

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

SPORTOVNÍ HALA V OLOMOUCI

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MARTIN HRYCÍK

BRNO 2013



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

SPORTOVNÍ HALA V OLOMOUCI

SPORTS BUILDING IN OLOMOUC

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MARTIN HRYCÍK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MILAN PILGR, Ph.D.

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Martin Hrycík
Název	Sportovní hala v Olomouci
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Milan Pilgr, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2012
Datum odevzdání bakalářské práce	24. 5. 2013
V Brně dne 30. 11. 2012	

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

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

Podklady a literatura

Požadavky na architektonické a dispoziční řešení

Zásady pro vypracování

Navrhňte nosnou ocelovou konstrukci sportovní haly o půdorysných rozměrech 24×42 m. Dispozici navrhňte v souladu s architektonickými požadavky; klimatická zatížení uvažujte pro lokalitu Olomouc.

Požadované výstupy:

Technická zpráva

Statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce

Výkresová dokumentace v rozsahu stanoveném vedoucím bakalářské práce

Předepsané přílohy

.....

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

Abstrakt

Práce se zabývá návrhem nosné ocelové konstrukce sportovní haly pro lokalitu Brno. Hala má obdélníkový půdorys o rozměrech 42 x 24 m a výšku 11 m. Příčnou vazbu tvoří válcový příhradový vazník o rozpětí 24 m uložený na plnostěnných sloupech výšky 8 m. Vaznice o rozpětí 6 m jsou plnostěnné a prostě uloženy na vaznicích. Střešní a obvodový je tvořen sendvičovými panely.

Klíčová slova

nosná ocelová konstrukce, jednopodlažní halová budova, sportovní hala, navrhování, posouzení, zatížení, vnitřní síly, stabilitní síly

Abstract

Work deals with design of the steel structure of the sports hall in the Brno region . The hall has a rectangular shape with dimensions of 42 x 24 m and a height 11 m. transverse bond makes a cylindrical truss with a span of 24 m placed on columns height of 8 m. Purlins with span of 6 m are placed on the trusses. Roofing and curtain wall is made of sandwich panels.

Keywords

steel construction, one storey hall building, sports hall, design, assessment, load, internal forces, stability forces

...

Bibliografická citace VŠKP

HRYCÍK, Martin. *Sportovní hala v Olomouci*. Brno, 2013. 99 s., 2 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 20.5.2013

.....
podpis autora
Martin Hrycík

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat Ing. Milanovi Pilgrovi za odborné vedení bakalářské práce, za vstřícné jednání a cenné rady, které mi v průběhu zpracování práce podával. Dále bych chtěl poděkovat své rodině a svým přátelům za podporu při mém studiu na vysoké škole.

OBSAH BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

I. TEXTOVÁ DOKUMENTACE

- Zadání bakalářské práce
- Úvodní listy
- Technická zpráva

II. VÝPOČTOVÁ DOKUMENTACE

- Statický výpočet

III. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

- Výkres č.1 - Dispozice M 1:100
- Výkres č.2 - Detaily M 1:5



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

SPORTOVNÍ HALA V OLOMOUCI

TECHNICKÁ ZPRÁVA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MARTIN HRYCÍK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MILAN PILGR, Ph.D.

BRNO 2013

Obsah

Obsah.....	1
1 Obecné údaje.....	2
2 Normativní dokumenty	2
3 Předpoklady návrhu nosné konstrukce	2
4 Popis halového objektu pro sportovní účely	3
5 Popis konstrukčního řešení	3
6 Popis statického řešení konstrukce	4
7 Montážní postup.....	5
8 Hmotnost konstrukce	5

1 Obecné údaje

Práce se zabývá návrhem nosné ocelové konstrukce halového objektu pro sportovní účely o půdorysných rozměrech 24x42 m.

Jedná se o halu obdélníkového půdorysu. Zastřešení objektu je válcového tvaru, který určují příhradové vazníky uložené na plnostěnných sloupech.

Světlá výška nosné konstrukce je 8 m, konstrukční výška je 11 m a celková výška konstrukce je 11,23 m.

2 Normativní dokumenty

Nosná ocelová konstrukce halového objektu byla navržena v souladu s těmito platnými normativní dokumenty:

- ČSN EN 1990 „Zásady navrhování konstrukcí“
- ČSN EN 1991 „Zatížení konstrukcí“
- ČSN EN 1993 „Navrhování ocelových konstrukcí“

Kromě toho byla pro zpracování výkresové dokumentace použita norma:

- ČSN 01 3483 „Výkresy kovových konstrukcí“

3 Předpoklady návrhu nosné konstrukce

- Statické posouzení objektu bylo provedeno dle ČSN EN 1993 „Navrhování ocelových konstrukcí“ na:
- **Mezní stav únosnosti** s uvažováním vlivu ztráty stability prvků na nejnepriznivější z kombinací návrhových hodnot zatížení, přičemž mezní hodnoty byly brány pro ocel S235.
- **Mezní stav použitelnosti** na nejnepriznivější hodnoty deformací z kombinací charakteristických hodnot zatížení, přičemž hodnoty materiálových vlastností byly uvažovány pro ocel S235.

Nosná ocelová konstrukce haly byla dimenzována na následující proměnná zatížení:

- **Klimatické zatížení sněhem** s charakteristickou hodnotou zatížení sněhem $s_k = 1,0 \text{ kPa}$ odpovídající II. sněhové oblasti ČSN EN 1991-1-3.

- **Klimatické zatížení větrem** se základní rychlostí větru $V_{b,0}=22,5 \text{ m/s}^2$ odpovídající větrné oblasti I podle ČSN EN 1991-1-3, byla uvažována kategorie terénu III.
- **Zatížení osamělým břemenem** velikosti 1kN.

Žádná další proměnná zatížení nebyla uvažována a nosné konstrukce tudíž nejsou na jejich přenos dimenzovány.

4 Popis halového objektu pro sportovní účely

Navržená hala je jednopodlažní s obdélníkovým půdorysem.

Vnější půdorysné rozměry objektu jsou 24 x 42 m. Světla výška nosné konstrukce je 8 m, konstrukční výška je 11 m a celková výška konstrukce je 11,23 m.

Veškerá nosná ocelová konstrukce bude přiznaná. Střešní plášť tvoří sendvičové panely Trimoterm SRV 120. Jako obvodový plášť byl použit fasádní panel Ruukki SPB-W.

Nosná konstrukce haly je navržena mezi podélnými modulovými osami A – B ve vzdálenosti 24 m. A mezi modulovými osami 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 v příčném směru se vzdálenostmi 6 m.

5 Popis konstrukčního řešení

Jedná se o halový systém s příčnou vazbou po 6 m. Příčné vazby jsou v podélném směru spojeny vaznicemi, paždíky a soustavou ztužidel. Prostorovou tuhost konstrukce zajišťují příčná a podélná ztužidla.

Příčná vazba je tvořena vetknutými sloupy, na kterých jsou kloubově uloženy příhradové vazníky. Sloupy výšky 8 m jsou plnostěnné v příčném směru vetknuté a v podélném směru kloubově uložené. Příhradový vazník je tvořen vodorovným spodním pásem a zakřiveným horním pásem. Výška uprostřed rozpětí je 3 m. Vazník dále tvoří diagonály v kosoúhlé soustavě s podružnými svislicemi, které jsou od sebe ve vzdálenosti 3 m. Nejvyšší bod nosného systému je ve výšce 11,23 m.

Sloupy jsou navrženy z H-profilu HEA280. V příčném směru jsou vetknuté a v podélném kloubově uložené.

Vazník je tvořen kruhovými trubkami ve styčnicích přivařenými koutovými svary. Horní pás je navržen jako TR $\varnothing$ 152,4 x 6,3, dolní pás TR $\varnothing$ 177,8 x 4, diagonály TR $\varnothing$ 63,3 x 4 a svislice TR $\varnothing$ 51 x 4.

Vaznice jsou navrženy z profilu IPE240. Připojení vaznic je řešeno přišroubováním k plechům přivařeným k hornímu pásu vazníku.

Čelní stěny jsou tvořeny sloupky H-profilu HEA180 a paždíky I-profilu IPE80. Uložení je uvažováno v obou směrech kloubové.

Boční stěny jsou tvořeny paždíky I-profilu IPE160. Uložení je uvažováno v obou směrech kloubové.

Příčné ztužidlo stěny je navrženo za vyloučení tlaku z táhla Macalloy M20. Je uloženo mezi modulovými osami 4-5.

Příčné ztužidlo střechy je navrženo z kruhových trubek TR $\varnothing$ 88,9 x 7,1.

Podélné ztužidlo je navrženo z kruhových trubek TR $\varnothing$ 88,9 x 4 a TR $\varnothing$ 70 x 4.

Střešní plášť je tvořen sendvičovými panely Trimoterm SRV 120. Tyto panely jsou kladeny ve směru příčné vazby a konstrukčně spojeny s vaznicemi. Maximální rozpětí je uvažováno 2 m.

Obvodový plášť je tvořen fasádními panely Ruukki SPB-W konstrukčně připojenými k paždíkům.

6 Popis statického řešení konstrukce

Statická analýza nosné ocelové konstrukce víceúčelové sportovní haly byla provedena metodou konečných prvků programovým systémem Scia. Výpočtem byl analyzován prostorový model halové konstrukce a to na účinky stálých a nahodilých zatížení, uvedených v části 3.

Posouzení mezního stavu únosnosti i použitelnosti nosné konstrukce jako celku i jejích jednotlivých částí bylo provedeno podle normy ČSN EN 1993 Navrhování ocelových konstrukcí, a to s uvažováním globální i lokální ztráty stability prvků.

7 Montážní postup

- Montáž sloupů v modulových osách 4 a 5 a montáž stěnových ztužidel mezi těmito sloupy
- Montáž vazníků v modulových osách 4 a 5
- Montáž střešního ztužidla v modulových osách 4 a 5
- Montáž sloupů v ose 3
- Montáž vazníku v ose 3
- Montáž vaznic a pažníků mezi osami 3 a 4
- Montáž zbývajících vazeb
- Montáž sloupů a pažníků čelních stěn

8 Hmotnost konstrukce

Hmotnost nosné ocelové konstrukce z oceli S235 je cca 41,768 t.

Tato hmotnost je pouze orientační, odhadovaná ze systémových délek a hmotností na jednotku délky.

Brno, květen 2013.



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

SPORTOVNÍ HALA V OLOMOUCI

STATICKÝ VÝPOČET

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MARTIN HRYCÍK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MILAN PILGR, Ph.D.

BRNO 2013

Obsah

1	Popis konstrukčního systému	4
2	Geometrie	5
3	Model	8
4	Zatížení	9
4.1	Zatížení stálé	9
4.1.1	ZS1 – Vlastní tíha	9
4.1.2	ZS2 – Střešní plášť	9
4.1.3	ZS3 – Zatížení TZB	10
4.2	Zatížení proměnné	10
4.2.1	ZS4 – Nenavátý sníh	10
4.2.2	ZS5 – Navátý sníh nalevo	11
4.2.3	ZS6 – Navátý sníh napravo	12
4.2.4	ZS7 – Příčný vítr	13
4.2.5	ZS7 – Podélný vítr	20
4.2.6	ZS9 - Osamělé břemeno	26
4.2.7	ZS 10 – Stabilitní síly	27
4.3	Kombinace zatížení	28
4.3.1	Kombinace na únosnost	28
4.3.2	Kombinace na použitelnost	29
4.4	Kontrola výsledků	29
5	Návrh a posouzení	30
5.1	Mezní stav únosnosti	30
5.1.1	Vaznice - IPE240	30
5.1.2	Vazník - horní pás -TR ø 152,4x6,3	32

5.1.3	Vazník - dolní pás - TR $\emptyset$ 177,8x4.....	35
5.1.4	Vazník - diagonály - TR $\emptyset$ 63,5x4.....	38
5.1.5	Vazník - svislice - TR $\emptyset$ 51x4.....	40
5.1.6	Podélné ztužidlo - dolní pás - TR $\emptyset$ 88,9x4.....	42
5.1.7	Podélné ztužidlo - diagonála - TR $\emptyset$ 70x4.....	44
5.1.8	Příčné ztužidlo střechy - TR $\emptyset$ 88,9x7,1.....	46
5.1.9	Hlavní sloup - HEA 280.....	48
5.1.10	Sloupky čelní stěny - HEA 180.....	51
5.1.11	Paždíky - podélná stěna - IPE160	54
5.1.12	Paždíky - čelní stěna - IPE80	57
5.1.13	Příčné ztužidlo - stěna - táhlo Macalloy M20	60
5.2	Posouzení štíhlosti	60
5.3	Mezní stav použitelnosti.....	61
5.3.1	Svislé průhyby.....	61
5.3.2	Vodorovné průhyby.....	63
5.3.3	Paždíky - čelní stěna.....	65
5.4	Kontrola dimenzí	67
6	Detaily	68
6.1	Detail A.....	69
6.1.1	Připojení paždíku ke sloupu	69
6.1.2	Připojení příčného ztužidla.....	71
6.2	Detail B.....	72
6.2.1	Osové síly ve styčnicku.....	72
6.2.2	Montážní styk horního pásu	73
6.2.3	Diagonála 1 - koutový svar	73

6.2.4	Svislice 2 - koutový svar	75
6.2.5	Diagonála 3	75
6.3	Detail C.....	78
6.3.1	Osové síly ve styčniku.....	78
6.3.2	Diagonála 1 - koutový svar	79
6.3.3	Svislice 2 - koutový svar	80
6.3.4	Dolní pás podélného ztužidla - koutový svar	81
6.4	Detail D.....	83
6.4.1	Uložení vaznice na vazník.....	83
6.4.2	Uložení vazníku na sloup	84
6.4.3	Koutový svar horního a dolního pásu	85
7	Hmotnost konstrukce.....	86

1 Popis konstrukčního systému

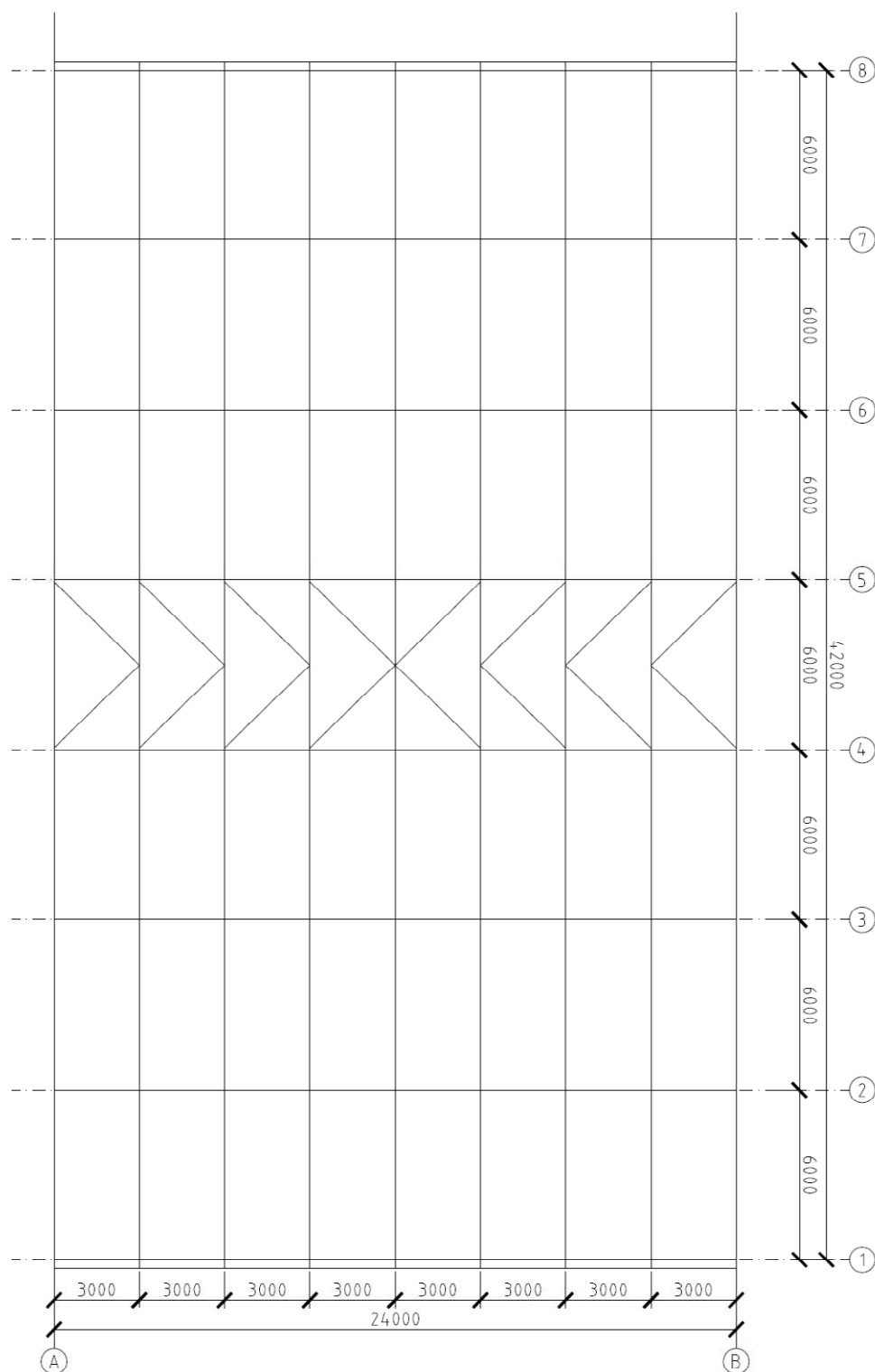
Půdorysný rozměr haly je 24x42 m.

Jedná se o halový systém s příčnou vazbou po 6 m. Příčné vazby jsou v podélném směru spojeny vaznicemi, paždíky a soustavou ztužidel. Prostorovou tuhost konstrukce zajišťují příčné a podélné ztužidla.

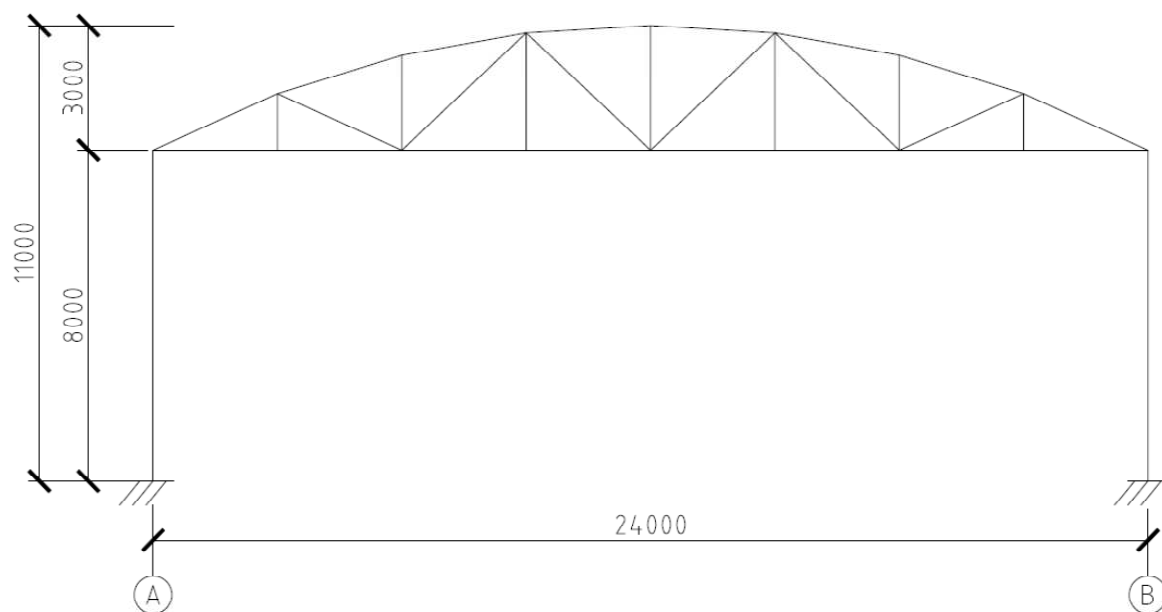
Příčná vazba je tvořena vetknutými sloupy, na kterých jsou kloubově uloženy příhradové vazníky. Sloupy výšky 8 m jsou plnostěnné v příčném směru vetknuté a v podélném směru kloubově uložené. Příhradový vazník je tvořen vodorovným spodním pásem a zakřiveným horním pásem. Výška uprostřed rozpětí je 3 m. Vazník dále tvoří diagonály v kosoúhlé soustavě s podružnými svislicemi, které jsou od sebe ve vzdálenosti 3 m. Nejvyšší bod nosného systému je ve výšce 11,23 m.

Střešní plášť, v příčném směru tvořící válcovou plochu, je pokryt panely Trimoterm SRV 120. Tyto panely jsou kladeny ve směru příčné vazby a konstrukčně spojeny s vaznicemi. Obvodový plášť je proveden z panelů Ruukki SPB-W konstrukčně připojených k paždíkům.

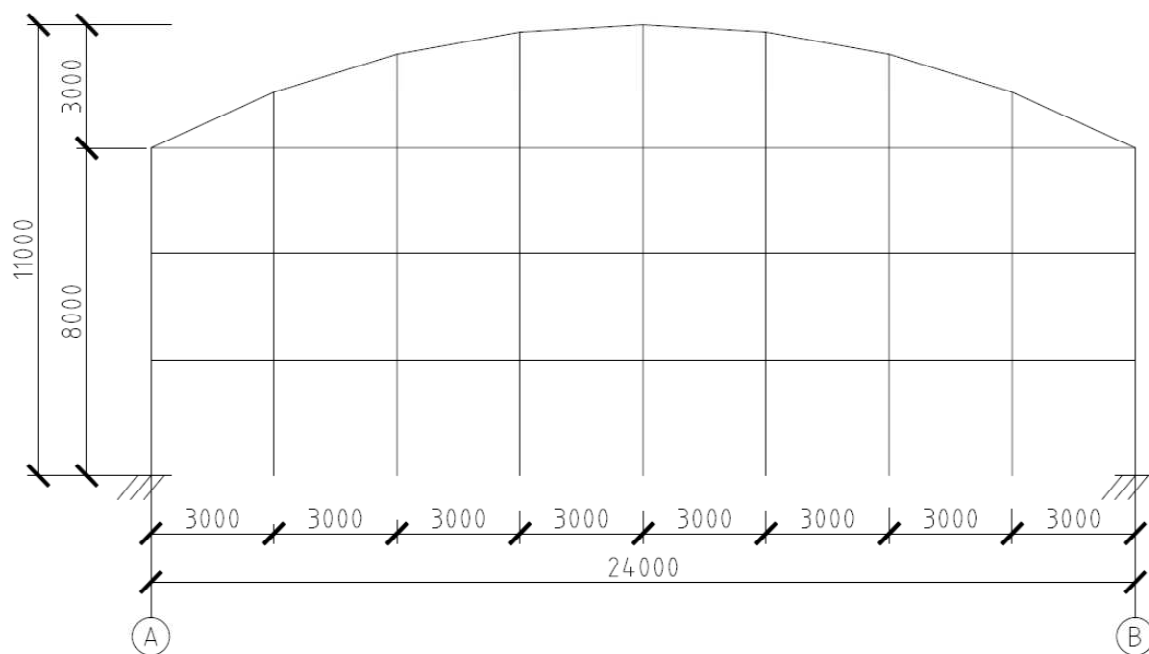
2 Geometrie



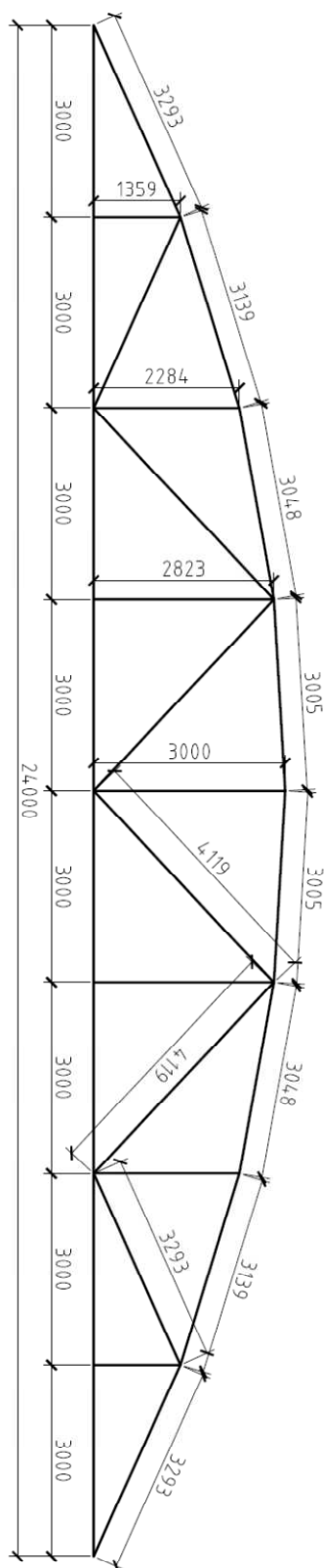
Obrázek 2.1 - Osové schéma půdorysu



Obrázek 2.2 - Osově schéma příčné vazby



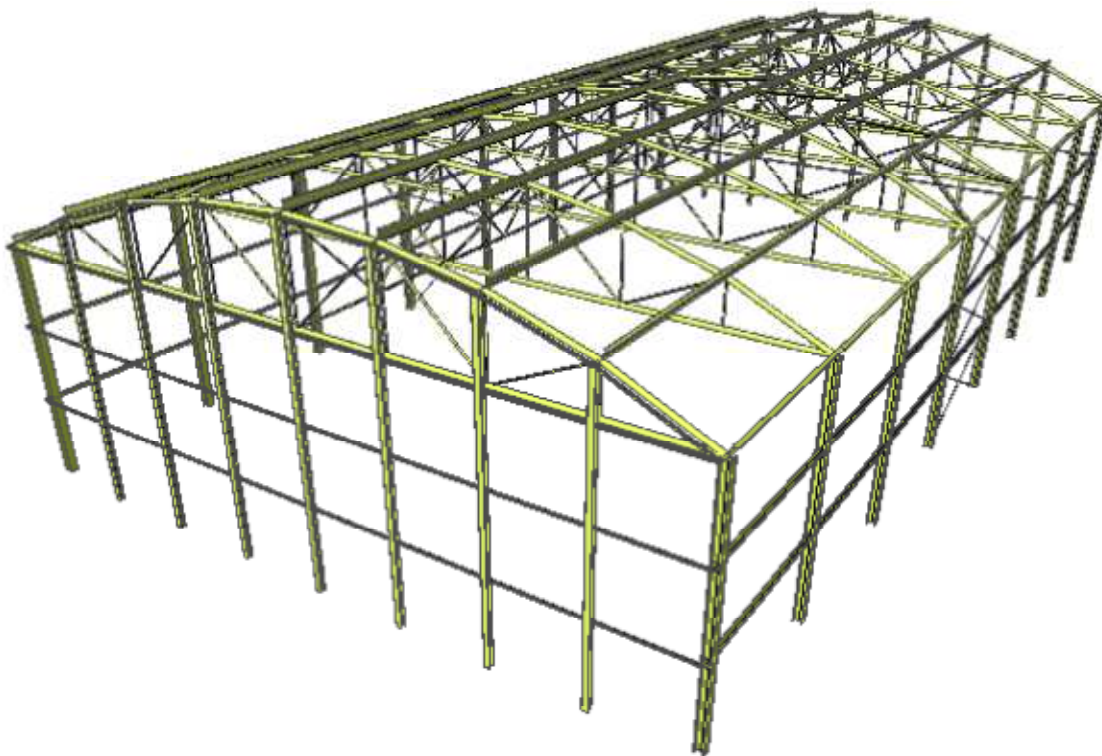
Obrázek 2.3 - Osově schéma čelní stěny



Obrázek 2.4 – Osové schéma vazníku

3 Model

Prutový model konstrukce byl vytvořen v programu Scia. Pomocí tohoto programu byl konstrukční systém řešen a prověřen na mezní stav únosnosti a použitelnosti.



Obrázek 3.1 – Model konstrukce v programu Scia

4 Zatížení

- Zatížení bylo počítáno podle ČSN EN1991 „Zatížení konstrukcí“.

Bylo uvažováno 12 zatěžovacích stavů:

- Stálé zatížení

ZS1.	Vlastní tíha
ZS2.	Střešní plášť
ZS3.	TZB

- Proměnné zatížení

ZS4.	Nenavátý sníh
ZS5.	Navátý sníh nalevo
ZS6.	Navátý sníh napravo
ZS7.	Příčný vítr
ZS8.	Podélný vítr
ZS9.	Osamělé břemeno
ZS10.	Stabilitní síly

4.1 Zatížení stálé

4.1.1 ZS1 – Vlastní tíha

Vlastní váhu konstrukce vygeneroval program Scia. Toto zatížení bylo v zatěžovacím stavu ZS1 uvažováno jako nepříznivé se součinitelem zatížení $\gamma_G = 1,35$ a jako příznivé se součinitelem $\gamma_G = 1,0$.

4.1.2 ZS2 – Střešní plášť

Střešní plášť je tvořen panely Trimoterm SRV 120. Tloušťka panelu je 120 mm a váha 22,8 kgm⁻². Tíha panelů se roznáší na vaznice dle obrázku 4.1.

Zatížení na 1 m²:

$$g_k = 22,8 \times 9,81 = 223,67 \text{ N/m}^2$$

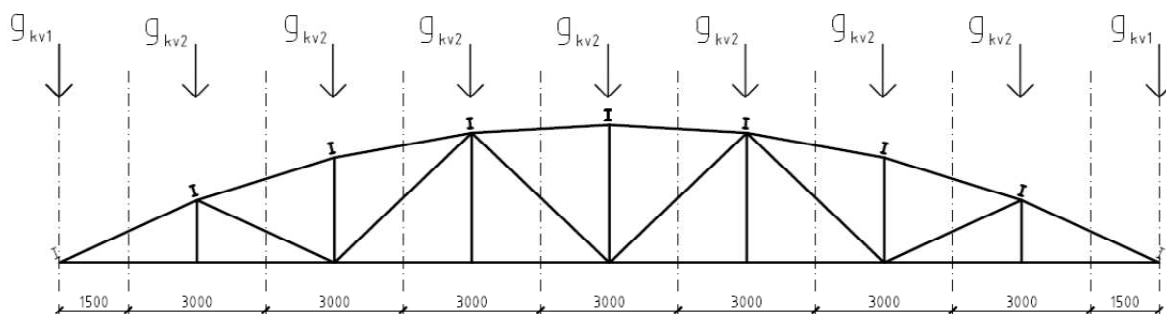
Zatížení na okapovou vaznici:

$$g_{kv1} = g_k \times b = 223,67 \times 1,5 = 0,3355 \text{ kN/m}$$

Zatížení na ostatní vaznice :

$$g_{kv2} = g_k \times b = 223,67 \times 3 = 0,6710 \text{ kN/m}$$

Tento zatěžovací stav byl opět uvažován ve dvou variantách. Příznivá varianta se součinitelem zatížení $\gamma_G = 1,35$ a nepříznivá varianta se součinitelem zatížení $\gamma_G = 1,0$.



Obrázek 4.1 – Roznos tíhy střešního pláště na vaznice

4.1.3 ZS3 – Zatížení TZB

Zatížení vlivem TZB se uvažuje jako odhad na 1 m^2 . Bude působit na spodní pás vazníku, a to ve styčnicích se svislicemi.

Plošné zatížení na 1 m^2 :

$$g_k = 80,0 \text{ kg/m}^2$$

Zatížení na vazník:

$$G_k = 80 \times 9,81 \times 3 \times 6 = 14,126 \text{ kN}$$

4.2 Zatížení proměnné

4.2.1 ZS4 – Nenavátý sníh

Zatížení sněhem bylo určeno podle ČSN EN 1991-1-3. Součinitel zatížení $\gamma_S = 1,5$.

Konstrukce se nachází v Brně $\rightarrow$ II. Sněhová oblast

Charakteristická hodnota zatížení sněhem: $s_k = 1,0 \text{ kPa}$

Součinitel expozice: $C_e = 1,0$

Součinitel teploty: $C_t = 1,0$

Tvarový součinitel: $\mu_1 = 0,8$

Pro nenavátý sníh platí:

$$s = \mu_1 \times C_e \times C_p \times s_k = 0,8 \times 1 \times 1 \times 1 = 0,8 \text{ kN/m}^2$$

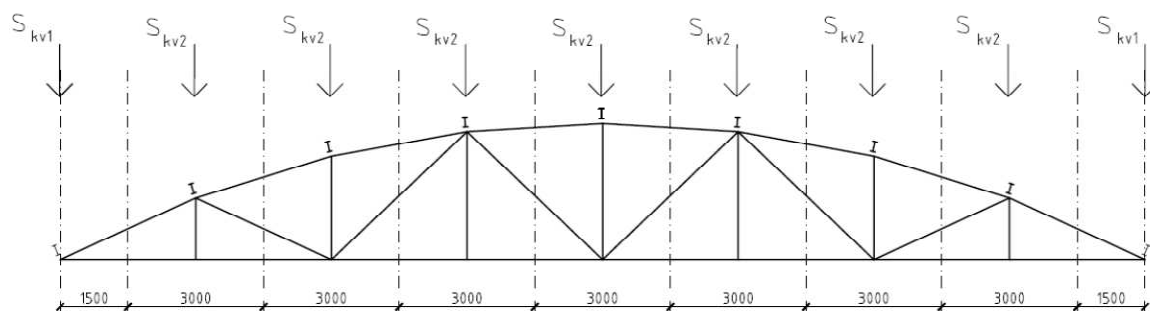
Zatížení na okapovou vaznici:

$$s_{v1} = s \times b = 0,8 \times 1,5 = 1,2 \text{ kN/m}$$

Zatížení na ostatní vaznice:

$$s_{v2} = s \times b = 0,8 \times 3 = 2,4 \text{ kN/m}$$

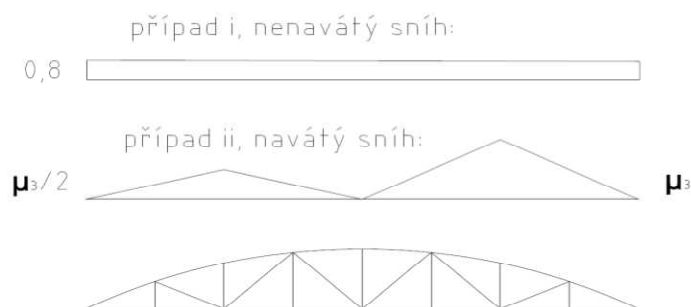
Zatížení nenavátým sněhem se roznáší na vaznice dle obrázku 4.2.



Obrázek 4.2 – Roznos tíhy nenavátého sněhu na vaznice

4.2.2 ZS5 – Navátý sníh nalevo

Zatížení s_v pro trojúhelníkové zatížení je znázorněno na obr. 4.3. Bylo určeno z ploch zatěžovacího obrazce v AutoCADu. Zatížení navátým sněhem se roznáší na vaznice dle obrázku 4.4. Zatížení na jednotlivé vaznice je rozpočítané v tabulce 4.1.

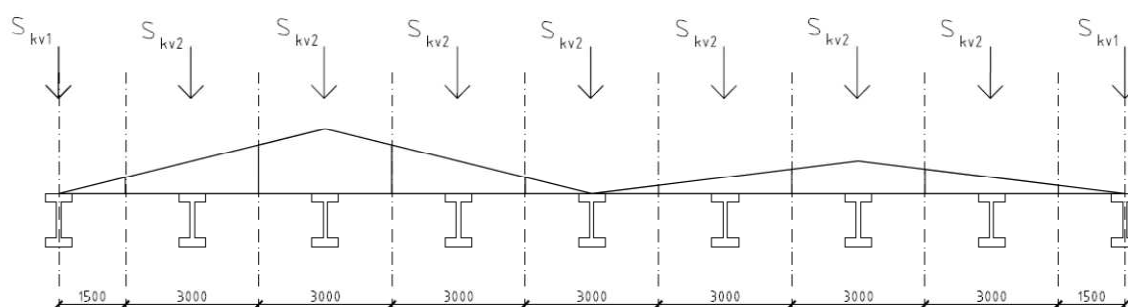


Obrázek 4.3 – Trojúhelníkové zatížení navátým sněhem

Tvarový součinitel: $\mu_3 = 0,2 + 10 \frac{h}{b} = 0,2 + 10 \times \frac{3}{24} = 1,45$

Pro navátý sníh platí:

$$s = \mu_3 \times C_e \times C_p \times s_k = 1,45 \times 1 \times 1 \times 1 = 1,45 \text{ kN/m}^2$$



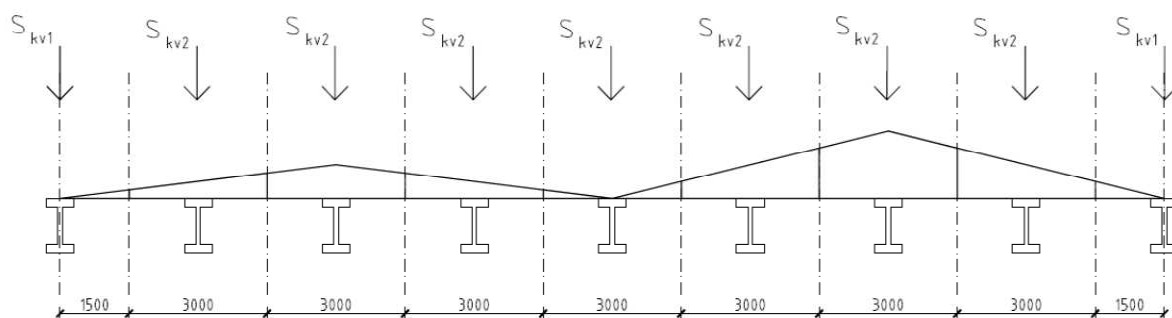
Obrázek 4.4 – Roznos zatížení sněhem na vaznice

prvek	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
ZŠ [m]	1,5	3	3	3	3	3	3	3	1,5
s [kN/m]	0,272	2,175	3,806	2,175	0,408	1,086	1,9	1,086	0,136

Tabulka 4.1 – Zatížení na vaznice navátým sněhem nalevo

4.2.3 ZS6 – Navátý sníh napravo

Zatížení navátým sněhem napravo se roznáší na vaznice dle obrázku 4.5. Zatížení na jednotlivé vaznice je rozpočítané v tabulce 4.2.



Obrázek 4.5 – Roznos zatížení sněhem na vaznice

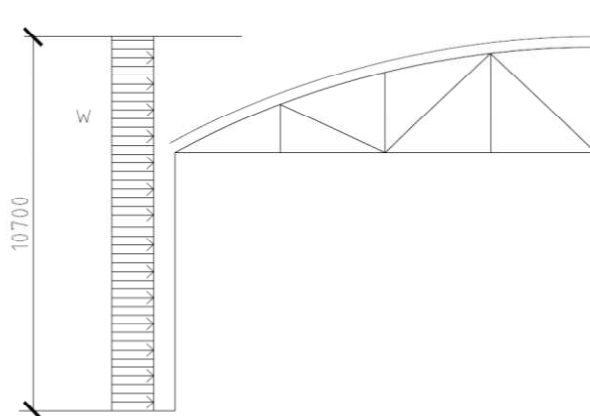
prvek	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
ZŠ [m]	1,5	3	3	3	3	3	3	3	1,5
s [kN/m]	0,136	1,086	1,9	1,086	0,408	2,175	3,806	2,175	0,272

Tabulka 4.2 – Zatížení na vaznice navátým sněhem nalevo

4.2.4 ZS7 – Příčný vítr

Konstrukce se nachází v Brně → I. větrová oblast, kategorie terénu III.

Působení větru na konstrukci je patrné z obrázku 4.6. Součinitelé zatížení uvažují $\gamma_Q = 1,5$.



Obrázek 4.6 – Schéma působení větru na konstrukci

Výchozí základní rychlost větru podle větrové oblasti: $V_{b,0}=22,5$ m/s

parametr drsnosti terénu: $z_0 = 0,3$ m

minimální výška: $z_{\min} = 5$ m

maximální výška: $z_{\max} = 200$ m

Referenční výška: 10,7 m

Základní rychlost větru:

$$v_b = c_{dir} \times c_{season} \times v_{b,0}$$

$$v_b = 1 \times 1 \times 22,5 = 22,5 \text{ m/s}$$

Zatížení na střechu:

Střední rychlost větru:

$$v_{m(z)} = c_{r(z)} \times c_{o(z)} \times v_b$$

$$c_{o(z)} = 1$$

$$c_{r(z)} = k_r \times \ln \frac{z}{z_0}$$

$$k_r = 0,19 \times \left(\frac{z_0}{z_{0,H}} \right)^{0,07}$$

$$k_r = 0,19 \times \left(\frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} = 0,2154$$

$$c_{r(z)} = 0,2154 \times \ln \frac{10,7}{0,3} = 0,7699$$

$$v_{m(z)} = 0,7699 \times 1 \times 22,5 = 17,322 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence:

$$I_v(z) = \frac{k_r}{c_o(z) \times \ln \frac{z}{z_0}}$$

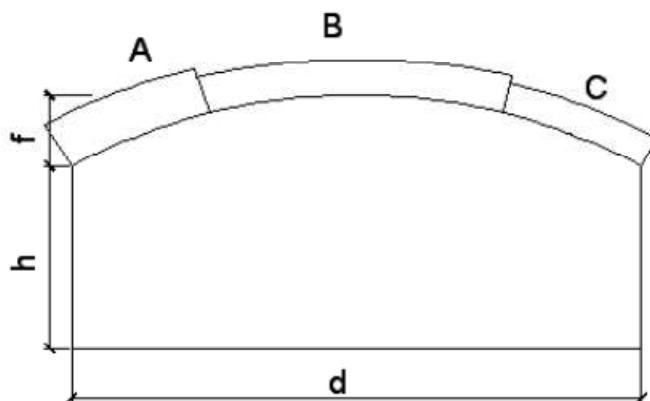
$$I_v(z) = \frac{1}{1 \times \ln \frac{10,7}{0,3}} = 0,280$$

Maximální dynamický tlak:

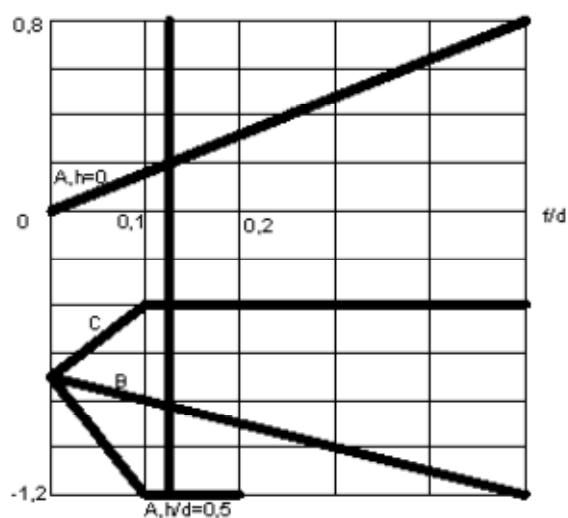
$$q_p(z) = [1 + 7 \times I_v(z)] \times \frac{1}{2} \times \rho \times v_{m(z)}^2$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \times 0,28] \times \frac{1}{2} \times 1,25 \times 17,322^2 = 555,096 \text{ N/m}^2$$

Součinitele vnějšího tlaku $c_{pe,10}$ jsou určeny podle obr. 4.7 a grafu 4.1.



Obrázek 4.7 – Schéma působení větru na střechu



Graf 4.1 – Součinitelé vnějšího tlaku pro válcové střechy

Součinitelé $c_{pe,10}$ podle grafu 4.1 :

$$A (h=0) = 0,2$$

$$h/d = 0,321$$

$$A (h/d=0,5) = -1,2$$

$$A = -0,699$$

$$B = -0,825$$

$$C = -0,4$$

Tlak větru:

$$w_e = q_p(z) \times c_{pe,10}$$

$$w_{eA} = 555,069 \times -0,699 = -387,993 \text{ N/m}^2$$

$$w_{eB} = 555,069 \times -0,825 = -457,932 \text{ N/m}^2$$

$$w_{eC} = 555,069 \times -0,4 = -222,028 \text{ N/m}^2$$

Zatížení na jednotlivé vaznice je rozpočítané v tabulce.

prvek	V1	V2	V3		V4	V5	V6	V7		V8	V9
ZŠ [m]	1,672	3,21	1,378	1,716	3,023	3,002	3,023	1,716	1,378	3,21	1,672
w_e [kN/m ²]	-0,388	-0,388	-0,388	-0,458	-0,458	-0,458	-0,458	-0,458	-0,222	-0,222	-0,222
w_v [kN/m]	-0,649	-1,245	-1,321		-1,385	-1,375	-1,385	-1,092		-0,713	-0,371

Tabulka 4.3 – Zatížení na vaznice od příčného větru

Příčná stěna:

Střední rychlost větru:

$$v_{m(z)} = c_{r(z)} \times c_{o(z)} \times v_b$$

$$c_{o(z)} = 1$$

$$c_{r(z)} = k_r \times \ln \frac{z}{z_0}$$

$$k_r = 0,19 \times \left(\frac{z_0}{z_{0,H}} \right)^{0,07}$$

$$k_r = 0,19 \times \left(\frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} = 0,2154$$

$$c_{r(z)} = 0,2154 \times \ln \frac{7,7}{0,3} = 0,699$$

$$v_{m(z)} = 0,699 \times 1 \times 22,5 = 15,728 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence:

$$I_v(z) = \frac{k_r}{c_{o(z)} \times \ln \frac{z}{z_0}}$$

$$I_v(z) = \frac{1}{1 \times \ln \frac{7,7}{0,3}} = 0,308$$

Maximální dynamický tlak:

$$q_p(z) = [1 + 7 \times I_v(z)] \times \frac{1}{2} \times \rho \times v_{m(z)}^2$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \times 0,308] \times \frac{1}{2} \times 1,25 \times 15,728^2 = 487,937 \text{ N/m}^2$$

Součinitelé $c_{pe,10}$ podle grafu 4.1 :

$$h/d=0,183$$

$$A=1,2$$

$$B=-0,8$$

$$C=-0,5$$

$$D=0,7$$

$$E=-0,3$$

Tlak větru:

$$w_{\varepsilon} = q_p(z) \times c_{pe,10}$$

$$w_{\varepsilon A} = 487,937 \times 1,2 = 585,524 \text{ N/m}^2$$

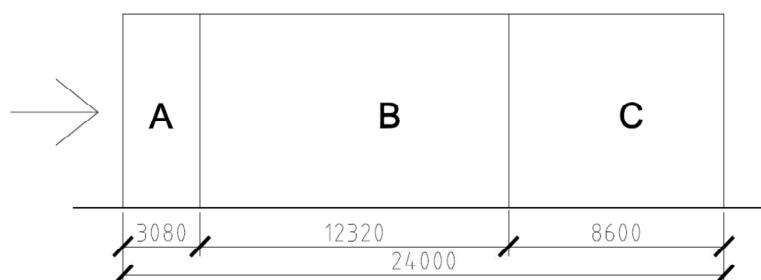
$$w_{\varepsilon B} = 487,937 \times -0,8 = -390,350 \text{ N/m}^2$$

$$w_{\varepsilon C} = 487,937 \times -0,5 = -243,969 \text{ N/m}^2$$

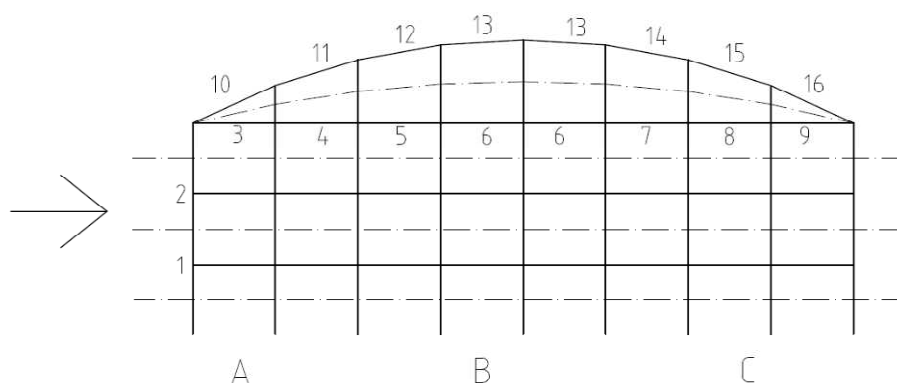
$$w_{\varepsilon D} = 487,937 \times 0,7 = 346,435 \text{ N/m}^2$$

$$w_{\varepsilon E} = 487,937 \times -0,3 = -146,381 \text{ N/m}^2$$

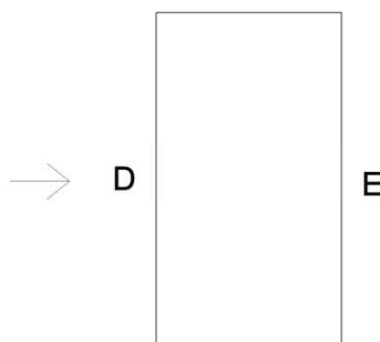
Součinitele vnějšího tlaku $c_{pe,10}$ jsou určeny podle obr. 4.8 a 4.10. Zatížení větrem se přenáší z obvodového pláště do paždíků podle obr.4.9. Zatížení na paždík je rozpočítáno v tab.4.4.



Obrázek 4.8 – Oblasti tlaku větru pro čelní stěnu



Obrázek 4.9 – Zatížení od příčného větru na paždíky čelní stěny



Obrázek 4.10 – Oblasti tlaku větru od příčného větru na podélné stěny

prvek	P1A	P1B	P1C	P2A	P2B	P2C	P3	P4	P5	P6
ZŠ [m]	2,550	2,550	2,550	2,600	2,600	2,600	1,640	2,211	2,578	2,755
w_e [kN/m ²]	585,524	-390,350	-243,969	585,524	-390,350	-243,969	585,524	-390,350	-390,350	-390,350
w_v [kN/m]	1,493	-0,995	-0,622	1,522	-1,015	-0,634	0,955	-0,863	-1,006	-1,075

prvek	P7B	P7C	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14B	P14C
ZŠ [m]	2,693	2,518	2,211	1,640	0,340	0,911	1,277	1,477	1,393	1,218
w_e [kN/m ²]	-390,350	-243,969	-243,969	-243,969	585,524	-390,350	-390,350	-390,350	-390,350	-243,969
w_v [kN/m]	-1,051	-0,614	-0,539	-0,400	0,199	-0,356	-0,498	-0,577	-0,544	-0,297

prvek	P15	P16	P3D	P2D	P1D	P3E	P2E	P1E
ZŠ [m]	1,911	0,340	1,300	2,600	2,550	1,300	2,600	2,550
w_e [kN/m ²]	-243,969	-243,969	346,435	346,435	346,435	-146,381	-146,381	-146,381
w_v [kN/m]	-0,466	-0,083	0,450	0,901	0,883	-0,190	-0,381	-0,373

Tabulka 4.4 – Zatížení od příčného větru na paždíky čelní a podélné stěny

4.2.5 ZS7 – Podélný vítr

Zatížení na střechu:

Střední rychlost větru:

$$v_{m(z)} = c_{r(z)} \times c_{o(z)} \times v_b$$

$$c_{o(z)} = 1$$

$$c_{r(z)} = k_r \times \ln \frac{z}{z_0}$$

$$k_r = 0,19 \times \left(\frac{z_0}{z_{0,H}} \right)^{0,07}$$

$$k_r = 0,19 \times \left(\frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} = 0,2154$$

$$c_{r(z)} = 0,2154 \times \ln \frac{10,7}{0,3} = 0,7699$$

$$v_{m(z)} = 0,7699 \times 1 \times 22,5 = 17,322 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence:

$$I_v(z) = \frac{k_r}{c_{o(z)} \times \ln \frac{z}{z_0}}$$

$$I_v(z) = \frac{1}{1 \times \ln \frac{10,7}{0,3}} = 0,280$$

Maximální dynamický tlak:

$$q_p(z) = [1 + 7 \times I_v(z)] \times \frac{1}{2} \times \rho \times v_{m(z)}^2$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \times 0,28] \times \frac{1}{2} \times 1,25 \times 17,322^2 = 555,096 \text{ N/m}^2$$

$$e = \min[b, 2h] = 21,4 \text{ m}$$

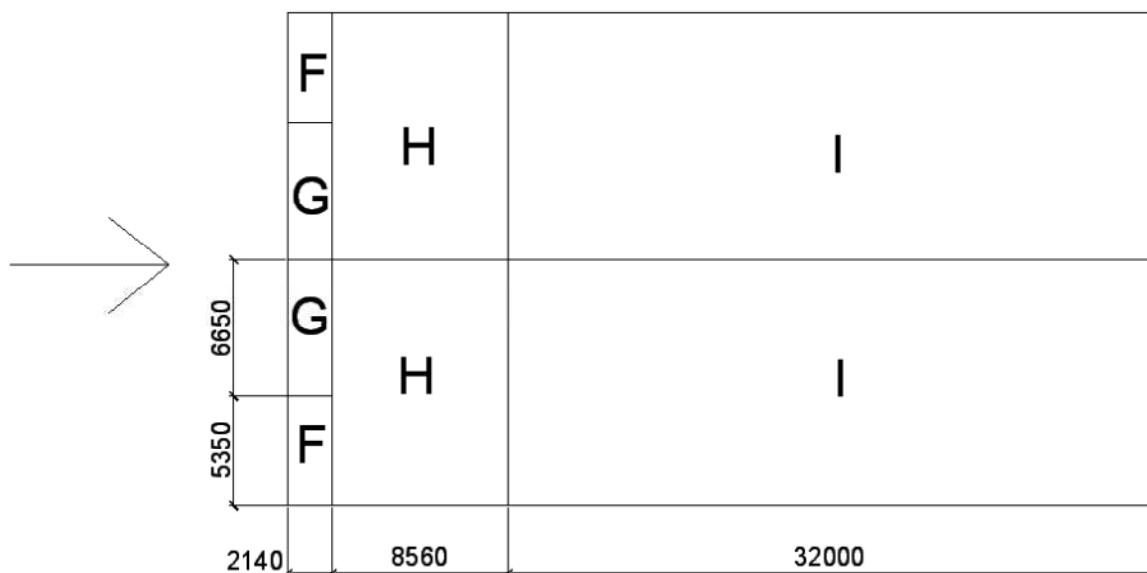
Součinitelé $c_{pe,10}$:

$$F = -1,7$$

$$G = -2,35$$

$$H = -0,7$$

$$I = -0,55$$



Obrázek 4.11 – Oblasti tlaku podélného větru na střechu

Tlak větru:

$$w_e = q_p(z) \times c_{pe,10}$$

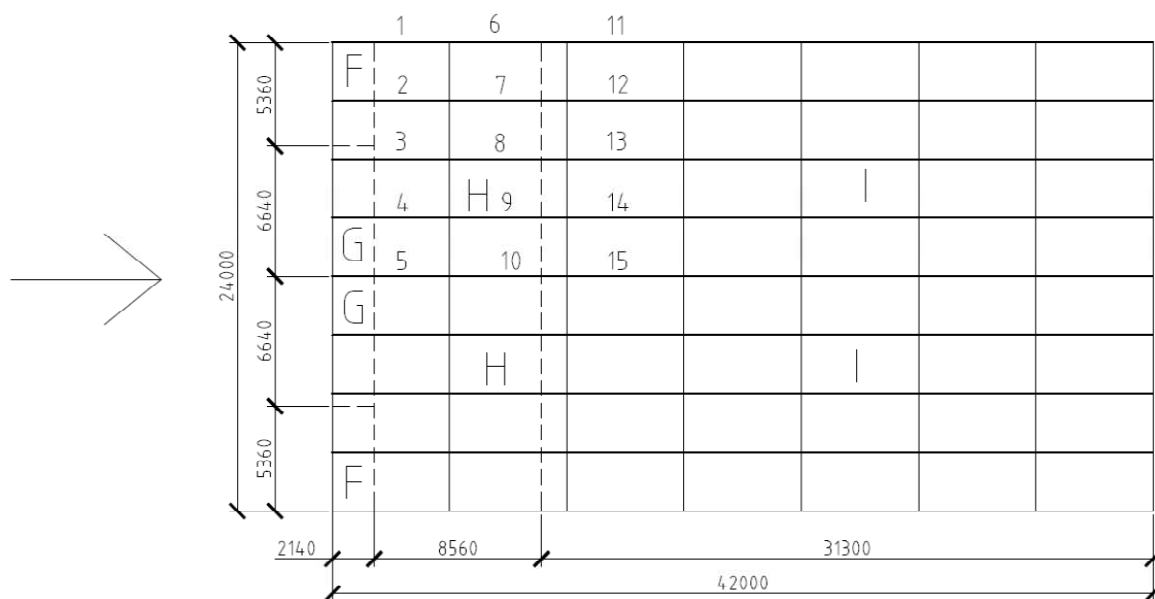
$$w_{eF} = 555,069 \times -1,7 = -943,617 \text{ N/m}^2$$

$$w_{eG} = 555,069 \times -2,35 = -1304,412 \text{ N/m}^2$$

$$w_{eH} = 555,069 \times -0,7 = -388,448 \text{ N/m}^2$$

$$w_{eI} = 555,069 \times -0,55 = -305,290 \text{ N/m}^2$$

Zatížení podélným větrem se přenáší ze střešního pláště do vaznic podle obr.4.11. Zatížení na vaznice je rozpočítáno v tab. 4.5.



Obrázek 4.12 – Rozdělení zatížení podélným větrem na vaznice

Prvek	oblast	ZŠ [m]	w _e [kN/m ²]	w _v [kN/m]
Vaznice 1	F	1,672	0,944	1,578
	H	1,672	0,388	0,649
Vaznice 2	F	3,21	0,944	3,030
	H	3,21	0,388	1,245
Vaznice 3	FG	0,89+2,2	0,94+1,3	3,709
	H	3,089	0,388	1,199
Vaznice 4	G	3,023	1,304	3,942
	H	3,023	0,388	1,173
Vaznice 5	G	3,002	1,304	3,915
	H	3,002	0,388	1,165
Vaznice 6	H	1,672	0,388	0,649
	I	1,672	0,305	0,510
Vaznice 7	H	3,21	0,388	1,245
	I	3,21	0,305	0,979
Vaznice 8	H	3,089	0,388	1,199
	I	3,089	0,305	0,942
Vaznice 9	H	3,023	0,388	1,173
	I	3,023	0,305	0,922
Vaznice 10	H	3,002	0,388	1,165
	I	3,002	0,305	0,916
Vaznice 11	I	1,672	0,305	0,510
Vaznice 12	I	3,21	0,305	0,979
Vaznice 13	I	3,089	0,305	0,942
Vaznice 14	I	3,023	0,305	0,922
Vaznice 15	I	3,002	0,305	0,916

Tabulka 4.5 – Zatížení podélným větrem na vaznice

Podélná stěna:

Střední rychlost větru:

$$v_{m(z)} = c_{r(z)} \times c_{o(z)} \times v_b$$

$$c_{o(z)} = 1$$

$$c_{r(z)} = k_r \times \ln \frac{z}{z_0}$$

$$k_r = 0,19 \times \left(\frac{z_0}{z_{0,ref}} \right)^{0,07}$$

$$k_z = 0,19 \times \left(\frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} = 0,2154$$

$$c_p(z) = 0,2154 \times \ln \frac{7,7}{0,3} = 0,699$$

$$v_{m(z)} = 0,699 \times 1 \times 22,5 = 15,728 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence:

$$I_v(z) = \frac{k_t}{c_p(z) \times \ln \frac{z}{z_0}}$$

$$I_v(z) = \frac{1}{1 \times \ln \frac{7,7}{0,3}} = 0,308$$

Maximální dynamický tlak:

$$q_p(z) = [1 + 7 \times I_v(z)] \times \frac{1}{2} \times \rho \times v_{m(z)}^2$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \times 0,308] \times \frac{1}{2} \times 1,25 \times 15,728^2 = 487,937 \text{ N/m}^2$$

Součinitelé $c_{pe,10}$:

$$h/d = 0,321$$

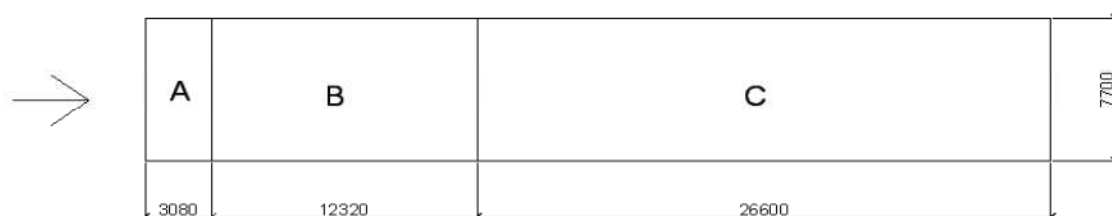
$$A = 1,2$$

$$B = -0,857$$

$$C = -0,5$$

$$D = 0,71$$

$$E = -0,318$$



Obrázek 4.13 – Oblasti tlaku podélného větru na podélnou stěnu



Obrázek 4.14 – Oblasti tlaku podélného větru na čelní stěnu

Tlak větru:

$$w_e = q_p(z) \times c_{pe,10}$$

$$w_{eA} = 487,937 \times 1,2 = 585,524 \text{ N/m}^2$$

$$w_{eB} = 487,937 \times -0,857 = -418,162 \text{ N/m}^2$$

$$w_{eC} = 487,937 \times -0,5 = -243,969 \text{ N/m}^2$$

$$w_{eD} = 487,937 \times 0,71 = 346,435 \text{ N/m}^2$$

$$w_{eE} = 487,937 \times -0,318 = -155,164 \text{ N/m}^2$$

Zatížení podélným větrem se přenáší z obvodového pláště do vaznic podle obr.4.13 a 4.14. Zatížení na vaznice je rozpočítáno v tab. 4.6, 4.7 a 4.8.

Prvek	oblast	ZŠ [m]	w_e [N/m ²]	w_v [kN/m]
vaznice 1A	A	1,3	585,524	0,761
vaznice 1B	B	1,3	-418,126	-0,544
vaznice 1C	C	1,3	-243,969	-0,317
paždík 2A	A	2,6	585,524	1,522
paždík 2B	B	2,6	-418,126	-1,087
paždík 2C	C	2,6	-243,969	-0,634
paždík 3A	A	2,55	585,524	1,493
paždík 3B	B	2,55	-418,126	-1,066
paždík 3C	C	2,55	-243,969	-0,622

Tabulka 4.6 – zatížení na vaznice a paždíky od podélného větru

prvek	w_e [kN/m ²]	A_{eff} [m ²]	l [m ²]	w_v [kN/m]
P1	0,346	7,650	3,000	0,883
P2	0,346	7,800	3,000	0,901
P3	0,346	4,919	3,000	0,568
P4	0,346	6,642	3,000	0,767
P5	0,346	7,730	3,000	0,893
P6	0,346	8,267	3,000	0,955
P7	0,346	1,019	3,293	0,107
P8	0,346	2,732	3,139	0,302
P9	0,346	3,830	3,048	0,435
P10	0,346	4,367	3,005	0,503

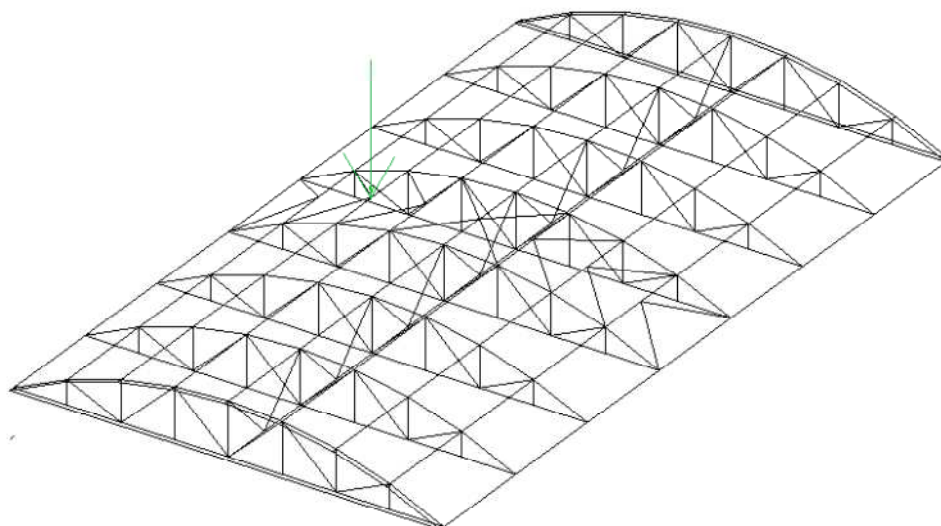
Tabulka 4.7 – zatížení na paždíky od podélného větru pro oblast D

prvek	w_e [kN/m ²]	A_{eff} [m ²]	l [m ²]	w_v [kN/m]
P1	-0,155	7,650	3,000	-0,396
P2	-0,155	7,800	3,000	-0,403
P3	-0,155	4,919	3,000	-0,254
P4	-0,155	6,642	3,000	-0,344
P5	-0,155	7,730	3,000	-0,400
P6	-0,155	8,267	3,000	-0,428
P7	-0,155	1,019	3,293	-0,048
P8	-0,155	2,732	3,139	-0,135
P9	-0,155	3,830	3,048	-0,195
P10	-0,155	4,367	3,005	-0,225

Tabulka 4.8 – Zatížení na paždíky od podélného větru pro oblast E

4.2.6 ZS9 - Osamělé břemeno

V tomto zatěžovacím stavu je uvažováno zatížení osamělým břemenem uprostřed nejvíce namáhané vaznice. Střecha konstrukce patří do kategorie H - střecha nepřístupná s výjimkou běžné údržby a oprav. Velikost tohoto zatížení: $Q_k = 1,0$ kN. Součinitel zatížení $\gamma_Q = 1,5$. Na obrázku 4.15 je zobrazeno umístění tohoto zatížení.



Obrázek 4.15 – Umístění osamělého břemena

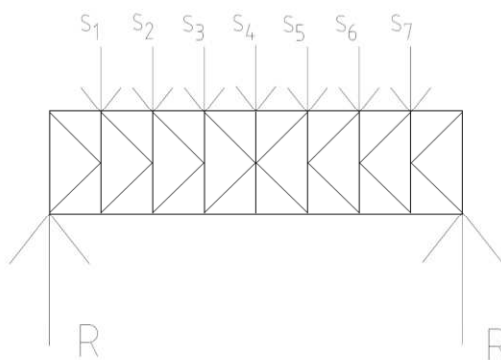
4.2.7 ZS 10 – Stabilitní síly

Stabilitní síly působí prostřednictvím vaznic na příčné ztužidlo. Velikost těchto sil uvažují

$$\text{jako } S_i = 7 \cdot \frac{1}{100} \cdot \left(\frac{N_i + N_{i+1}}{2} \right),$$

kde S_i je výslednice stabilitních sil pro uzel i . N_i a N_{i+1} jsou tlakové normálové síly přilehlých prutů horního pásu vazníku. Tyto normálové síly byly určeny z kombinace vyvolující maximální tlakové účinky v horním pásu vazníku. Soustavu těchto sil je nutné vyrovnat

reakcemi $R = \frac{\sum S_i}{2}$. Tento zatěžovací stav uvažují pouze v kombinacích vyvolujících tlak v horním pásu vazníku. Výpočet je proveden v tabulce 4.9. Umístění stabilitních sil je na obrázku 4.16.



Obrázek 4.16 – Umístění stabilitních sil

uzel	Ni [N]	Si [N]
1	382,34	26,5784
2	377,044	26,0653
3	367,68	24,206
4	323,92	22,6744
5	323,92	24,206
6	367,68	26,0653
7	377,044	26,5784
	382,34	

Tabulka 4.8 – Zatížení od stabilitních sil

4.3 Kombinace zatížení

4.3.1 Kombinace na únosnost

K1: ZS1 + ZS2 + ZS4

K2: ZS1 + ZS2 + ZS3 + ZS4

K3: ZS1 + ZS2 + ZS4 + ZS10

K4: ZS1 + ZS2 + ZS4 + ZS9 + ZS10

K5: ZS1 + ZS2 + ZS5

K6: ZS1 + ZS2 + ZS3 + ZS5

K7: ZS1 + ZS2 + ZS5 + ZS10

K8: ZS1 + ZS2 + ZS3 + ZS5 + ZS10

K9: ZS1 + ZS2 + ZS6

K10: ZS1 + ZS2 + ZS3 + ZS6

K11: ZS1 + ZS2 + ZS6 + ZS10

K12: ZS1 + ZS2 + ZS3 + ZS6 + ZS10

K13: ZS1 + ZS2 + ZS7

K14: ZS1 + ZS2 + ZS7 + ZS10

K15: ZS1 + ZS2 + ZS8

K16: ZS1 + ZS2 + ZS8 + ZS10

K17: ZS1 + ZS2 + ZS3 + ZS4 + ZS8 + ZS10

K18: ZS1 + ZS2 + ZS3 + ZS 5 + ZS9 + ZS10

4.3.2 Kombinace na použitelnost

K19: ZS1 + ZS2 + ZS 5 + ZS9

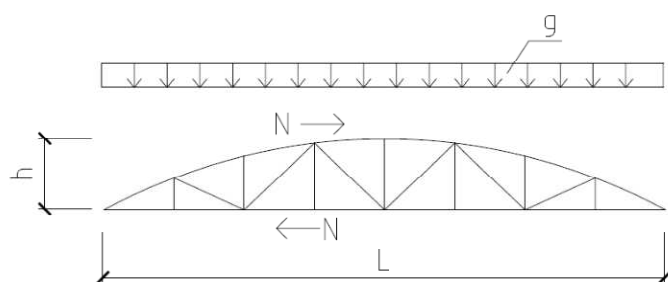
K20: ZS1 + ZS2 + ZS 3 + ZS4

K21: ZS1+ ZS2 + ZS3 + ZS4 + ZS8

K22: ZS1+ ZS2 + ZS3 + ZS4 + ZS7

4.4 Kontrola výsledků

Pro kontrolu výsledků vnitřních sil vypočítaných programem Scia se provede ruční výpočet hodnot normálových sil v horním pásu vazníku od zatěžovacího stavu 4 - Nenavátý sníh.



$$l = 24m$$

$$h = 3m$$

$$g = 2,4 \times 6 / 3 = 4,8 kN / m$$

$$M = \frac{1}{8} g l^2 = \frac{1}{8} 4,8 \times 24^2 = 345,6 kNm$$

$$N = \frac{M}{h} = \frac{345,6}{3} = 115,2 kN$$

Výsledky z programu Scia: $N = 100,3 \text{ kN} \sim 116,31 \text{ kN}$

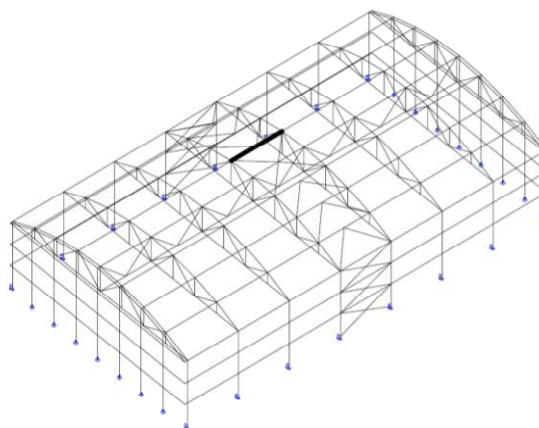
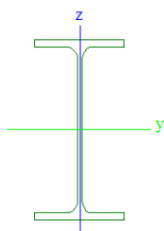
5 Návrh a posouzení

Návrh a posouzení na mezní stav únosnosti byl proveden v programu Scia dle normy ČSN EN 1993. Posouzení na mezní stav použitelnosti byl proveden podle ČSN EN 1993.

5.1 Mezní stav únosnosti

5.1.1 Vaznice - IPE240

Prut B687	IPE240	S 235	CO18/15	0.81
-----------	--------	-------	---------	------



Údaje o materiálu		
mez kluzu f_y	235.00	MPa
pevnost v tahu f_u	360.00	MPa
typ výroby	válcovaný	

Poměr šířky ke tloušťce pro vnitřní tlačené prvky (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 1).
poměr 30.71 v místě 0.00 m

poměr		
maximální poměr	1	33.00
maximální poměr	2	38.00
maximální poměr	3	42.00

==> Třída průřezu 1

Poměr šířky ke tloušťce pro odstávající pásnice (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 2).
poměr 4.28 v místě 0.00 m

poměr		
maximální poměr	1	9.00
maximální poměr	2	10.00
maximální poměr	3	14.00

==> Třída průřezu 1

Posudek na tlak

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.4 a vzorce EN 1993-1-1 : (6.9)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Nc.Rd	918.85	kN
jedn. posudek	0.04	

Posudek na smyk (V_y)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.17)

Tabulka hodnot		
V _{c,Rd}	345.10	kN
jedn. posudek	0.01	

Posudek na smyk (V_z)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.17)

Tabulka hodnot		
V _{c,Rd}	259.52	kN
jedn. posudek	0.08	

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.31)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
MN _{Vy,Rd}	86.15	kNm
MN _{Vz,Rd}	17.37	kNm

alfa 2.00 beta 1.00

jedn. posudek 0.00

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

Stabilitní posudek

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	60.14	111.39	
Redukovaná štíhlost	0.64	1.19	
Vzpěr. křivka	a	b	
Imperfekce	0.21	0.34	
Redukční součinitel	0.87	0.49	
Délka	6.00	6.00	m
Součinitel vzpěru	1.00	0.50	
Vzpěrná délka	6.00	3.00	m
Kritické Eulerovo zatížení	2240.73	653.10	kN

Posudek na vzpěr

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.46)

Tabulka hodnot		
N _{b,Rd}	446.30	kN
jedn. posudek	0.09	

Posudek na tlak s ohybem

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)

Interakční metoda 1

Tabulka hodnot		
k _{yy}	1.086	
k _{yz}	1.569	
k _{zy}	0.575	
k _{zz}	1.344	
Delta M _y	0.00	kNm
Delta M _z	0.00	kNm
A	3910.00	mm ²
W _y	366600.00	mm ³
W _z	73920.00	mm ³
NR _k	918.85	kN
M _{y,Rk}	86.15	kNm
M _{z,Rk}	17.37	kNm
M _{y,Ed}	34.59	kNm

Mz,Ed	3.53	kNm
Interakční metoda 1		
Mcr0	45.28	kNm
redukovaná štíhlost 0	1.38	
Cmy,0	1.001	
Cmz,0	0.989	
Cmy	1.000	
Cmz	0.989	
CmLT	1.048	
muy	0.998	
muz	0.967	
wy	1.130	
wz	1.500	
npl	0.044	
aLT	0.997	
bLT	0.077	
cLT	1.091	
dLT	0.109	
eLT	0.451	
Cyy	0.980	
Cyz	0.443	
Czy	0.936	
Czz	0.759	

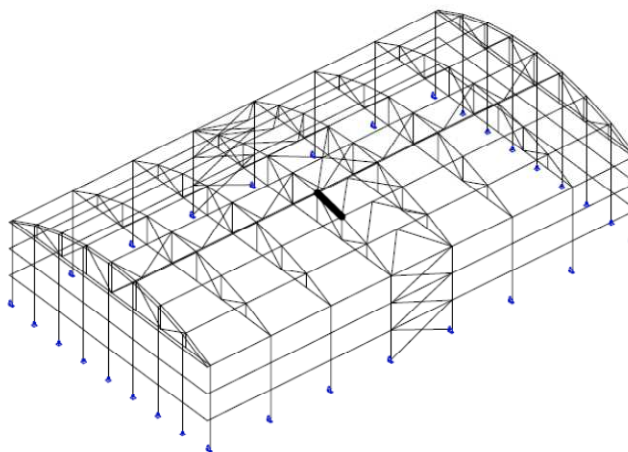
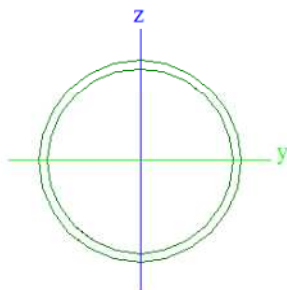
jedn. posudek = $0.05 + 0.44 + 0.32 = 0.81$

jedn. posudek = $0.09 + 0.23 + 0.27 = 0.59$

Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

5.1.2 Vazník - horní pás -TR ø 152,4x6,3

Prut B398	RO152.4X6.3	S 235	CO4/1	0.95
-----------	-------------	-------	-------	------



Údaje o materiálu		
mez kluzu fy	235.00	MPa
pevnost v tahu fu	360.00	MPa
typ výroby	válcovaný	

Poměr šířky ke tloušťce pro trubkové průřezy (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 3).

poměr 24.19 v místě 0.00 m

poměr		
maximální poměr	1	50.00
maximální poměr	2	70.00
maximální poměr	3	90.00

==> Třída průřezu 1

Posudek na tlak

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.4 a vzorce EN 1993-1-1 : (6.9)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Nc,Rd	679.15	kN
jedn. posudek	0.60	

Posouzení kroucení

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.7. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.23)

Tabulka hodnot		
tau t,Rd	136.30	MPa
tau t, Ed	17.85	MPa
jedn. posudek	0.13	

Posudek na smyk (Vy)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. & 6.2.7 a vzorce EN 1993-1-1 : (6.25)

Tabulka hodnot		
Vc,Rd	232.71	kN
jedn. posudek	0.00	

Posudek na smyk (Vz)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. & 6.2.7 a vzorce EN 1993-1-1 : (6.25)

Tabulka hodnot		
Vc,Rd	232.71	kN
jedn. posudek	0.01	

Posudek ohybového momentu (My)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.12)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Mc,Rd	31.44	kNm
jedn. posudek	0.05	

Posudek ohybového momentu (Mz)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.12)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Mc,Rd	31.44	kNm
jedn. posudek	0.15	

Posudek na kombinaci ohybu, osových a smykových sil

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.41)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
MNVy,Rd	18.93	kNm
MNVz,Rd	18.93	kNm

alfa 2.00 beta 2.00

jedn. posudek 0.07

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

Stabilitní posudek

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	58.94	58.94	
Redukovaná štíhlost	0.63	0.63	

Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce	0.21	0.21	
Redukční součinitel	0.88	0.88	
Délka	3.05	3.05	m
Součinitel vzpěru	1.00	1.00	
Vzpěrná délka	3.05	3.05	m
Kritické Eulerovo zatížení	1724.51	1724.51	kN

Posudek na vzpěr

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.46)

Tabulka hodnot		
Nb.Rd	597.14	kN
jedn. posudek	0.68	

Posudek klopení

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.54)

Tabulka hodnot		
Mb.Rd	31.44	kNm
Wy	133800.00	mm ³
redukce	1.00	
imperfekce	0.76	
redukovaná štíhlost	0.10	
metoda pro křivku klopení	Art. 6.3.2.2.	
Mcr	3237.91	kNm
jedn. posudek	0.05	

LTB		
Délka klopení	3.05	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	2.21	
C2	0.03	
C3	0.85	

zatížení v těžišti

Posudek na tlak s ohybem

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)

Interakční metoda 1

Tabulka hodnot		
kyy	0.933	
kyz	0.589	
kzy	0.568	
kzz	0.966	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	2890.00	mm ²
Wy	133800.00	mm ³
Wz	133800.00	mm ³
NRk	679.15	kN
My,Rk	31.44	kNm
Mz,Rk	31.44	kNm
My,Ed	6.01	kNm
Mz,Ed	4.81	kNm
Interakční metoda 1		
Mcr0	1466.01	kNm
redukovaná štíhlost 0	0.15	
Cmy,0	0.887	
Cmz,0	0.911	

Cmy	0.887	
Cmz	0.911	
CmLT	1.000	
muy	0.964	
muz	0.964	
wy	1.325	
wz	1.325	
npl	0.601	
aLT	0.000	
bLT	0.000	
cLT	0.000	
dLT	0.000	
eLT	0.000	
Cyy	1.201	
Cyz	1.172	
Czy	1.183	
Czz	1.191	

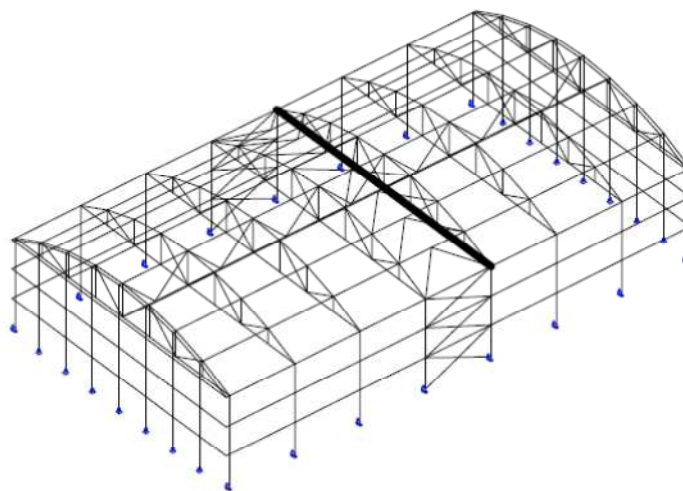
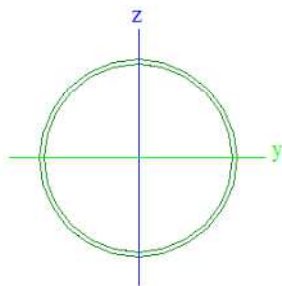
jedn. posudek = $0.68 + 0.18 + 0.09 = 0.95$

jedn. posudek = $0.68 + 0.11 + 0.15 = 0.94$

Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

5.1.3 Vazník - dolní pás - TR ø 177,8x4

Prut B968	RO177.8X4	S 235	CO4/1	0.87
-----------	-----------	-------	-------	------



Údaje o materiálu		
mez kluzu fy	235.00	MPa
pevnost v tahu fu	360.00	MPa
typ výroby	válcovaný	

POSUDEK ÚNOSNOSTI

Poměr šířky ke tloušťce pro trubkové průřezy (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 3).

poměr 44.45 v místě 0.00 m

poměr		
maximální poměr	1	50.00
maximální poměr	2	70.00
maximální poměr	3	90.00

==> Třída průřezu 1

Posudek na osovou sílu

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.3. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.5)

Tabulka hodnot		
Nt.Rd	512.30	kN
jedn. posudek	0.87	

Posudek na smyk (V_y)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.17)

Tabulka hodnot		
$V_{c,Rd}$	188.30	kN
jedn. posudek	0.00	

Posudek na smyk (V_z)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.17)

Tabulka hodnot		
$V_{c,Rd}$	188.30	kN
jedn. posudek	0.01	

Posudek ohybového momentu (M_y)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.12)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
$M_{c,Rd}$	27.99	kNm
jedn. posudek	0.03	

Posudek ohybového momentu (M_z)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.12)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
$M_{c,Rd}$	27.99	kNm
jedn. posudek	0.01	

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.41)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
$MN_{Vy,Rd}$	6.27	kNm
$MN_{Vz,Rd}$	6.27	kNm

alfa 2.00 beta 2.00

jedn. posudek 0.01

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

Stabilitní posudek

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	48.77	195.07	
Redukovaná štíhlost	0.52	2.08	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce	0.21	0.21	
Redukční součinitel	0.92	0.21	
Délka	12.00	12.00	m
Součinitel vzpěru	0.25	1.00	
Vzpěrná délka	3.00	12.00	m
Kritické Eulerovo zatížení	1899.90	118.74	kN

Posudek klopení

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.54)

Tabulka hodnot		
$M_b.Rd$	27.99	kNm
W_y	119094.48	mm ³
redukce	1.00	

imperfekce	0.76	
redukovaná štíhlost	0.20	
metoda pro křivku klopení	Art. 6.3.2.2.	
Mcr	704.73	kNm
jedn. posudek	0.03	

LTB		
Délka klopení	12.00	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.77	
C2	0.00	
C3	0.94	

zatížení v těžišti

Posudek na tlak s ohybem

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)

Interakční metoda 1

Tabulka hodnot		
kyy	0.807	
kyz	0.600	
kzy	0.484	
kzz	1.000	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	2180.00	mm ²
Wy	119094.48	mm ³
Wz	119094.48	mm ³
NRk	512.30	kN
My,Rk	27.99	kNm
Mz,Rk	27.99	kNm
My,Ed	6.95	kNm
Mz,Ed	0.15	kNm
Interakční metoda 1		
Mcr0	397.71	kNm
redukovaná štíhlost 0	0.27	
Cmy,0	0.807	
Cmz,0	1.000	
Cmy	0.807	
Cmz	1.000	
CmLT	1.000	
muy	1.000	
muz	1.000	
wy	1.283	
wz	1.283	
npl	0.000	
aLT	0.000	
bLT	0.000	
cLT	0.000	
dLT	0.000	
eLT	0.000	
Cyy	1.000	
Cyz	1.000	
Czy	1.000	
Czz	1.000	

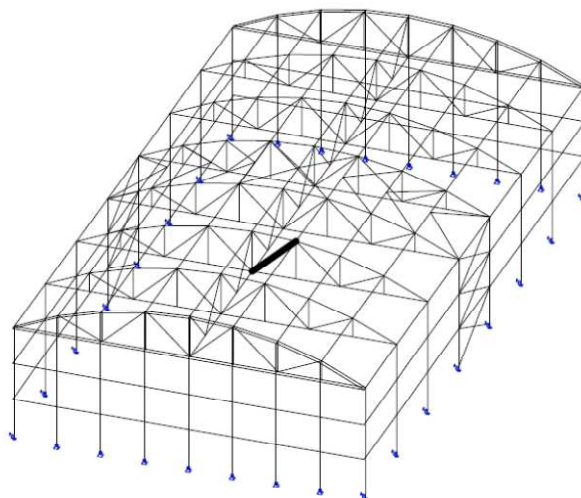
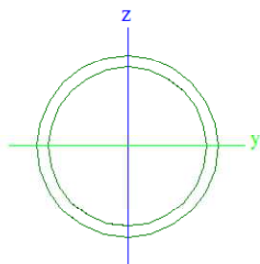
jedn. posudek = 0.00 + 0.20 + 0.00 = 0.20

jedn. posudek = 0.00 + 0.12 + 0.01 = 0.13

Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

5.1.4 Vazník - diagonály - TR ø 63,5x4

Prut B372 | RO63.5X4 | S 235 | CO11/1 | 0.94



Údaje o materiálu		
mez kluzu f_y	235.00	MPa
pevnost v tahu f_u	360.00	MPa
typ výroby	válcovaný	

POSUDEK ÚNOSNOSTI

Poměr šířky ke tloušťce pro trubkové průřezy (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 3).
poměr 15.88 v místě 0.00 m

poměr		
maximální poměr 1	50.00	
maximální poměr 2	70.00	
maximální poměr 3	90.00	

==> Třída průřezu 1

Posudek na tlak

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.4 a vzorce EN 1993-1-1 : (6.9)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
$N_{c,Rd}$	175.78	kN
jedn. posudek	0.18	

Posouzení kroucení

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.7. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.23)

Tabulka hodnot		
$\tau_{t,Rd}$	136.30	MPa
$\tau_{t,Ed}$	2.68	MPa
jedn. posudek	0.02	

Posudek na smyk (V_y)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. & 6.2.7 a vzorce EN 1993-1-1 : (6.25)

Tabulka hodnot		
$V_{c,Rd}$	63.97	kN
jedn. posudek	0.00	

Posudek na smyk (V_z)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. & 6.2.7 a vzorce EN 1993-1-1 : (6.25)

Tabulka hodnot		
$V_{c,Rd}$	63.97	kN
jedn. posudek	0.00	

Posudek ohybového momentu (M_z)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.12)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Mc,Rd	3.31	kNm
jedn. posudek	0.03	

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.31)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
MNVy.Rd	3.31	kNm
MNVz.Rd	3.31	kNm

alfa 2.00 beta 2.00

jedn. posudek 0.03

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

Stabilitní posudek

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	195.53	195.53	
Redukovaná štíhlost	2.08	2.08	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce	0.21	0.21	
Redukční součinitel	0.21	0.21	
Délka	4.12	4.12	m
Součinitel vzpěru	1.00	1.00	
Vzpěrná délka	4.12	4.12	m
Kritické Eulerovo zatížení	40.55	40.55	kN

Posudek na vzpěr

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.46)

Tabulka hodnot		
Nb.Rd	36.37	kN
jedn. posudek	0.85	

Posudek na tlak s ohybem

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)

Interakční metoda 1

Tabulka hodnot		
kyy	1.632	
kyz	0.340	
kzy	1.632	
kzz	0.524	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	748.00	mm ²
Wy	14100.00	mm ³
Wz	14100.00	mm ³
NRk	175.78	kN
My,Rk	3.31	kNm
Mz,Rk	3.31	kNm
My,Ed	0.12	kNm
Mz,Ed	0.19	kNm
Interakční metoda 1		
Mcr0	46.55	kNm
redukovaná štíhlost 0	0.27	
Cmy,0	1.023	

Cmz,0	0.453	
Cmy	1.023	
Cmz	0.453	
CmLT	1.000	
muy	0.279	
muz	0.279	
wy	1.343	
wz	1.343	
npl	0.176	
aLT	0.000	
bLT	0.000	
cLT	0.000	
dLT	0.000	
eLT	0.000	
Cyy	0.745	
Cyz	0.949	
Czy	0.447	
Czz	1.026	

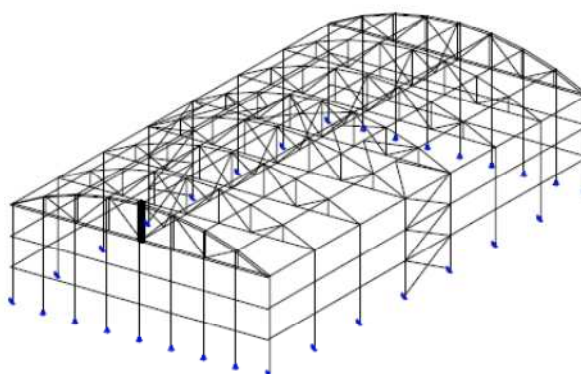
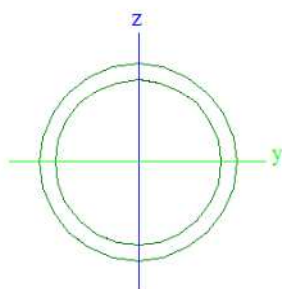
jedn. posudek = $0.85 + 0.06 + 0.02 = 0.93$

jedn. posudek = $0.85 + 0.06 + 0.03 = 0.94$

Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

5.1.5 Vazník - svislice - TR ø 51x4

Prut B4	RO51X4	S 235	CO3/1	0.54
---------	--------	-------	-------	------



Údaje o materiálu		
mez kluzu fy	235.00	MPa
pevnost v tahu fu	360.00	MPa
typ výroby	válcovaný	

Poměr šířky ke tloušťce pro trubkové průřezy (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 3).

poměr 12.75 v místě 0.00 m

poměr		
maximální poměr	1	50.00
maximální poměr	2	70.00
maximální poměr	3	90.00

==> Třída průřezu 1

Posudek na tlak

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.4 a vzorce EN 1993-1-1 : (6.9)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Nc.Rd	138.88	kN
jedn. posudek	0.11	

Posudek na smyk (Vy)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.17)

Tabulka hodnot		
Vc,Rd	51.05	kN
jedn. posudek	0.00	

Posudek ohybového momentu (Mz)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.12)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Mc,Rd	2.07	kNm
jedn. posudek	0.07	

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.31)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
MNVy.Rd	2.07	kNm
MNVz.Rd	2.07	kNm

alfa 2.00 beta 2.00

jedn. posudek 0.07

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

Stabilitní posudek

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	180.09	180.09	
Redukovaná štíhlost	1.92	1.92	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce	0.21	0.21	
Redukční součinitel	0.24	0.24	
Délka	3.00	3.00	m
Součinitel vzpěru	1.00	1.00	
Vzpěrná délka	3.00	3.00	m
Kritické Eulerovo zatížení	37.77	37.77	kN

Posudek na vzpěr

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.46)

Tabulka hodnot		
Nb.Rd	33.45	kN
jedn. posudek	0.46	

Posudek na tlak s ohybem

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)

Interakční metoda 1

Tabulka hodnot		
kyy	1.610	
kyz	0.511	
kzy	1.327	
kzz	0.782	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	591.00	mm^2
Wy	8820.00	mm^3
Wz	8820.00	mm^3

NRk	138.88	kN
My,Rk	2.07	kNm
Mz,Rk	2.07	kNm
My,Ed	0.00	kNm
Mz,Ed	0.21	kNm
Interakční metoda 1		
Mcr0	31.54	kNm
redukovaná štíhlost 0	0.26	
Cmy,0	1.099	
Cmz,0	0.676	
Cmy	1.099	
Cmz	0.676	
CmLT	1.000	
muy	0.655	
muz	0.655	
wy	1.370	
wz	1.370	
npl	0.111	
aLT	0.000	
bLT	0.000	
cLT	0.000	
dLT	0.000	
eLT	0.000	
Cyy	0.757	
Cyz	0.881	
Czy	0.551	
Czz	0.959	

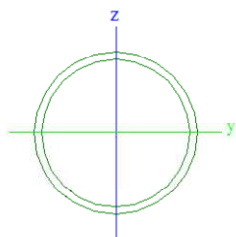
jedn. posudek = $0.46 + 0.00 + 0.05 = 0.51$

jedn. posudek = $0.46 + 0.00 + 0.08 = 0.54$

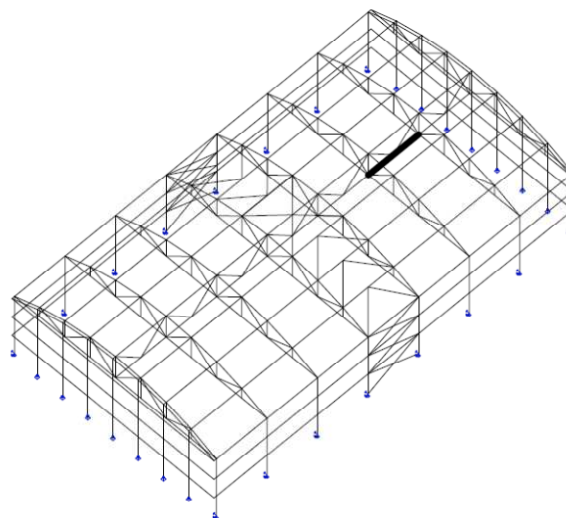
Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

5.1.6 Podélné ztužidlo - dolní pás - TR α 88.9x4

Prut B854	RO88.9X4	S 235	CO16/2	0.45
-----------	----------	-------	--------	------



Údaje o materiálu		
mez kluzu fy	235.00	MPa
pevnost v tahu fu	360.00	MPa
typ výroby	válcovaný	



Poměr šířky ke tloušťce pro trubkové průřezy (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 3).

poměr 22.23 v místě 0.00 m

poměr		
maximální poměr 1	50.00	
maximální poměr 2	70.00	
maximální poměr 3	90.00	

==> Třída průřezu 1

Posudek na tlak

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.4 a vzorce EN 1993-1-1 : (6.9)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Nc.Rd	251.45	kN
jedn. posudek	0.08	

Posudek na smyk (Vz)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.17)

Tabulka hodnot		
Vc,Rd	92.42	kN
jedn. posudek	0.00	

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.31)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
MNVy.Rd	6.77	kNm
MNVz.Rd	6.77	kNm

alfa 2.00 beta 2.00

jedn. posudek 0.00

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

Stabilitní posudek

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	200.00	200.00	
Redukovaná štíhlost	2.13	2.13	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce	0.21	0.21	
Redukční součinitel	0.20	0.20	
Délka	6.00	6.00	m
Součinitel vzpěru	1.00	1.00	
Vzpěrná délka	6.00	6.00	m
Kritické Eulerovo zatížení	55.44	55.44	kN

Posudek na vzpěr

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.46)

Tabulka hodnot		
Nb.Rd	49.88	kN
jedn. posudek	0.42	

Posudek na tlak s ohybem

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)

Interakční metoda 1

Tabulka hodnot		
kyy	1.167	
kyz	1.292	
kzy	0.880	
kzz	1.493	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	1070.00	mm^2
Wy	28800.00	mm^3
Wz	28800.00	mm^3
NRk	251.45	kN
My,Rk	6.77	kNm

Mz,Rk	6.77	kNm
My,Ed	0.12	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm
Interakční metoda 1		
Mcr0	92.78	kNm
redukovaná štíhlost 0	0.27	
Cmy,0	0.931	
Cmz,0	1.092	
Cmy	0.931	
Cmz	1.092	
CmLT	1.000	
muy	0.669	
muz	0.669	
wy	1.327	
wz	1.327	
npl	0.084	
aLT	0.000	
bLT	0.000	
cLT	0.000	
dLT	0.000	
eLT	0.000	
Cyy	0.863	
Cyz	0.549	
Czy	0.687	
Czz	0.791	

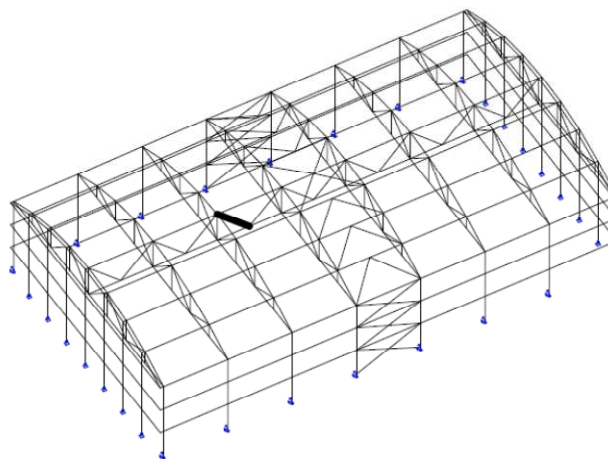
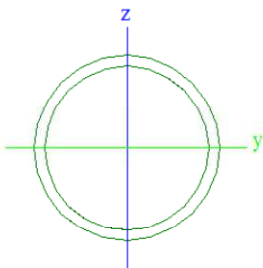
jedn. posudek = $0.42 + 0.02 + 0.00 = 0.45$

jedn. posudek = $0.42 + 0.02 + 0.00 = 0.44$

Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

5.1.7 Podélné ztužidlo - diagonála - TR ø 70x4

Prut B844	RO70X4	S 235	CO16/2	0.70
-----------	--------	-------	--------	------



Údaje o materiálu		
mez kluzu fy	235.00	MPa
pevnost v tahu fu	360.00	MPa
typ výroby	válcovaný	

Poměr šířky ke tloušťce pro trubkové průřezy (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 3).

poměr 17.50 v místě 0.00 m

poměr		
maximální poměr	1	50.00
maximální poměr	2	70.00
maximální poměr	3	90.00

==> Třída průřezu 1

Posudek na tlak

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.4 a vzorce EN 1993-1-1 : (6.9)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Nc.Rd	194.82	kN
jedn. posudek	0.16	

Posudek na smyk (Vz)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.17)

Tabulka hodnot		
Vc.Rd	71.60	kN
jedn. posudek	0.00	

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.31)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
MNVy.Rd	4.08	kNm
MNVz.Rd	4.08	kNm

alfa 2.00 beta 2.00

jedn. posudek 0.00

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

Stabilitní posudek

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	181.49	181.49	
Redukovaná štíhlost	1.93	1.93	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce	0.21	0.21	
Redukční součinitel	0.24	0.24	
Délka	4.24	4.24	m
Součinitel vzpěru	1.00	1.00	
Vzpěrná délka	4.24	4.24	m
Kritické Eulerovo zatížení	52.16	52.16	kN

Posudek na vzpěr

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.46)

Tabulka hodnot		
Nb.Rd	46.25	kN
jedn. posudek	0.66	

Posudek na tlak s ohybem

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)

Interakční metoda 1

Tabulka hodnot		
kyy	1.579	
kyz	1.771	
kzy	1.579	
kzz	1.771	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	829.00	mm^2
Wy	17360.00	mm^3
Wz	17360.00	mm^3
NRk	194.82	kN

My,Rk	4.08	kNm
Mz,Rk	4.08	kNm
My,Ed	0.10	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm
Interakční metoda 1		
Mcr0	61.68	kNm
redukovaná štíhlost 0	0.26	
Cmy,0	1.018	
Cmz,0	1.142	
Cmy	1.018	
Cmz	1.142	
CmLT	1.000	
muy	0.480	
muz	0.480	
wy	1.335	
wz	1.335	
npl	0.157	
aLT	0.000	
bLT	0.000	
cLT	0.000	
dLT	0.000	
eLT	0.000	
Cyy	0.749	
Cyz	0.449	
Czy	0.449	
Czz	0.749	

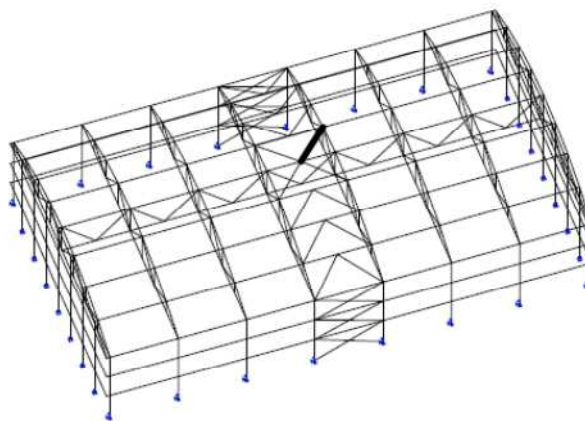
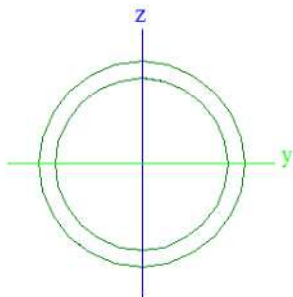
jedn. posudek = $0.66 + 0.04 + 0.00 = 0.70$

jedn. posudek = $0.66 + 0.04 + 0.00 = 0.70$

Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

5.1.8 Příčné ztužidlo střechy - TR ø 88,9x7,1

Prut B794	RO88.9X7.1	S 235	CO4/3	0.93
-----------	------------	-------	-------	------



Údaje o materiálu		
mez kluzu fy	235.00	MPa
pevnost v tahu fu	360.00	MPa
typ výroby	válcovaný	

Poměr šířky ke tloušťce pro trubkové průřezy (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 3).
poměr 12.52 v místě 0.00 m

poměr		
maximální poměr	1	50.00
maximální poměr	2	70.00
maximální poměr	3	90.00

==> Třída průřezu 1

Posudek na tlak

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.4 a vzorce EN 1993-1-1 : (6.9)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Nc.Rd	427.70	kN
jedn. posudek	0.30	

Posouzení kroucení

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.7. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.23)

Tabulka hodnot		
tau t,Rd	136.30	MPa
tau t, Ed	15.88	MPa
jedn. posudek	0.12	

Posudek na smyk (Vz)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. & 6.2.7 a vzorce EN 1993-1-1 : (6.25)

Tabulka hodnot		
Vc,Rd	147.76	kN
jedn. posudek	0.00	

Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.31)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
MNVy.Rd	9.99	kNm
MNVz.Rd	9.99	kNm

alfa 2.00 beta 2.00

jedn. posudek 0.00

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

Stabilitní posudek

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	145.98	145.98	
Redukovaná štíhlost	1.55	1.55	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce	0.21	0.21	
Redukční součinitel	0.35	0.35	
Délka	4.25	4.25	m
Součinitel vzpěru	1.00	1.00	
Vzpěrná délka	4.25	4.25	m
Kritické Eulerovo zatížení	177.02	177.02	kN

Posudek na vzpěr

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.46)

Tabulka hodnot		
Nb.Rd	149.86	kN
jedn. posudek	0.85	

Posudek na tlak s ohybem

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)

Interakční metoda 1

Tabulka hodnot		
kyy	1.857	
kyz	2.134	
kzy	1.857	

kzz	2.134	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	1820.00	mm ²
Wy	46936.38	mm ³
Wz	46936.38	mm ³
NRk	427.70	kN
My,Rk	11.03	kNm
Mz,Rk	11.03	kNm
My,Ed	0.43	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm
Interakční metoda 1		
Mcr0	208.89	kNm
redukovaná štíhlost 0	0.23	
Cmy,0	1.022	
Cmz,0	1.175	
Cmy	1.022	
Cmz	1.175	
CmLT	1.000	
muy	0.370	
muz	0.370	
wy	1.357	
wz	1.357	
npl	0.299	
aLT	0.000	
bLT	0.000	
cLT	0.000	
dLT	0.000	
eLT	0.000	
Cyy	0.737	
Cyz	0.442	
Czy	0.442	
Czz	0.737	

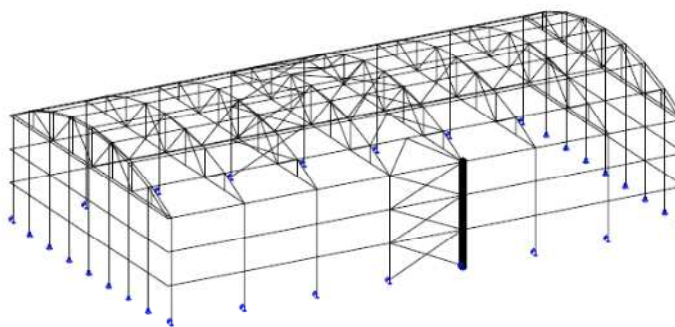
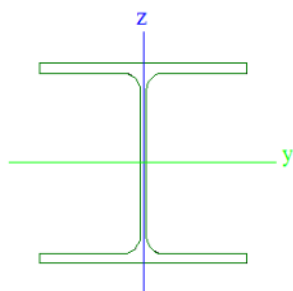
jedn. posudek = 0.85 + 0.07 + 0.00 = 0.93

jedn. posudek = 0.85 + 0.07 + 0.00 = 0.93

Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

5.1.9 Hlavní sloup - HEA 280

Prut B433	HEA280	S 235	CO17/1	0.58
-----------	--------	-------	--------	------



Údaje o materiálu		
mez kluzu fy	235.00	MPa
pevnost v tahu fu	360.00	MPa
typ výroby	válcovaný	

Poměr šířky ke tloušťce pro vnitřní tlačené prvky (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 1).
poměr 24.50 v místě 0.00 m

poměr		
maximální poměr	1	39.92
maximální poměr	2	45.96
maximální poměr	3	64.61

==> Třída průřezu 1

Poměr šířky ke tloušťce pro odstávající pásnice (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 2).
poměr 8.62 v místě 0.00 m

poměr		
maximální poměr	1	9.00
maximální poměr	2	10.00
maximální poměr	3	13.77

==> Třída průřezu 1

Posudek na tlak

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.4 a vzorce EN 1993-1-1 : (6.9)
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Nc,Rd	2286.55	kN
jedn. posudek	0.11	

Posudek na smyk (Vy)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.17)

Tabulka hodnot		
Vc,Rd	1055.30	kN
jedn. posudek	0.00	

Posudek na smyk (Vz)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.17)

Tabulka hodnot		
Vc,Rd	431.18	kN
jedn. posudek	0.02	

Posudek ohybového momentu (My)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.12)
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Mc,Rd	261.32	kNm
jedn. posudek	0.16	

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.31)
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
MNVy,Rd	261.32	kNm
MNVz,Rd	121.73	kNm

alfa 2.00 beta 1.00

jedn. posudek 0.16

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

Stabilitní posudek

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	134.84	37.74	
Redukovaná štíhlost	1.44	0.40	
Vzpěr. křivka	b	c	
Imperfekce	0.34	0.49	
Redukční součinitel	0.37	0.90	
Délka	8.00	8.00	m
Součinitel vzpěru	2.00	0.33	
Vzpěrná délka	16.00	2.64	m
Kritické Eulerovo zatížení	1109.17	14155.27	kN

Posudek na vzpěr

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.46)

Tabulka hodnot		
Nb.Rd	839.04	kN
jedn. posudek	0.30	

Posudek klopení

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.54)

Tabulka hodnot		
Mb.Rd	226.87	kNm
Wy	1112000.00	mm ³
redukce	0.87	
imperfekce	0.21	
redukovaná štíhlost	0.65	
metoda pro křivku klopení	Art. 6.3.2.2.	
Mcr	610.36	kNm
jedn. posudek	0.18	

LTB		
Délka klopení	8.00	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.79	
C2	0.08	
C3	0.94	

zatížení v těžišti

Posudek na tlak s ohybem

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)

Interakční metoda 1

Tabulka hodnot		
kyy	1.053	
kyz	1.016	
kzy	0.756	
kzz	1.555	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	9730.00	mm ²
Wy	1112000.00	mm ³
Wz	518000.00	mm ³
NRk	2286.55	kN
My,Rk	261.32	kNm
Mz,Rk	121.73	kNm
My,Ed	40.64	kNm
Mz,Ed	11.50	kNm

Interakční metoda 1		
Mcr0	341.52	kNm
redukovaná štíhlost 0	0.87	
Cmy,0	0.863	
Cmz,0	1.004	
Cmy	0.939	
Cmz	1.004	
CmLT	1.000	
muy	0.844	
muz	0.998	
wy	1.101	
wz	1.500	
npl	0.110	
aLT	0.995	
bLT	0.006	
cLT	0.289	
dLT	0.248	
eLT	2.240	
Cyy	0.972	
Cyz	0.755	
Czy	0.823	
Czz	0.656	

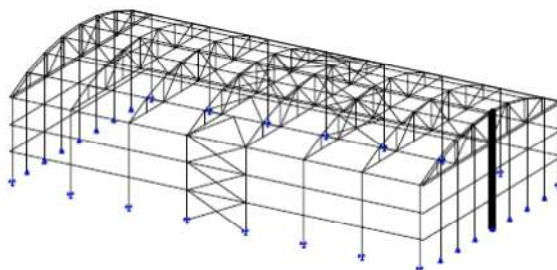
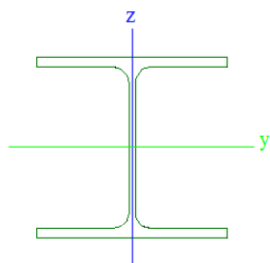
jedn. posudek = $0.30 + 0.19 + 0.10 = 0.58$

jedn. posudek = $0.12 + 0.14 + 0.15 = 0.40$

Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

5.1.10 Sloupky čelní stěny - HEA 180

Prut B897	HEA180	S 235	CO14/1	0.68
-----------	--------	-------	--------	------



Údaje o materiálu		
mez kluzu fy	235.00	MPa
pevnost v tahu fu	360.00	MPa
typ výroby	válcovaný	

Poměr šířky ke tloušťce pro vnitřní tlačené prvky (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 1).
poměr 20.33 v místě 0.00 m

poměr		
maximální poměr 1	71.92	
maximální poměr 2	82.81	
maximální poměr 3	102.71	

==> Třída průřezu 1

Poměr šířky ke tloušťce pro odstávající pásnice (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 2).
poměr 7.58 v místě 0.00 m

poměr		
maximální poměr	1	9.00
maximální poměr	2	10.00
maximální poměr	3	15.34

==> Třída průřezu 1

Posudek na tlak

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.4 a vzorce EN 1993-1-1 : (6.9)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Nc,Rd	1064.55	kN
jedn. posudek	0.00	

Posudek na smyk (Vy)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.17)

Tabulka hodnot		
Vc,Rd	490.88	kN
jedn. posudek	0.00	

Posudek na smyk (Vz)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.17)

Tabulka hodnot		
Vc,Rd	197.00	kN
jedn. posudek	0.04	

Posudek ohybového momentu (My)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.12)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Mc,Rd	76.14	kNm
jedn. posudek	0.13	

Posudek ohybového momentu (Mz)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.12)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Mc,Rd	36.66	kNm
jedn. posudek	0.00	

Posudek na kombinaci ohybu, osových a smykových sil

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.41)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
MNVy,Rd	76.14	kNm
MNVz,Rd	36.66	kNm

alfa 2.00 beta 1.00

jedn. posudek 0.02

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

Stabilitní posudek

Parametry vzpěru		yy	zz	
typ		posuvné	neposuvné	
Štíhlost		48.77	243.43	

Redukovaná štíhlost	0.52	2.59	
Vzpěr. křivka	b	c	
Imperfekce	0.34	0.49	
Redukční součinitel	0.88	0.12	
Délka	11.00	11.00	m
Součinitel vzpěru	0.33	1.00	
Vzpěrná délka	3.63	11.00	m
Kritické Eulerovo zatížení	3948.02	158.44	kN

Upozornění : štíhlost 243.43 je větší než 200.00 !

Posudek na vzpěr

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.46)

Tabulka hodnot		
Nb.Rd	132.13	kN
jedn. posudek	0.03	

Posudek klopení

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.54)

Tabulka hodnot		
Mb.Rd	39.56	kNm
Wy	324000.00	mm ³
redukce	0.52	
imperfekce	0.21	
redukovaná štíhlost	1.22	
metoda pro křivku klopení	Art. 6.3.2.2.	
Mcr	51.43	kNm
jedn. posudek	0.25	

LTB		
Délka klopení	11.00	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.13	
C2	0.45	
C3	0.53	

zatížení v těžišti

Posudek na tlak s ohybem

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)

Interakční metoda 1

Tabulka hodnot		
kyy	1.014	
kyz	0.799	
kzy	0.519	
kzz	1.027	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	4530.00	mm ²
Wy	324000.00	mm ³
Wz	156000.00	mm ³
NRk	1064.55	kN
My,Rk	76.14	kNm
Mz,Rk	36.66	kNm
My,Ed	26.13	kNm
Mz,Ed	0.33	kNm
Interakční metoda 1		
Mcr0	45.36	kNm
redukovaná štíhlost 0	1.30	

Cmy,0	1.000	
Cmz,0	0.993	
Cmy	1.000	
Cmz	0.993	
CmLT	1.008	
muy	1.000	
muz	0.978	
wy	1.102	
wz	1.500	
npl	0.004	
aLT	0.994	
bLT	0.005	
cLT	0.220	
dLT	0.000	
eLT	0.032	
Cyy	0.995	
Cyz	0.871	
Czy	0.978	
Czz	0.969	

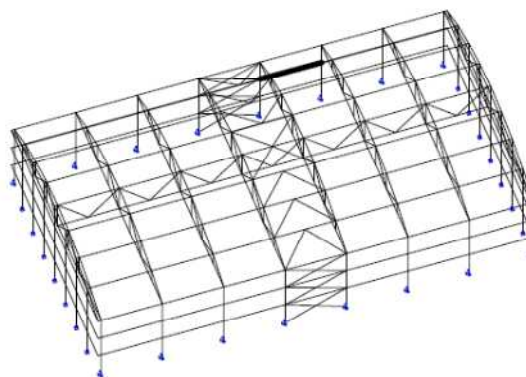
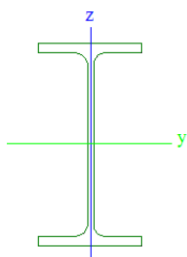
jedn. posudek = $0.00 + 0.67 + 0.01 = 0.68$

jedn. posudek = $0.03 + 0.34 + 0.01 = 0.38$

Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

5.1.11 Paždíky - podélná stěna - IPE160

Prut B739	IPE160	S 235	CO14/2	0.91
-----------	--------	-------	--------	------



Údaje o materiálu		
mez kluzu fy	235.00	MPa
pevnost v tahu fu	360.00	MPa
typ výroby	válcovaný	

Poměr šířky ke tloušťce pro vnitřní tlačené prvky (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 1).

poměr 25.44 v místě 0.00 m

poměr		
maximální poměr	1	33.00
maximální poměr	2	38.00
maximální poměr	3	42.00

==> Třída průřezu 1

Poměr šířky ke tloušťce pro odstávající pásnice (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 2).

poměr 3.99 v místě 0.00 m

poměr		
maximální poměr	1	9.00
maximální poměr	2	10.00
maximální poměr	3	14.00

==> Třída průřezu 1

Kritický posudek v místě 3.00 m

Vnitřní síly		
N _{Ed}	-11.48	kN
V _{y,Ed}	0.00	kN
V _{z,Ed}	-0.00	kN
T _{Ed}	-0.00	kNm
M _{y,Ed}	-6.08	kNm
M _{z,Ed}	0.70	kNm

Posudek na tlak

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.4 a vzorce EN 1993-1-1 : (6.9)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
N _{c,Rd}	472.35	kN
jedn. posudek	0.02	

Posudek ohybového momentu (M_y)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.12)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
M _{c,Rd}	29.12	kNm
jedn. posudek	0.21	

Posudek ohybového momentu (M_z)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.12)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
M _{c,Rd}	6.13	kNm
jedn. posudek	0.11	

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.41)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
MN _{Vy,Rd}	29.12	kNm
MN _{Vz,Rd}	6.13	kNm

alfa 2.00 beta 1.00

jedn. posudek 0.16

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

Stabilitní posudek

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	91.24	325.47	
Redukovaná štíhlost	0.97	3.47	
Vzpěr. křivka	a	b	
Imperfekce	0.21	0.34	
Redukční součinitel	0.69	0.08	
Délka	6.00	6.00	m
Součinitel vzpěru	1.00	1.00	
Vzpěrná délka	6.00	6.00	m
Kritické Eulerovo zatížení	500.48	39.33	kN

Posudek na vzpěr

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.46)

Tabulka hodnot		
Nb.Rd	35.75	kN
jedn. posudek	0.32	

Posudek klopení

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.54)

Tabulka hodnot		
Mb.Rd	10.56	kNm
Wy	123900.00	mm ³
redukce	0.36	
imperfekce	0.21	
redukována štíhlost	1.52	
metoda pro křivku klopení	Art. 6.3.2.2.	
Mcr	12.55	kNm
jedn. posudek	0.58	

LTB		
Délka klopení	6.00	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.13	
C2	0.45	
C3	0.53	

zatížení v těžišti

Posudek na tlak s ohybem

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)

Interakční metoda 1

Tabulka hodnot		
kyy	1.317	
kyz	1.008	
kzy	0.652	
kzz	1.266	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	2010.00	mm ²
Wy	123900.00	mm ³
Wz	26100.00	mm ³
NRk	472.35	kN
My,Rk	29.12	kNm
Mz,Rk	6.13	kNm
My,Ed	6.08	kNm
Mz,Ed	0.70	kNm
Interakční metoda 1		
Mcr0	11.10	kNm
redukována štíhlost 0	1.62	
Cmy,0	1.001	
Cmz,0	1.009	
Cmy	1.000	
Cmz	1.009	
CmLT	1.194	
muy	0.993	
muz	0.724	
wy	1.140	
wz	1.500	
npl	0.024	
aLT	0.996	

bLT	0.085	
cLT	0.101	
dLT	0.001	
eLT	0.011	
Cyy	0.921	
Cyz	0.700	
Czy	0.709	
Czz	0.815	

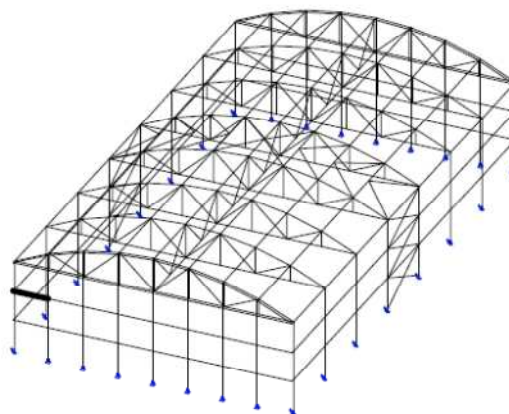
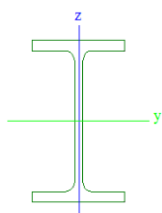
jedn. posudek = $0.04 + 0.76 + 0.11 = 0.91$

jedn. posudek = $0.32 + 0.38 + 0.14 = 0.84$

Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

5.1.12 Paždíky - čelní stěna - IPE80

Prut B778	IPE80	S 235	CO14/1	0.83
-----------	-------	-------	--------	------



Údaje o materiálu		
mez kluzu f_y	235.00	MPa
pevnost v tahu f_u	360.00	MPa
typ výroby	válcovaný	

Poměr šířky ke tloušťce pro vnitřní tlačené prvky (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 1).

poměr 15.68 v místě 0.00 m

poměr		
maximální poměr 1	33.00	
maximální poměr 2	38.00	
maximální poměr 3	42.00	

==> Třída průřezu 1

Poměr šířky ke tloušťce pro odstávající pásnice (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 2).

poměr 3.10 v místě 0.00 m

poměr		
maximální poměr 1	9.00	
maximální poměr 2	10.00	
maximální poměr 3	14.00	

==> Třída průřezu 1

Posudek na tlak

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.4 a vzorce EN 1993-1-1 : (6.9)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Nc.Rd	179.54	kN
jedn. posudek	0.00	

Posudek ohybového momentu (M_y)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.12)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Mc,Rd	5.46	kNm
jedn. posudek	0.47	

Posudek ohybového momentu (M_z)

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.12)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Mc,Rd	1.37	kNm
jedn. posudek	0.05	

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.41)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
MNVy.Rd	5.46	kNm
MNVz.Rd	1.37	kNm

alfa 2.00 beta 1.00

jedn. posudek 0.27

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

Stabilitní posudek

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	92.63	284.59	
Redukovaná štíhlost	0.99	3.03	
Vzpěr. křivka	a	b	
Imperfekce	0.21	0.34	
Redukční součinitel	0.68	0.10	
Délka	3.00	3.00	m
Součinitel vzpěru	1.00	1.00	
Vzpěrná délka	3.00	3.00	m
Kritické Eulerovo zatížení	184.56	19.55	kN

Upozornění : štíhlost 284.59 je větší než 200.00 !

Posudek na vzpěr

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.46)

Tabulka hodnot		
Nb.Rd	17.52	kN
jedn. posudek	0.02	

Posudek klopení

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.54)

Tabulka hodnot		
Mb.Rd	3.29	kNm
Wy	23220.00	mm ³
redukce	0.60	
imperfekce	0.21	
redukovaná štíhlost	1.09	
metoda pro křivku klopení	Art. 6.3.2.2.	
Mcr	4.60	kNm
jedn. posudek	0.78	

LTB		
Délka klopení	3.00	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.35	
C2	0.55	
C3	1.73	

zatížení v těžišti

Posudek na tlak s ohybem

podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)

Interakční metoda 1

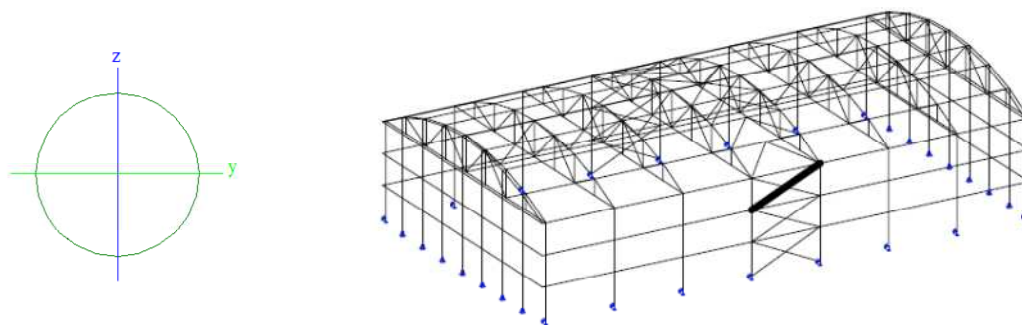
Tabulka hodnot		
k _{yy}	1.014	
k _{yz}	0.745	
k _{zy}	0.531	
k _{zz}	1.021	
Delta M _y	0.00	kNm
Delta M _z	0.00	kNm
A	764.00	mm ²
W _y	23220.00	mm ³
W _z	5820.00	mm ³
NR _k	179.54	kN
M _{y,Rk}	5.46	kNm
M _{z,Rk}	1.37	kNm
M _{y,Ed}	2.57	kNm
M _{z,Ed}	0.07	kNm
Interakční metoda 1		
M _{cr0}	3.40	kNm
redukovaná štíhlost 0	1.27	
C _{my,0}	1.000	
C _{mz,0}	0.996	
C _{my}	1.000	
C _{mz}	0.996	
C _{mLT}	1.002	
μ _{uy}	0.999	
μ _{uz}	0.982	
w _y	1.159	
w _z	1.500	
n _{pl}	0.002	
a _{LT}	0.991	
b _{LT}	0.030	
c _{LT}	0.139	
d _{LT}	0.001	
e _{LT}	0.020	
C _{yy}	0.990	
C _{yz}	0.914	
C _{zy}	0.979	
C _{zz}	0.978	

jedn. posudek = 0.00 + 0.79 + 0.04 = 0.83

jedn. posudek = 0.02 + 0.41 + 0.05 = 0.49

Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

5.1.13 Příčné ztužidlo - stěna - táhlo Macalloy M20



Příčné ztužidlo je navrženo pouze na tah. Při vybočení tlačené diagonály vznikne v nejnejpříznivější kombinaci zatížení v prvku B959 tahová síla $N_{ed} = 77,22$ kN. Podle tabulky výrobce je osová síla při minimální mezi kluzu táhla M20: $N_{rd} = 109$ kN.

$$N_{ed} < N_{rd}$$

77,22 kN < 109 kN ... Vyhoví

Tabulka 1: Vlastnosti táhel Macalloy ve standardním provedení a v nerez provedení

Zavít:	jednotka	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56	M64	M76	M85	M90*	M100*
Proměr táhla	mm	10	11	16	19	22	28	34	38	45	52	60	72	82	97	97
Minimální mez kluzu	kN	25	35	69	108	150	249	364	501	680	912	1204	1756	2239	2530	2172
Minimální mez pevnosti	kN	33	48	91	143	207	330	483	665	875	1209	1598	2229	2969	3358	4208
Hmotnost táhla	Kg/m	0,50	0,75	1,40	2,20	3,00	4,80	7,10	9,40	12,50	16,70	22,20	32,00	41,50	46,70	58,00

5.2 Posouzení štíhlosti

Posouzení štíhlosti je zpracováno v tabulce 5.1. Štíhlosti prvků byly počítány v programu Scia.

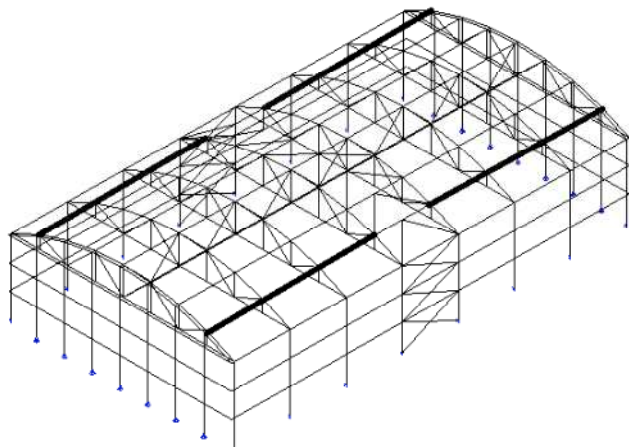
prvek	λ	λ_{lim}	vyhoví
Vaznice	111,39	250	ANO
Vazník - horní pás	58,94	200	ANO
Vazník - dolní pás	195,07	200	ANO
Vazník - diagonála	195,53	200	ANO
Vazník - svislice	180,09	200	ANO
Podélné ztužidlo - dolní pás	200	250	ANO
Podélné ztužidlo - diagonála	189,41	250	ANO
Příčné ztužidlo - střecha	145,98	250	ANO
Hlavní sloup	135,84	180	ANO

Tabulka 5.1 – Svislé průhyby vaznic

5.3 Mezní stav použitelnosti

5.3.1 Svislé průhyby

5.3.1.1 Vaznice



Doporučený svislý průhyb pro vaznice je $\delta_2 = \frac{L}{200}$

V tabulce 5.2 jsou extrémní svislé a vodorovné relativní deformace vaznic spočítané v programu Scia a dále přepočítané na maximální svislý průhyb podle vzorce

$$\delta = u_z \cdot \cos \alpha + u_y \cdot \sin \alpha$$

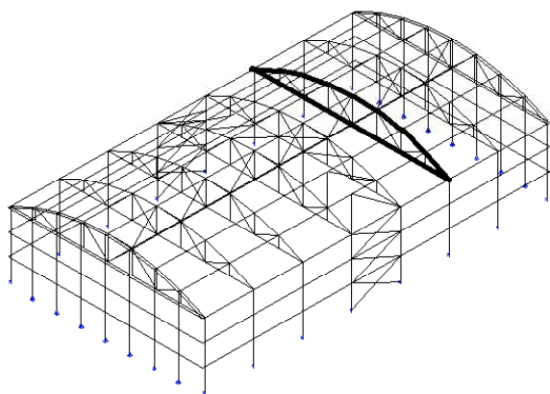
Stav - kombinace	Prut	dx [m]	uy [mm]	uz [mm]	sklon vaznice	svislý průhyb
CO20/19	B697	3	24,5	3,4	28,1°	14,539
CO20/19	B698	3	33,8	6,6	20,7°	18,121
CO19/20	B696	3	31,9	9,8	13,6°	17,026
CO20/19	B695	3	12,6	7	7,6°	8,605
CO20/19	B694	3	0	7,1	0°	7,100

Tabulka 5.2 – Svislé průhyby vaznic

Největší svislý průhyb na prutu B698:

$$\delta = 18,121 \text{ mm} \leq \delta_2 = \frac{6000}{200} = 30 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

5.3.1.2 Vazník



Doporučený svislý průhyb pro vazníky je $\delta_2 = \frac{L}{250}$

Největší svislý průhyb - prut B475:

$$\delta = 26,3\text{mm}$$

$$\delta_{\text{lim}} = \frac{L}{250} = \frac{24000}{250} = 96\text{mm}$$

$$\delta = 26,3\text{mm} \leq \delta_2 = 96\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Stav - kombinace	Prut	dx [m]	uy [mm]	Rel uy [1/xx]	uz [mm]	Rel uz [1/xx]
CO20/19	B2	12	-1,5	1/10000	-19,5	1/1230
CO20/19	B40	12	-1,2	1/10000	-24,6	1/974
CO21/22	B346	12	1,8	1/10000	-17,7	1/1360
CO20/19	B346	12	-0,6	1/10000	-26,2	1/914
CO21/22	B389	12	2,8	1.15	-17,6	1/1365
CO20/19	B389	12	0,2	1/10000	-25,7	1/935
CO20/19	B432	12	-0,1	1/10000	-25,7	1/934
CO21/22	B475	12	2,8	1.00	-18,7	1/1284
CO20/19	B475	12	0,7	1/10000	-26,3	1/914
CO21/22	B518	12	3,1	1.35	-17,4	1/1376
CO20/19	B518	12	1,2	1/10000	-24,7	1/972
CO20/19	B561	12	1,6	1/10000	-19,6	1/1222

Tabulka 5.3 – Maximální svislé průhyby vazníků

5.3.2 Vodorovné průhyby

5.3.2.1 Sloupky čelní stěny

Doporučený průhyb pro sloupky a paždíky $\delta_2 = \frac{L}{250}$

Maximální vodorovné průhyby generované v programu Scia jsou zobrazeny v tabulce 5.4.

Prut	Stav	dx [m]	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	fix [mrad]	fiy [mrad]	fiz [mrad]
B748	CO21/22	5,6	0	-5,2	-42,4	0	-1,5	0,9
B749	CO21/22	5,423	0	-5,2	-39,7	1,4	-1,2	1
B750	CO21/22	4,884	0	-5,2	-33,5	2,1	-0,6	1
B751	CO21/22	3,959	0	-5,2	-24,4	2,8	0,2	1,1

Tabulka 5.4 - Vodorovné průhyby sloupků

Prut B748: $\delta = 42,4mm$

$$\delta_{\text{lim}} = \frac{L}{250} = \frac{11000}{250} = 44mm$$

$$\delta = 42,4mm \leq \delta_2 = 44mm \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Prut B749: $\delta = 39,7mm$

$$\delta_{\text{lim}} = \frac{L}{250} = \frac{10823}{250} = 43,3mm$$

$$\delta = 39,7mm \leq \delta_2 = 43,3mm \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Prut B750: $\delta = 33,5mm$

$$\delta_{\text{lim}} = \frac{L}{250} = \frac{10284}{250} = 41,14mm$$

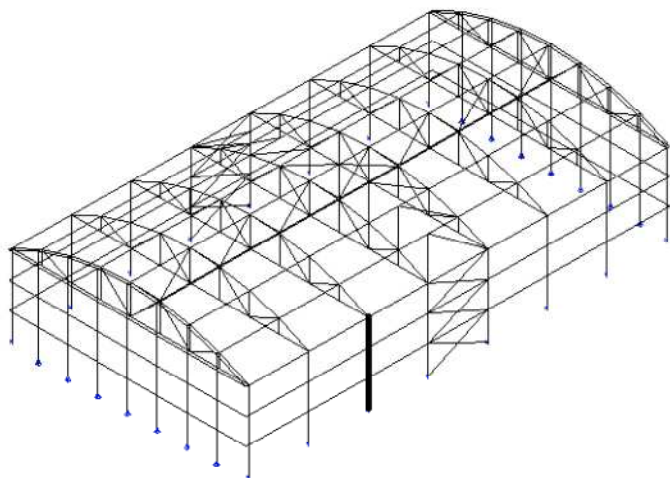
$$\delta = 33,5mm \leq \delta_2 = 41,14mm \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Prut B751: $\delta = 24,4mm$

$$\delta_{\text{lim}} = \frac{L}{250} = \frac{9359}{250} = 37,44mm$$

$$\delta = 24,4mm \leq \delta_2 = 37,44mm \rightarrow \text{vyhovuje}$$

5.3.2.2 Hlavní sloupy



Doporučený průhyb pro hlavní sloupy jednopodlažních budov je $\delta_2 = \frac{L}{300}$

Maximální vodorovné průhyby generované v programu Scia jsou zobrazeny v tabulce 5.5.

Prut	Stav	dx [m]	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	fix [mrad]	fiy [mrad]	fiz [mrad]
B347	CO21/21	8	-0,3	8,9	-24,8	-0,2	3,8	1,1
B390	CO22/22	8	-0,3	-0,3	-23	0,7	4	-0,1

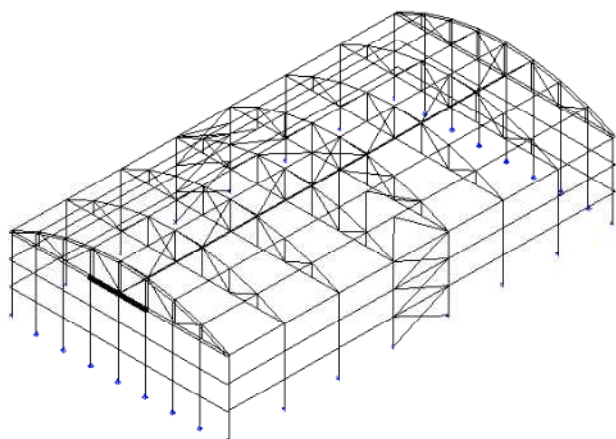
Tabulka 5.5 - Vodorovné průhyby hlavních sloupů

Prut B34: $\delta = 24,8mm$

$$\delta_{\text{lim}} = \frac{L}{250} = \frac{8000}{300} = 26,7mm$$

$$\delta = 24,8m \leq \delta_2 = 26,7mm \rightarrow \text{vyhovuje}$$

5.3.3 Paždíky - čelní stěna



Doporučený průhyb pro sloupky a paždíky $\delta_2 = \frac{L}{250}$

Maximální vodorovné průhyby generované v programu Scia jsou zobrazeny v tabulce 5.6.

Stav - kombinace	Prut	dx [m]	uy [mm]	Rel uy [1/xx]	uz [mm]	Rel uz [1/xx]
CO22/20	B771	1,5	-3,5	1/861	-6,3	1/477
CO22/20	B828	1,5	-3,5	1/861	-6,8	1/441
CO22/20	B824	1,5	-3,5	1/861	-6,4	1/468

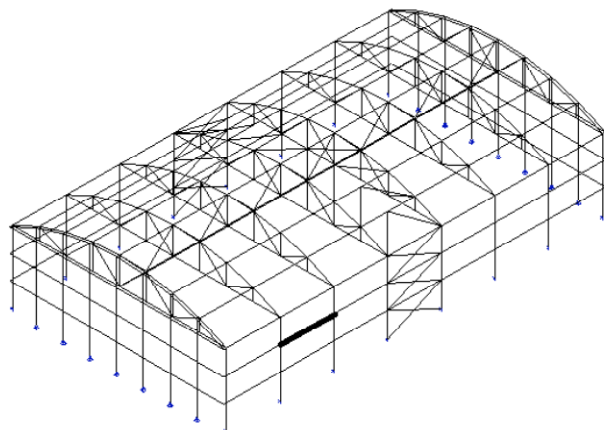
Tabulka 5.6 – Maximální vodorovné průhyby paždíků

Prut B828: $\delta = 6,8mm$

$$\delta_{\text{lim}} = \frac{L}{250} = \frac{3000}{250} = 12mm$$

$$\delta = 6,8mm \leq \delta_2 = 12mm \rightarrow \text{vyhovuje}$$

5.3.3.1 Paždíky - podélná stěna



Doporučený průhyb pro sloupky a paždíky $\delta_2 = \frac{L}{250}$

Maximální vodorovné průhyby generované v programu Scia jsou zobrazeny v tabulce 5.7.

Stav - kombinace	Prut	dx [m]	uz [mm]	Rel uz [1/xx]	uy [mm]	Rel uy [1/xx]
CO19/19	B720	3	-9,1	1/329	0	1/10000
CO19/19	B719	3	-10,1	1/329	0	1/10000

Tabulka 5.7 – Maximální vodorovné průhyby paždíků

Prut B720:

$$\delta = 10,1mm$$

$$\delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{6000}{250} = 24mm$$

$$\delta = 10,1mm \leq \delta_2 = 24mm \rightarrow \text{vyhovuje}$$

5.4 Kontrola dimenzí

Pro kontrolu dimenzí průřezů navržených v programu Scia se provede ruční výpočet pro vaznici B687.

$$N_{ed} = 40,79 \text{ kN}$$

$$M_{z,ed} = 3,98 \text{ kN}$$

$$M_{y,ed} = 33,95 \text{ kN}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{3,892 \times 10^{-5}}{3,91 \times 10^{-3}}} = 0,09977$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{L_{cr}}{i_y \times \lambda_1} = \frac{6}{0,09977 \times 93,9} = 0,64$$

$$\chi_y = 0,878$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{2,836 \times 10^{-6}}{3,91 \times 10^{-3}}} = 0,027$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{L_{cr}}{i_z \times \lambda_1} = \frac{3}{0,027 \times 93,9} = 1,186$$

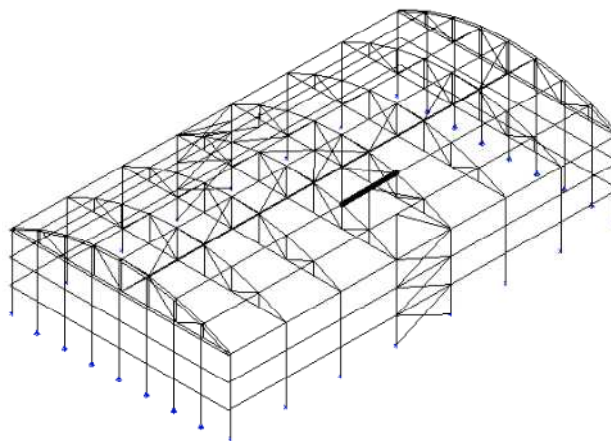
$$\chi_z = 0,484$$

$$k_{yy} = 1,088$$

$$k_{yz} = 1,534$$

$$k_{zy} = 0,576$$

$$k_{zz} = 1,337$$



$$\frac{\frac{N_{ed}}{\chi_y \times N_{rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{\frac{M_{y,ed} + \Delta M_{y,ed}}{\chi_{LT} \times M_{y,rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{\frac{M_{z,ed} + \Delta M_{z,ed}}{M_{z,rk}}}{\gamma_{M1}} \leq 1$$

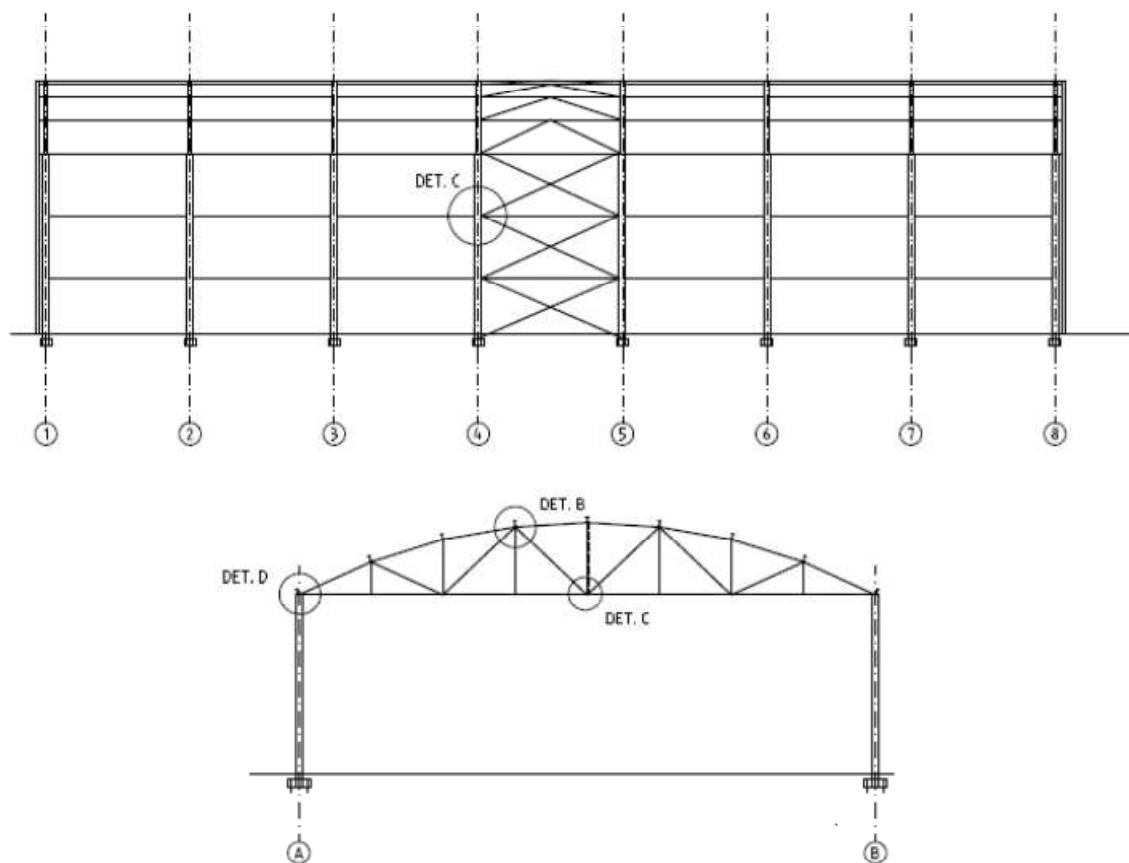
$$\frac{40,79}{0,878 \times 918,85} + 1,088 \frac{33,95 + 0}{1 \times 86,15} + 1,534 \frac{3,98 + 0}{17,37} = 0,05 + 0,429 + 0,351 = \underline{\underline{0,83}} \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

$$\frac{\frac{N_{ed}}{\chi_z \times N_{rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{\frac{M_{y,ed} + \Delta M_{y,ed}}{\chi_{LT} \times M_{y,rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{\frac{M_{z,ed} + \Delta M_{z,ed}}{M_{z,rk}}}{\gamma_{M1}} \leq 1$$

$$\frac{40,79}{0,484 \times 918,85} + 0,576 \frac{33,95 + 0}{1 \times 86,15} + 1,337 \frac{3,98 + 0}{17,37} = 0,092 + 0,227 + 0,306 = \underline{\underline{0,625}} \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

6 Detaily

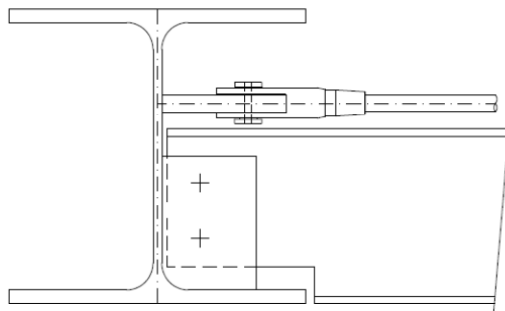
V této práci se řešily následující detaily: Detail A připojení paždíku a táhel ke sloupu, Detail B – připojení diagonál a svislice k hornímu pásu vazníku + montážní styk, Detail C – styčnick dolního pásu vazníku, dolního pásu podélného ztužidla, diagonál a svislice vazníku, Detail D uložení vazníku na sloup. Řešené detaily jsou znázorněny na obrázku 6.1.



Obrázek 6.1 - Schéma řešených detailů

6.1 Detail A

V tomto detailu je potřeba vyřešit připojení paždíků ke sloupu a připojení příčných ztužidel ke sloupu. Detail je znázorněn na obr. 6.2.



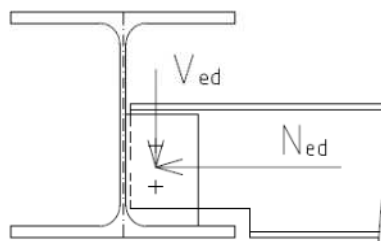
Obrázek 6.2 - Detail A

6.1.1 Připojení paždíku ke sloupu

Hodnoty maximálních vnitřních sil jsou vypočítané programem Scia a znázorněné na obr. 6.3.

$$N_{ed, \max} = 23,00 \text{ kN}$$

$$V_{ed, \max} = 4,05 \text{ kN}$$



Návrh plechu a šroubů

$$t = 5\text{mm}, 2 \times M12 \text{ 4.6}$$

$$d = 12 \text{ mm}; d_0 = 13 \text{ mm}; A_s = 84,3 \text{ mm}^2, f_{ub} = 400\text{Mpa}$$

$$e_1 = 2 \cdot d_0 = 2 \cdot 13 = 26\text{mm} \rightarrow e_1 = 25\text{mm}$$

$$e_2 = 1,5 \cdot d_0 = 1,5 \cdot 13 = 19,5\text{mm} \rightarrow e_2 = 20\text{mm}$$

$$p_1 = 3,5 \cdot d_0 = 3,5 \cdot 13 = 45,5\text{mm} \rightarrow p_2 = 50\text{mm}$$

Únosnost ve střihu

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 400 \cdot 84,3}{1,25} = 16,186 kN$$

$$F_{sd,1} = \frac{F_{sd}}{n} = \frac{23,00}{2} = 11,5 kN$$

$$F_{sd,1} = 11,5 kN \leq F_{v,Rd} = 16,186 kN \rightarrow \text{vyhoví}$$

Únosnost v otláčení

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot \alpha \cdot f_{ub} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,641 \cdot 360 \cdot 12 \cdot 5}{1,25} = 27,691 kN$$

$$\alpha = \min \left(\frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right) = \left(\frac{25}{3 \cdot 13}; \frac{50}{3 \cdot 13} - \frac{1}{4}; \frac{400}{360}; 1,0 \right)$$

$$\alpha = \min(0,641; 1,032; 1,11; 1,0) = 0,641$$

$$F_{sd,1} = 11,5 kN \leq F_{b,Rd} = 27,691 kN \rightarrow \text{vyhoví}$$

Návrh svaru

$$a = 3 \text{ mm}; l = 100 \text{ mm}$$

$$F_{sd,II} = V_{sd} = 4,05 kN$$

$$F_{sd,\perp} = N_{sd} = 23,00 kN$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{F_{sd,\perp} \cdot \cos 45^{\circ}}{a \cdot l} = \frac{23 \cdot 10^3 \cdot \cos 45^{\circ}}{3 \cdot 100} = 54,21 MPa$$

$$\tau_{\perp} = \frac{F_{sd,\perp} \cdot \sin 45^{\circ}}{a \cdot l} = \frac{23 \cdot 10^3 \cdot \sin 45^{\circ}}{3 \cdot 100} = 54,21 MPa$$

$$\tau_{II} = \frac{F_{sd,II}}{a \cdot l} = \frac{3,99 \cdot 10^3}{3 \cdot 100} = 13,3 MPa$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{II}^2} = \sqrt{54,21^2 + 3 \cdot 54,21^2 + 3 \cdot 13,3^2} = 110,84 MPa$$

$$110,84 MPa \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2} \cdot \beta_w} = \frac{360}{1,25 \cdot 0,8} = 360 MPa \rightarrow \text{vyhoví}$$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$54,21 MPa \leq \frac{360}{1,25} = 240 MPa \rightarrow \text{vyhoví}$$

6.1.2 Připojení příčného ztužidla

Táhlo bylo navrženo R20 z vysokopevnostní oceli S460 od výrobce Macalloy

Koncovka FA30 z vysokopevnostní oceli od výrobce Macalloy.

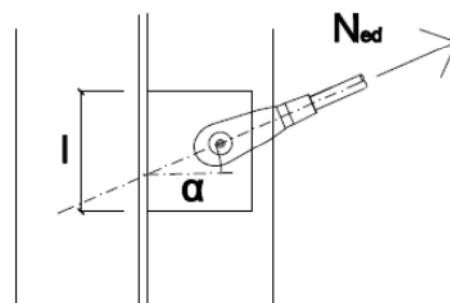
Čep M30 z vysokopevnostní oceli od společnosti Macalloy.

Za únosnost výše uvedených prvků ručí výrobce. Táhlo bude připojeno ke styčnickovému plechu tl. 15 mm.

Návrh svaru

$$N_{ed} = 77,22 \text{ kN}$$

$$a = 3 \text{ mm}; l = 2 \times 125 \text{ mm}$$



$$F_{ed,II} = N_{ed} \cdot \cos \alpha = 77,22 \cdot \cos 23^\circ = 71,08 \text{ kN}$$

$$F_{ed,\perp} = N_{ed} \cdot \sin \alpha = 77,22 \cdot \sin 23^\circ = 30,17 \text{ kN}$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{F_{sd,\perp} \cdot \cos 45^\circ}{a \cdot l} = \frac{71,08 \cdot 10^3 \cdot \cos 45^\circ}{3 \cdot 250} = 67,02 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \frac{F_{sd,\perp} \cdot \sin 45^\circ}{a \cdot l} = \frac{71,08 \cdot 10^3 \cdot \sin 45^\circ}{3 \cdot 250} = 67,02 \text{ MPa}$$

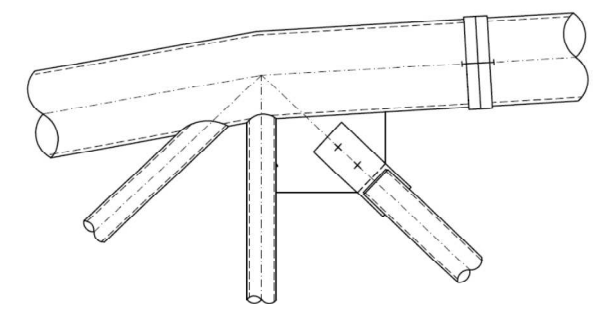
$$\tau_{II} = \frac{F_{sd,II}}{a \cdot l} = \frac{30,17 \cdot 10^3}{3 \cdot 250} = 40,23 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{II}^2} = \sqrt{67,02^2 + 3 \cdot 67,02^2 + 3 \cdot 40,23^2} =$$

$$= 154,39 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2} \cdot \beta_w} = \frac{360}{1,25 \cdot 0,8} = 360 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$$

6.2 Detail B

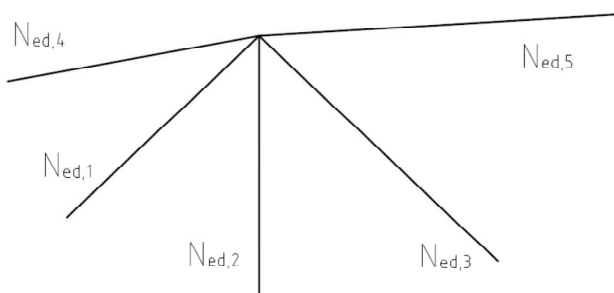
V tomto detailu je řešeno připojení diagonál a svislice k hornímu pásu vazníku a montážní styk horního pásu. Detail je znázorněn na obr. 6.3.



Obrázek 6.3 - Detail B

6.2.1 Osově síly ve styčnicku

Maximální osově síly ve styčnicku byly počítány programem Scia. Hodnoty osových sil jsou uvedeny v tabulce 6.1 podle obr. 6.4.



Obrázek 6.4

Prut č.	Kombinace	N [kN]
1	CO2	-6,31
1	CO7	28,07
2	CO6	14,12
3	CO7	-31,02
3	CO10	10,79
4	CO2	-370,82
4	CO14	68,88
5	CO2	-374,26
5	CO14	84,06

Tabulka 6.1

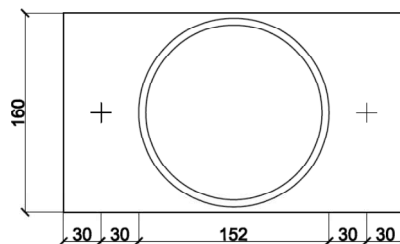
6.2.2 Montážní styk horního pásu

$$N_{ed,c} = -374,26 \text{ kN}$$

$$N_{ed,t} = 84,06 \text{ kN}$$

Návrh: plech P15, 2x šroub M20 4,6

Únosnost šroubu:



$$F_{t,rd} = \frac{0,9 \times f_{ub} \times A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \times 400 \times 245}{1,25} = 70,56 \text{ kN}$$

$$B_{p,rd} = \frac{0,6 \times \pi \times d_m \times t_p \times f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \times \pi \times 25,9 \times 15 \times 360}{1,25} = 210,9 \text{ kN}$$

Vliv páčení:

$$t > t_e$$

$$4,3 \times \sqrt[3]{\frac{b \times d^2}{a}} = 4,3 \times \sqrt[3]{\frac{30 \times 20^2}{30}} = 31,68 \text{ mm} > 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_p = 1 + 0,005 \times \frac{t_e^3 - t^3}{d^2} = 1 + 0,005 \times \frac{31,68^3 - 15^3}{20^2} = 1,355$$

Posouzení:

$$F_{ed} = 1,355 \times 84,06 = 113,481 \text{ kN}$$

$$F_{rd} = 2 \times 70,56 = 141,12 \text{ kN}$$

$$113,481 \text{ kN} < 141,12 \rightarrow \text{vyhoví}$$

6.2.3 Diagonála 1 - koutový svar

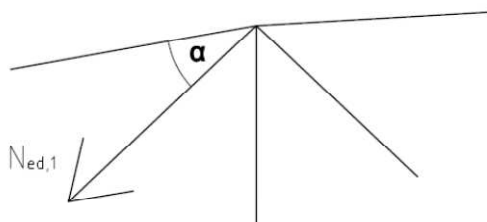
$$N_{ed,1} = 28,07 \text{ kN}$$

$$\alpha = 33^\circ$$

Návrh:

$$a = 3 \text{ mm}$$

$$l = 0,0635 \times \pi = 0,2 \text{ m}$$



$$F_{\parallel} = N_{ed} \cdot \cos \alpha = 28,07 \cdot \cos 33^\circ = 23,54 \text{ kN}$$

$$F_{\perp} = N_{ed} \cdot \sin \alpha = 28,07 \cdot \sin 33^\circ = 15,29 \text{ kN}$$

$$\sigma_1 = \frac{F_{\perp}}{a \times l} = \frac{15,29}{0,003 \times 0,2} = 25,483 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{F_{\parallel}}{a \times l} = \frac{23,54}{0,003 \times 0,2} = 39,233 \text{ MPa}$$

1)

$$\tau_{\parallel} = \sigma_2 = 39,233 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma_1}{\sqrt{2}} = \frac{25,483}{\sqrt{2}} = 18,019 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\parallel}^2} = \sqrt{18,019^2 + 3 \cdot 18,019^2 + 3 \cdot 39,233^2} =$$

$$= 76,918 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2} \cdot \beta_w} = \frac{360}{1,25 \cdot 0,8} = 360 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$$

2)

$$\sigma_{\perp} = \sigma_1 \times \cos \beta - \sigma_2 \times \sin \beta = 25,483 \times \cos 16,5^\circ - 39,233 \times \sin 16,5^\circ =$$

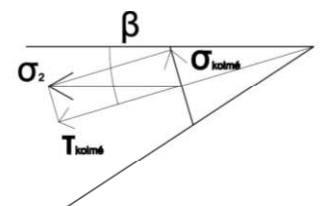
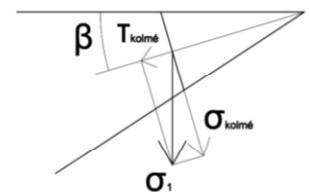
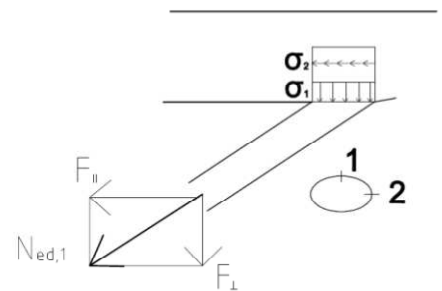
$$\sigma_{\perp} = 13,29 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_1 \times \sin \beta + \sigma_2 \times \cos \beta = 25,483 \times \sin 16,5^\circ + 39,233 \times \cos 16,5^\circ =$$

$$\tau_{\perp} = 44,85 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\parallel}^2} = \sqrt{13,29^2 + 3 \cdot 44,85^2 + 3 \cdot 0^2} =$$

$$= 78,81 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2} \cdot \beta_w} = \frac{360}{1,25 \cdot 0,8} = 360 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$$



Porušení povrchu pásu

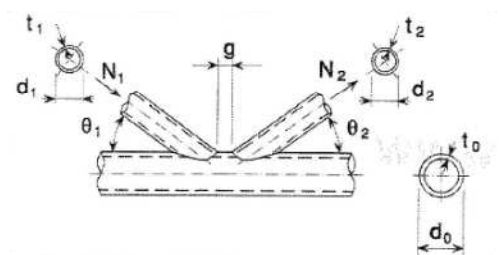
$$N_{ed,1} = 28,07 \text{ kN}$$

$$\alpha = 33^\circ$$

$$N_{1,rd} = \frac{k_g \times k_p \times f_{yo} \times t_o^2}{\sin \alpha} \times (1,8 + 10,2 \times \frac{d_1}{d_0}) = \frac{1,95 \times 1 \times 235 \times 6,3}{\sin 33^\circ} \times (1,8 + 10,2 \times \frac{63,5}{152,4}) =$$

$$N_{1,rd} = 202,04 \text{ kN}$$

$$N_{ed,1} = 28,07 \text{ kN} < N_{1,rd} = 202,04 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhoví}$$



Porušení prolomením smykem

$$N_{i,rd} = \frac{f_{yo}}{\sqrt{3}} \times t_0 \times \pi \times d_i \times \frac{1 + \sin \alpha}{2 \sin^2 \alpha} = \frac{235}{\sqrt{3}} \times 0,0063 \times \pi \times 0,051 \times \frac{1 + \sin 33^\circ}{2 \sin^2 33^\circ} =$$

$$N_{i,rd} = 356,57 \text{ kN}$$

$$N_{ed,1} = 28,07 \text{ kN} < N_{i,rd} = 356,57 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhoví}$$

6.2.4 Svislice 2 - koutový svar

$$N_{ed,2} = 14,12 \text{ kN}$$

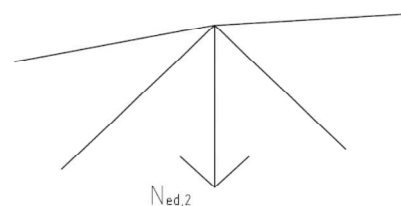
$$\alpha = 90^\circ$$

$$a = 3 \text{ mm}, l = 0,051 \times \pi = 0,16 \text{ m}$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{N_{ed,2} \cdot \cos 45^\circ}{a \cdot l} = \frac{14,12 \cdot 10^3 \cdot \cos 45^\circ}{3 \cdot 160} = 21,26 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \frac{N_{ed,2} \cdot \sin 45^\circ}{a \cdot l} = \frac{14,12 \cdot 10^3 \cdot \sin 45^\circ}{3 \cdot 160} = 21,26 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\perp}^2} = \sqrt{21,26^2 + 3 \cdot 21,26^2} = 360 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$$

**6.2.5 Diagonála 3**

$$N_{ed,c} = -31,02 \text{ kN}$$

$$N_{ed,t} = 10,79 \text{ kN}$$

Návrh šroubů a plechu:

$$2 \times M12 \text{ 4,6. plech: } t = 5 \text{ mm}$$

$$d = 12 \text{ mm}; d_0 = 13 \text{ mm}; A_s = 84,3 \text{ mm}^2, f_{ub} = 400 \text{ MPa}$$

$$e_1 = 2 \cdot d_0 = 2 \cdot 13 = 26 \text{ mm} \rightarrow e_1 = 25 \text{ mm}$$

$$e_2 = 1,5 \cdot d_0 = 1,5 \cdot 13 = 19,5 \text{ mm} \rightarrow e_2 = 20 \text{ mm}$$

$$p_1 = 3,5 \cdot d_0 = 3,5 \cdot 13 = 45,5 \text{ mm} \rightarrow p_2 = 50 \text{ mm}$$

Únosnost ve stříhu

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 400 \cdot 84,3}{1,25} = 16,186 kN$$

$$F_{sd,1} = \frac{N_{ed,c}}{n} = \frac{31,02}{2} = 15,51 kN$$

$$F_{sd,1} = 15,51 kN \leq F_{v,Rd} = 16,186 kN \rightarrow \text{vyhoví}$$

Únosnost v otláčení

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot \alpha \cdot f_{ub} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,641 \cdot 360 \cdot 12 \cdot 5}{1,25} = 27,691 kN$$

$$\alpha = \min\left(\frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0\right) = \left(\frac{25}{3 \cdot 13}; \frac{50}{3 \cdot 13} - \frac{1}{4}; \frac{400}{360}; 1,0\right)$$

$$\alpha = \min(0,641; 1,032; 1,11; 1,0) = 0,641$$

$$F_{sd,1} = 15,51 kN \leq F_{b,Rd} = 27,691 kN \rightarrow \text{vyhoví}$$

Svar - diagonála - plech

$$a = 3 \text{ mm}$$

$$l = 4 \times 40 \text{ mm}$$

$$F_{II} = 31,02 kN$$

$$\tau_{II} = \frac{F_{II}}{a \cdot l} = \frac{31,02 \cdot 10^3}{3 \cdot 160} = 64,63 MPa$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{II}^2} = \sqrt{0^2 + 3 \cdot 0^2 + 3 \cdot 64,63^2} = 111,94 MPa$$

$$111,94 MPa \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2} \cdot \beta_w} = \frac{360}{1,25 \cdot 0,8} = 360 MPa \rightarrow \text{vyhoví}$$

Svar - plech - horní pás

$$a = 3 \text{ mm}$$

$$l = 190 \text{ mm}$$

$$\alpha = 46^\circ$$

$$F_{ed,II} = N_{ed} \cdot \cos \alpha = 31,02 \cdot \cos 46^\circ = 21,55 \text{ kN}$$

$$F_{ed,\perp} = N_{ed} \cdot \sin \alpha = 31,02 \cdot \sin 46^\circ = 21,55 \text{ kN}$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{F_{ed,\perp} \cdot \cos 45^\circ}{a \cdot l} = \frac{21,55 \cdot 10^3 \cdot \cos 45^\circ}{3 \cdot 190} = 26,73 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \frac{F_{ed,\perp} \cdot \sin 45^\circ}{a \cdot l} = \frac{21,55 \cdot 10^3 \cdot \sin 45^\circ}{3 \cdot 190} = 26,73 \text{ MPa}$$

$$\tau_{II} = \frac{F_{ed,II}}{a \cdot l} = \frac{21,55 \cdot 10^3}{3 \cdot 190} = 37,81 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{II}^2} = \sqrt{26,73^2 + 3 \cdot 26,73^2 + 3 \cdot 37,81^2} =$$

$$= 84,54 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2} \cdot \beta_w} = \frac{360}{1,25 \cdot 0,8} = 360 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$$

Porušení povrchu pásu

$$N_{3,rd} = \frac{5 \times k_p \times f_{yo} \times t_o^2 \times (1 + 0,25\eta)}{\gamma_{M5}}$$

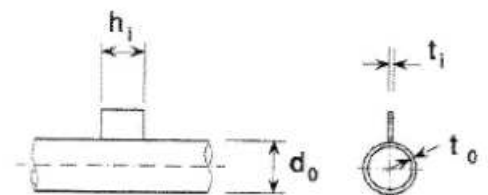
$$n_p = \frac{\sigma_{ed}}{f_{yd}} = \frac{32,653}{235} = 0,139$$

$$k_p = 1 - 0,3n_p(1 + n_p) = 0,953$$

$$\eta = \frac{h_i}{d_o} = \frac{190}{152,4} = 1,247$$

$$N_{3,rd} = \frac{5 \times 0,953 \times 235 \times 0,0063^2 \times (1 + 0,25 \times 1,247)}{1,0} = 58,30 \text{ kN}$$

$$N_{ed,3} = 31,02 \text{ kN} < N_{1,rd} = 58,3 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhoví}$$

**Porušení prolomením smykem**

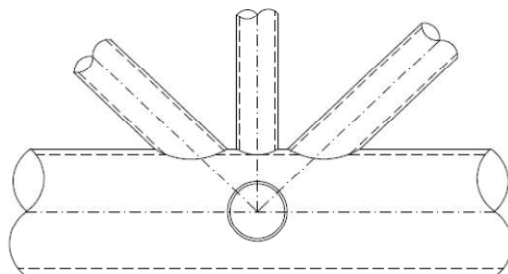
$$\sigma_{\max} t_i = \left(\frac{N_{ed}}{A} + \frac{M_{ed}}{W_{el}} \right) t_i \leq 2 t_i \left(\frac{f_{yo}}{\sqrt{3}} \right)$$

$$32,653 \times 0,005 \leq 2 \times 0,0063 \frac{235}{\sqrt{3}}$$

$$0,163 \leq 1,71 \rightarrow \text{vyhoví}$$

6.3 Detail C

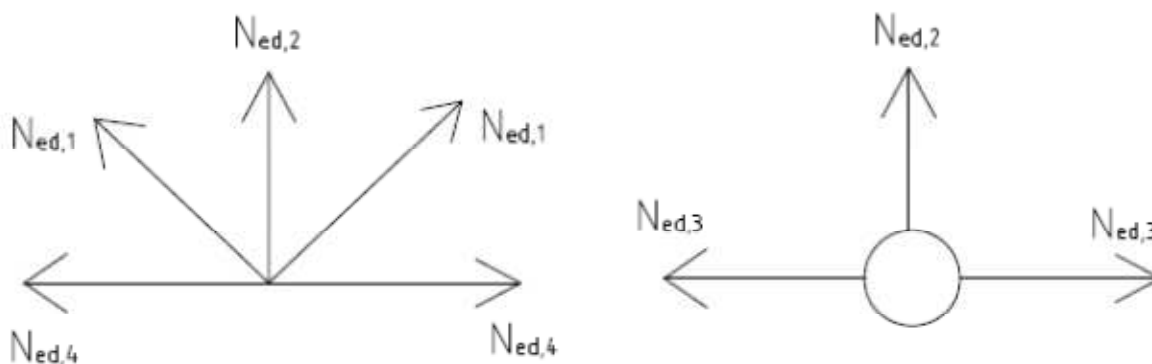
V tomto detailu je řešeno připojení diagonál, svislice a dolního pásu podélného ztužidla k dolnímu pásu vazníku. Detail je znázorněn na obr. 6.5.



Obrázek 6.5 - Detail C

6.3.1 Osově síly ve styčnicku

Maximální osově síly ve styčnicku byly počítány programem Scia. Hodnoty osových sil jsou uvedeny v tabulce 6.2 podle obr. 6.6.



Obrázek 6.6

Prut č.	Kombinace	N [kN]
1	CO11	-31,02
1	CO6	10,79
2	CO1	-4,12
2	CO8	38,38
3	CO17	49,73
3	CO16	-11,34
4	CO14	-68,71
4	CO2	367,7

Tabulka 6.2 - Maximální vnitřní síly ve styčnicku C

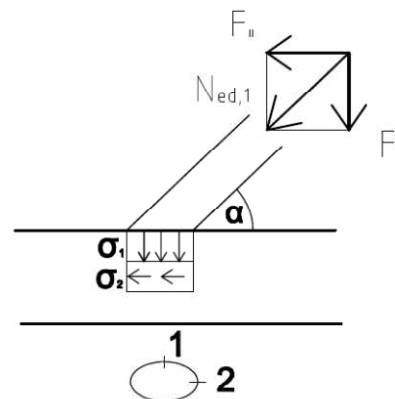
6.3.2 Diagonála 1 - koutový svar

$$N_{ed,1} = -31,02 \text{ kN}$$

$$\alpha = 43^\circ$$

$$a = 3 \text{ mm}$$

$$l = 0,0635 \times \pi = 0,2 \text{ m}$$



$$F_{||} = N_{ed} \cdot \cos \alpha = 31,02 \cdot \cos 43^\circ = 22,69 \text{ kN}$$

$$F_{\perp} = N_{ed} \cdot \sin \alpha = 31,02 \cdot \sin 43^\circ = 21,16 \text{ kN}$$

$$\sigma_1 = \frac{F_{\perp}}{a \times l} = \frac{21,16}{0,003 \times 0,2} = 35,27 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{F_{||}}{a \times l} = \frac{22,69}{0,003 \times 0,2} = 37,82 \text{ MPa}$$

1)

$$\tau_{||} = \sigma_2 = 37,82 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma_1}{\sqrt{2}} = \frac{35,27}{\sqrt{2}} = 24,94 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{||}^2} = \sqrt{24,94^2 + 3 \cdot 24,94^2 + 3 \cdot 37,82^2} =$$

$$= 82,34 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2} \cdot \beta_w} = \frac{360}{1,25 \cdot 0,8} = 360 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$$

2)

$$\sigma_{\perp} = \sigma_1 \times \cos \beta - \sigma_2 \times \sin \beta = 35,27 \times \cos 21,5^\circ - 37,82 \times \sin 21,5^\circ =$$

$$\sigma_{\perp} = 18,95 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_1 \times \sin \beta + \sigma_2 \times \cos \beta = 35,27 \times \sin 21,5^\circ + 37,82 \times \cos 21,5^\circ =$$

$$\tau_{\perp} = 48,11 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{||}^2} = \sqrt{18,95^2 + 3 \cdot 48,11^2 + 3 \cdot 0^2} =$$

$$= 85,46 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2} \cdot \beta_w} = \frac{360}{1,25 \cdot 0,8} = 360 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$$

Porušení povrchu pásu

$$N_{ed,1} = 31,02 \text{ kN}$$

$$\alpha = 43^\circ$$

$$g = 10 \text{ mm}$$

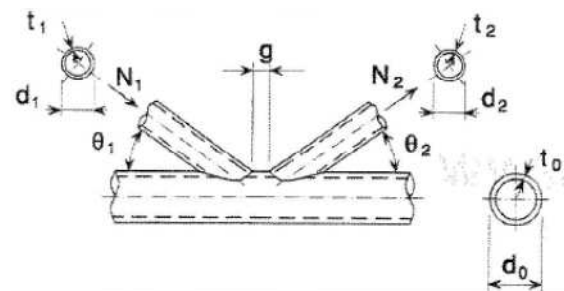
$$\frac{g}{t_0} = \frac{10}{4} = 2,5$$

$$\gamma = \frac{d_0}{2t_0} = \frac{177,8}{2 \times 4} = 22,23$$

$$k_g = 3,15 (\text{ČSN EN 1993-8- obr. 7.2})$$

$$n_p = \frac{\sigma_{ed}}{f_{yd}} = \frac{41,47}{235} = 0,176$$

$$k_p = 1 - 0,3n_p(1 + n_p) = 0,937$$



$$N_{1,rd} = \frac{k_g \times k_p \times f_{yo} \times t_0^2}{\sin \alpha} \times (1,8 + 10,2 \times \frac{d_1}{d_0}) = \frac{3,15 \times 0,937 \times 235 \times 4^2}{\sin 43^\circ} \times (1,8 + 10,2 \times \frac{63,5}{177,8}) =$$

$$N_{1,rd} = 88,65 \text{ kN}$$

$$N_{ed,1} = 31,02 \text{ kN} < N_{1,rd} = 88,65 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhoví}$$

Porušení prolomením smykem

$$N_{i,rd} = \frac{f_{yo}}{\sqrt{3}} \times t_0 \times \pi \times d_i \times \frac{1 + \sin \alpha}{2 \sin^2 \alpha} = \frac{235}{\sqrt{3}} \times 0,004 \times \pi \times 0,0635 \times \frac{1 + \sin 43^\circ}{2 \sin^2 43^\circ} =$$

$$N_{i,rd} = 195,758 \text{ kN}$$

$$N_{ed,1} = 31,02 \text{ kN} < N_{i,rd} = 195,758 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhoví}$$

6.3.3 Svislice 2 - koutový svar

$$N_{ed,2} = 38,38 \text{ kN}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$a = 3 \text{ mm}$$

$$l = 0,051 \times \pi = 0,16 \text{ m}$$

$$F_\perp = N_{ed} = 38,38 \text{ kN}$$

$$\sigma_\perp = \frac{F_\perp \cdot \cos 45^\circ}{a \cdot l} = \frac{38,38 \cdot 10^3 \cdot \cos 45^\circ}{3 \cdot 160} = 55,54 \text{ MPa}$$

$$\tau_\perp = \frac{F_\perp \cdot \sin 45^\circ}{a \cdot l} = \frac{38,38 \cdot 10^3 \cdot \sin 45^\circ}{3 \cdot 160} = 55,54 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_\perp^2 + 3 \cdot \tau_\perp^2 + 3 \cdot \tau_{II}^2} = \sqrt{55,54^2 + 3 \cdot 55,54^2 + 0^2} =$$

$$= 111,08 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2} \cdot \beta_w} = \frac{360}{1,25 \cdot 0,8} = 360 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$$

Porušení povrchu pásu

$$N_{ed,1} = 38,38 \text{ kN}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$g = 10 \text{ mm}$$

$$\frac{g}{t_0} = \frac{10}{4} = 2,5$$

$$\gamma = \frac{d_0}{2t_0} = \frac{177,8}{2 \times 4} = 22,23$$

$$k_g = 3,15 (\text{ČSN EN 1993-8- obr. 7.2})$$

$$k_p = 1$$

$$N_{1,rd} = \frac{k_g \times k_p \times f_{yo} \times t_0^2}{\sin \alpha} \times (1,8 + 10,2 \times \frac{d_1}{d_0}) = \frac{3,15 \times 1 \times 235 \times 4^2}{\sin 90^\circ} \times (1,8 + 10,2 \times \frac{51}{177,8}) =$$

$$N_{1,rd} = 55,97 \text{ kN}$$

$$N_{ed,1} = 38,38 \text{ kN} < N_{1,rd} = 55,97 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhoví}$$

Porušení prolomením smykem

$$N_{i,rd} = \frac{f_{yo}}{\sqrt{3}} \times t_0 \times \pi \times d_i \times \frac{1 + \sin \alpha}{2 \sin^2 \alpha} = \frac{235}{\sqrt{3}} \times 0,004 \times \pi \times 0,051 \times \frac{1 + \sin 90^\circ}{2 \sin^2 90^\circ} =$$

$$N_{i,rd} = 86,95 \text{ kN}$$

$$N_{ed,1} = 38,38 \text{ kN} < N_{i,rd} = 86,95 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhoví}$$

6.3.4 Dolní pás podélného ztužidla - koutový svar

$$N_{ed,3} = 49,73 \text{ kN}$$

$$\alpha = 90^\circ, a = 3 \text{ mm}, l = 0,0889 \times \pi = 0,279 \text{ m}$$

$$F_\perp = N_{ed} = 49,73 \text{ kN}$$

$$\sigma_\perp = \frac{F_\perp \cdot \cos 45^\circ}{a \cdot l} = \frac{49,73 \cdot 10^3 \cdot \cos 45^\circ}{3 \cdot 279} = 42,01 \text{ MPa}$$

$$\tau_\perp = \frac{F_\perp \cdot \sin 45^\circ}{a \cdot l} = \frac{49,73 \cdot 10^3 \cdot \sin 45^\circ}{3 \cdot 279} = 42,01 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_\perp^2 + 3 \cdot \tau_\perp^2 + 3 \cdot \tau_{II}^2} = \sqrt{42,01^2 + 3 \cdot 42,01^2 + 0^2} =$$

$$= 84,02 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2} \cdot \beta_w} = \frac{360}{1,25 \cdot 0,8} = 360 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$$

Porušení povrchu pásu

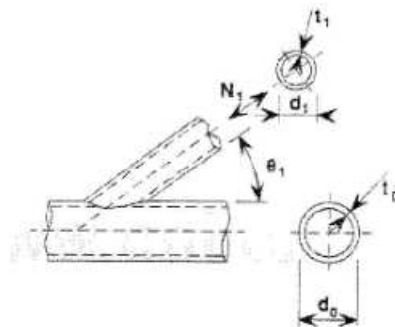
$$N_{ed,1} = 49,73 \text{ kN}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\gamma = \frac{d_0}{2t_0} = \frac{177,8}{2 \times 4} = 22,23$$

$$k_p = 1$$

$$\beta = \frac{d_1}{d_0} = \frac{88,9}{177,8} = 0,5$$



$$N_{1,rd} = \frac{\gamma^{0,2} \times k_p \times f_{yo} \times t_0^2}{\sin \alpha} \times (2,8 + 14,2 \times \beta) = \frac{22,23^{0,2} \times 1 \times 235 \times 4^2}{\sin 90^\circ} \times (2,8 + 14,2 \times 0,5) =$$

$$N_{1,rd} = 69,22 \text{ kN}$$

$$N_{ed,1} = 49,73 \text{ kN} < N_{1,rd} = 69,22 \rightarrow \text{vyhoví}$$

Porušení prolomením smykem

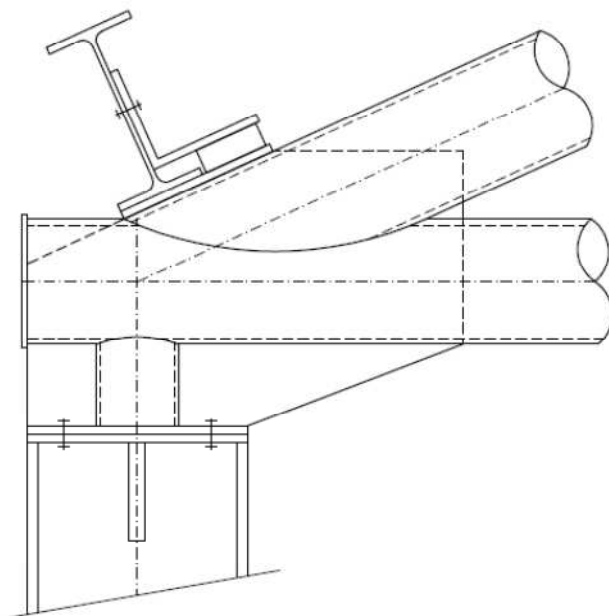
$$N_{i,rd} = \frac{f_{yo}}{\sqrt{3}} \times t_0 \times \pi \times d_i \times \frac{1 + \sin \alpha}{2 \sin^2 \alpha} = \frac{235}{\sqrt{3}} \times 0,004 \times \pi \times 0,0889 \times \frac{1 + \sin 90^\circ}{2 \sin^2 90^\circ} =$$

$$N_{i,rd} = 151,572 \text{ kN}$$

$$N_{ed,1} = 49,73 \text{ kN} < N_{i,rd} = 151,572 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhoví}$$

6.4 Detail D

V tomto detailu je řešeno uložení vazníku na sloup a uložení vaznice na horní pás vazníku. Detail je znázorněn na obr. 6.7.



Obrázek 6.7 - Detail D

6.4.1 Uložení vaznice na vazník

Návrh plechu a šroubu

$$N_{ed} = 5,05 \text{ kN}$$

Návrh: plech P5, 2x šroub M8 4,6

Únosnost šroubu:

$$F_{t,rd} = \frac{0,9 \times f_{ub} \times A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \times 400 \times 36,6}{1,25} = 10,54 \text{ kN}$$

$$B_{p,rd} = \frac{0,6 \times \pi \times d_m \times t_p \times f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \times \pi \times 13 \times 5 \times 360}{1,25} = 35,286 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = 5,05 \text{ kN} \leq F_{t,rd} = 10,54 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhoví}$$

Koutový svar plechu a podložky

$$N_{ed} = 5,05 \text{ kN}$$

$$a = 3 \text{ mm}$$

$$l = 2 \times 80 \text{ mm}$$

$$F_{II} = N_{ed} = 5,05 \text{ kN}$$

$$\tau_{II} = \frac{F_{II}}{a \cdot l} = \frac{5,05 \cdot 10^3}{0,003 \cdot 0,16} = 10,52 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{II}^2} = \sqrt{0^2 + 3 \cdot 0^2 + 3 \cdot 7,83^2} = 18,22 \text{ MPa}$$

$$18,22 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2} \cdot \beta_w} = \frac{360}{1,25 \cdot 0,8} = 360 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$$

6.4.2 Uložení vazníku na sloup

$$N_{ed} = 65,78 \text{ kN}$$

Návrh: plech P5, 4x šroub M12 4,6

Únosnost šroubů:

$$F_{t,rd} = \frac{0,9 \times f_{ub} \times A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \times 400 \times 84,3}{1,25} = 24,28 \text{ kN}$$

$$B_{p,rd} = \frac{0,6 \times \pi \times d_m \times t_p \times f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \times \pi \times 19 \times 5 \times 360}{1,25} = 51,57 \text{ kN}$$

$$F_{ed} = \frac{N_{ed}}{4} = 16,45 \text{ kN} \leq F_{t,rd} = 24,28 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhoví}$$

Koutový svar plechu se sloupem:

$$a = 3 \text{ mm}, l = 4 \times 85 = 340 \text{ mm}$$

$$F_{ed,\perp} = N_{ed} = 65,78 \text{ kN}$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{F_{ed,\perp} \cdot \cos 45^\circ}{a \cdot l} = \frac{65,78 \cdot 10^3 \cdot \cos 45^\circ}{0,003 \cdot 0,34} = 45,6 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \frac{F_{ed,\perp} \cdot \sin 45^\circ}{a \cdot l} = \frac{65,78 \cdot 10^3 \cdot \sin 45^\circ}{0,003 \cdot 0,34} = 45,6 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{II}^2} = \sqrt{45,6^2 + 3 \cdot 45,6^2 + 3 \cdot 0^2} =$$

$$= 91,2 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2} \cdot \beta_w} = \frac{360}{1,25 \cdot 0,8} = 360 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$$

6.4.3 Koutový svar horního a dolního pásu

$$N_{ed} = 389,53 \text{ kN}$$

$$a = 3 \text{ mm}, l = 0,884 \text{ m}$$

$$\alpha = 24^\circ$$

$$F_{||} = N_{ed} \cdot \cos \alpha = 389,53 \cdot \cos 24^\circ = 355,853 \text{ kN}$$

$$F_{\perp} = N_{ed} \cdot \sin \alpha = 389,53 \cdot \sin 24^\circ = 158,436 \text{ kN}$$

$$\sigma_1 = \frac{F_{\perp}}{a \times l} = \frac{158,436}{0,003 \times 0,884} = 59,74 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{F_{||}}{a \times l} = \frac{355,853}{0,003 \times 0,884} = 134,18 \text{ MPa}$$

1)

$$\tau_{||} = \sigma_2 = 134,18 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma_1}{\sqrt{2}} = \frac{59,74}{\sqrt{2}} = 42,24 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{||}^2} &= \sqrt{42,24^2 + 3 \cdot 42,24^2 + 3 \cdot 134,18^2} = \\ &= 247,29 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2} \cdot \beta_w} = \frac{360}{1,25 \cdot 0,8} = 360 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví} \end{aligned}$$

2)

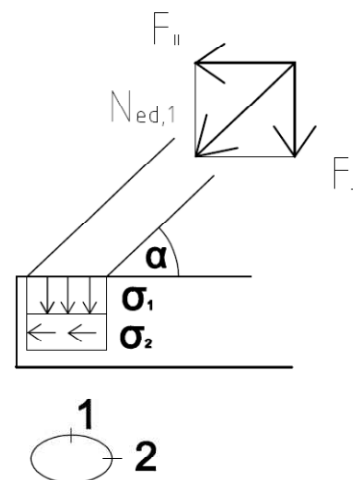
$$\sigma_{\perp} = \sigma_1 \times \cos \beta - \sigma_2 \times \sin \beta = 59,74 \times \cos 12^\circ - 134,18 \times \sin 12^\circ =$$

$$\sigma_{\perp} = 30,54 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_1 \times \sin \beta + \sigma_2 \times \cos \beta = 59,74 \times \sin 12^\circ + 134,18 \times \cos 12^\circ =$$

$$\tau_{\perp} = 143,67 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{||}^2} &= \sqrt{30,54^2 + 3 \cdot 143,67^2 + 3 \cdot 0^2} = \\ &= 250,71 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2} \cdot \beta_w} = \frac{360}{1,25 \cdot 0,8} = 360 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví} \end{aligned}$$



7 Hmotnost konstrukce

Hmotnost konstrukce je pouze orientační, odhadovaná ze systémových délek a hmotností na jednotku délky.

	Hmotnost [kg]	Povrch [m ²]	Objem [m ³]				
Celkový součet :	41768,34	1184,028	5,3208				
Průřez	Materiál	Jednotková hmotnost [kg/m]	Délka [m]	Hmotnost [kg]	Povrch [m ²]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objem [m ³]
diagonály - podélné ztužidlo - RO70X4	S 235	6,51	59,397	386,53	13,299	7850	0,0492
vazník - horní pás - RO152.4X6.3	S 235	22,69	199,777	4532,24	96,903	7850	0,5774
vaznice - IPE240	S 235	30,69	378	11602,15	348,413	7850	1,4780
příčná ztužidla - střecha - RO88.9X7.1	S 235	14,29	69,281	989,82	19,84	7850	0,1261
hlavní sloup - HEA280	S 235	76,38	128	9776,7	205,133	7850	1,2454
paždíky - podélná stěna - IPE160	S 235	15,78	170,4	2688,66	106,07	7850	0,3425
vazník - dolní pás - RO177.8X4	S 235	17,11	192	3285,7	108,009	7850	0,4186
podélné ztužidlo - dolní pás - RO88.9X4	S 235	8,4	42	352,78	11,897	7850	0,0449
příčná ztužidla - stěna - RD20	460	1,58	78,798	124,31	3,961	7850	0,0158
sloup - štít - HEA180	S 235	35,56	143,864	5115,87	147,335	7850	0,6517
paždíky - štít - IPE80	S 235	6	193,944	1163,16	63,57	7850	0,1482
diagonály z - RO63.5X4	S 235	5,87	184,514	1083,43	37,545	7850	0,1380
svislice - RO51X4	S 235	4,64	127,455	591,31	20,93	7850	0,0753

Seznam použitých zdrojů

- [1] ČSN EN 1990 *Zásady navrhování konstrukcí*
- [2] ČSN EN 1991 *Zatížení konstrukcí*
- [3] ČSN EN 1993 *Navrhování ocelových konstrukcí*
- [4] ČSN 01 3483 *Výkresy kovových konstrukcí*
- [5] MELCHER, J., PILGR, M., *Kovové konstrukce I, MODUL BO04-MO4, Sloupy a větrové ztužidlo*, studijní opory, Brno: ŽS Brno, 48 s.
- [6] MELCHER J., STRAKA B., *Kovové konstrukce – Konstrukce průmyslových budov*, skripta, Brno: VUT, 218 s.
- [7] www.trimo.cz- Střešní izolační panely
- [8] www.ruukki.cz- Fasádní systémy
- [9] www.tension.cz - výrobky Macalloy

Seznam příloh

Výkresová dokumentace:

- výkres č.1: Dispozice
- výkres č.2: Detaily

M 1:100

M 1:5