBOČENÍM

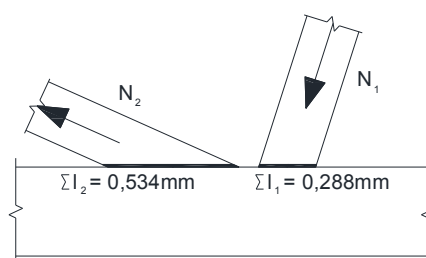


Porušení místním vybočením je ověřeno zatříděním průřezů mezipásového prutu a příslušným posouzením.

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ SVARU

Výpočet je proveden zjednodušenou metodou pro návrh koutového svaru. Koutový svar bude proveden po celém obvodu.



Účinná tloušťka svaru $a = 3 \text{ mm}$

Korelační součinitel $\beta_w = 0,8$

Mez pevnosti $f_u = 235 \text{ MPa}$

Součinitel spolehlivosti $\gamma_{M2} = 1,25$

Návrhová pevnost svaru ve smyku $f_{vw,d} = \frac{f_u/\sqrt{3}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{235 \cdot 10^6 / \sqrt{3}}{0,8 \cdot 1,25} = 135,68 \text{ MPa}$

Návrhová únosnost $F_{w,Rd} = f_{vw,d} \cdot a = 135,68 \cdot 10^6 \cdot 3 \cdot 10^{-3} = 407,04 \text{ kN/m}$

(únosnost na jednotku délky, nezávisle na orientaci nebezpečného průřezu koutového svaru)

Návrhová hodnota síly $F_{w,Ed,1} = \frac{N_{1,Ed}}{\Sigma l_1} = \frac{68,39 \cdot 10^3}{0,288} = 237,47 \text{ kN/m}$

$F_{w,Ed,2} = \frac{N_{2,Ed}}{\Sigma l_2} = \frac{50,48 \cdot 10^3}{0,534} = 94,53 \text{ kN/m}$

Posouzení $F_{w,Ed,1} = 237,47 \leq F_{w,Rd} = 407,04 \text{ kN/m}$

$F_{w,Ed,2} = 94,53 \leq F_{w,Rd} = 407,04 \text{ kN/m}$

→ VYHOVUJE

7.2 SPOJE DETAILU B

VSTUPNÍ HODNOTY

Maximální síly ve styčnicku.

$$B27 = -154,99 \text{ kN}$$

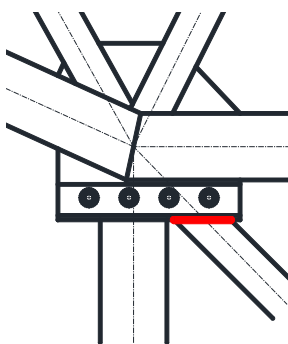
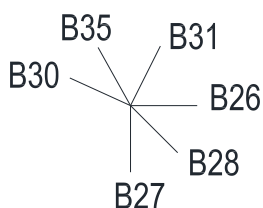
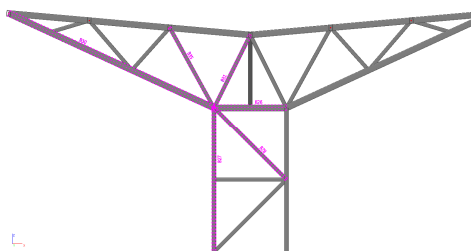
$$B28 = -15,31 \text{ kN}$$

$$B26 = -131,80 \text{ kN}$$

$$B31 = -54,12 \text{ kN}$$

$$B35 = -68,39 \text{ kN}$$

$$B30 = -131,80 \text{ kN}$$



SVAROVÝ PŘÍPOJ VÝPLŇOVÉHO PRUTU B28 K PLECHU

$$N_{Ed} = -15,31 \text{ kN}$$

$$\theta = 45^\circ$$

$$a = 3,0 \text{ mm}$$

$$l = 250 \text{ mm}$$

$$N_H = N \cdot \cos\theta = 15,31 \cdot \cos 45^\circ = 10,83 \text{ kN}$$

$$\sigma_M = \frac{N_H}{a \cdot l} = \frac{10,83 \cdot 10^3}{3 \cdot 250} = 14,44 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sigma_M}{\sqrt{2}} = \frac{14,44}{\sqrt{2}} = 20,42 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sigma_M}{\sqrt{2}} = \frac{14,44}{\sqrt{2}} = 20,42 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{N_V}{a \cdot l} = \frac{10,83 \cdot 10^3}{3 \cdot 200} = 18,05 \text{ MPa}$$

$$\beta_w = 0,8$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{20,42^2 + 3 \cdot (20,42^2 + 18,05^2)} \leq \frac{360}{0,8 \cdot 1,25}$$

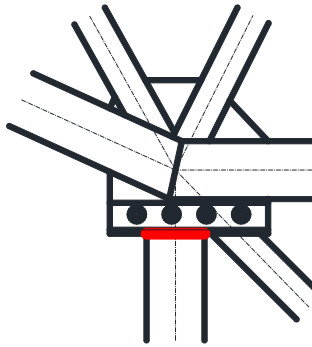
$$51,43 \text{ MPa} \leq 350 \text{ MPa}$$

→ VYHOVUJE

$$\sigma_{\perp} = 20,42 \text{ MPa} \leq 0,9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 0,9 \cdot \frac{360}{1,25} = 252 \text{ MPa}$$

→ VYHOVUJE

SVAROVÝ PŘÍPOJ HLAVNÍHO PÁSU STOJKY B27 K PLECHU



$$N_{Ed} = -154,99 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = -6,59 \text{ kN}$$

$$\theta = 90^\circ$$

$$a = 3,0 \text{ mm}$$

$$l = 300 \text{ mm}$$

$$\sigma_M = \frac{N}{a \cdot l} = \frac{154,99 \cdot 10^3}{3 \cdot 300} = 172,21 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sigma_M}{\sqrt{2}} = \frac{172,21}{\sqrt{2}} = 121,77 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sigma_M}{\sqrt{2}} = \frac{172,21}{\sqrt{2}} = 121,77 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{V}{a \cdot l} = \frac{6,590 \cdot 10^3}{3 \cdot 300} = 7,32 \text{ MPa}$$

$$\beta_w = 0,8$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

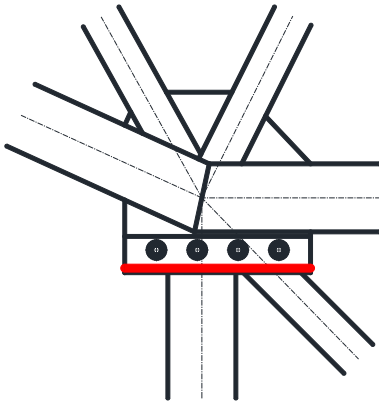
$$\sqrt{121,77^2 + 3 \cdot (121,77^2 + 7,32^2)} \leq \frac{360}{0,8 \cdot 1,25}$$

$$243,87 \text{ MPa} \leq 350 \text{ MPa}$$

→ VYHOVUJE

$$\sigma_{\perp} = 121,77 \text{ MPa} \leq 0,9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 0,9 \cdot \frac{360}{1,25} = 252 \text{ MPa}$$

→ VYHOVUJE



SVAROVÝ PŘÍPOJ STYČNÍKOVÉHO PLECHU A ROZNÁŠEČÍHO PLECHU

Maximální účinky od kombinace MSU/21

$$N_{Ed} = 154,99 + 10,83 = 165,82 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 10,83 + 6,89 = 17,72 \text{ kN}$$

$$\theta = 90^\circ$$

$$a = 3,0 \text{ mm}$$

$$l = 300 \text{ mm}$$

$$\sigma_M = \frac{N}{a \cdot l} = \frac{165,82 \cdot 10^3}{3 \cdot 820} = 67,41 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sigma_M}{\sqrt{2}} = \frac{67,41}{\sqrt{2}} = 47,67 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sigma_M}{\sqrt{2}} = \frac{67,41}{\sqrt{2}} = 47,67 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{V}{a \cdot l} = \frac{17,72 \cdot 10^3}{3 \cdot 820} = 7,2 \text{ MPa}$$

$$\beta_w = 0,8$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{47,67^2 + 3 \cdot (47,67^2 + 7,2^2)} \leq \frac{360}{0,8 \cdot 1,25}$$

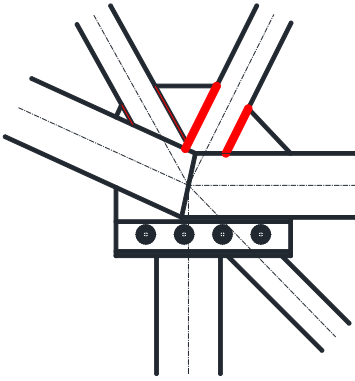
$$96,15 \text{ MPa} \leq 350 \text{ MPa}$$

→ VYHOVUJE

$$\sigma_{\perp} = 47,37 \text{ MPa} \leq 0,9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 0,9 \cdot \frac{360}{1,25} = 252 \text{ MPa}$$

→ VYHOVUJE

SVAROVÝ PŘÍPOJ VÝPLŇOVÉHO PRUTU B31 KE STYČNÍKOVÉMU PLECHU



$$N_{Ed} = -54,12 \text{ kN}$$

$$a = 3,0 \text{ mm}$$

$$l = 240 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\perp} = 0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = 0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{N_V}{a \cdot l} = \frac{54,12 \cdot 10^3}{3 \cdot 240} = 75,80 \text{ MPa}$$

$$\beta_w = 0,8$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{0^2 + 3 \cdot (0^2 + 75,80^2)} \leq \frac{360}{0,8 \cdot 1,25}$$

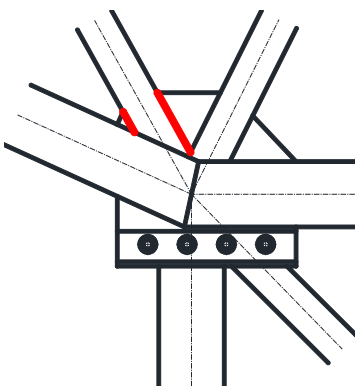
$$131,29 \text{ MPa} \leq 360 \text{ MPa}$$

→ VYHOVUJE

$$\sigma_{\perp} = 0 \text{ MPa} \leq 0,9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 0,9 \cdot \frac{360}{1,25} = 252 \text{ MPa}$$

→ VYHOVUJE

SVAROVÝ PŘÍPOJ VÝPLŇOVÉHO PRUTU B35 KE STYČNÍKOVÉMU PLECHU



$$N_{Ed} = -68,39 \text{ kN}$$

$$a = 3,0 \text{ mm}$$

$$l = 210 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\perp} = 0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = 0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{N_V}{a \cdot l} = \frac{68,39 \cdot 10^3}{3 \cdot 210} = 108,56 \text{ MPa}$$

$$\beta_w = 0,8$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

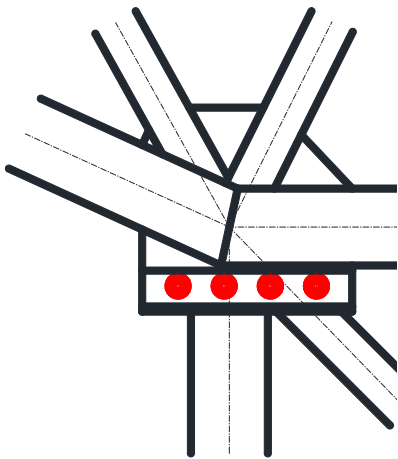
$$\sqrt{0^2 + 3 \cdot (0^2 + 108,56^2)} \leq \frac{360}{0,8 \cdot 1,25}$$

$$188,03 \text{ MPa} \leq 360 \text{ MPa}$$

→ VYHOVUJE

$$\sigma_{\perp} = 0 \text{ MPa} \leq 0,9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 0,9 \cdot \frac{360}{1,25} = 252 \text{ MPa}$$

→ VYHOVUJE



POSOUZENÍ ŠROUBOVÉHO PŘÍPOJE

Maximální účinky od kombinace MSU/21

$$N_{Ed} = 165,82 \text{ kN}$$

Navrženy 4 šrouby M20 10.9

$$f_{yb} = 900 \text{ MPa}$$

$$f_{ub} = 1000 \text{ MPa}$$

$$e_1 = 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 22 = 26,4 \text{ mm} \leq 30 \text{ mm}$$

$$e_2 = 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 22 = 26,4 \text{ mm} \leq 70 \text{ mm}$$

$$p_2 = 2,2 \cdot d_0 = 2,2 \cdot 22 = 48,4 \text{ mm} \leq 90 \text{ mm}$$

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

POSOUZENÍ NA STRŽIH

$$\alpha_v = 0,5$$

$$A = 245 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A / \gamma_{M2} = 0,5 \cdot 1000 \cdot 245 / 1,25 = 98,0 \text{ kN}$$

$$n \cdot F_{v,Rd} \geq N_{Ed}$$

$$4 \cdot 98 = 392 \geq N_{Ed} = 165,82 \text{ kN}$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ NA OTLAČENÍ

$$k_1 = \min(2,8 \cdot (e_2 / d_0) - 1,7 ; 2,5) = \min(2,8 \cdot (70/22) - 1,7 ; 2,5) = 2,5$$

$$\alpha_d = e_1 / (3 \cdot d_0) = 50 / (3 \cdot 22) = 0,75$$

$$\alpha_b = \min(\alpha_d ; f_{ub} / f_{yb} ; 1,0) = \min(0,75 ; 1000/900 ; 1,0) = 0,75$$

$$F_{b,Rd} = k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2} = 2,5 \cdot 0,75 \cdot 360 \cdot 20 \cdot 10 / 1,25 = 135,0 \text{ kN}$$

$$n \cdot F_{b,Rd} \geq N_{Ed}$$

$$2 \cdot 135,0 = 270 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 165,82 \text{ kN}$$

POSOUZENÍ OSLABENÉHO PLECHU

$$A_{net} = 410 \cdot 10 - 4 \cdot 10 \cdot 22 = 3220 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 0,9 \cdot A_{net} \cdot f_u \cdot \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 3220 \cdot 360 \cdot / 1,25 = 834,6 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = 834,6 \geq N_{Ed} = 165,82 \text{ kN}$$

7.3 SPOJE DETAILU D3

KOTEVNÍ STOJKY VETKNUTÉ V JEDNOM SMĚRU

VNITŘNÍ SÍLY

Posuzovaná je krajní stojka č. 151

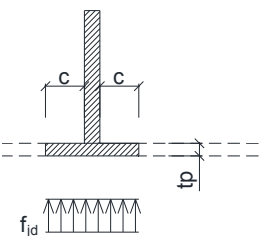
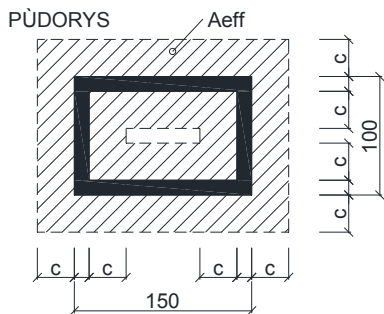
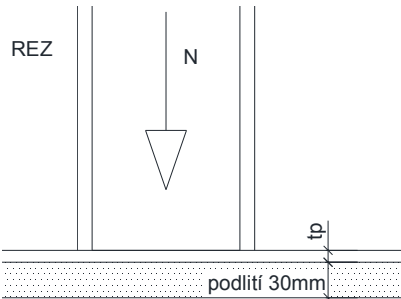
Maximální účinky je od kombinace MSU/18

$$N_{Ed} = -77,22 \text{ kN}$$

$$V_{y,Ed} = 7,81 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} = -25,48$$

POSOUZENÍ PATNÍHO PLECHU



Rozměr plechu	410x250 mm
Tloušťka plechu	$t_p = 20 \text{ mm}$
Třída betonu základové patky	C 16/20
Výška podlití	30 mm
	$0,1 \cdot b \leq \text{výška podlití} \leq 0,2 \cdot b$
	$0,1 \cdot 260 = 26 \leq 30 \leq 0,2 \cdot 260 = 52$
Součinitel koncentrace napětí	$k_j = 1,5$
Návrhová pevnost betonu	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_{M0} = 20 / 1,5 = 13,33 \text{ MPa}$
Návrhová pevnost betonu v uložení	$f_{Rd,u} = f_{cd} \cdot k_j = 13,33 \cdot 1,5 = 20 \text{ MPa}$
Součinitel vlivu podlití	$\beta_j = 2/3$
Návrhová pevnost betonu v koncentrovaném tlaku	$f_{jd} = \beta_j \cdot k_{Rd,u} = \frac{2}{3} \cdot 20 = 13,33 \text{ MPa}$
Ohybový moment	$m_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot f_{jd} \cdot c^2$
Pružný moment únosnosti	$m_{Rd} = \frac{t_p^2}{6} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$
Předpoklad	$m_{Ed} = m_{Rd}$
Účinná šířka patního plechu	$\triangleright c = t_p \cdot \sqrt{\frac{f_y}{3 \cdot \gamma_{M0} \cdot f_{jd}}}$
	$c = 20 \cdot \sqrt{\frac{235}{3 \cdot 1,0 \cdot 13,33}} = 48,48 \text{ mm}$
Tlačená plocha pod patní deskou	$A_{eff} = 0,04864 \text{ m}^2$
Posouzení	$A_{eff} \cdot f_{jd} = 0,04864 \cdot 13333333 = 648,55 \text{ kN}$
	$N_{Ed} \leq A_{eff} \cdot f_{jd}$
	$77,22 \text{ kN} \leq 648,55 \text{ kN}$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ KOTEVNÍCH ŠROUBŮ

VÝPOČET TAHOVÉ SÍLY

$$e = M/N = 25,48 / 77,22 = 0,330 \text{ m}$$

$$\frac{e}{d} = \frac{330}{410} = 0,647 \text{ mm}$$

$$\zeta = 0,38$$

$$x = \zeta \cdot d = 0,38 \cdot 410 = 194 \text{ mm}$$

$$r_c = 97 \text{ mm}$$

$$r_n = 269 \text{ mm}$$

$$N \cdot r_n - C \cdot r_c = 0$$

$$C = (N \cdot r_n) / r_c = (77,22 \cdot 269) / 97 = 214,15 \text{ kN}$$

$$T + N = C$$

$$T = C - N = 214,15 - 77,22 = 136,9 \text{ kN}$$

ÚNOSNOST ŠROUBU

Navržené jsou 4 šrouby M30 s kotevní hlavou.

Minimální hloubka zabetonování je 360 mm.

Únosnost jednoho šroubu $F_{Rd} = 90 \text{ kN}$

POSOUZENÍ KOTEVNÍHO ŠROUBU NA TAH

$$T/2 = 136,9/2 = 68,35 \text{ kN} \leq F_{Rd} = 90 \text{ kN}$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ KOTEVNÍHO ŠROUBU NA SMYK

$$F_{f,Rd} = C_{f,d} \cdot N_{c,Ed} = 0,2 \cdot 77,22 = 15,44 \text{ kN}$$

$$F_{f,Rd} = 15,44 \geq V_{Ed} = 7,81$$

→ VYHOVUJE

POSOUZENÍ ŠROUBU NA PROTlačENÍ HLAVY ŠROUBU NEBO MATICE

$$d_m = 32$$

$$B_{p,Rd} = 0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M0}} = 0,6 \cdot \pi \cdot 32 \cdot 20 \cdot \frac{360}{1,0} =$$

$$T/2 \leq B_{p,Rd}$$

$$68,35 \leq 217,15 \text{ kN}$$

→ VYHOVUJE

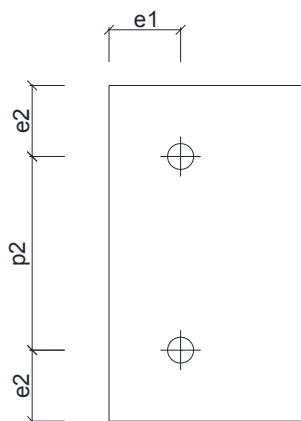
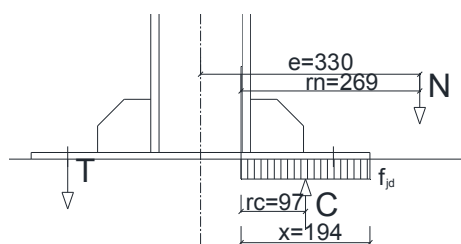
OVĚŘENÍ ROZMÍSTĚNÍ ŠROUBŮ

$$e_1 = 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 32 = 38,4 \text{ mm} \leq 50 \text{ mm}$$

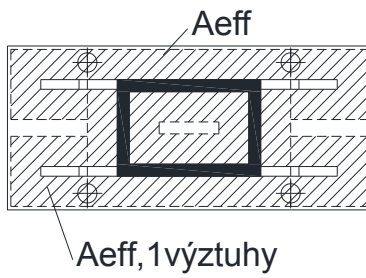
$$e_2 = 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 32 = 38,4 \text{ mm} \leq 40 \text{ mm}$$

$$p_2 = 2,2 \cdot d_0 = 2,2 \cdot 32 = 70,4 \text{ mm} \leq 170 \text{ mm}$$

→ VYHOVUJE



POSOUZENÍ SVARU VÝZTUHY



$$\frac{A_{\text{eff},1\text{výztuhy}}}{A_{\text{eff}}} = \frac{0,013568}{0,04864} = 0,28$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{N}{a \cdot l} = \frac{0,28 \cdot 77,22}{2 \cdot 3 \cdot 80} = 45,05 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = 0$$

$$\sigma_{\perp} = 0$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{0^2 + 3 \cdot (0^2 + 45,05^2)} \leq \frac{360}{0,8 \cdot 1,25}$$

$$27 \text{ MPa} \leq 360 \text{ MPa}$$

→ VYHOVUJE

POZNÁMKA:

Výkres kotvení je součástí detailu D3

8. ODHAD HMOTNOSTI KONSTRUKCE

Odhad hmotnosti konstrukce je proveden na základě systémových délek prutů, jmenovité průřezové plochy a objemové hmotnosti $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

Dílec	Profil	Materiál	Délka m	Kusů ks	Délka celkem m	Hmotnost kg/m	Hmotnost celkem kg/m
VAZNICE	TR OBD 150x100x8,0	S235	7	40	280,0	29	11600
			7,5	16	120,0		
HORNÍ PÁS	TR OBD 150x100x6,3		6,1	16	97,6	23	2244,8
DOLNÍ PÁS	TR OBD 150x100x6,3		5,65	16	90,4	23	2079,2
HLAVNÍ PÁS STOJKY	TR OBD 150x100x12,5		3,55	16	56,8	43	2442,4
VÝPLŇOVÝ PRUT	TR OBD 90x50x8,0		0,9	16	14,4	15	2628
			1,5	16	24,0		
			1,3	16	20,8		
			2,1	16	33,6		
			1,9	16	30,4		
			2,4	16	38,4		
			1,7	8	13,6		
PODÉLNÉ ZTUŽIDLO	TR OBD 150x100x6,3		7	7	49,0	23	1127
	TR OBD 90x50x8,0		2,56	28	71,7	15	1075,2
PŘÍČNÉ ZTUŽIDLO	TR OBD 40x35x2,0	9,23	4	36,9	2,1	77,532	

HMOTNOST	kg	t
Profily	23274,132	23,27
Příložk - 3%	698,22396	0,70
Spojovací materiál - 2%	465,48264	0,47
Svary 1 %	232,74132	0,23
HMOTNOST KONSTRUKCE CELKEM	24670,58	24,67