

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

OCELOVÁ KONSTRUKCE VÍCEÚČELOVÉ SPORTOVNÍ
HALY

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. MONIKA VALENTOVÁ

BRNO 2015

Obsah:

Úvodní listy

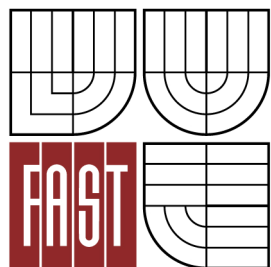
Technická zpráva

Statický výpočet

Výkresová dokumentace



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

OCELOVÁ KONSTRUKCE VÍCEÚČELOVÉ SPORTOVNÍ HALY

STEEL STRUCTURE OF A MULTI-FUNCTIONAL SPORTS HALL

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. MONIKA VALENTOVÁ

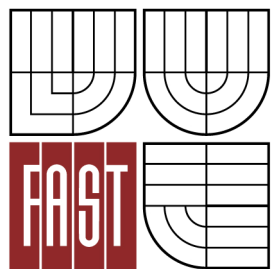
VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MICHAL ŠTRBA, Ph.D.

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

ÚVODNÍ LISTY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

AUTOR PRÁCE

BC. MONIKA VALENTOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

Ing. MICHAL ŠTRBA, Ph.D.

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant Bc. Monika Valentová
Název Ocelová konstrukce víceúčelové sportovní haly
Vedoucí diplomové práce Ing. Michal Štrba, Ph.D.
Datum zadání diplomové práce 31. 3. 2014
Datum odevzdání diplomové práce 16. 1. 2015

V Brně dne 31. 3. 2014


doc. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu


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



Podklady a literatura

Použity budou platné normy pro stanovení zatížení a navrhování ocelových konstrukcí, a to zejména:

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [3] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [4] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [5] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [6] ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků

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

V rámci této práce bude navržena a posouzena ocelová konstrukce víceúčelové sportovní haly v lokalitě města Pardubice. Konkrétní konstrukce bude vybrána na základě dvou předběžně řešených geometrických, resp. konstrukčních variant. Požadované půdorysné rozměry jsou 50,0 x 60,0 m. Požadovaná světlá výška v objektu je stanovena na 12,0 m. Pro zvolenou variantu bude vypracován statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce včetně spojů a některých detailů (dle specifikace vedoucího), technická zpráva se zahrnutím postupu montáže a výkresová dokumentace v rozsahu stanoveném vedoucím práce.

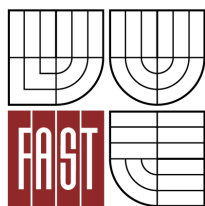
Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozdělte podle dále uvedené struktury:

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



Ing. Michal Štrba, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce Ing. Michal Štrba, Ph.D.

Autor práce Bc. Monika Valentová

Škola Vysoké učení technické v Brně

Fakulta Stavební

Ústav Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

Studijní obor 3607T009 Konstrukce a dopravní stavby

Studijní program N3607 Stavební inženýrství

Název práce Ocelová konstrukce víceúčelové sportovní haly

Název práce v anglickém jazyce Steel structure of a multi-functional sports hall

Typ práce Diplomová práce

Přidělovaný titul Ing.

Jazyk práce Čeština

Datový formát elektronické verze

Anotace práce Předmětem diplomové práce je návrh a posouzení ocelové konstrukce víceúčelové sportovní haly v Pardubicích. Půdorysné rozměry haly jsou 50,0 m x 60,0 m. Světla výška konstrukce je +12,347 m a celková výška konstrukce je +15,026 m. Příčná vazba konstrukce je tvořena sloupem na jedné straně a prostorovým příhradovým obloukovým vazníkem. Tato příčná vazba byla vybrána na základě porovnání dvou předběžně zpracovaných variant. Pro zvolenou variantu byl zpracován statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce včetně spojů a vybraných detailů. Byla zpracována technická zpráva a výkresová dokumentace dle specifikace vedoucího práce. Pro návrh a posouzení konstrukce byly použity platné normy ČSN EN.

Anotace práce v anglickém The subject of this dissertation is to design the steel structure of the multipurpose sport hall in Pardubice. The platform dimensions are 50,0 m x

jazyce	60,0 m. Headroom of the structure is +12,347 m and the total height is +15,026 m. The main frame is created by column on one side and by the spatial truss arc beam. This main frame was chosen due to the evaluation of preliminary design of two variants. The static calculation of main load-bearing elements including joints and specific details was made for the selected option. The technical report and drawings specified by the supervisor. For design of the structure were used valid standards ČSN EN.
Klíčová slova	Víceúčelová sportovní hala, prostorový obloukový příhradový vazník, vaznice, sloup, technická zpráva, výkresová dokumentace, statický výpočet
Klíčová slova v anglickém jazyce	Multipurpose sport hall, spatial truss arc beam, purlin, column, technical report, drawings, static calculation

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Monika Valentová *Ocelová konstrukce víceúčelové sportovní haly*. Brno, 2015. XX s., 87 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Michal Štrba, Ph.D.

Abstrakt

Předmětem diplomové práce je návrh a posouzení ocelové konstrukce víceúčelové sportovní haly v Pardubicích. Půdorysné rozměry haly jsou 50,0 m x 60,0 m. Světlá výška konstrukce je +12,347 m a celková výška konstrukce je +15,026 m. Příčná vazba konstrukce je tvořena sloupem na jedné straně a prostorovým příhradovým obloukovým vazníkem. Tato příčná vazba byla vybrána na základě porovnání dvou předběžně zpracovaných variant. Pro zvolenou variantu byl zpracován statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce včetně spojů a vybraných detailů. Byla zpracována technická zpráva a výkresová dokumentace dle specifikace vedoucího práce. Pro návrh a posouzení konstrukce byly použity platné normy ČSN EN.

Klíčová slova

Víceúčelová sportovní hala, prostorový obloukový příhradový vazník, vaznice, sloup, technická zpráva, výkresová dokumentace, statický výpočet

Abstract

The subject of this dissertation is to design the steel structure of the multipurpose sport hall in Pardubice. The platform dimensions are 50,0 m x 60,0 m. Headroom of the structure is +12,347 m and the total height is +15,026 m. The main frame is created by column on one side and by the spatial truss arc beam. This main frame was chosen due to the evaluation of preliminary design of two variants. The static calculation of main load-bearing elements including joints and specific details was made for the selected option. The technical report and drawings specified by the supervisor. For design of the structure were used valid standards ČSN EN.

Keywords

Multipurpose sport hall, spatial truss arc beam, purlin, column, technical report, drawings, static calculation

Prohlášení:

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

V Brně dne 13.1.2015

.....
podpis autora
Bc. Monika Valentová

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

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

V Brně dne 13.1.2015

.....
podpis autora
Bc. Monika Valentová

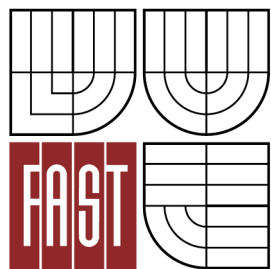
Poděkování:

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. M. Štrbovi, Ph. D. za cenné rady, poskytnuté materiály a v neposlední řadě za trpělivost a vstřícnost při konzultacích.

Také bych ráda poděkovala své rodině za neutuchající podporu při mém studiu.



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

TECHNICKÁ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

AUTOR PRÁCE

BC. MONIKA VALENTOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

Ing. MICHAL ŠTRBA, Ph.D.

BRNO 2015

Obsah

1	ÚVOD	3
2	ZATÍŽENÍ.....	3
3	VARIANTY PŘÍČNÝCH VAZEB.....	4
3.1	KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	4
3.2	VARIANTA A	4
3.3	VARIANTA B	4
3.4	VYHODNOCENÍ VARIANT.....	4
4	POPIS KONSTRUKCE	5
4.1	STŘEŠNÍ PLÁŠŤ A OBVODOVÝ PLÁŠŤ.....	5
4.2	VAZNICE	5
4.3	PŘÍČNÁ VAZBA.....	5
4.4	SLOUPY	5
4.5	PODÉLNÉ ZTUŽIDLO	6
5	MATERIÁL	6
6	POVRCHOVÁ OCHRANA	6
7	VÝROBA A MONTÁŽ	6
8	ÚDRŽBA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ	7
9	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	7

TECHNICKÁ ZPRÁVA

1 ÚVOD

Diplomová práce obsahuje návrh a posouzení víceúčelové sportovní haly v Pardubicích. Nosná konstrukce má půdorysné rozměry 50,00 m x 60,00 m. Hlavním konstrukčním materiálem je ocel S355J2. Byly navrženy dvě varianty příčné vazby, vítězná potom byla použita pro prostorový model a byl proveden podrobný návrh konstrukce, vybraných spojů a detailů. Statická analýza prostorového modelu vyšetřované konstrukce byla provedena v programu Scia Engineer 2014. Posouzení konstrukce na účinky zatížení bylo stanoveno dle „ČSN EN 1991-1“.

2 ZATÍŽENÍ

Zatížení pro výpočet ocelové konstrukce bylo stanoveno dle „ČSN EN 1991-1“. Podrobně je zatížení stanoveno ve statickém výpočtu.

2.1 ZATÍŽENÍ STÁLÉ

- Vlastní tíha – generována automaticky programem Scia Engineer 2014
- Střešní plášť – panely BROLLO
 - $g = 11,86 \text{ kg/m}^3$
- Opláštění stěn – samonosné panely v modelu nezaneseno
- TZB – obsluha a technologie
 - $g = 0,60 \text{ kN/m}^2$

2.2 ZATÍŽENÍ UŽITNÉ

- střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav kategorie H
 - $q = 0,75 \text{ kN/m}^2$... rozhodující
 - $Q = 1,00 \text{ kN}$

2.3 ZATÍŽENÍ SNĚHEM

- Pardubice
- Sněhová oblast: I.
- $s_k = 0,7 \text{ kPa}$

2.4 ZATÍŽENÍ VĚTREM

- Větrná oblast: II.
- Kategorie terénu: III.
- $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

3 VARIANTY PŘÍČNÝCH VAZEB

3.1 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Předběžný návrh řešení byl modelován pro dvě konstrukční řešení. V obou případech byly zachovány půdorysné rozměry. Návrhy se lišily vzdáleností a tvarem příčných vazeb. Tyto varianty byly posouzeny z hlediska statické únosnosti a úspory materiálu.

Jednotlivé modely variant byly navrženy pomocí programu SCIA Engineer 2014. V zjednodušeném předběžném návrhu bylo použito zatížení vlastní tíhou nosné konstrukce generované automaticky programem SCIA Engineer, střešním pláštěm a plným sněhem.

3.2 VARIANTA A

Příčná vazba varianty A je tvořena sloupem vpravo příčné vazby, vetknutým ve směru příčné vazby a obloukovým příhradovým rovinným vazníkem na jedné straně kloubově uloženým na sloupu, na straně druhé také kloubově uloženým na základové konstrukci. Vzdálenost příčných vazeb je 6 m.

3.3 VARIANTA B

Varianta B je tvořena příčnými vazbami z obloukových příhradových prostorových vazníků na jedné straně kloubově uložených na sloupu o výšce 4 m a na straně druhé kloubově uložených na základové konstrukci. Bylo použito 6 příčných vazeb po 10 m.

3.4 VYHODNOCENÍ VARIANT

Pro předběžný návrh variant bylo do modelu zaneseno jen zatížení stálé a zatížení plným sněhem. Byly navrženy průřezy příčné vazby a jejich řešení bylo porovnáno z několika hledisek.

Varianta A

- Horní pás – TR OBD 304.8x203.2x6.4
- Dolní pás – TR 4HR 180x12.5
- Diagonály a svislice – TR OBD 120x80x10

Celková hmotnost všech příčných vazeb: 86100 kg

Celková nátěrová plocha: 1403,98 m²

Varianta B

- Horní pás – TR OBD 254x127x4.8
- Dolní pás – TR OBD 304.8x152.4x12.7
- Diagonály – TR 4HR 70x3
- Svislice – TR 4HR 90x4

Celková hmotnost všech příčných vazeb: 57900 kg

Celková nátěrová plocha: 1347,5 m²

Z hlediska celkové hmotnosti je výhodnější varianta prostorového příhradového vazníku. Naopak dle nátěrové plochy by bylo lepší použít rovinný příhradový vazník. Z estetického hlediska dle názoru projektanta vyhrává varianta prostorového příhradového obloukového vazníku. Proto pro řešení konstrukce bude použita varianta s prostorovým obloukovým příhradovým vazníkem.

4 POPIS KONSTRUKCE

4.1 STŘEŠNÍ PLÁŠŤ A OBVODOVÝ PLÁŠŤ

Střešní a obvodový plášť bude tvořen systémem sendvičových panelů BROLLO. Obvodový plášť bude samonosný.

4.2 VAZNICE

Vaznice jsou tvořeny prostě uloženými vazníky. Jsou uloženy kloubově pomocí šroubových spojů. Vaznice zajišťují prostorovou tuhost celé konstrukce. Zároveň je přes ně přeneseno zatížení, které je přepočítáváno na liniové zatížení pomocí zatěžovacích šířek vaznic. Všechny vaznice jsou z válcovaného průřezu HEB 200.

4.3 PŘÍČNÁ VAZBA

Příčnou vazbu tvoří prostorový obloukový příhradový vazník o rozpětí 50 m. Horní pás je tvořen dvěma profily hranatých trubek TR 4HR 180x12 s osovou vzdáleností 2 m a poloměru 336,219 m. Dolní pás je tvořen také hranatou trubkou TR 4HR 254x15.9 a má poloměr 45,356 m. Výška vazníku je 2,5 m. Všechny pásy jsou propojeny pomocí kloubově uložených svislic a diagonál. Příčná vazba je na obou koncích kloubově uložena. Toto uložení je realizováno pomocí čepového spoje. Příčná vazba je rozdělena na 5 montážních celků a bude spojena pomocí čelních desek šroubovým spojem.

4.4 SLOUPY

V ose B je Příčná vazba vyzdvižena a uložena na sloupech výšky 4 m. Tyto sloupy jsou z profilů HEB 260. Ve směru příčné vazby jsou tyto sloupy vetknuté, ve směru kolmém k příčné vazbě kloubově uloženy. V čelních stěnách jsou sloupy kloubově uloženy. Styčníky s vazníkem jsou také kloubové a mají umožněn posun ve svislém směru. Tyto sloupy slouží především k připojení obvodového pláště a paždíků. V boční stěně budou umístěny konstrukčně další sloupy v polovinách rozpětí jednotlivých polí, kvůli rozměrům panelů pro obvodový plášť. Tyto sloupy nejsou zaneseny v modelu, jelikož nebudou nijak nosné.

4.5 PODÉLNÉ ZTUŽIDLO

V podélném směru konstrukce jsou v pětínách umístěny podélná ztužidla. Tato ztužidla zajišťují především polohu dolního pásu vazníků. Ztužidlo tvoří dolní pás a kloubově připojené diagonály. Dolní pás podélného ztužidla je šroubově připojen k dolnímu pásu vazníku. Diagonály propojují dolní pás s vaznicí a horním pásem vazníků.

5 MATERIÁL

Základním materiálem pro ocelovou konstrukci bude ocel třídy S355J2. ($f_y=355$ MPa, $f_u=490$ MPa pro válcované profily, $f_u=510$ MPa pro tenkostěnné za studena tvarované profily) Ocelové šroubové spoje jsou navrženy ze šroubů M12, M16, M20 a M30 jakosti 8.8. ($f_y=640$ MPa, $f_u=800$ MPa) Dílenské svary jsou navrženy jako koutové svary a tupé svary minimální výšky 3 mm, pokud není uvedeno jinak. Základová konstrukce je navržena z betonu C20/25. Třída podlití betonu nesmí být třídy nižší, než je beton základové konstrukce.

6 POVRCHOVÁ OCHRANA

Všechny prvky ocelové konstrukce musí být chráněny proti korozi antikorozním nátěrem, který bude proveden ve dvou vrstvách v tloušťce 120 mikronů a to v základní vrstvě ve výrobně a vrchní vrstvě po dokončení montáže. V místě spojů bude základní nátěr vynechán a obě vrstvy budou nanесeny až po montáži. Všechny prvky z ocelových trubek budou chráněny proti korozi zevnitř zavíčkovaním plechem tloušťky 6 mm.

7 VÝROBA A MONTÁŽ

Jednotlivé výrobní dílce budou dodány z výroby s již přivařenými styčnickovými plechy a připravenými otvory pro šrouby. Uzavřené průřezy budou zavíčkovány. Prvky musí být dodány neporušené tvarově a s neporušeným základním nátěrem. Příčná vazba je rozdělena na 11 základních výrobních dílců nepřekračujících délku 12 m pro převoz. Další výrobní dílce jsou samostatné sloupy. Boční sloupy budou mít předem přivařené styčnickové plechy pro připojení vzpěr.

Prvním krokem samotné montáže budou terénní úpravy a stavba základové konstrukce. Na stavbě musí být vyhrazen prostor na smontování jednotlivých montážních dílců. K horním pásům a dolnímu pásu budou šroubově připojeny diagonály a svislice. Nejprve se zakotví sloupy v ose B. Do předem připravených otvorů vlepením kotevních šroubů. Ke sloupům budou přivařeny vzpěry. Poté se postupně směrem od os A a B do středu konstrukce budou montovat jednotlivé montážní dílce. Počínaje příčnou vazbou v ose 1 se pomocí jeřábu vztyčí obloukové prostorové vazníky. Poté se stejným způsobem vztyčí příčná vazba v ose 2. Tyto vazby musí být montážně podepřeny do doby, než budou podélně rozepruty pomocí vaznic a podélných ztužidel. Takto se budou postupně montovat všechny příčné vazby. Po montáži všech příčných vazeb se osadí sloupy ve štítových stěnách a nakonec se šroubově připojí paždíky ke sloupům ve všech stěnách. Nakonec bude namontován střešní a posléze i obvodový plášť. Jako poslední budou provedeny klempířské úpravy detailů, osazen hromosvod a budou opraveny nedostatky v povrchových nátěrech všech prvků.

8 ÚDRŽBA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

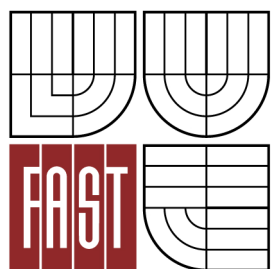
Konstrukce musí být pravidelně kontrolována odborně způsobilou osobou s frekvencí minimálně jedenkrát za 5 let. V zimním období je nutná kontrola zatížení střešní konstrukce sněhem. Výška sněhové pokrývky nesmí překročit návrhovou hodnotu. V případě, že překročí návrhovou hodnotu, musí být zajištěno odklizení sněhu ze střešní roviny.

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ČSN EN 1991-1-1 – Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, Praha: ČNI, 2004.
- [2] ČSN EN 1991-1-3 – Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – Zatížení sněhem, Praha: ČNI, 2007.
- [3] ČSN EN 1991-1-4 – Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – Zatížení větrem, Praha: ČNI, 2007.
- [4] ČSN EN 1993-1-1 – Navrhování ocelových konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, Praha: ČNI, 2006.
- [5] ČSN EN 10027 - 1 Systémy označování ocelí část 1: Stavba značek ocel.
- [6] ČSN EN 1993-1-8 – Navrhování ocelových konstrukcí – Navrhování styčníků, Praha: ČNI, 2006.



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

STATICKÝ VÝPOČET

DIPLOMOVÁ PRÁCE

AUTOR PRÁCE

BC. MONIKA VALENTOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

Ing. MICHAL ŠTRBA, Ph.D.

BRNO 2015

Obsah

1	VŠEOBECNĚ	3
2	ZATÍŽENÍ.....	3
3	VARIANTY PŘÍČNÝCH VAZEB.....	11
3.1	Varianta A	11
3.2	Varianta B.....	20
4	Návrh a posouzení – vítězná varianta.....	30
4.1	Tvar konstrukce	30
4.2	Vzpěrné délky.....	30
4.3	Zatěžovací stavy	31
4.4	Kombinace.....	31
4.5	Průřezy.....	33
4.6	Vnitřní síly.....	40
4.7	Reakce	71
4.8	Posouzení MSÚ	72
4.9	Posouzení MSP.....	104
4.10	Posouzení spojů.....	106
5	Seznam použitých zkratk a symbolů	135
6	Seznam použité literatury	138

STATICKÝ VÝPOČET

1 VŠEOBECNĚ

Tento statický výpočet obsahuje předběžný návrh dvou variant příčné vazby a dále podrobné řešení vítězné varianty příčné vazby. Po předběžném posouzení obou variant a následném vyhodnocení podle několika parametrů, hmotnosti, náčerné ploše, zájmu projektanta zvítězila varianta příhradového prostorového obloukového vazníku. Horní pás je tvořen dvěma uzavřenými průřezy z hranatých trubek a dolní pás z jedné trubky hranatého průřezu. Horní a dolní pás jsou propojeny kloubově připojenými svislicemi a diagonálami. Půdorysné rozměry konstrukce jsou 50,0 x 60,0 m.

2 ZATÍŽENÍ

Statický výpočet byl proveden v programu SCIA Engineer 2014. Zatížení byla zadávána po přepočtení přes zatěžovací šířky jednotlivých zatěžovacích stavů jako zatížení liniová na vaznice a paždíky. Zatížení technickým zařízením bylo zadáváno jako síla do styčníku dolního pásu vazníku. Následně byl proveden výpočet vnitřních sil v programu SCIA Engineer 2014 (studentská verze).

2.1 Zatížení stálá

- Vlastní tíha – objemová tíha oceli (generováno automaticky) $\gamma_s=78,5 \text{ kN/m}^3$
- Střešní plášť – sendvičový panel BROLLO $g=0,119 \text{ kN/m}^3$
- Obvodový plášť – sendvičové panely, samonosné (v modelu nezaneseny)
- Technické zařízení budov – odhadem $g_1=0,6 \text{ kN/m}^2$

2.2 Zatížení užitná

- Kategorie H – střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav

$$q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2 \dots \text{rozhodující}$$

$$Q_k = 1,0 \text{ kN}$$

2.3 Zatížení sněhem

- Pardubice: sněhová oblast I.

$$s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$$

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

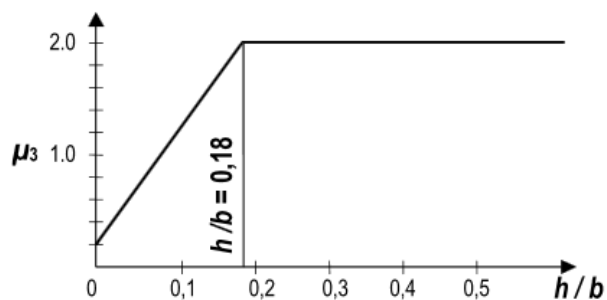
$C_e=1,0$... součinitel expozice, krajina normální

$C_t=1,0$...součinitel tepelné prostupnosti střech

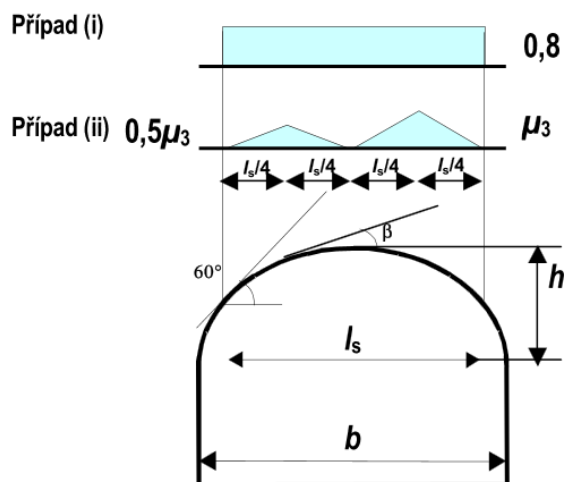
– nenavátý sníh – $\mu_3=0,8$

– navátý sníh – $\mu_3=0,2+10\cdot h/b=0,2+10\cdot 12/54,02=2,44 \leq \mu_{3,\text{horní}}=2,00$

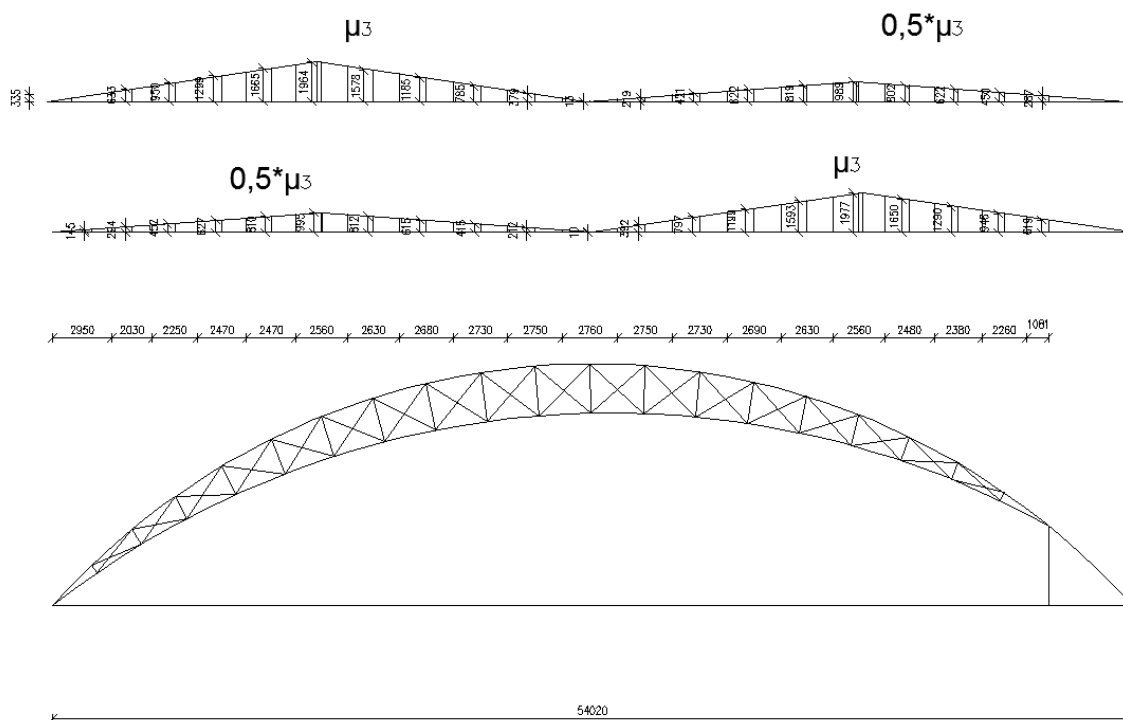
– $\mu_3=2,00$, $\mu_3/2=1,00$



Obr. ČSN EN 1991-1-3, str. 19

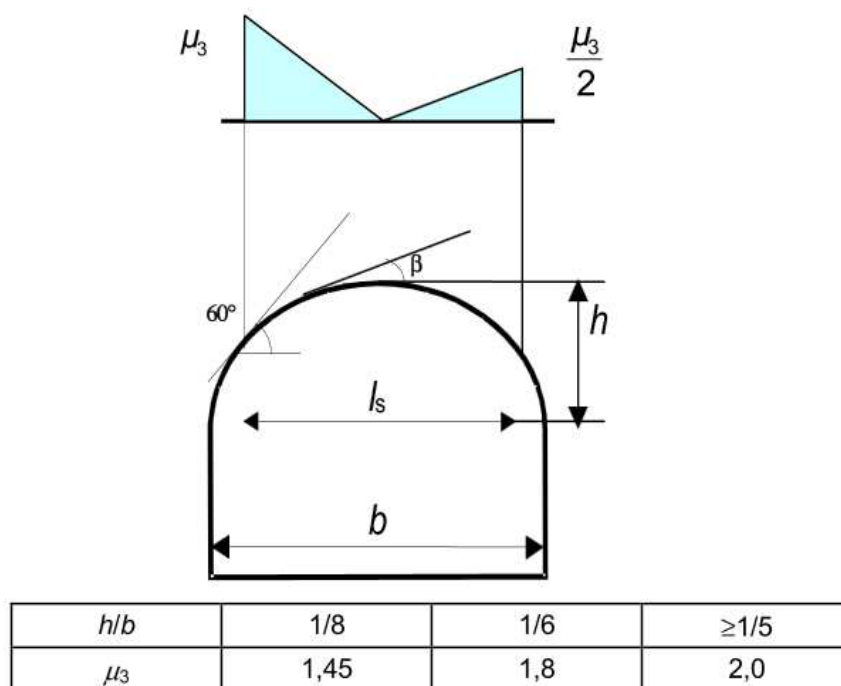


Obr. ČSN EN 1991-1-3, str. 20



Obr. Zatěžovací šířky a pořadnice

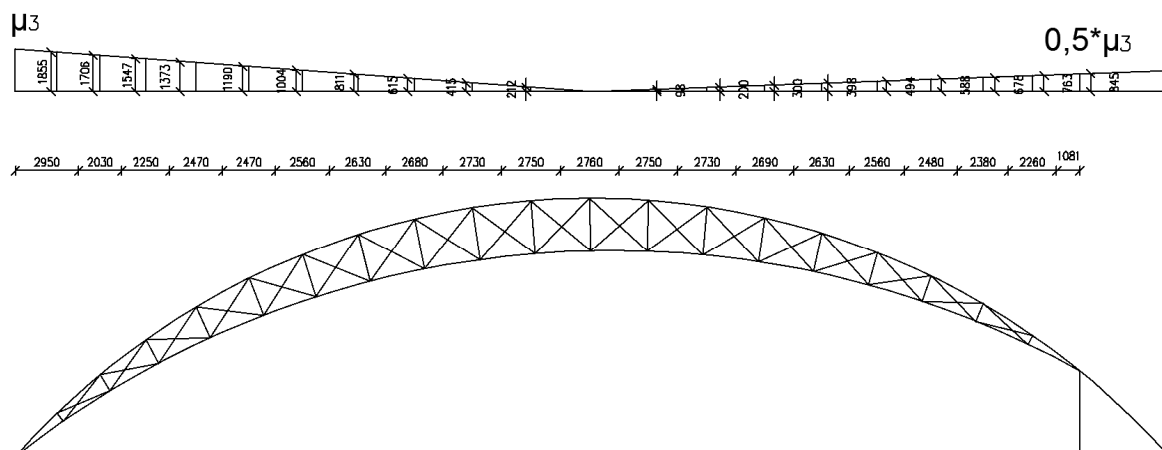
- návěje na výstupky a překážky – NA2.22. – Článek 6.2



Obr. ČSN EN 1991-1-3, NA2.22, str. 48

$$h/b = 12/54,02 = 0,222 \geq 1/5 = 0,200$$

$$\mu_3 = 2,00$$



Obr. Zatěžovací šířky a pořadnice

Přehled zatěžovacích šířek a liniového zatížení na vaznice

ZŠ m	sníh plný	navátý zleva	navátý zprava	návěje
0.96	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m
1.99	1.65	0.69	0.30	3.81
2.03	2.25	0.90	0.42	2.41
2.25	2.40	1.50	0.71	2.45
2.47	2.64	2.24	1.08	2.36
2.47	2.76	2.88	1.40	2.06
2.56	2.81	3.51	1.78	1.79
2.63	2.90	2.90	1.49	1.49
2.68	2.98	2.23	1.16	1.15
2.73	3.03	1.50	0.79	0.79
2.75	3.07	0.73	0.41	0.41
2.76	3.08	0.03	0.02	0.00
2.75	3.09	0.42	0.75	0.19
2.73	3.07	0.80	1.52	0.38
2.69	3.03	1.17	2.26	0.56
2.63	2.98	1.51	2.94	0.73
2.56	2.91	1.77	3.55	0.89
2.48	2.82	1.39	2.86	1.02
2.38	2.72	1.03	2.15	1.13
2.26	2.60	0.71	1.50	1.21
1.10	1.88	0.22	0.48	0.65

2.4 ZATÍŽENÍ VĚTREM

Pardubice – II. větrná oblast $v_{b,0}=25$ m/s

základní rychlost : $v_b = C_{dir} * C_{season} * v_{b,0}$

$$v_b = 1,0 * 1,0 * 25 = 25 \text{ m/s}$$

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

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

kategorie terénu III.: $z_0=0,3$ m , $z_{min}=5$ m, $z_{0,II}=0,05$ m

$$k_r = 0,19 * \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} = 0,19 * \left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} = 0,215$$

$$C_r(z) = k_r * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,215 * \ln\left(\frac{12,09}{0,3}\right) = 0,796$$

$C_r(z)$... součinitel $C_r(z)=1,0$

střední rychlost větru: $v_m(z) = C_r(z) * C_0(z) * v_b$

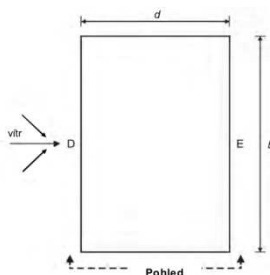
$$v_m(z) = 0,796 * 1,0 * 25 = 19,904 \text{ m/s}$$

intenzita turbulence: $I_v(z) = \frac{k_r}{C_0(z) * \ln(z/z_0)} = 0,271$

maximální dynamický tlak: $q_p(z) = [1 + 7 * I_v(z)] * \frac{1}{2} * \rho * v_m^2(z) = [1 + 7 * 0,271] * \frac{1}{2} * 1,25 * 19,904^2 = 0,717 \text{ kN/m}^2$

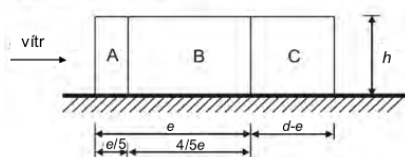
základní dynamický tlak větru: $q_b = \frac{1}{2} * \rho * v_b^2 = \frac{1}{2} * 1,25 * 25^2 = 0,39 \text{ kN/m}^2$

a) Vítr na stěny



Obr. ČSN EN 1991-1-4, str. 32

Pohled pro $e < d$



Obr. ČSN EN 1991-1-4, str. 32

Oblast	A		B		C		D		E	
h/d	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

Tab. ČSN EN 1991-1-4, str. 32

- vítr boční:

$$h = 12,09 \text{ m}$$

$$b = 60 \text{ m}, d = 50 \text{ m}$$

$$e = \min\{b; 2 \cdot h\} = 24,18 \text{ m}$$

$$h/d = 0,2418 \leq 0,25$$

$$e/5 = 4,836 \text{ m}$$

$$4/5 \cdot e = 19,344 \text{ m}$$

$$d-e = 25,82 \text{ m}$$

$$w_e = q_p \cdot C_{pe}$$

$$w_e(A) = -0,860 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(B) = -0,574 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(C) = -0,359 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(D) = 0,502 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(E) = -0,215 \text{ kN/m}^2$$

- vítr na čelní stěnu:

$$h = 12,09 \text{ m}$$

$$b = 50 \text{ m}, d = 60 \text{ m}$$

$$e = \min\{b; 2 \cdot h\} = 24,18 \text{ m}$$

$$h/d = 0,202 \leq 0,25$$

$$e/5 = 4,836 \text{ m}$$

$$4/5 \cdot e = 19,344 \text{ m}$$

$$d-e = 35,82 \text{ m}$$

$$w_e = q_p \cdot C_{pe}$$

$$w_e(A) = -0,860 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(B) = -0,574 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(C) = -0,359 \text{ kN/m}^2$$

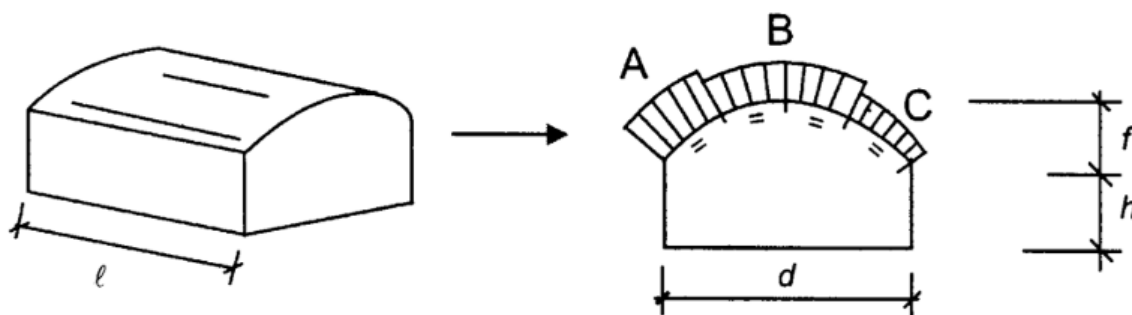
$$w_e(D) = 0,502 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(E) = -0,215 \text{ kN/m}^2$$

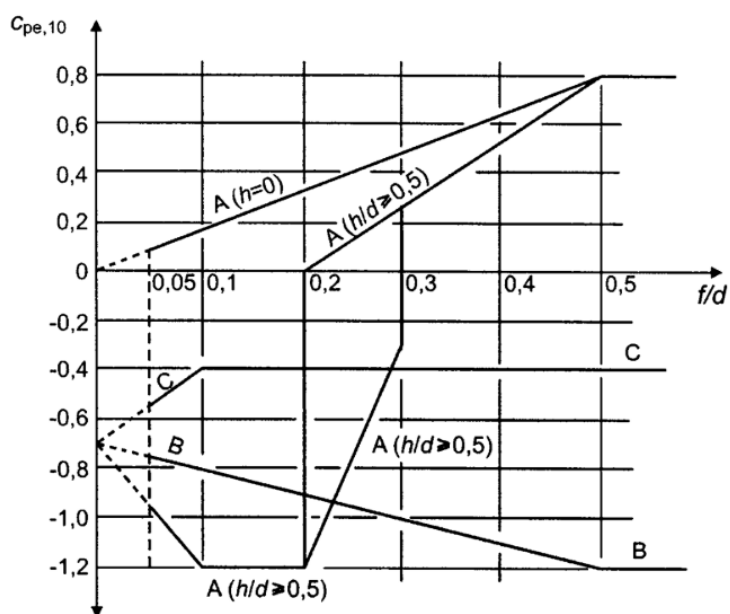
b) Vítr na střechu – zatěžovací délka pro všechny vaznice uvažována jako délka oblouku

$$L = 2,761 \text{ m}$$

- Vítr na boční stěnu:



Obr. ČSN EN 1991-1-4, str. 42



Obr. ČSN EN 1991-1-4, str. 42

$$h = 0 \text{ m}$$

$$f = 12,09 \text{ m}$$

$d = 54,037 \text{ m}$... oblouk prodloužen a uvažován jako symetrický s větším d

$$f/d = 0,224$$

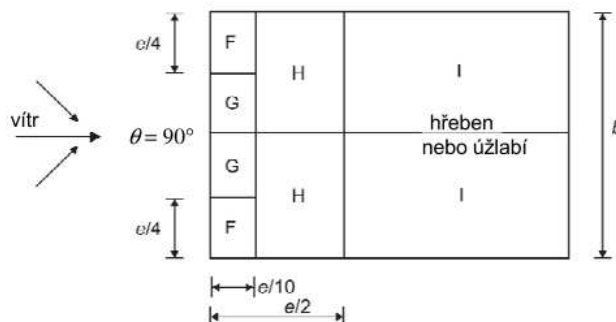
$$w_e = q_p * C_{pe}$$

$$w_e(A) = 0,358 * 0,717 = 0,256 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(B) = -0,924 * 0,717 = -0,663 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(C) = -0,4 * 0,717 = -0,287 \text{ kN/m}^2$$

- vítr na štítovou stěnu: uvažován jako pro sedlovou střechu



c) Směr větru $\theta = 90^\circ$

Obr. ČSN EN 1991-1-4, str.37

Úhel sklonu α	Oblast pro směr větru $\theta = 90^\circ$							
	F		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
-45°	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-30°	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-15°	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2
-5°	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
5°	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
15°	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	-1,2
30°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	-1,2
45°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	-1,2
60°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	-1,2
75°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	-1,2

Obr. ČSN EN 1991-1-4, str. 38

$$w_e = q_p * C_{pe}$$

$$w_e(F) = -1,82 * 0,717 = -1,305 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(G) = -1,2 * 0,717 = -0,861 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(H) = -0,72 * 0,717 = -0,516 \text{ kN/m}^2$$

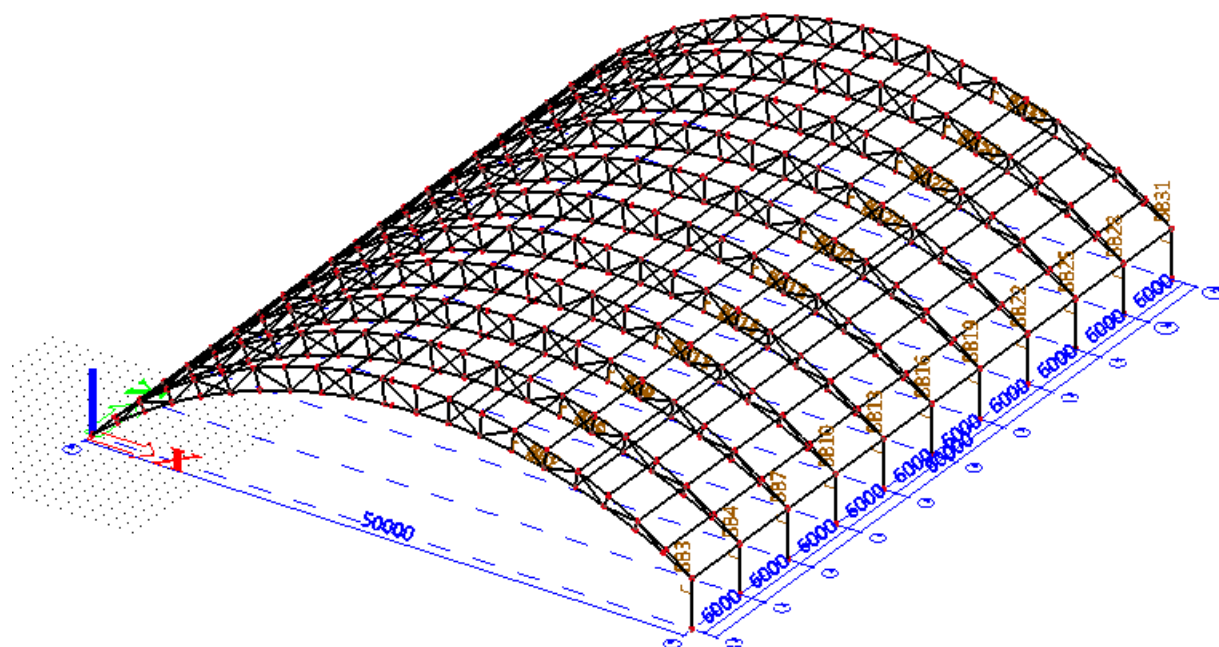
$$w_e(I) = -0,62 * 0,717 = -0,445 \text{ kN/m}^2$$

3 VARIANTY PŘÍČNÝCH VAZEB

Pro předběžný návrh byly navrženy dvě varianty příčné vazby. V první vazbě byl navržen obloukový rovinný příhradový vazník. Vzdálenost příčných vazeb byla 6 m. Druhou variantou příčné vazby byl obloukový prostorový příhradový vazník. Vzdálenost této příčné vazby je 10 m. Obě příčné vazby byly na jedné straně uloženy kloubově do betonové patky, na straně druhé byly kloubově uloženy na sloup o výšce 4 m, ten je ve směru příčné vazby vetknut a v podélném směru kloubově uložen do betonového základu.

Pro předběžný návrh byly varianty zatíženy pouze vlastní tíhou, tíhou střešního pláště a plným sněhem. Byly posouzeny a navrženy hlavní prvky příčné vazby. Následně byly tyto varianty porovnány z ekonomického hlediska, z hlediska nátěrové plochy, celkové hmotnosti a estetičnosti. Pro vítěznou variantu byl zhotoven podrobný statický výpočet.

3.1 Varianta A



Průřezy

- Horní pás – TR 304.8x203.2x6.4
- Dolní pás – TR 180x180x12.5
- Diagonály a svislice – TR 120x80x10

Vnitřní síly

- Horní pás

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *St								
B321	CO1/1	38,014	-516,00	0,25	-4,81	-8,49	0,36	-2,32
B2	CO1/2	5,529	-45,10	0,00	-0,37	0,00	0,67	0,00
B401	CO1/1	46,999	-222,22	-7,69	10,83	2,99	-10,72	9,89
B41	CO1/1	46,999	-451,24	3,30	22,07	1,68	-21,48	-2,90
B321	CO1/1	35,941	-509,86	0,58	-23,03	-8,62	-18,97	-2,37
B321	CO1/1	35,941	-515,37	0,25	23,45	-8,63	-18,97	-2,35
B201	CO1/1	30,411	-501,87	-0,20	22,26	-11,74	-17,54	-2,03
B361	CO1/1	30,411	-502,91	-0,19	-22,70	22,83	-17,60	-1,81
B361	CO1/1	46,999	-467,04	-3,81	23,02	2,78	-22,40	4,65
B361	CO1/1	4,838	-184,02	0,08	-0,17	0,01	5,69	-0,14
B401	CO1/1	49,764	-223,11	-7,69	-4,79	3,04	-2,38	-11,13

- Dolní pás

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *St								
B362	CO1/1	0,000	-323,05	-0,02	-8,58	0,05	1,79	0,23
B322	CO1/1	29,382	137,56	-0,08	2,86	-2,22	3,27	0,35
B42	CO1/1	21,451	37,92	-0,13	4,05	0,49	-2,03	0,71
B402	CO1/1	0,000	-124,62	0,40	-2,20	-0,05	0,28	-2,44
B362	CO1/1	2,728	-321,86	-0,02	10,23	0,06	4,07	0,17
B362	CO1/1	32,028	131,12	0,13	8,00	2,19	-2,64	-0,29
B362	CO1/1	1,364	-322,56	-0,02	0,84	0,06	-3,48	0,20
B362	CO1/1	50,750	10,92	0,13	1,91	-0,17	7,58	0,49
B402	CO1/1	32,029	59,96	0,04	3,30	0,42	-1,24	-2,51
B362	CO1/1	32,028	129,86	0,12	-7,12	-2,10	-2,64	1,78

- Diagonály a svislice

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *St								
B389	CO1/1	2,822	-148,37	0,00	-0,31	0,16	0,00	0,00
B394	CO1/1	3,179	36,68	0,00	-0,44	0,10	0,00	0,00
B4	CO1/2	0,000	2,41	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
B381	CO1/1	0,000	24,97	0,00	0,02	-0,88	0,00	0,00
B34	CO1/3	3,179	5,81	0,00	-0,52	0,00	0,00	0,00
B34	CO1/3	0,000	5,53	0,00	0,52	0,00	0,00	0,00
B223	CO1/1	0,000	-19,31	0,00	0,37	-1,60	0,00	0,00
B382	CO1/1	0,000	-20,92	0,00	0,39	1,61	0,00	0,00
B31	CO1/3	1,656	1,50	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00
B4	CO1/1	0,000	4,03	0,00	0,03	-0,02	0,00	0,00

Posouzení

- Horní pás

EN 1993-1-1 posudek
Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B2	55,294 m	HSS304.8X203.2X6.4	S 355	CO1/1	0,59 -
----------	----------	--------------------	-------	-------	--------

Dílčí souč. spolehlivosti	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
Mez kluzu f_y	355,0	MPa
Mezní pevnost f_u	510,0	MPa
Výroba	Tvářený za studena	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Kritický posudek v místě 34.559 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze*		
N_{Ed}	-299,87	kN
$V_{y,Ed}$	-0,45	kN
$V_{z,Ed}$	-2,63	kN
T_{Ed}	-0,12	kNm
$M_{y,Ed}$	0,00	kNm
$M_{z,Ed}$	0,75	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	44,66
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	34,18

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh průřezu

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A_{eff}	5,6861e-03	m ²
$N_{c,Rd}$	2018,57	kN
Jedn. posudek	0,15	-

Posudek ohybového momentu for My
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

W _{eff,y,min}	5,5436e-04	m ³
Mc _{y,Rd}	196,80	kNm
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek ohybového momentu for Mz
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

W _{eff,z,min}	3,9082e-04	m ³
Mc _{z,Rd}	138,74	kNm
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek smyku pro Vy
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	2,3097e-03	m ²
V _{pl,y,Rd}	473,40	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro Vz
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	3,4703e-03	m ²
V _{pl,z,Rd}	711,27	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek kroucení
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau _{t,Ed}	0,2	MPa
Tau _{Rd}	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly
Podle EN 1993-1-1 článku 9.3.2.6 a rovnice (6.43)

Efektivní vlastnosti		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
A _{eff}	5,6861e-03	m ²
e _{N,y}	0	mm
e _{N,z}	0	mm
W _{eff,y}	5,5436e-04	m ³
W _{eff,z}	3,9082e-04	m ³

Normálová napětí		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze*		
Sigma _{N,Ed}	52,7	MPa
Sigma _{My,Ed}	0,0	MPa
Sigma _{Mz,Ed}	1,9	MPa
Sigma _{tot,Ed}	54,7	MPa
Jedn. posudek	0,15	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

.....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 33,177 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	44,66
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	36,89

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh dílce na vzpěr

Výpočet vlastností účinné plochy přímou metodou.

Vlastnosti					
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*					
plocha průřezu A _{eff}	5,6861e-03	m ²			
Smyk. plocha V _{y eff}	2,5984e-03	m ²	V _{z eff}	3,0877e-03	m ²
poloměr setrvačnosti i _{y eff}	122	mm	i _{z eff}	86	mm
moment setrvačnosti I _{y eff}	8,4540e-05	m ⁴	I _{z eff}	4,1752e-05	m ⁴
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*					

Vlastnosti					
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*					
elastický modul průřezu Wy eff	5.5436e-04	m ³	Wz eff	3.9082e-04	m ³
Excentricita eny	0	mm	enz	0	mm

Posudek pevnosti v rovinném vzpěru
Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *			
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2.765	2.765	m
Součinitel vzpěru k	1.00	3.83	
Vzpěrná délka Lcr	2.761	10.590	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	20799.25	759.57	kN
Štíhlost	24.00	125.59	
Relativní štíhlost Lambda	0.31	1.63	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce Alfa	0.49	0.49	
Redukční součinitel Chi	0.94	0.28	
Unosnost na vzpěr Nb,Rd	1904.03	556.81	kN

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
A	5.6861e-03	m ²
Unosnost na vzpěr Nb,Rd	556.81	kN
Jedn. posudek	0.54	-

Posudek klopení
Pozn: Průřez se týká obdélníkové trubky 'h / b < 10 / Lambda,red,z'.
Tento průřez není náchylný ke klopení.

Posudek na tlak s ohybem
Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce (6.61), (6.62)
Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
kyy	0.926	
kyz	0.839	
kzy	0.741	
kzz	0.839	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	5.6861e-03	m ²
Wy	5.5436e-04	m ³
Wz	3.9082e-04	m ³
NRk	2018.57	kN
My,Rk	196.80	kNm
Mz,Rk	138.74	kNm
My,Ed	-11.00	kNm
Mz,Ed	1.38	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	0.338	
Psi z	0.085	
Cmy	0.900	
Cmz	0.634	
CmLT	0.400	

Jedn. posudek (6.61) = 0.16 + 0.05 + 0.01 = 0.22
Jedn. posudek (6.62) = 0.54 + 0.04 + 0.01 = 0.59
Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

- Dolní pás

EN 1993-1-1 posudek
Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B3	53,479 m	CFRHS180X180X12,5	S 355	CO1/1	0,39 -
----------	----------	-------------------	-------	-------	--------

Dílčí souč. spolehlivosti	
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál	
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>	
Mez kluzu f_y	355,0 MPa
Mezní pevnost f_u	510,0 MPa
Výroba	Tvářený za studena

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Kritický posudek v místě 0,000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
N_{Ed}	-189,30	kN
$V_{y,Ed}$	0,01	kN
$V_{z,Ed}$	-4,65	kN
T_{Ed}	0,00	kNm
$M_{y,Ed}$	0,93	kNm
$M_{z,Ed}$	-0,05	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	11,40
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	35,93

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	7,7040e-03	m ²
$N_{c,Rd}$	2734,92	kN
Jedn. posudek	0,07	-

Posudek ohybového momentu for M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

$W_{pl,y}$	4,6708e-04	m ³
$M_{pl,y,Rd}$	165,81	kNm
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek ohybového momentu for M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

$W_{pl,z}$	4,6708e-04	m ³
------------	------------	----------------

Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze

Mpl,z,Rd	165,81	kNm
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro Vy
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	3,8520e-03	m^2
Vpl,y,Rd	789,50	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro Vz
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	3,8520e-03	m^2
Vpl,z,Rd	789,50	kN
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek kroucení
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,0	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáváno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly
Podle EN 1993-1-1 článku 9.1.2.6 a rovnice (6.41)

MN,y,Rd	165,81	kNm
Alfa	1,67	
MN,z,Rd	165,81	kNm
Beta	1,67	

Jednotkový posudek (6.41) = 0,00 + 0,00 = 0,00 -

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické momentové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	11,40
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	35,93

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek pevnosti v rovinném vzpěru

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

Parametry vzpěru	yy	zz	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*			
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2.728	10.815	m
Součinitel vzpěru k	1.01	0.98	
Vzpěrná délka Lcr	2.761	10.590	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	9261.59	629.54	kN
Štíhlost	41.52	159.26	
Relativní štíhlost Lambda	0.54	2.08	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce Alfa	0.49	0.49	
Redukční součinitel Chi	0.82	0.18	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	2238.25	499.62	kN

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
A	7.7040e-03	m^2
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	499.62	kN
Jedn. posudek	0.38	-

Posudek klopení

Pozn: Průřez se týká obdélníkové trubky 'h / b < 10 / Lambda,red,z'.
Tento průřez není náchylný ke klopení.

Posudek na tlak s ohybem

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

Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Student:		
kyy	0.926	
kyz	0.316	
kzy	0.556	
kzz	0.527	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	7.7040e-03	m^2
Wy	4.6708e-04	m^3
Wz	4.6708e-04	m^3
NRk	2734.92	kN
My,Rk	165.81	kNm
Mz,Rk	165.81	kNm
My,Ed	2.45	kNm
Mz,Ed	-0.05	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	0.382	
Psi z	-0.149	
Cmy	0.900	
Cmz	0.404	
CmLT	0.920	

Jedn. posudek (6.61) = 0.08 + 0.01 + 0.00 = 0.10

Jedn. posudek (6.62) = 0.38 + 0.01 + 0.00 = 0.39

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

• Diagonály a svislice

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B389	2.822 m	CFRHS120X80X10	S 355	CO1/1	0,32 -
------------	---------	----------------	-------	-------	--------

Dílič souč. spolehlivosti	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
Mez kluzu fy	355,0	MPa
Mezní pevnost fu	510,0	MPa
Výroba	Tvářený za studena	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Kritický posudek v místě 2.822 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze*		
N,Ed	-148,37	kN
Vy,Ed	0,00	kN
Vz,Ed	-0,31	kN
T,Ed	0,16	kNm
My,Ed	0,00	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	9,00
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	34,17

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	3,2570e-03	m ²
Nc,Rd	1156,23	kN
Jedn. posudek	0,13	-

Posudek smyku pro Vz
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,9542e-03	m ²
Vpl.z,Rd	400,53	kN

Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze*

Jedn. posudek	0,00	-
---------------	------	---

Posudek kroucení
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	1,0	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	9,00
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	34,17

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek pevnosti v rovinném vzpěru

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

Parametry vzpěru	vy	zz	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*			
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2.822	2.822	m
Součinitel vzpěru k	1.00	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	2.822	2.822	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	1390,18	731,74	kN
Štíhlost	69,68	96,05	
Relativní štíhlost Lambda	0,91	1,26	
Mezní štíhlost Lambda,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce Alfa	0,49	0,49	
Redukční součinitel Chi	0,59	0,41	
Unosnost na vzpěr Nb,Rd	685,05	471,12	kN

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
A	3,2570e-03	m ²
Unosnost na vzpěr Nb,Rd	471,12	kN
Jedn. posudek	0,31	-

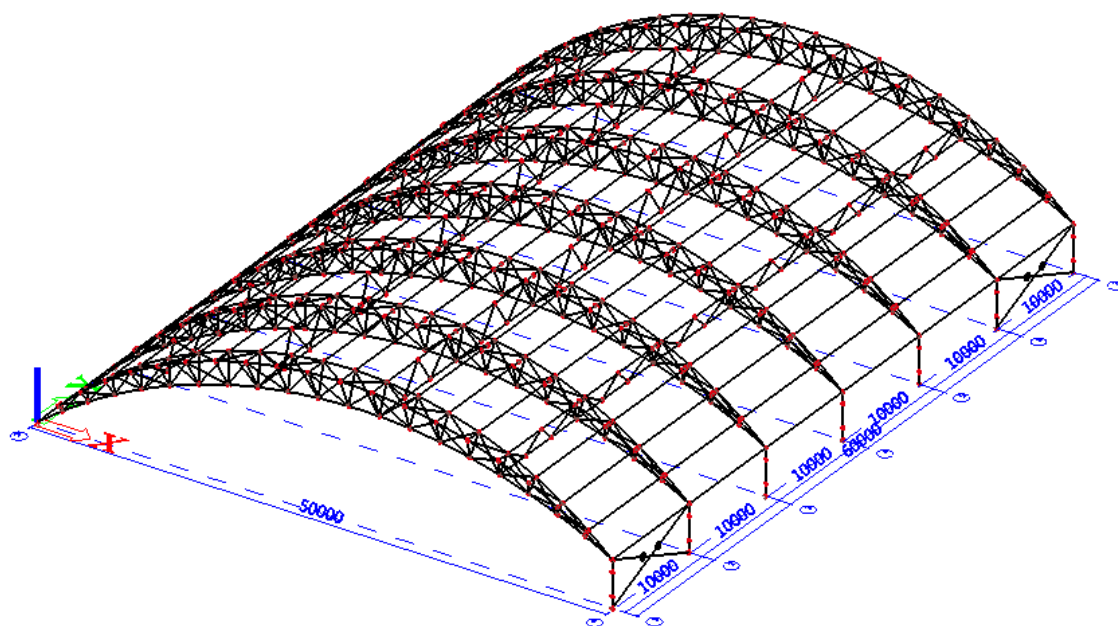
Posudek na tlak s ohybem

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce (6.61), (6.62)
Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Student		
kyy	1,039	
kyz	0,751	
kzy	0,623	
kzz	1,252	
Delta My	0,00	kNm
Delta Mz	0,00	kNm
A	3,2570e-03	m ²
Wy	1,1782e-04	m ³
Wz	8,8680e-05	m ³
NRk	1156,23	kN
My,Rk	41,83	kNm
Mz,Rk	31,48	kNm
My,Ed	0,22	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1,000	
Psi z	1,000	
Cmy	0,900	
Cmz	1,000	
CmLT	0,950	

Jedn. posudek (6.61) = 0,22 + 0,01 + 0,00 = 0,22
Jedn. posudek (6.62) = 0,31 + 0,00 + 0,00 = 0,32

3.2 Varianta B



Průřezy

- Horní pás – TR 254x127x4.8
- Dolní pás – TR 304.8x152.4x12.7
- Diagonály – 70x70x3
- Svislice – TR 90x90x4

Vnitřní síly

- Horní pás

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*								
B1777	CO1/1	38,656	-351,62	-0,56	16,07	-0,58	11,10	-0,60
B1663	CO1/1	46,939	-270,92	-7,29	-8,28	-0,20	3,89	8,75
B1892	CO1/1	49,700	-242,36	7,93	-7,62	-0,13	4,80	-9,12
B2008	CO1/1	38,656	-351,62	-0,56	-16,07	-0,58	11,10	-0,60
B2008	CO1/1	33,133	-349,44	-0,43	16,02	-0,34	11,06	-1,91
B1662	CO1/1	45,098	-295,46	4,09	-1,40	-2,40	-1,33	-0,83
B2	CO1/1	48,780	-229,61	-5,08	4,98	2,39	1,05	-2,51
B1777	CO1/1	1,841	-194,56	-2,93	1,57	-0,02	-4,42	-2,24
B2	CO1/1	38,656	-296,48	-1,50	-14,43	-0,75	11,37	1,22
B1892	CO1/1	52,461	-242,75	5,59	10,17	-0,05	8,33	9,57

- Dolní pás

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B2009	CO1/1	0,000	-555,76	-0,32	-17,43	0,09	-2,42	0,31
B3	CO1/1	31,769	38,56	5,28	-2,54	0,23	10,68	-9,55
B2239	CO1/1	42,358	-86,99	-7,22	2,08	-0,55	0,19	12,15
B2239	CO1/1	39,711	-52,58	7,35	-3,03	-0,77	7,10	-7,35
B2009	CO1/1	5,295	-487,02	0,72	18,05	0,09	4,62	1,38
B2239	CO1/1	52,948	-204,10	1,56	1,69	-1,01	-3,67	0,94
B3	CO1/1	52,948	-193,47	-2,04	1,79	1,00	-4,19	0,09
B2009	CO1/1	1,324	-555,30	-0,32	-2,16	0,09	-15,38	-0,11
B1664	CO1/1	50,300	-146,69	0,93	5,26	-0,47	18,45	0,26
B3	CO1/1	42,358	-13,24	-6,39	2,30	0,58	9,02	-11,89
B2239	CO1/1	42,358	-53,28	7,35	-2,19	-0,63	0,18	12,16

- Diagonály a svislice

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B1838	CO1/1	2,924	-83,66	0,00	-0,08	0,00	0,00	0,00
B2304	CO1/1	3,089	39,57	0,00	-0,11	-0,03	0,00	0,00
B2085	CO1/1	3,829	-37,86	0,00	-0,09	0,01	0,00	0,00
B2115	CO1/1	3,791	-18,74	0,00	-0,10	0,00	0,00	0,00
B86	CO1/2	3,589	-2,00	0,00	-0,13	0,00	0,00	0,00
B86	CO1/2	0,000	-2,14	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00
B2325	CO1/1	0,000	2,30	0,00	0,09	-0,08	0,00	0,00
B97	CO1/1	0,000	8,97	0,00	0,09	0,10	0,00	0,00
B62	CO1/5	0,000	2,02	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00
B88	CO1/2	1,892	2,70	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00

- Svislice

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B2281	CO1/1	0,000	-27,97	0,00	0,02	-0,01	0,00	0,00
B49	CO1/1	1,713	43,31	0,00	-0,02	0,00	0,00	0,00
B31	CO1/2	0,000	1,50	-0,01	0,03	0,00	0,00	0,00
B31	CO1/2	2,693	1,36	0,01	-0,03	0,00	0,00	0,00
B25	CO1/2	2,583	9,70	0,01	-0,03	0,00	0,00	0,00
B25	CO1/2	0,000	9,83	-0,01	0,03	0,00	0,00	0,00
B2173	CO1/1	0,000	17,09	0,00	0,01	-0,06	0,00	0,00
B1780	CO1/1	0,000	9,74	0,00	-0,01	0,05	0,00	0,00
B4	CO1/1	0,000	3,42	0,00	0,01	-0,01	0,00	0,00
B28	CO1/2	1,333	4,94	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
B31	CO1/2	1,346	1,43	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
B20	CO1/2	1,128	-0,35	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00

Posouzení

- Horní pás

EN 1993-1-1 posudek
Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B1777	55,224 m	HSS254X127X4.8	S 355	CO1/1	0,75 -
-------------	----------	----------------	-------	-------	--------

Dílič souč. spolehlivosti	
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál	
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>	
Mez kluzu fy	355,0 MPa
Mezní pevnost fu	510,0 MPa
Výroba	Tvářený za studena

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Kritický posudek v místě 38.656 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
N,Ed	-358,33	kN
Vy,Ed	-2,78	kN

Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
Vz,Ed	10,43	kN
T,Ed	0,41	kNm
My,Ed	2,86	kNm
Mz,Ed	-2,53	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	49,92
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	37,04

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh průřezu

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

Aeff	3,0071e-03	m^2
Nc,Rd	1067,53	kN
Jedn. posudek	0,34	-

Posudek ohybového momentu for My

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

Weff,y,min	2,4102e-04	m^3
Mc,y,Rd	85,56	kNm
Jedn. posudek	0,03	-

Posudek ohybového momentu for Mz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

Weff,z,min	1,3497e-04	m^3
Mc,z,Rd	47,91	kNm
Jedn. posudek	0,05	-

Posudek smyku pro Vy
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,0800e-03	m ²
Vpl.y.Rd	221,36	kN
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek smyku pro Vz
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	2,1600e-03	m ²
Vpl.z.Rd	442,71	kN
Jedn. posudek	0,02	-

Posudek kroucení
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau.t.Ed	1,4	MPa
Tau.Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,01	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly
Podle EN 1993-1-1 článku 9.3.2.6 a rovnice (6.43)

Efektivní vlastnosti		
Studentská verze	*Studentská verze*	*Studentská verze*
Aeff	3,0071e-03	m ²
eNy	0	mm
eNz	0	mm
Weff.y	2,4102e-04	m ³
Weff.z	1,3497e-04	m ³

Normálová napětí		
Studentká verze	*Studentká verze*	*Studentká verze*

Sigma.N.Ed	119,2	MPa
Sigma.My.Ed	11,9	MPa

Studentká verze *Studentká verze* *Studentká verze*

Normálová napětí		
Studentká verze	*Studentká verze*	*Studentká verze*

Sigma.Mz.Ed	18,7	MPa
Sigma.tot.Ed	149,8	MPa
Jedn. posudek	0,42	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

.....POSUDEK STABILITY:.....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 27,612 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	49,92
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	36,98

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh dílce na vzpěr

Výpočet vlastností účinné plochy přímou metodou.

Vlastnosti					
Studentká verze	*Studentká verze*	*Studentká verze*	*Studentká verze*	*Studentká verze*	*Studentká verze*
plocha průřezu A eff	3,0071e-03	m ²			
Smyk. plocha Vy eff	1,2192e-03	m ²	Vz eff	1,7879e-03	m ²
poloměr setrvačnosti iy eff	101	mm	iz eff	56	mm
moment setrvačnosti Iy eff	3,0609e-05	m ⁴	Iz eff	9,2710e-06	m ⁴
elastický modul průřezu Wy eff	2,4102e-04	m ³	Wz eff	1,3497e-04	m ³
Excentricita eny	0	mm	enz	0	mm

Posudek pevnosti v rovinném vzpěru

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

Parametry vzpěru	yy	zz	
Studentká verze	*Studentká verze*	*Studentká verze*	*Studentká verze*
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	27,612	27,612	m
Součinitel vzpěru k	0,10	0,10	
Vzpěrná délka Lcr	2,761	2,761	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	7475,87	2571,70	kN
Štíhlost	29,97	51,10	
Relativní štíhlost Lambda	0,38	0,64	
Mezní štíhlost Lambda,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce Alfa	0,49	0,49	
Redukční součinitel Chi	0,91	0,76	
Unosnost na vzpěr Nb,Rd	970,34	810,08	kN

Tabulka hodnot		
Studentká verze	*Studentká verze*	*Studentká verze*

A	3,0071e-03	m ²
Unosnost na vzpěr Nb,Rd	810,08	kN
Jedn. posudek	0,44	-

Posudek klopení

Pozn: Průřez se týká obdélníkové trubky 'h / b < 10 / Lambda,red,z'.
Tento průřez není náchylný ke klopení.

Posudek na tlak s ohybem

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

Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
Studentská verze	*Studentská verze*	*Studentská verze*
kyy	0.975	
kyz	1.086	
kzy	0.780	
kzz	1.086	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	3.0071e-03	m^2
Wy	2.4102e-04	m^3
Wz	1.3497e-04	m^3
NRk	1067.53	kN
My,Rk	85.56	kNm
Mz,Rk	47.91	kNm
My,Ed	10.75	kNm
Mz,Ed	9.45	kNm
Interakční metoda 2		
Studentská verze	*Studentská verze*	*Studentská verze*

Tabulka hodnot		
Studentská verze	*Studentská verze*	*Studentská verze*
Psi y	-0.000	
Psi z	0.000	
Cmy	0.900	
Cmz	0.927	
CmLT	0.963	

Jedn. posudek (6.61) = 0.37 + 0.12 + 0.21 = 0.71

Jedn. posudek (6.62) = 0.44 + 0.10 + 0.21 = 0.75

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

- Dolní pás

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B1664	52,948 m	HSS304.8X152.4X12.7	S 355	CO1/1	0,92 -
-------------	----------	---------------------	-------	-------	--------

Dílčí souč. spolehlivosti	
Studentská verze	*Studentská verze*
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Studentská verze	*Studentská verze*	*Studentská verze*
Mez kluzu fy	355,0	MPa
Mezní pevnost fu	510,0	MPa
Výroba	Tvářený za studena	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
Studentská verze	*Studentská verze*	*Studentská verze*
N,Ed	-507.53	kN
Vy,Ed	-0.58	kN
Vz,Ed	-14.42	kN
T,Ed	0.45	kNm
My,Ed	-2.87	kNm
Mz,Ed	0.48	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	21,02
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	35,60

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	9,8800e-03	m^2
Nc,Rd	3507,40	kN
Jedn. posudek	0,14	-

Posudek ohybového momentu for My

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,y	9,4000e-04	m^3
Mpl,y,Rd	333,70	kNm
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek ohybového momentu for Mz
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,z	5,7700e-04	m^3
Mpl,z,Rd	204,84	kNm
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro Vy
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	3,2861e-03	m^2
Vpl,y,Rd	673,52	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro Vz
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	6,5939e-03	m^2
Vpl,z,Rd	1351,48	kN
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek kroucení
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,4	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly
Podle EN 1993-1-1 článku 9.1.2.6 a rovnice (6.41)

MN,y,Rd	333,70	kNm
Alfa	1,70	

Studentská verze *Studentská verze* *Student

MN,z,Rd	196,39	kNm
Beta	1,70	

Jednotkový posudek (6.41) = 0,00 + 0,00 = 0,00 -

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické momentové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	21,02
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	35,60

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek pevnosti v rovinném vzpěru

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

Parametry vzpěru	yy	zz	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *			
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2.647	2.647	m
Součinitel vzpěru k	1.00	4.00	
Vzpěrná délka Lcr	2.647	10.590	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	33416.32	700.49	kN
Štíhlost	24.75	170.98	
Relativní štíhlost Lambda	0.32	2.24	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce Alfa	0.49	0.49	
Redukční součinitel Chi	0.94	0.16	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	3286.01	565.92	kN

Tabulka hodnot		
Studentská verze	*Studentská verze*	*Studentská verze*
A	9.8800e-03	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	565.92	kN
Jedn. posudek	0.90	-

Posudek klopení

Pozn: Průřez se týká obdélníkové trubky 'h / b < 10 / Lambda,red,z'.
Tento průřez není náchylný ke klopení.

Posudek na tlak s ohybem

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce (6.61), (6.62)
Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
Studentská verze	*Studentská verze*	*Studentská verze*
kyy	0.917	
kyy	0.436	
kzy	0.550	
kzz	0.727	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	9.8800e-03	m ²
Wy	9.4000e-04	m ³
Wz	5.7700e-04	m ³
NRk	3507.40	kN
My,Rk	333.70	kNm
Mz,Rk	204.84	kNm
My,Ed	-12.78	kNm
Mz,Ed	-1.08	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	0.657	
Psi z	-0.442	
Cmy	0.900	
Cmz	0.423	
CmLT	0.967	

Jedn. posudek (6.61) = 0.15 + 0.04 + 0.00 = 0.19
Jedn. posudek (6.62) = 0.90 + 0.02 + 0.00 = 0.92

• Diagonály

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B2190	3.291 m	CFRHS70X70X3	S 355	CO1/1	0,91 -
-------------	---------	--------------	-------	-------	--------

Dílič souč. spolehlivosti	
Studentská verze	*Studentská verze*
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Studentská verze	*Studentská verze*	*Studentská verze*
Mez kluzu fy	355,0	MPa
Mezní pevnost fu	510,0	MPa
Výroba	Tvářený za studena	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Kritický posudek v místě 3.291 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
Studentská verze	*Studentská verze*	*Studentská verze*
N,Ed	-71,68	kN
Vy,Ed	0,00	kN
Vz,Ed	-0,07	kN
T,Ed	-0,01	kNm
My,Ed	0,00	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	20,33
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92

Třída 3 limit	34,17
---------------	-------

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	7,8100e-04	m ²
Nc,Rd	277,26	kN
Jedn. posudek	0,26	-

Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	3,9050e-04	m ²
Vpl,z,Rd	80,04	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,5	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	20,33
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	34,17

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek pevnosti v rovinném vzpěru

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

Parametry vzpěru	yy	zz	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*			
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3.291	3.291	m
Součinitel vzpěru k	1.00	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	3.291	3.291	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	110.06	110.06	kN
Štíhlost	121.28	121.27	
Relativní štíhlost Lambda	1.59	1.59	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce Alfa	0.49	0.49	
Redukční součinitel Chi	0.29	0.29	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	79.82	79.82	kN

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
A	7,8100e-04	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	79,82	kN
Jedn. posudek	0,90	-

Posudek na tlak s ohybem

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

Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Student:		
kyy	1,547	
kzy	1,031	
kzy	0,928	
kzz	1,718	
Delta My	0,00	kNm
Delta Mz	0,00	kNm
A	7,8100e-04	m ²

Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Student:

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Student</i>		
Wy	1.9420e-05	m ³
Wz	1.9420e-05	m ³
NRk	277.26	kN
My,Rk	6.89	kNm
Mz,Rk	6.89	kNm
My,Ed	0.05	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.900	
Cmz	1.000	
CmLT	0.900	

Jedn. posudek (6.61) = 0.90 + 0.01 + 0.00 = 0.91

Jedn. posudek (6.62) = 0.90 + 0.01 + 0.00 = 0.91

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

- Svislice

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B2343	2,583 m	CFRHS40X40X4	S 355	CO1/1	0,94 -
-------------	---------	--------------	-------	-------	--------

Dílčí souč. spolehlivosti	
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
Mez kluzu fy	355,0	MPa
Mezní pevnost fu	510,0	MPa
Výroba	Tvářený za studena	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Kritický posudek v místě 2,583 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
N,Ed	-26,20	kN
Vy,Ed	0,00	kN
Vz,Ed	-0,02	kN
T,Ed	0,00	kNm
My,Ed	0,00	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	7,00
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	34,17

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	5,3500e-04	m ²
Nc,Rd	189,93	kN
Jedn. posudek	0,14	-

Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	2,6750e-04	m ²
Vpl,z,Rd	54,83	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,1	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáváno.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	7,00
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	34,17

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek pevnosti v rovinném vzpěru

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

Parametry vzpěru	yy	zz	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*			
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2.583	2.583	m
Součinitel vzpěru k	1.00	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	2.583	2.583	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	34.38	34.38	kN
Štíhlost	179.58	179.58	
Relativní štíhlost Lambda	2.35	2.35	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce Alfa	0.49	0.49	
Redukční součinitel Chi	0.15	0.15	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	28.09	28.10	kN

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
A	5,3500e-04	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	28,09	kN
Jedn. posudek	0,93	-

Posudek na tlak s ohybem

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

Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
A	5,3500e-04	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	28,09	kN
Jedn. posudek	0,93	-

Posudek na tlak s ohybem

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

Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
kyy	1,571	
kyz	1,048	
kzy	0,943	
kzz	1,746	
Delta My	0,00	kNm
Delta Mz	0,00	kNm
A	5,3500e-04	m ²
Wy	7,0100e-06	m ³
Wz	7,0100e-06	m ³
NRk	189,93	kN
My,Rk	2,49	kNm
Mz,Rk	2,49	kNm
My,Ed	0,01	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1,000	
Psi z	1,000	
Cmy	0,900	
Cmz	1,000	
CmLT	0,900	

Jedn. posudek (6.61) = 0,93 + 0,01 + 0,00 = 0,94

Jedn. posudek (6.62) = 0,93 + 0,01 + 0,00 = 0,94

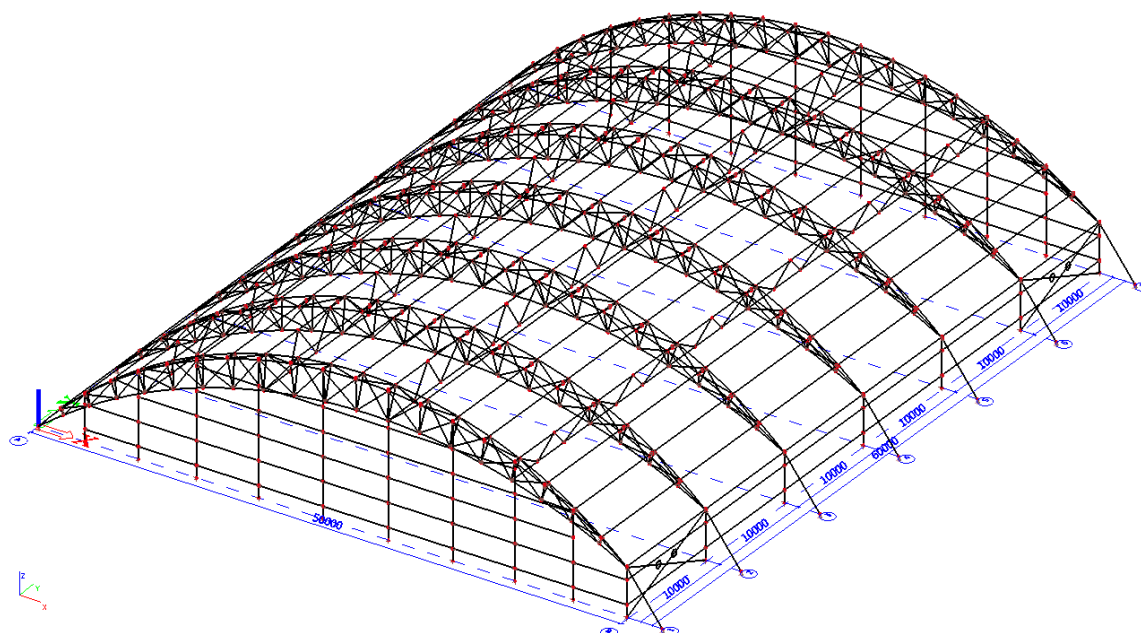
Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

4 Návrh a posouzení – vítězná varianta

4.1 Tvar konstrukce

Tento návrh se zabývá konstrukcí ocelové multifunkční sportovní haly o půdorysných rozměrech 50 m x 60 m, jejíž příčná vazba je tvořena příhradovým obloukovým prostorovým vazníkem. Na jedné straně je vazník uložen kloubově na základové konstrukci na druhé straně také kloubově na sloupu o výšce 4 m. Konstrukce se nachází v Pardubicích.

Vazník tvoří dva horní pásy a jeden dolní pás propojené kloubově připojenými svislicemi a diagonálami. Vaznice jsou prostě uloženy.



4.2 Vzpěrné délky

Horní pás příhradového prostorového vazníku je zajištěn proti vybočení diagonálami a svislicemi v obou směrech. Proto jsou vzpěrné délky uvažovány jako délky jednotlivých polí. Dolní pás je ve směru příčné vazby zajištěn proti vybočení diagonálami a svislicemi. A kolmo na směr příčné vazby je zajištěn proti vybočení podélným ztužidlem. Proto je ve směru příčné vazby uvažována vzpěrná délka jako délka pole a kolmo na směr příčné vazby jako vzdálenost podélných ztužidel. Vzpěrná délka bočních sloupů je uvažována ve směru vetknutí (ve směru příčné vazby) jako $0,7 \cdot \text{délka sloupu}$ a v druhém směru jako délka sloupu. Vzpěrné délky svislic a diagonál jsou uvažovány jako délky prvků, díky kloubům na obou koncích těchto prvků. Stejně tak je to i s pažďíky v štítových stěnách. Vzpěrná délka v obou směrech je uvažována jako délka prvku. U stěnových ztužidel je v rovině boční stěny uvažována jako polovina délky prvku, propojení v místě křížení. Dále se uvažuje s tím, že bude muset být zkrácena vzdálenost mezi hlavními nosnými sloupy v boční stěně vložením sloupů do poloviny vzdálenosti dvou příčných vazeb. Tyto sloupy nejsou uvažovány v modelu, ale zkracují vzpěrnou délku z roviny boční stěny na polovinu u pažďíků i stěnových ztužidel.

4.3 Zatěžovací stavy

Jméno	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Spec	Směr	Působení	Rídící zat. stav
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>							
ZS1 - vlatní tíha	Stálé	LG1	Vlastní tíha		-Z		
ZS2 - střešní plášť	Stálé	LG1	Standard				
ZS3 - TZB	Stálé	LG1	Standard				
ZS4 - užité	Proměnné	LG2	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS5 - sníh plný	Proměnné	LG3	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS6 - navátý 1	Proměnné	LG3	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS7 - navátý 2	Proměnné	LG3	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS8 - návěje	Proměnné	LG3	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS9 - vítr zleva	Proměnné	LG4	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS10 - vítr zprava	Proměnné	LG4	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS11 - vítr přední	Proměnné	LG4	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS12 - vítr zadní	Proměnné	LG4	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>			
LG1	Stálé		
LG3	Proměnné	Výběrová	Sníh
LG4	Proměnné	Výběrová	Vítr
LG2	Proměnné	Standard	Kat H : střechy

4.4 Kombinace

$$\Sigma \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad \dots 6.10 a$$

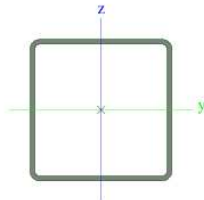
$$\Sigma \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad \dots 6.10 b$$

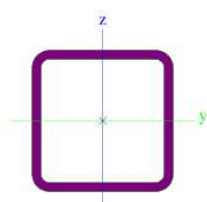
Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [.]
<i>*Studentká verze* *Studentká verze* *Studentká verze* *Studentká verze*</i>			
CO1	EN-MSU (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - vlatní tíha	1,00
		ZS2 - střešní plášť	1,00
		ZS3 - TZB	1,00
		ZS4 - užité	1,00
		ZS5 - sníh plný	1,00
		ZS6 - navátý 1	1,00
		ZS7 - navátý 2	1,00
		ZS9 - vítr zleva	1,00
		ZS10 - vítr zprava	1,00
		ZS11 - vítr přední	1,00
		ZS12 - vítr zadní	1,00
		ZS8 - návěje	1,00
CO2	EN-MSP charakteristická	ZS1 - vlatní tíha	1,00
		ZS2 - střešní plášť	1,00
		ZS3 - TZB	1,00
		ZS4 - užité	1,00
		ZS5 - sníh plný	1,00
		ZS6 - navátý 1	1,00
		ZS7 - navátý 2	1,00
		ZS9 - vítr zleva	1,00
		ZS10 - vítr zprava	1,00
		ZS11 - vítr přední	1,00
		ZS12 - vítr zadní	1,00
		ZS8 - návěje	1,00

Klíč kombinace

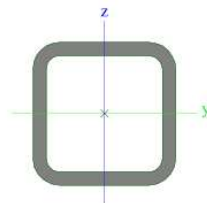
Jméno	Popis kombinací									
	Studentská verze	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*
1	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS7 - navátý	2*1,50	+ZS12 - vítr	zadní*0,90	
2	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS9 - vítr	zleva*0,90	+ZS8 -	návěje*1,50	
3	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS5 - sníh	plný*1,50			
4	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS5 - sníh	plný*0,75	+ZS11 - vítr	přední*1,50	
5	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS5 - sníh	plný*1,50	+ZS11 - vítr	přední*0,90	
6	ZS1 - vlatní	tíha*1,00	+ZS2 - střešní	plášť*1,00	+ZS3 - TZB*1,00	+ZS7 - navátý	2*0,75	+ZS12 - vítr	zadní*1,50	
7	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS5 - sníh	plný*1,50	+ZS12 - vítr	zadní*0,90	
8	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS7 - navátý	2*0,75	+ZS11 - vítr	přední*1,50	
9	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS7 - navátý	2*1,50	+ZS10 - vítr	zprava*0,90	
10	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS7 - navátý	2*1,50	+ZS11 - vítr	přední*0,90	
11	ZS1 - vlatní	tíha*1,00	+ZS2 - střešní	plášť*1,00	+ZS3 - TZB*1,00	+ZS9 - vítr	zleva*1,50	+ZS8 -	návěje*0,75	
12	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS6 - navátý	1*1,50	+ZS9 - vítr	zleva*0,90	
13	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS5 - sníh	plný*0,75	+ZS12 - vítr	zadní*1,50	
14	ZS1 - vlatní	tíha*1,00	+ZS2 - střešní	plášť*1,00	+ZS3 - TZB*1,00	+ZS9 - vítr	zleva*0,90	+ZS8 -	návěje*1,50	
15	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS4 -	užitné*1,50			
16	ZS1 - vlatní	tíha*1,00	+ZS2 - střešní	plášť*1,00	+ZS3 - TZB*1,00	+ZS11 - vítr	přední*1,50			
17	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS5 - sníh	plný*1,50	+ZS10 - vítr	zprava*0,90	
18	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS5 - sníh	plný*1,50	+ZS9 - vítr	zleva*0,90	
19	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS6 - navátý	1*1,50	+ZS11 - vítr	přední*0,90	
20	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS6 - navátý	1*1,50	+ZS12 - vítr	zadní*0,90	
21	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS7 - navátý	2*1,50			
22	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS7 - navátý	2*0,75	+ZS10 - vítr	zprava*1,50	
23	ZS1 - vlatní	tíha*1,00	+ZS2 - střešní	plášť*1,00	+ZS3 - TZB*1,00	+ZS10 - vítr	zprava*1,50			
24	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS6 - navátý	1*1,50			
25	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS5 - sníh	plný*0,75	+ZS9 - vítr	zleva*1,50	
26	ZS1 - vlatní	tíha*1,00	+ZS2 - střešní	plášť*1,00	+ZS3 - TZB*1,00	+ZS9 - vítr	zleva*1,50			
27	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS5 - sníh	plný*0,75	+ZS10 - vítr	zprava*1,50	
28	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS7 - navátý	2*1,50	+ZS9 - vítr	zleva*0,90	
29	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS6 - navátý	1*0,75	+ZS11 - vítr	přední*1,50	
30	ZS1 - vlatní	tíha*1,00	+ZS2 - střešní	plášť*1,00	+ZS3 - TZB*1,00	+ZS12 - vítr	zadní*1,50			
31	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS11 - vítr	přední*1,50			
32	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS7 - navátý	2*0,75	+ZS12 - vítr	zadní*1,50	
33	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS9 - vítr	zleva*1,50			
34	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS6 - navátý	1*0,75	+ZS9 - vítr	zleva*1,50	
35	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS12 - vítr	zadní*1,50			
36	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS12 - vítr	zadní*0,90	+ZS8 -	návěje*1,50	
37	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS11 - vítr	přední*0,90	+ZS8 -	návěje*1,50	
38	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS11 - vítr	přední*1,50	+ZS8 -	návěje*0,75	
39	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS9 - vítr	zleva*1,50	+ZS8 -	návěje*0,75	
40	ZS1 - vlatní	tíha*1,35	+ZS2 - střešní	plášť*1,35	+ZS3 - TZB*1,35	+ZS9 - vítr	zleva*0,90	+ZS8 -	návěje*0,75	
41	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS10 - vítr	zprava*1,50			
42	ZS1 - vlatní	tíha*1,35	+ZS2 - střešní	plášť*1,35	+ZS3 - TZB*1,35					
43	ZS1 - vlatní	tíha*1,00	+ZS2 - střešní	plášť*1,00	+ZS3 - TZB*1,00	+ZS7 - navátý	2*0,75	+ZS10 - vítr	zprava*1,50	
44	ZS1 - vlatní	tíha*1,00	+ZS2 - střešní	plášť*1,00	+ZS3 - TZB*1,00	+ZS10 - vítr	zprava*1,50	+ZS8 -	návěje*0,75	
45	ZS1 - vlatní	tíha*1,00	+ZS2 - střešní	plášť*1,00	+ZS3 - TZB*1,00	+ZS6 - navátý	1*0,75	+ZS11 - vítr	přední*1,50	
46	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS8 -	návěje*1,50			
47	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS6 - navátý	1*0,75	+ZS12 - vítr	zadní*1,50	
48	ZS1 - vlatní	tíha*1,00	+ZS2 - střešní	plášť*1,00	+ZS3 - TZB*1,00	+ZS5 - sníh	plný*1,50	+ZS11 - vítr	přední*0,90	
49	ZS1 - vlatní	tíha*1,00	+ZS2 - střešní	plášť*1,00	+ZS3 - TZB*1,00	+ZS7 - navátý	2*1,50	+ZS11 - vítr	přední*0,90	
50	ZS1 - vlatní	tíha*1,35	+ZS2 - střešní	plášť*1,35	+ZS3 - TZB*1,35	+ZS5 - sníh	plný*0,75	+ZS11 - vítr	přední*0,90	
51	ZS1 - vlatní	tíha*1,00	+ZS2 - střešní	plášť*1,00	+ZS3 - TZB*1,00	+ZS12 - vítr	zadní*1,50	+ZS8 -	návěje*0,75	
57	ZS1 - vlatní	tíha*1,00	+ZS2 - střešní	plášť*1,00	+ZS3 - TZB*1,00	+ZS6 - navátý	1*1,50	+ZS11 - vítr	přední*0,90	
58	ZS1 - vlatní	tíha*1,35	+ZS2 - střešní	plášť*1,35	+ZS3 - TZB*1,35	+ZS5 - sníh	plný*0,75			
59	ZS1 - vlatní	tíha*1,00	+ZS2 - střešní	plášť*1,00	+ZS3 - TZB*1,00	+ZS6 - navátý	1*1,50	+ZS9 - vítr	zleva*0,90	
60	ZS1 - vlatní	tíha*1,00	+ZS2 - střešní	plášť*1,00	+ZS3 - TZB*1,00	+ZS7 - navátý	2*1,50	+ZS10 - vítr	zprava*0,90	
61	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS10 - vítr	zprava*1,50	+ZS8 -	návěje*0,75	
62	ZS1 - vlatní	tíha*1,00	+ZS2 - střešní	plášť*1,00	+ZS3 - TZB*1,00	+ZS11 - vítr	přední*1,50	+ZS8 -	návěje*0,75	
63	ZS1 - vlatní	tíha*1,15	+ZS2 - střešní	plášť*1,15	+ZS3 - TZB*1,15	+ZS12 - vítr	zadní*1,50	+ZS8 -	návěje*0,75	
64	ZS1 - vlatní	tíha*1,00	+ZS2 - střešní	plášť*1,00	+ZS3 - TZB*1,00	+ZS6 - navátý	1*0,75	+ZS10 - vítr	zprava*1,50	
65	ZS1 - vlatní	tíha*1,00	+ZS2 - střešní	plášť*1,00	+ZS3 - TZB*1,00					
66	ZS1 - vlatní	tíha*1,00	+ZS2 - střešní	plášť*1,00	+ZS3 - TZB*1,00	+ZS6 - navátý	1*0,75	+ZS9 - vítr	zleva*1,50	
67	ZS1 - vlatní	tíha*1,00	+ZS2 - střešní	plášť*1,00	+ZS3 - TZB*1,00	+ZS5 - sníh	plný*0,75	+ZS12 - vítr	zadní*1,50	
68	ZS1 - vlatní	tíha*1,35	+ZS2 - střešní	plášť*1,35	+ZS3 - TZB*1,35	+ZS5 - sníh	plný*0,75	+ZS12 - vítr	zadní*0,90	
69	ZS1 - vlatní	tíha*1,00	+ZS2 - střešní	plášť*1,00	+ZS3 - TZB*1,00	+ZS7 - navátý	2*0,75	+ZS9 - vítr	zleva*1,50	

4.5 Průřezy

Jméno	Horní pás	
Typ	CFRHS180X180X6	
Zdroj hodnot	Rautaruukki Oyj / Structural Hollow Sections EN10219 / Ed.2007	
Materiál	S 355	
Výroba	tvářený za studena	
Klopení	Výchozí	
Použití 2D MKP výpočet	x	
		
A [m²]	4,0830e-03	
A _{y, z} [m²]	2,0408e-03	2,0408e-03
I _{y, z} [m⁴]	2,0365e-05	2,0365e-05
I _w [m⁶], t [m⁴]	9,4478e-08	3,2227e-05
W _{el y, z} [m³]	2,2628e-04	2,2628e-04
W _{pl y, z} [m³]	2,6435e-04	2,6435e-04
d _{y, z} [mm]	0	0
c YUSS, ZUSS [mm]	90	90
α [deg]	0,00	
A _{L, D} [m²/m]	6,9900e-01	1,3610e+00
M _{ply +, -} [Nm]	9,38e+04	9,38e+04
M _{plz +, -} [Nm]	9,38e+04	9,38e+04

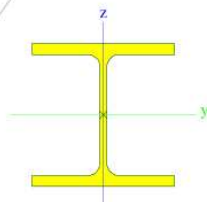
Jméno	Dolní pás		
Typ	HSS254X254X15.9		
Zdroj hodnot	CD-ROM Database AISC Shapes Database / Version 3.0 / 2001		
Materiál	S 355		
Výroba	tvářený za studena		
Posudek rovinného vzpěru y-y	c		
Posudek rovinného vzpěru z-z	c		
Klopení	Výchozí		
Použit 2D MKP výpočet	x		
			
A [m ²]	1,3600e-02		
A _{y, z} [m ²]	7,2400e-03		7,2400e-03
I _{y, z} [m ⁴]	1,2700e-04		1,2700e-04
I _w [m ⁶], t [m ⁴]	1,4008e-06		2,0700e-04
W _{el y, z} [m ³]	9,9700e-04		9,9700e-04
W _{pl y, z} [m ³]	1,2000e-03		1,2000e-03
d _{y, z} [mm]	0		0
c YUSS, ZUSS [mm]	127		127
α [deg]	0,00		
A _{L, D} [m ² /m]	9,6140e-01		1,8225e+00
M _{ply +, -} [Nm]	4,52e+05		4,52e+05
M _{plz +, -} [Nm]	4,52e+05		4,52e+05

Jméno	Svislice vod
Typ	HSS101.6X101.6X9.5
Zdroj hodnot	CD-ROM Database AISC Shapes Database / Version 3.0 / 2001
Materiál	S 355
Výroba	tvářený za studena
Posudek rovinného vzpěru y-y	c
Posudek rovinného vzpěru z-z	c
Klopení	Výchozí
Použit 2D MKP výpočet	*

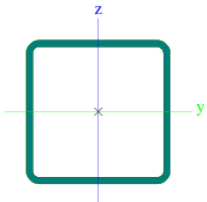


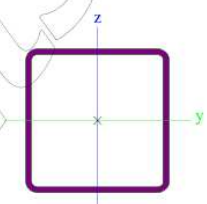
A [m ²]	3,0900e-03	
A _y , z [m ²]	1,6391e-03	1,6391e-03
I _y , z [m ⁴]	4,2700e-06	4,2700e-06
I _w [m ⁶], t [m ⁴]	8,7406e-09	7,2700e-06
W _{el} y, z [m ³]	8,4100e-05	8,4100e-05
W _{pl} y, z [m ³]	1,0500e-04	1,0500e-04
d y, z [mm]	0	0
c YUSS, ZUSS [mm]	51	51
α [deg]	0,00	
A _L , D [m ² /m]	3,7538e-01	6,9084e-01
M _{ply} +, - [Nm]	3,93e+04	3,93e+04
M _{plz} +, - [Nm]	3,93e+04	3,93e+04

Jméno	Vaznice
Typ	HEB200
Zdroj hodnot	Profil Arbed / Structural shapes / Edition Octobre 1995
Materiál	S 355
Výroba	válcovaný
Posudek rovinného vzpěru y-y	b
Posudek rovinného vzpěru z-z	c
Klopení	Výchozí
Použit 2D MKP výpočet	*

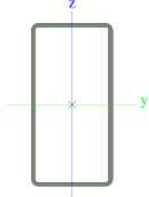


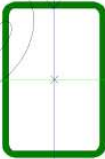
A [m ²]	7,8080e-03	
A _y , z [m ²]	5,7750e-03	1,9112e-03
I _y , z [m ⁴]	5,6960e-05	2,0030e-05
I _w [m ⁶], t [m ⁴]	1,7112e-07	5,9280e-07
W _{el} y, z [m ³]	5,6960e-04	2,0030e-04
W _{pl} y, z [m ³]	6,4250e-04	3,0580e-04
d y, z [mm]	0	0
c YUSS, ZUSS [mm]	100	100
α [deg]	0,00	
A _L , D [m ² /m]	1,1500e+00	1,1510e+00
M _{ply} +, - [Nm]	2,28e+05	2,28e+05
M _{plz} +, - [Nm]	1,09e+05	1,09e+05

Jméno	diagonály	
Typ	CFRHS90X90X4	
Zdroj hodnot	Rautaruukki Oyj / Structural Hollow Sections EN10219 / Ed.2007	
Materiál	S 355	
Výroba	tvářený za studena	
Klopení	Výchozí	
Použit 2D MKP výpočet		
		
A [m²]	1,3350e-03	
A _{y, z} [m²]	6,6702e-04	6,6702e-04
I _{y, z} [m⁴]	1,6192e-06	1,6192e-06
I _w [m⁶], t [m⁴]	1,9683e-09	2,6080e-06
W _{el y, z} [m³]	3,5980e-05	3,5980e-05
W _{pl y, z} [m³]	4,2580e-05	4,2580e-05
d _{y, z} [mm]	0	0
c YUSS, ZUSS [mm]	45	45
α [deg]	0.00	
A _{L, D} [m²/m]	3,4600e-01	6,6730e-01
M _{ply +, -} [Nm]	1,51e+04	1,51e+04
M _{plz +, -} [Nm]	1,51e+04	1,51e+04

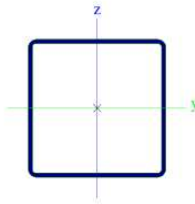
Jméno	svislíce	
Typ	CFRHS50X50X2	
Zdroj hodnot	Rautaruukki Oyj / Structural Hollow Sections EN10219 / Ed.2007	
Materiál	S 355	
Výroba	tvářený za studena	
Posudek rovinného vzpěru y-y	c	
Posudek rovinného vzpěru z-z	c	
Klopení	Výchozí	
Použit 2D MKP výpočet	x	
		
A [m²]	3,7400e-04	
A y, z [m²]	1,8675e-04	1,8675e-04
I y, z [m⁴]	1,4150e-07	1,4150e-07
I w [m⁶], t [m⁴]	5,2083e-11	2,2630e-07
W _{el} y, z [m³]	5,6600e-06	5,6600e-06
W _{pl} y, z [m³]	6,6600e-06	6,6600e-06
d y, z [mm]	0	0
c YUSS, ZUSS [mm]	25	25
α [deg]	0,00	
A L, D [m²/m]	1,9300e-01	3,7365e-01
M _{ply} +, - [Nm]	2,36e+03	2,36e+03
M _{plz} +, - [Nm]	2,36e+03	2,36e+03

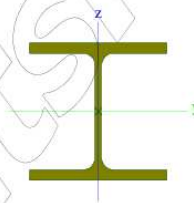
Jméno	diagonály vod	
Typ	CFRHS120X60X2.5	
Zdroj hodnot	Rautaruukki Oyj / Structural Hollow Sections EN10219 / Ed.2007	
Materiál	S 355	
Výroba	tvářený za studena	
Posudek rovinného vzpěru y-y	c	
Posudek rovinného vzpěru z-z	c	
Klopení	Výchozí	
Použit 2D MKP výpočet	x	

		
A [m ²]	8,5900e-04	
A _{y, z} [m ²]	2,8620e-04	5,7240e-04
I _{y, z} [m ⁴]	1,6123e-06	5,5150e-07
I _w [m ⁶], t [m ⁴]	9,7200e-10	1,3257e-06
W _{el y, z} [m ³]	2,6870e-05	1,8380e-05
W _{pl y, z} [m ³]	3,3200e-05	2,0560e-05
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YUSS, ZUSS} [mm]	30	60
α [deg]	0,00	
A _{L, D} [m ² /m]	3,5100e-01	6,8706e-01
M _{ply +, -} [Nm]	1,18e+04	1,18e+04
M _{plz +, -} [Nm]	7,29e+03	7,29e+03

Jméno	pod.ztuž.dolní pás		
Typ	CFRHS150X100X6		
Zdroj hodnot	Rautaruukki Oyj / Structural Hollow Sections EN10219 / Ed.2007		
Materiál	S 355		
Výroba	tvářený za studena		
Posudek rovinného vzpěru y-y	c		
Posudek rovinného vzpěru z-z	c		
Klopení	Výchozí		
Použití 2D MKP výpočet	✖		
			
A [m²]	2,7630e-03		
A y, z [m²]	1,1046e-03		1,6569e-03
I y, z [m⁴]	8,3469e-06		4,4419e-06
I w [m⁶], t [m⁴]	1,4063e-08		9,4834e-06
W el y, z [m³]	1,1129e-04		8,8840e-05
W pl y, z [m³]	1,3668e-04		1,0330e-04
d y, z [mm]	0		0
c YUSS, ZUSS [mm]	50		75
α [deg]	0,00		
A L, D [m²/m]	4,7900e-01		9,2095e-01
M pl y, - [Nm]	4,85e+04		4,85e+04
M pl z, - [Nm]	3,66e+04		3,66e+04

Jméno	pod.ztuž. diagonály	
Typ	CFRHS70X70X2	
Zdroj hodnot	Rautaruukki Oyj / Structural Hollow Sections EN10219 / Ed.2007	
Materiál	S 355	
Výroba	tvářený za studena	
Posudek rovinného vzpěru y-y	c	
Posudek rovinného vzpěru z-z	c	
Klopení	Výchozí	
Použití 2D MKP výpočet	✖	

			
A [m ²]	5,3400e-04		
A _{y, z} [m ²]	2,6675e-04	2,6675e-04	
I _{y, z} [m ⁴]	4,0730e-07	4,0730e-07	
I _w [m ⁶], t [m ⁴]	2,8012e-10	6,3960e-07	
W _{el y, z} [m ³]	1,1640e-05	1,1640e-05	
W _{pl y, z} [m ³]	1,3520e-05	1,3520e-05	
d _{y, z} [mm]	0	0	
c YUSS, ZUSS [mm]	35	35	
α [deg]	0,00		
A _{L, D} [m ² /m]	2,7300e-01	5,3365e-01	
M _{ply +, -} [Nm]	4,80e+03	4,80e+03	
M _{plz +, -} [Nm]	4,80e+03	4,80e+03	

Jméno	Sloupy čelní		
Typ	HEB200		
Zdroj hodnot	Profil Arbed / Structural shapes / Edition Octobre 1995		
Materiál	S 355		
Výroba	válcovaný		
Posudek rovinného vzpěru y-y	b		
Posudek rovinného vzpěru z-z	c		
Klopení	Výchozí		
Použití 2D MKP výpočet	✖		
			
A [m²]	7,8080e-03		
A _{y, z} [m²]	5,7750e-03	1,9112e-03	
I _{y, z} [m⁴]	5,6960e-05	2,0030e-05	
I _w [m⁶], t [m⁴]	1,7112e-07	5,9280e-07	
W _{el y, z} [m³]	5,6960e-04	2,0030e-04	
W _{pl y, z} [m³]	6,4250e-04	3,0580e-04	
d _{y, z} [mm]	0	0	
c YUSS, ZUSS [mm]	100	100	
α [deg]	0,00		
A _{L, D} [m²/m]	1,1500e+00	1,1510e+00	
M _{ply +, -} [Nm]	2,28e+05	2,28e+05	
M _{plz +, -} [Nm]	1,09e+05	1,09e+05	

Jméno	Sloupý boční
Typ	HEB260
Zdroj hodnot	Profil Arbed / Structural shapes / Edition Octobre 1995
Materiál	S 355
Výroba	válcovaný
Klopení	Výchozí
Použit 2D MKP výpočet	x



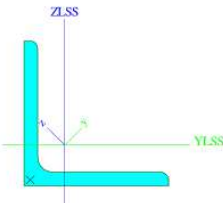
A [m ²]	1,1840e-02	
A _{y, z} [m ²]	8,7661e-03	2,7927e-03
I _{y, z} [m ⁴]	1,4920e-04	5,1350e-05
I _w [m ⁶], t [m ⁴]	7,5365e-07	1,2380e-06
W _{el y, z} [m ³]	1,1480e-03	3,9500e-04
W _{pl y, z} [m ³]	1,2830e-03	6,0220e-04
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YUSS, ZUSS} [mm]	130	130
α [deg]	0,00	
A _{L, D} [m ² /m]	1,5000e+00	1,4986e+00
M _{ply +, -} [Nm]	4,56e+05	4,56e+05
M _{plz +, -} [Nm]	2,14e+05	2,14e+05

Jméno	paždíky
Typ	HEB140
Zdroj hodnot	Profil Arbed / Structural shapes / Edition Octobre 1995
Materiál	S 355
Výroba	válcovaný
Klopení	Výchozí
Použit 2D MKP výpočet	x



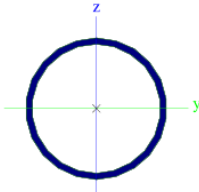
A [m ²]	4,2960e-03	
A _{y, z} [m ²]	3,2127e-03	1,0456e-03
I _{y, z} [m ⁴]	1,5090e-05	5,4970e-06
I _w [m ⁶], t [m ⁴]	2,2479e-08	2,0060e-07
W _{el y, z} [m ³]	2,1560e-04	7,8520e-05
W _{pl y, z} [m ³]	2,4540e-04	1,1980e-04
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YUSS, ZUSS} [mm]	70	70
α [deg]	0,00	
A _{L, D} [m ² /m]	8,0500e-01	8,0530e-01
M _{ply +, -} [Nm]	8,72e+04	8,72e+04
M _{plz +, -} [Nm]	4,25e+04	4,25e+04

Jméno	stěnové ztužidlo		
Typ	HFLeq140x140x13		
Zdroj hodnot	Staalprofielen / deel 5 (Over)spannend staal / SG 1998		
Materiál	S 355		
Výroba	válcovaný		
Posudek rovinného vzpěru y-y	b		
Posudek rovinného vzpěru z-z	b		
Klopení	Výchozí		
Použit 2D MKP výpočet	x		



A [m ²]	3,4950e-03		
A _y , z [m ²]	2,9368e-03		2,9472e-03
I _y , z [m ⁴]	1,0140e-05		2,6300e-06
I _{YLSS, ZLSS} [m ⁴]	6,3850e-06		6,3850e-06
I _w [m ⁶], t [m ⁴]	6,9634e-39		1,9553e-07
W _{el} y, z [m ³]	1,0240e-04		4,7417e-05
W _{pl} y, z [m ³]	1,6189e-04		8,2944e-05
d _y , z [mm]	-47		0
c _{YUSS, ZUSS} [mm]	39		39
α [deg]	45,00		
I _{YZLSS} [m ⁴]	-3,7534e-06		
A _{L, D} [m ² /m]	5,5020e-01		5,4706e-01
M _{ply} +, - [Nm]	5,75e+04		5,75e+04
M _{plz} +, - [Nm]	2,94e+04		2,94e+04

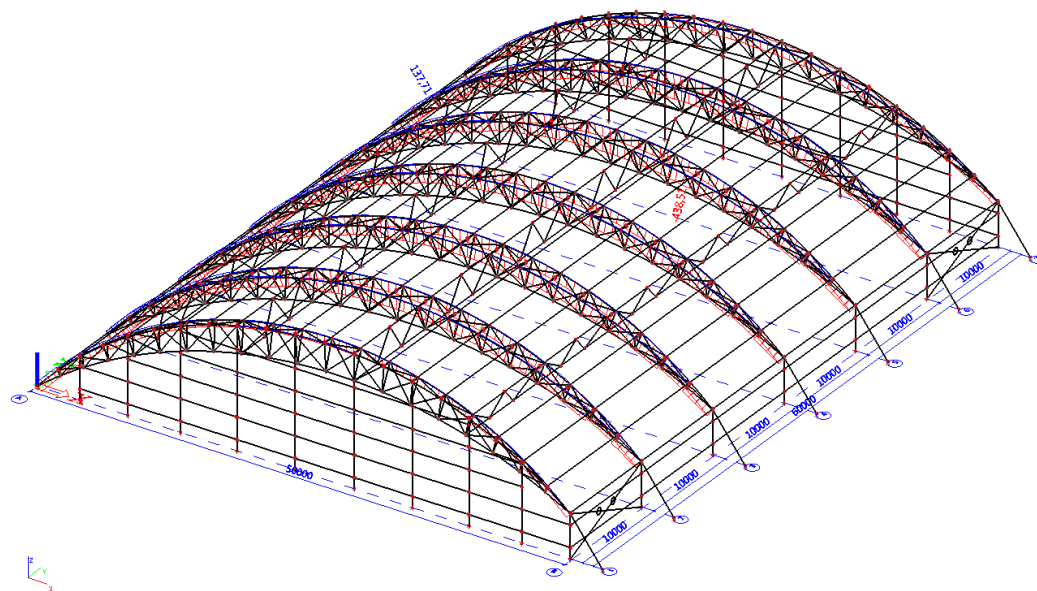
Jméno	vzpera		
Typ	CFCHS273X12.5		
Zdroj hodnot	Rautaruukki Oyj / Structural Hollow Sections EN10219 / Ed.2007		
Materiál	S 355		
Výroba	tvářený za studena		
Posudek rovinného vzpěru y-y	c		
Posudek rovinného vzpěru z-z	c		
Klopení	Výchozí		
Použit 2D MKP výpočet	x		



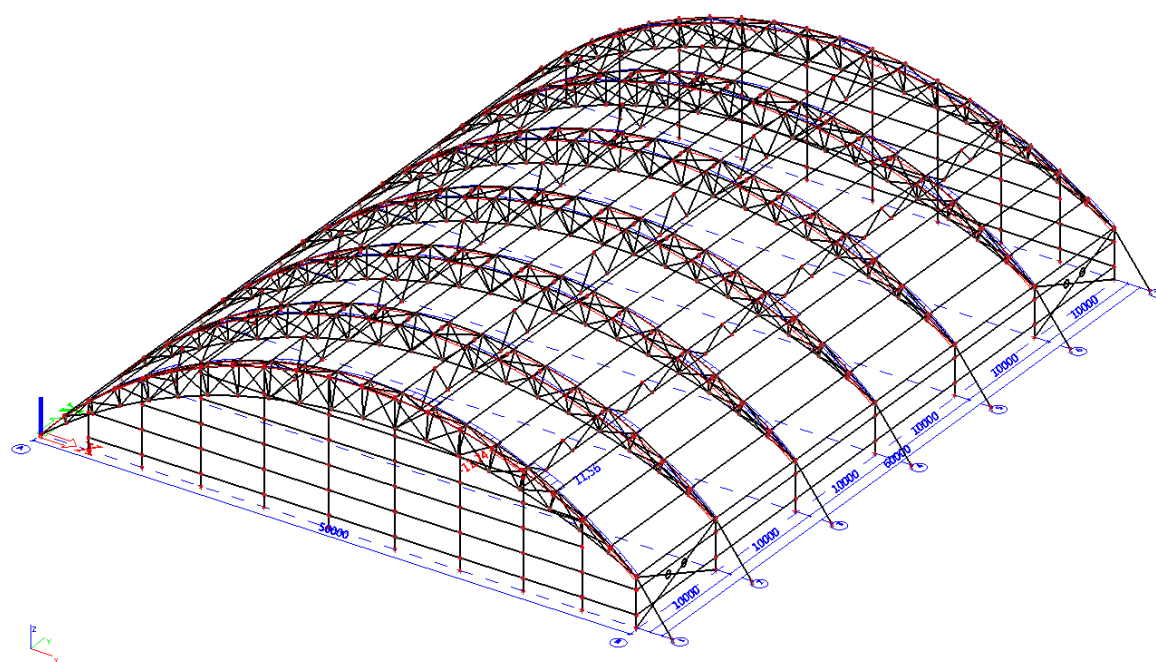
A [m ²]	1,0230e-02		
A _y , z [m ²]	6,8498e-03		6,8498e-03
I _y , z [m ⁴]	8,6975e-05		8,6975e-05
I _w [m ⁶], t [m ⁴]	6,0834e-39		1,7395e-04
W _{el} y, z [m ³]	6,3718e-04		6,3718e-04
W _{pl} y, z [m ³]	8,4890e-04		8,4890e-04
d _y , z [mm]	0		0
c _{YUSS, ZUSS} [mm]	137		137
α [deg]	0,00		
A _{L, D} [m ² /m]	8,5800e-01		1,6367e+00
M _{ply} +, - [Nm]	3,01e+05		3,01e+05
M _{plz} +, - [Nm]	3,01e+05		3,01e+05

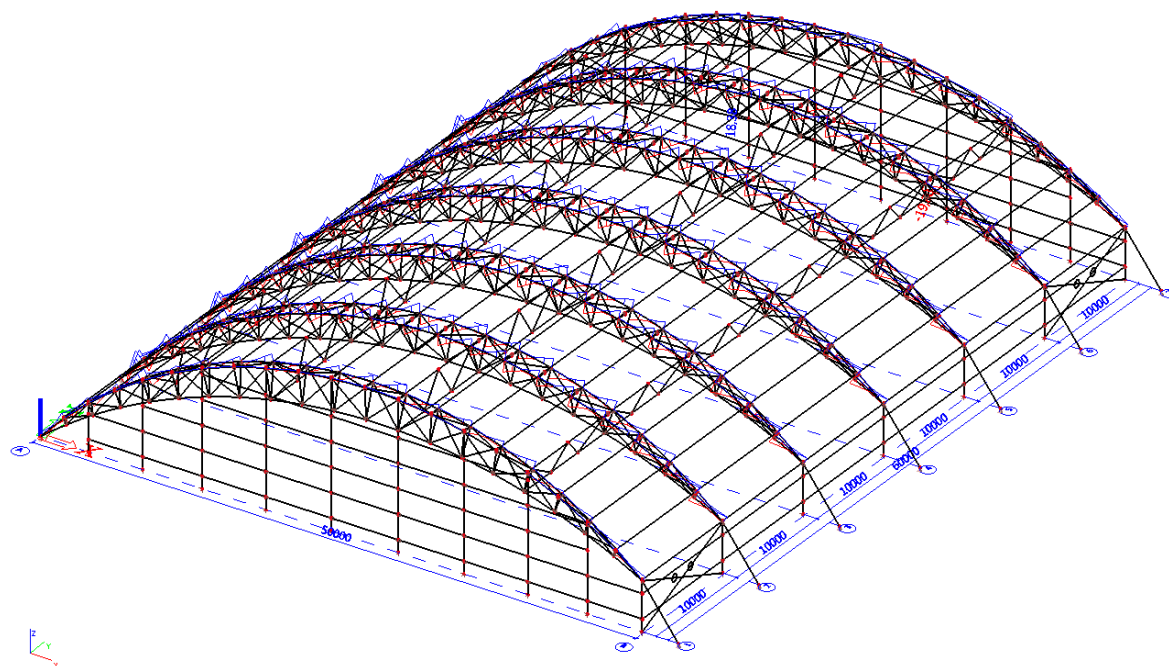
4.6 Vnitřní síly

Horní pás

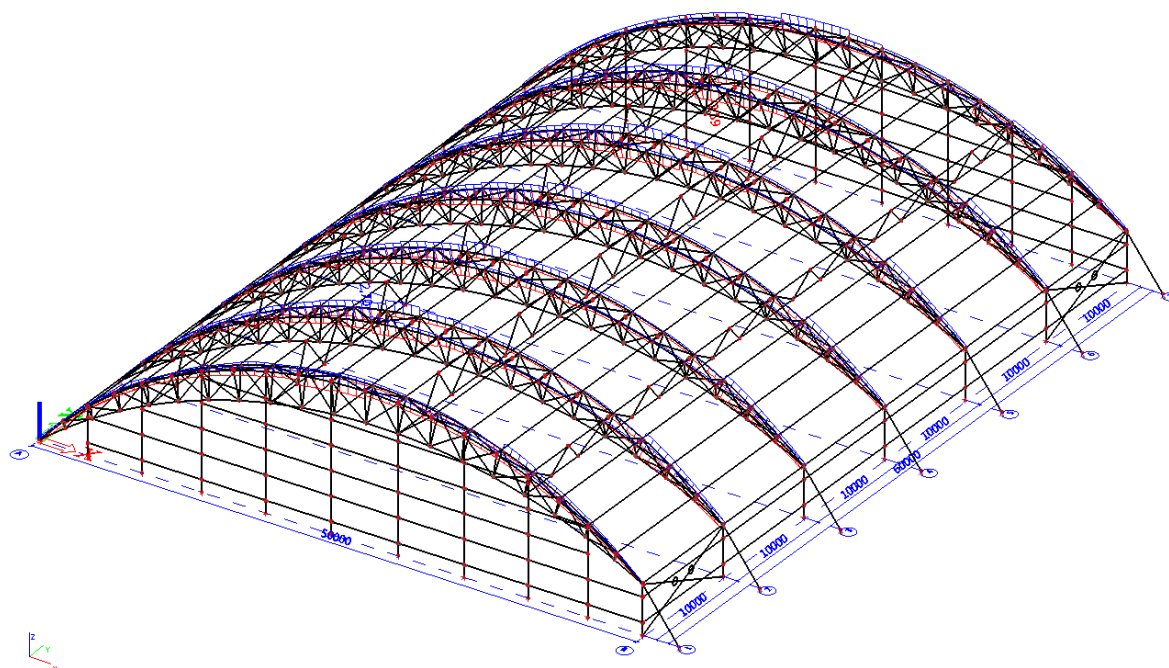


N [kN]

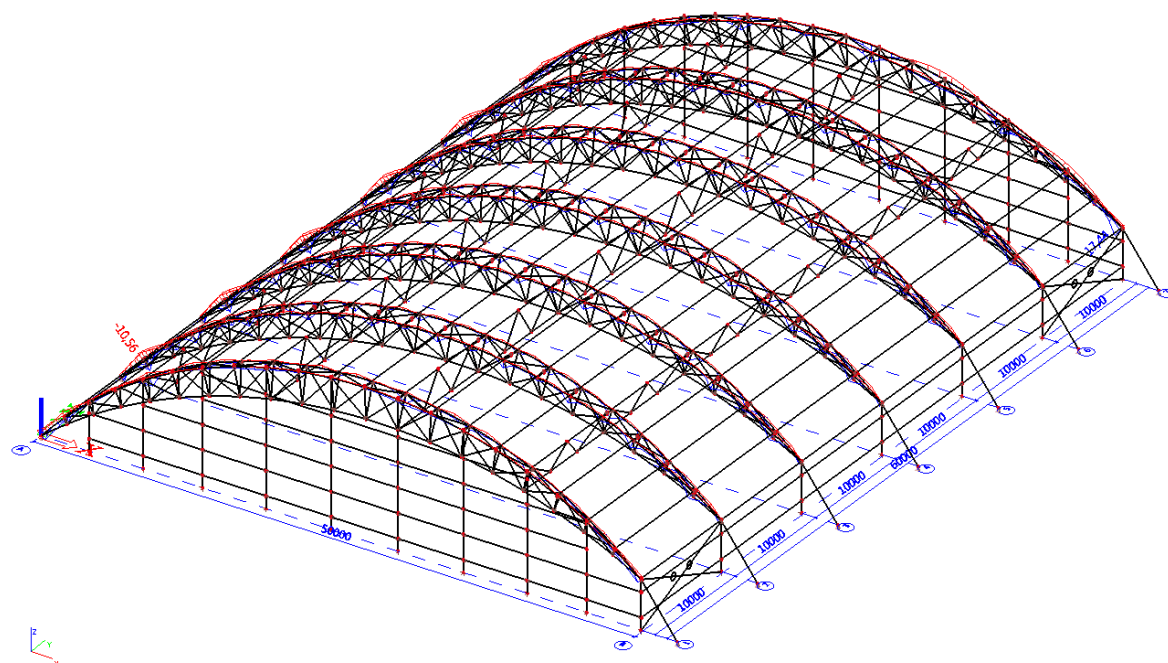
 V_y [kN]



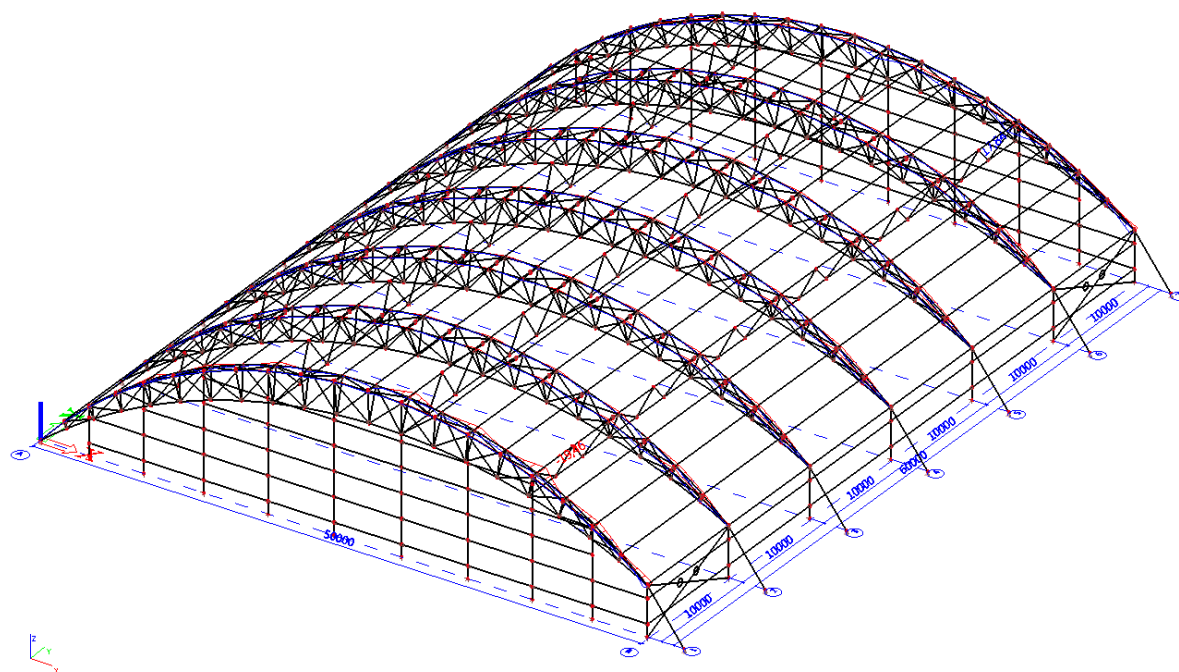
V_z [kN]



M_x [kNm]



M_y [kNm]

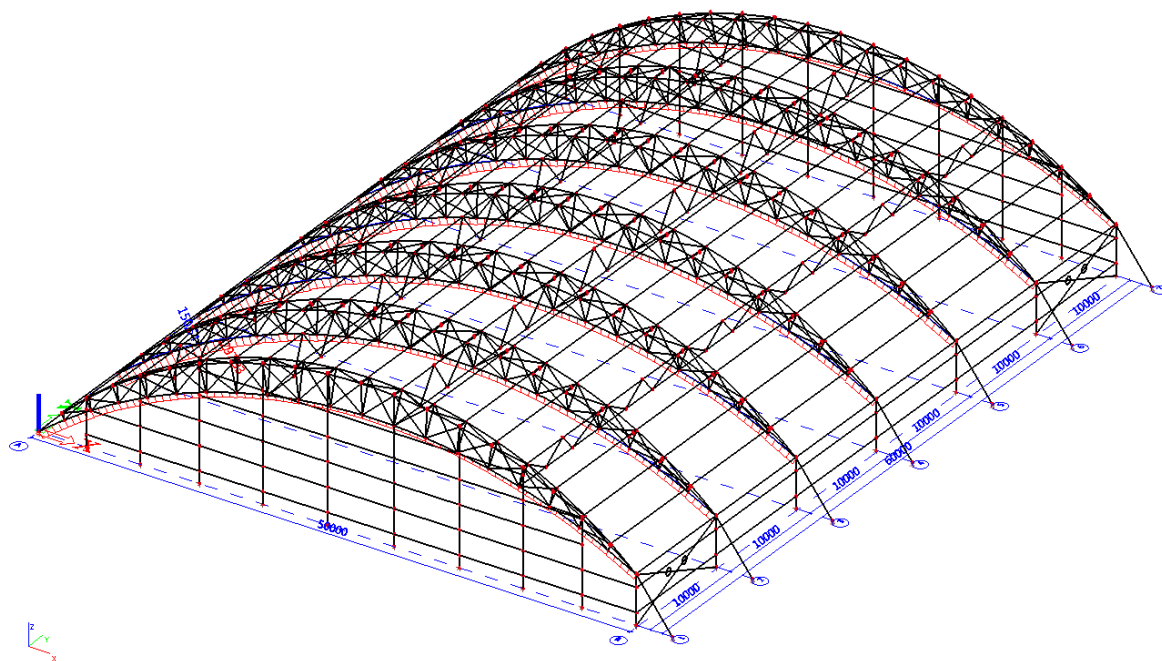


M_z [kNm]

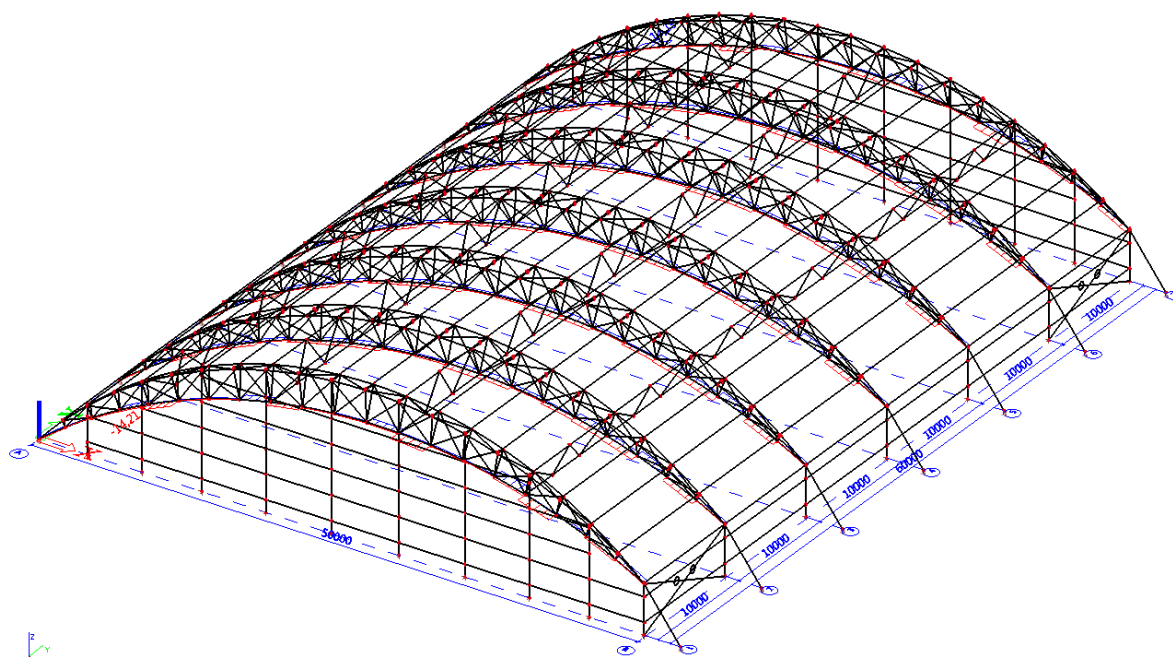
Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : CO1
Průřez : Horní pás - CFRHS180X180X6

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B2007	CO1/5	37,966	-438,51	-3,90	5,92	-0,40	-2,60	-2,41
B2122	CO1/6	5,522	137,71	0,13	-3,28	0,40	-2,39	2,33
B2	CO1/1	41,417	-287,49	-11,74	-6,13	0,37	1,99	9,68
B2	CO1/1	46,939	-295,53	11,56	5,58	-0,63	0,88	9,05
B2123	CO1/1	44,178	-430,59	3,06	-19,80	-0,70	14,04	-5,12
B2008	CO1/7	33,134	-426,17	-1,56	18,38	0,75	11,43	-4,40
B2123	CO1/5	24,850	-212,88	1,99	6,69	-2,59	2,31	0,89
B1662	CO1/7	24,850	-245,58	2,64	11,64	2,70	7,74	5,62
B1662	CO1/8	2,761	9,72	0,39	4,57	-0,16	-10,56	-2,81
B3072	CO1/9	55,172	-68,85	-0,14	8,93	-0,13	17,44	-0,35
B2	CO1/1	44,178	-287,58	-9,33	14,82	-0,07	14,01	-19,46
B2924	CO1/10	44,178	-266,93	8,53	13,78	-0,06	13,08	17,84

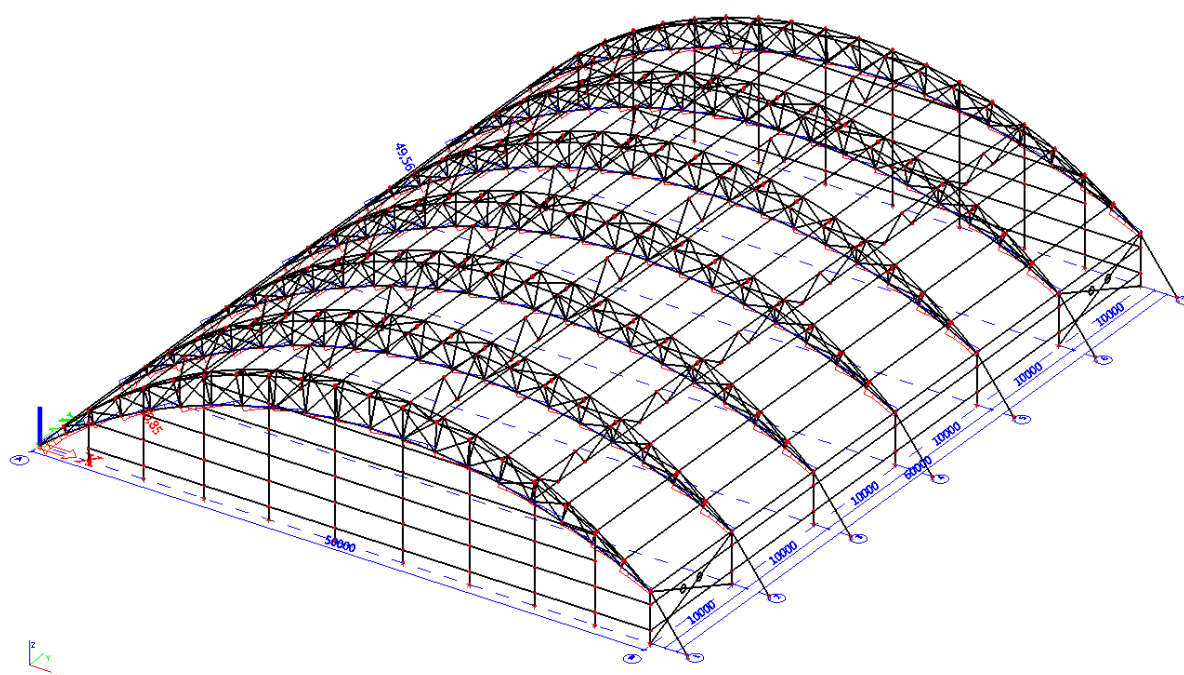
Dolní pás



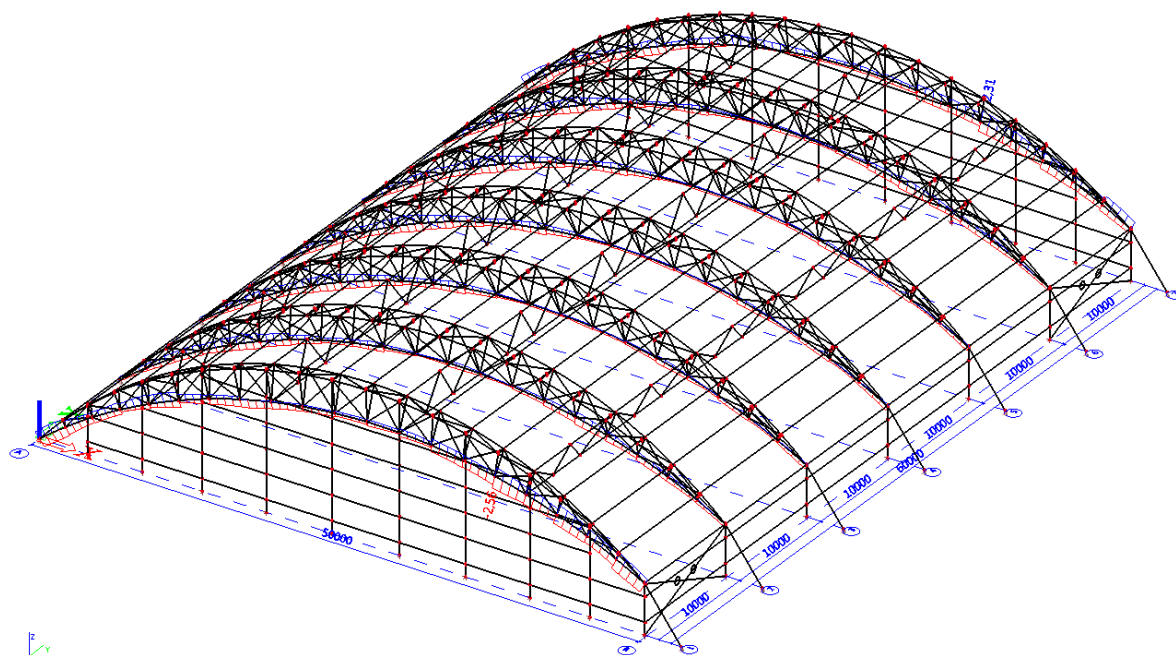
N [kN]



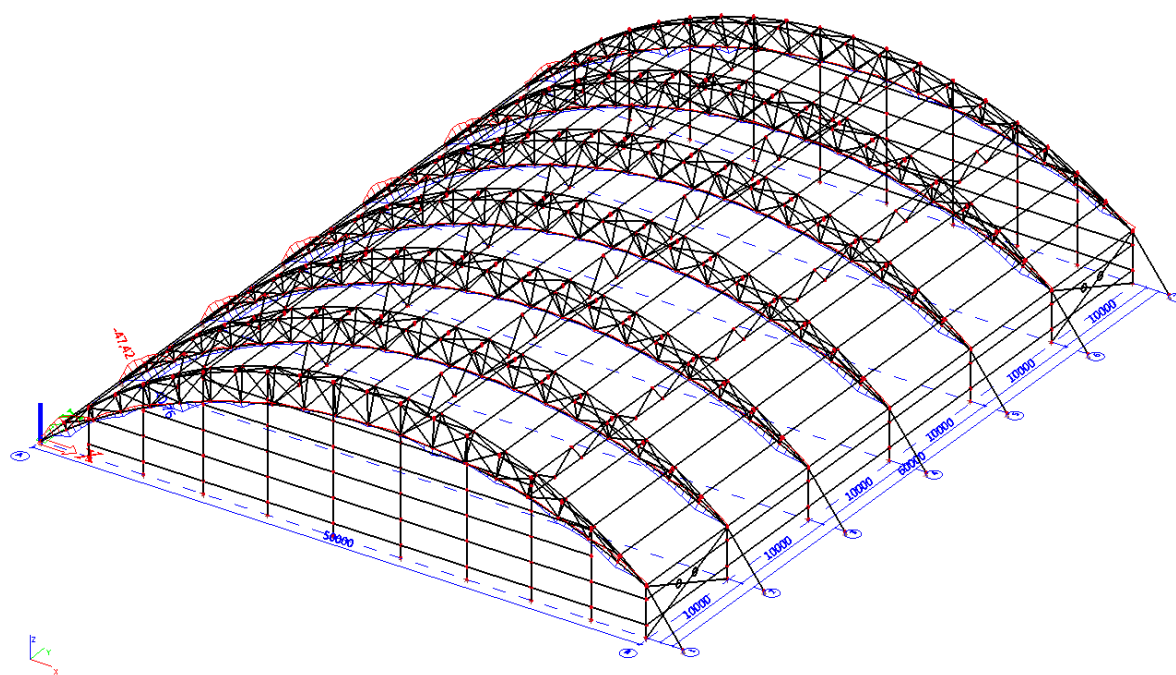
V_y [kN]



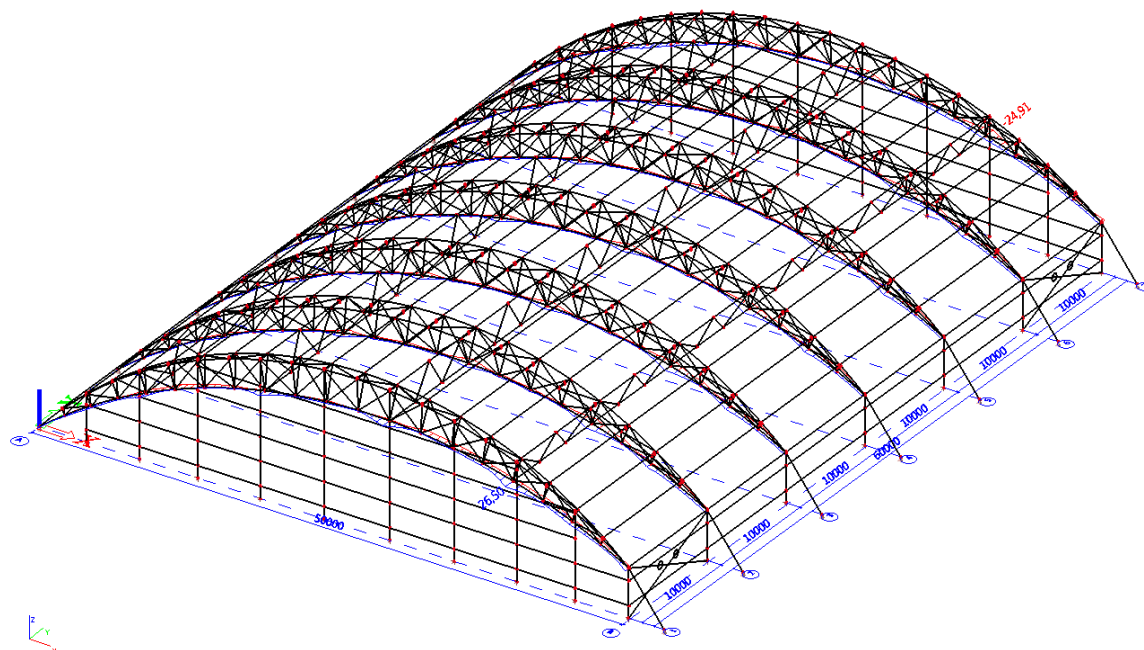
V_z [kN]



M_x [kNm]



M_y [kNm]



Mz [kNm]

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

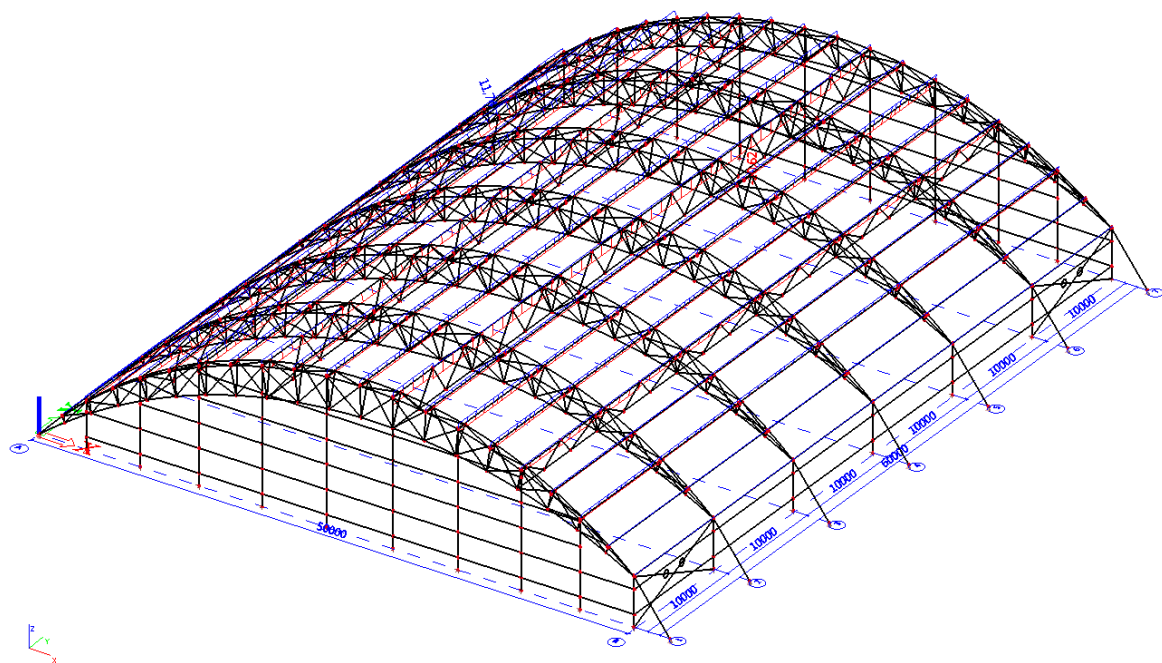
Výběr : Vše

Kombinace : CO1

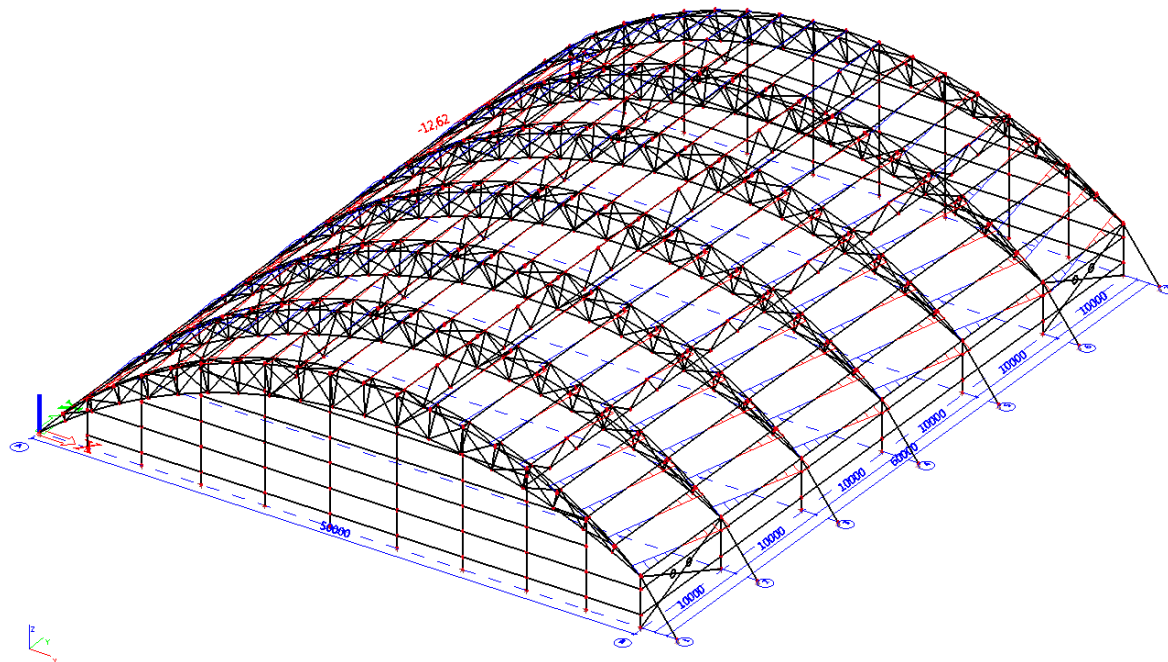
Průřez : Dolní pás - HSS254X254X15.9

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*								
B1779	CO1/3	0,000	-1297,93	-4,15	-50,29	0,38	1,39	2,26
B1664	CO1/11	7,942	150,54	-3,45	-8,27	0,48	7,83	-4,34
B3	CO1/12	10,590	-261,89	-14,21	7,83	1,27	-5,63	16,45
B2925	CO1/12	10,590	-258,33	14,19	7,95	-1,10	-5,52	-16,33
B1664	CO1/5	0,000	-1217,34	-4,44	-50,85	0,16	2,60	0,89
B2009	CO1/7	5,295	-1148,81	7,25	49,56	0,67	5,10	15,18
B3	CO1/13	39,711	-156,28	8,81	-6,15	-2,56	5,37	-1,44
B2925	CO1/8	39,711	-59,75	-9,30	-3,01	2,31	4,74	1,71
B1664	CO1/5	1,986	-1216,90	-4,44	0,45	-0,02	-47,42	-7,93
B1664	CO1/14	2,647	22,07	4,34	-7,46	0,44	40,76	-4,19
B2925	CO1/10	42,358	-141,03	10,15	3,58	1,45	-3,95	-24,91
B3	CO1/1	42,358	-153,34	12,88	-4,55	-1,47	-6,03	26,50

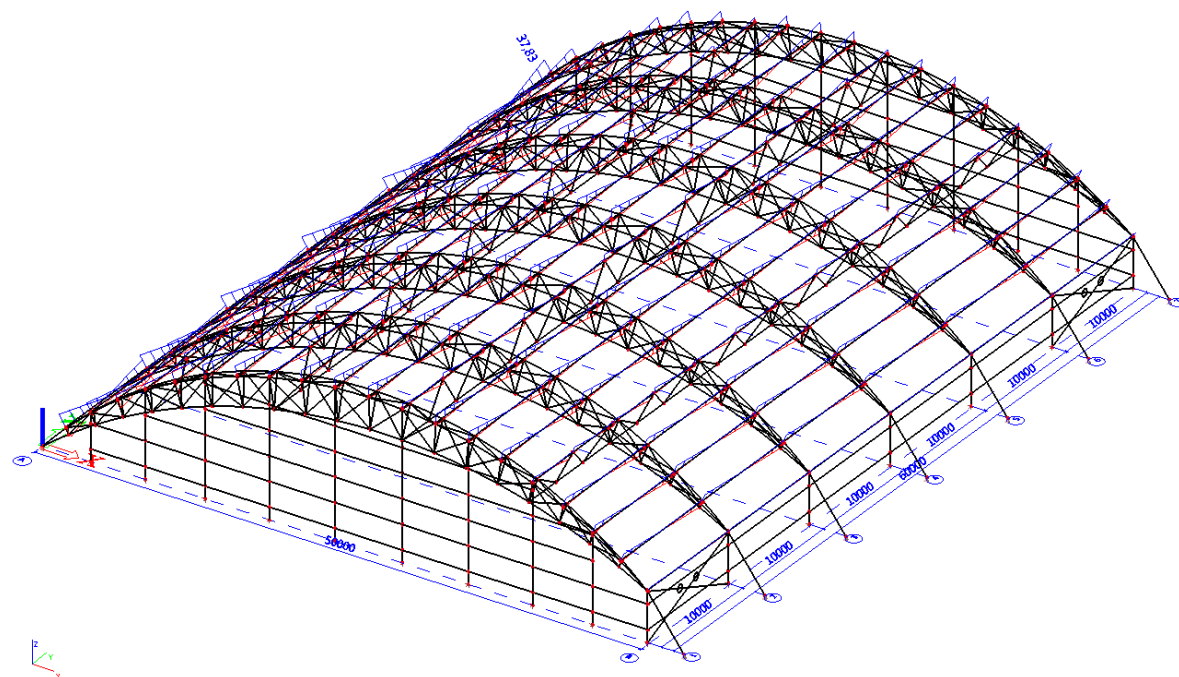
Vaznice



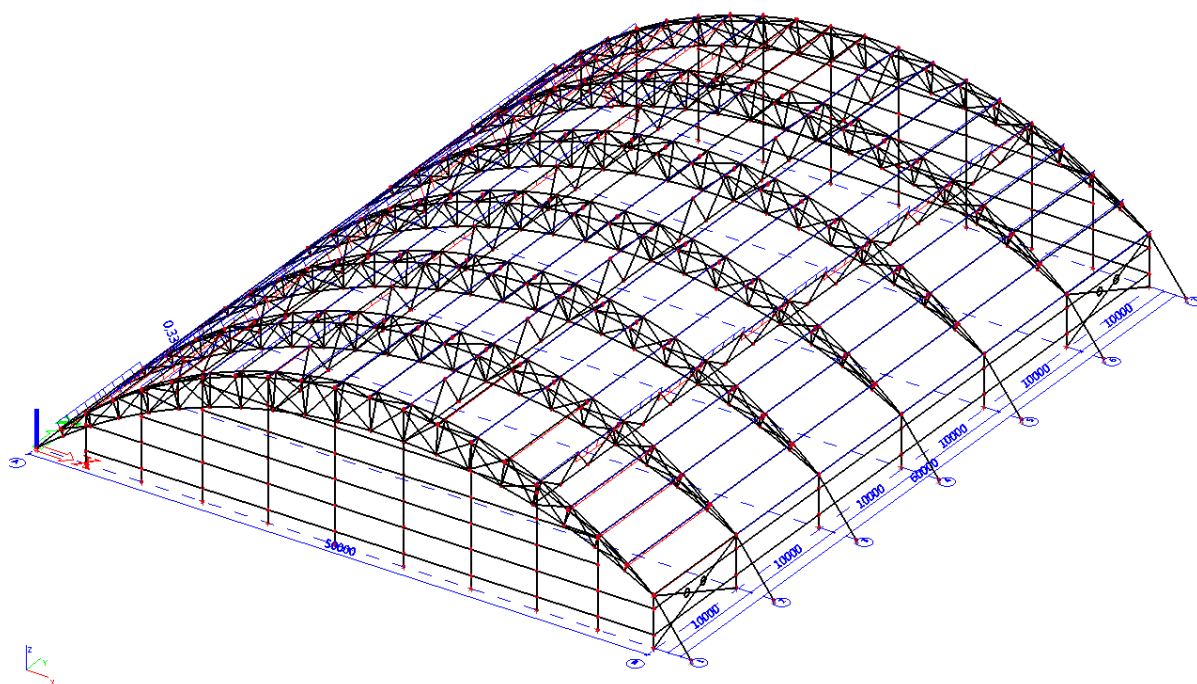
N [kN]



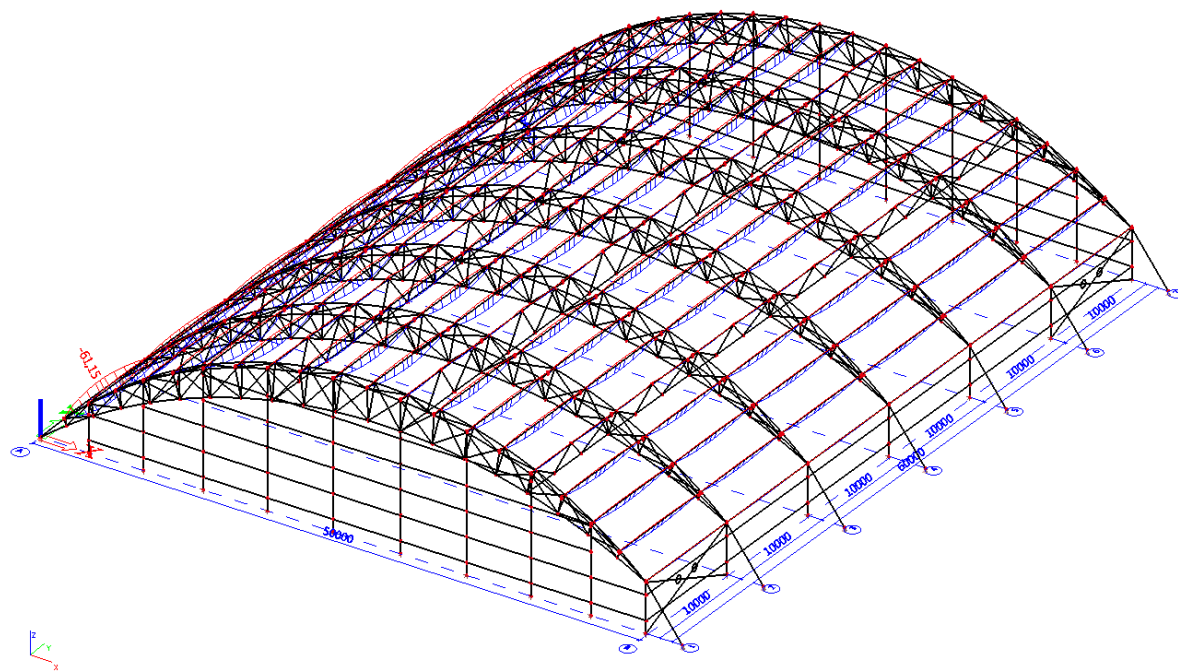
V_y [kN]



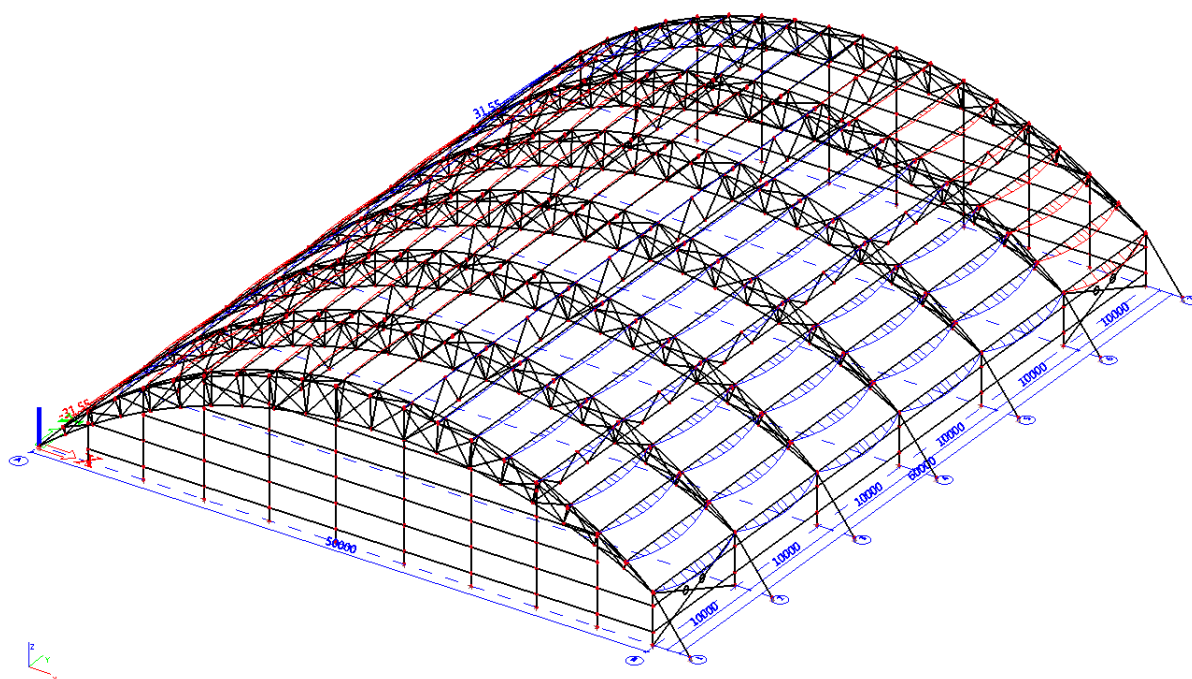
V_z [kN]



M_x [kNm]



M_y [kNm]

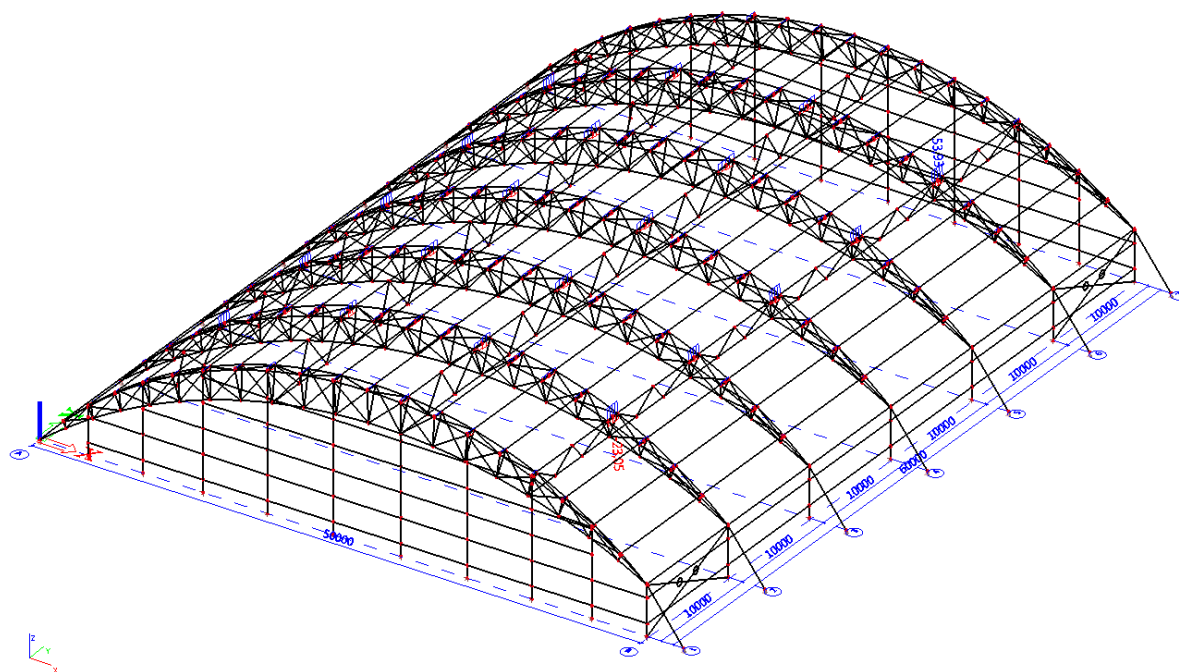


M_z [kNm]

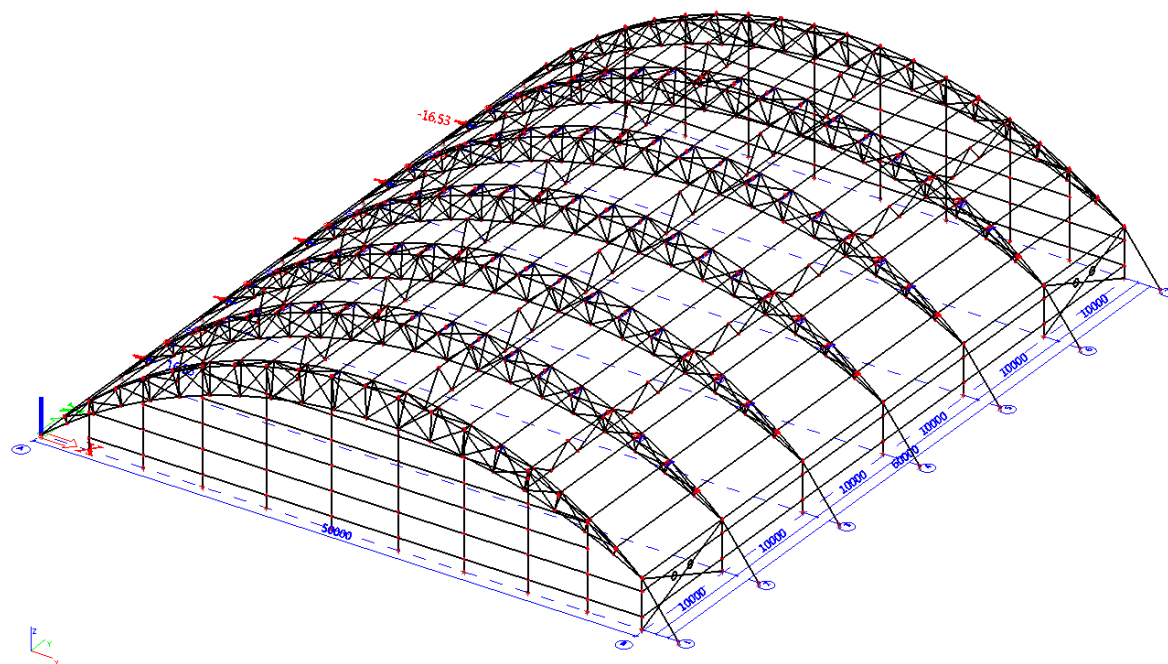
Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : CO1
Průřez : Vaznice - HEB200

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*								
B2557	CO1/7	5,000	-20,62	-0,16	14,46	-0,01	-15,20	0,78
B2505	CO1/5	5,000	11,74	-1,22	11,78	0,26	-16,29	-20,23
B3127	CO1/15	10,000	0,60	-12,62	-18,03	-0,15	0,00	0,00
B3127	CO1/15	0,000	0,60	12,62	18,03	-0,15	0,00	0,00
B3127	CO1/2	10,000	1,72	-3,13	-37,83	0,09	0,00	0,00
B3127	CO1/2	0,000	1,72	3,13	37,83	0,09	0,00	0,00
B3124	CO1/7	5,000	9,80	0,99	9,73	-0,33	-8,28	21,39
B2920	CO1/5	5,000	9,12	-0,99	9,77	0,33	-8,42	-21,38
B2923	CO1/16	5,000	0,09	0,00	0,81	0,06	-61,15	-6,82
B3127	CO1/2	5,000	1,72	0,00	0,00	0,09	94,58	7,83
B2484	CO1/15	5,000	0,28	0,00	0,00	0,02	45,06	-31,55
B3127	CO1/15	5,000	0,60	0,00	0,00	-0,15	45,06	31,55

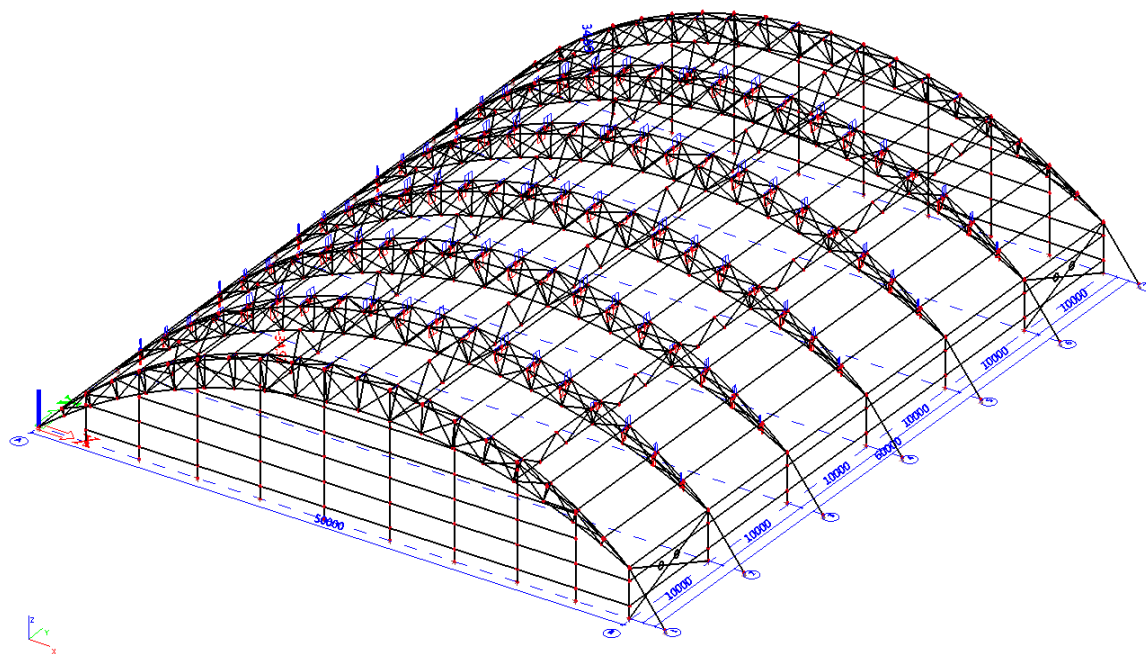
Svislice vodorovné



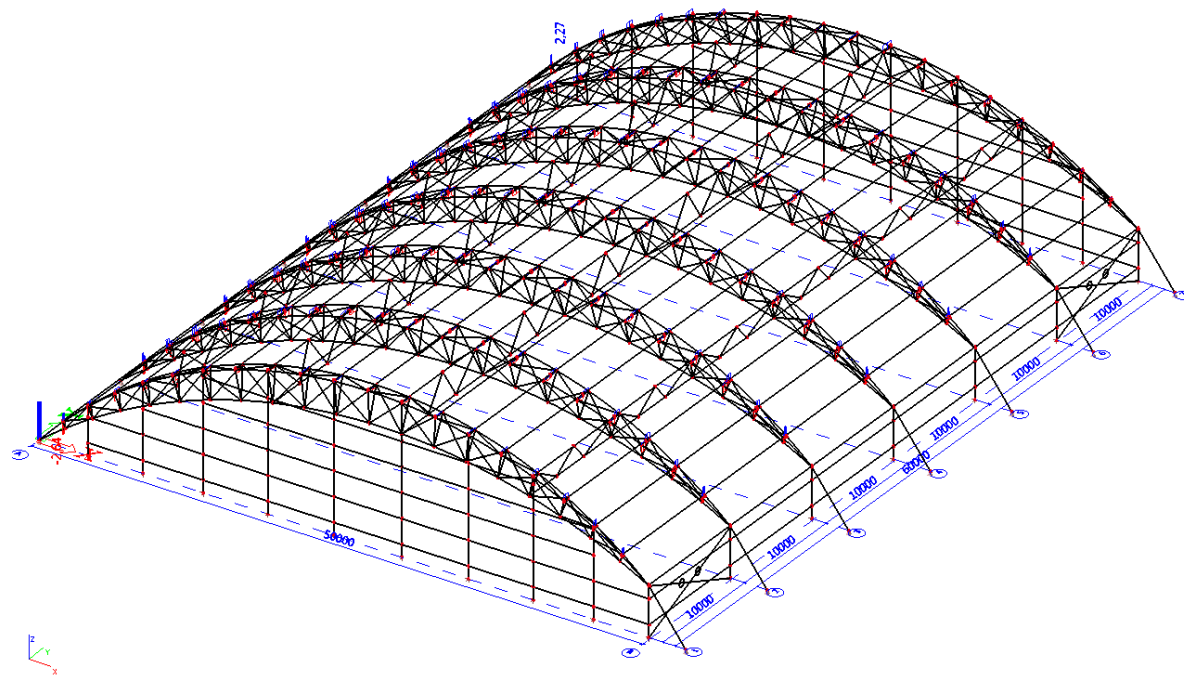
N [kN]



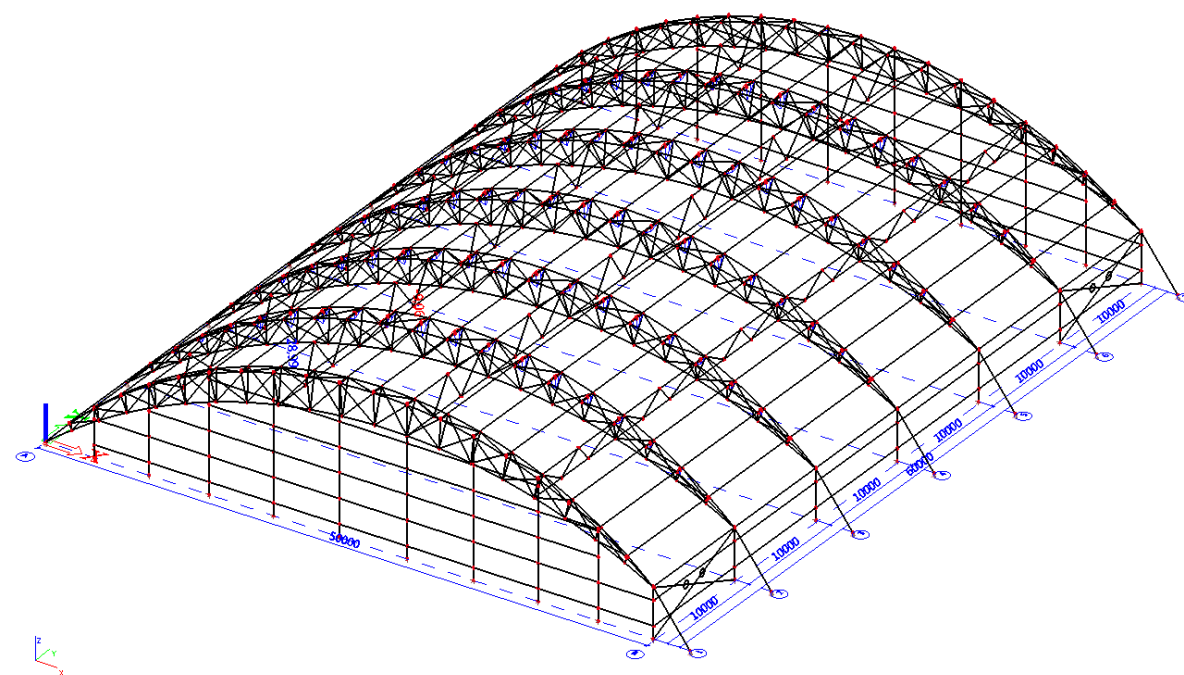
V_y [kN]



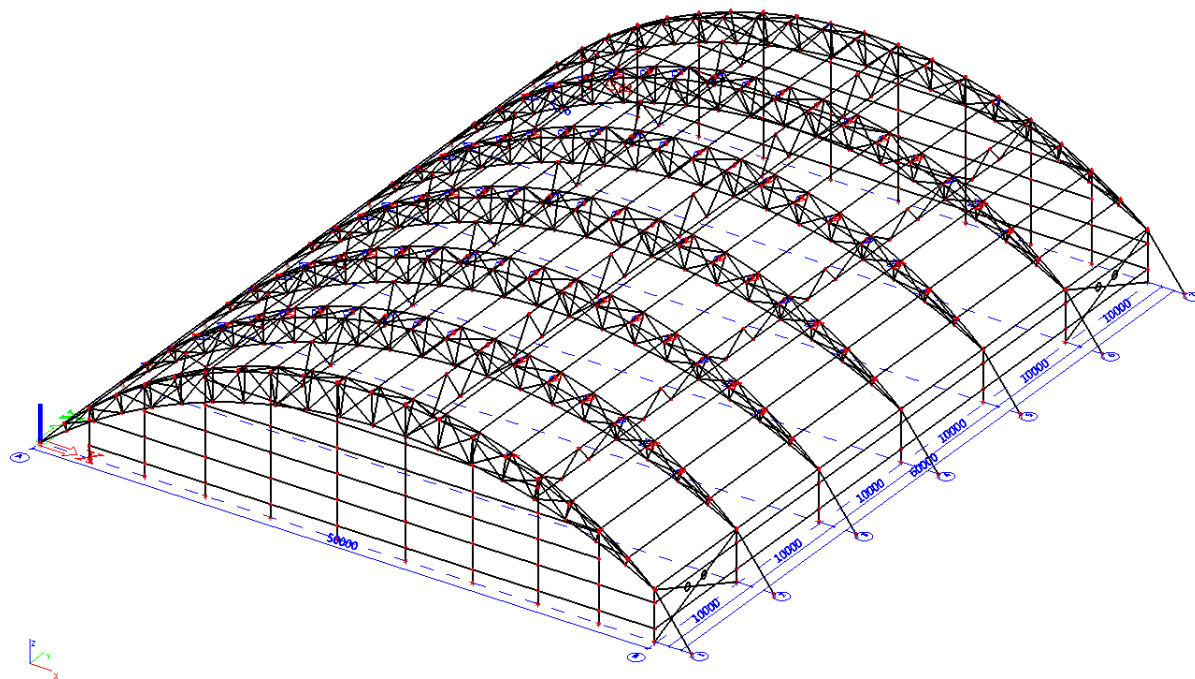
V_z [kN]



M_x [kN]



M_y [kN]

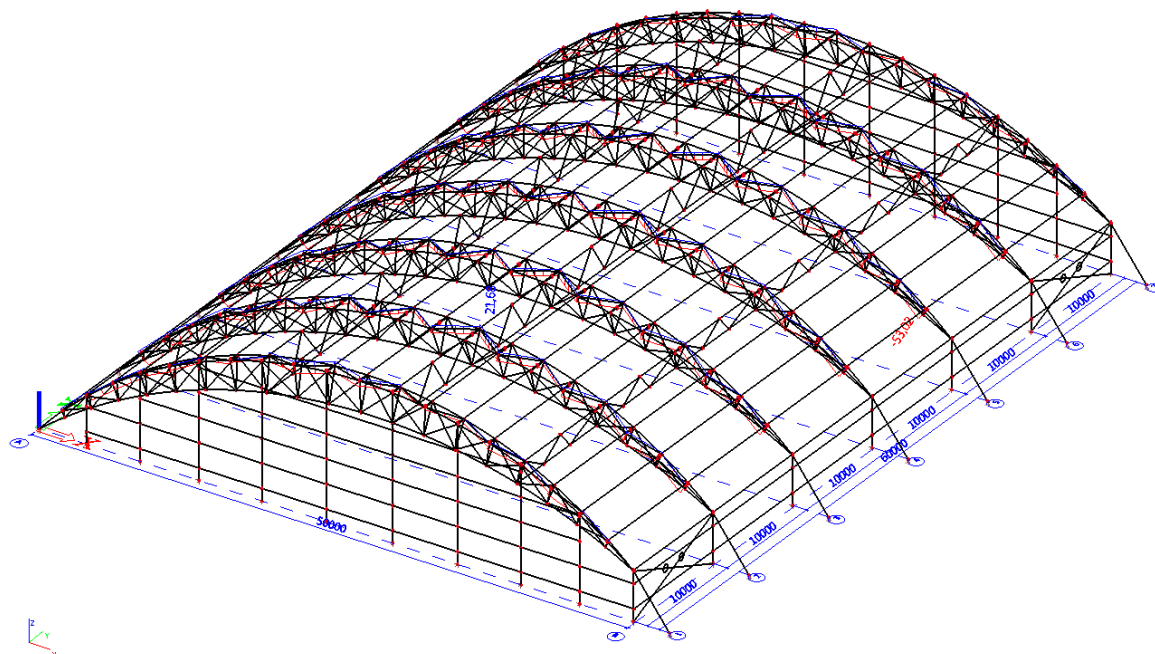


Mz [kN]

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : CO1
Průřez : Svislice vod - HSS101.6X101.6X9.5

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *S								
B1707	CO1/23	0,000	-23,05	2,93	-3,34	-0,28	0,00	0,00
B2167	CO1/21	0,000	53,93	2,12	14,46	-0,83	0,00	0,00
B2127	CO1/14	0,183	10,56	-16,53	33,61	0,90	6,14	-3,02
B1667	CO1/14	0,183	10,59	16,53	-33,53	-2,20	6,12	-3,01
B1681	CO1/12	1,667	13,75	-1,78	-34,91	0,81	0,00	0,00
B2141	CO1/12	0,000	11,99	1,78	34,89	-0,87	0,00	0,00
B2780	CO1/4	0,000	-1,43	0,00	0,02	-2,64	0,00	0,00
B3034	CO1/13	0,000	-1,66	0,00	0,02	2,27	0,00	0,00
B1692	CO1/23	1,000	-1,93	0,47	-9,18	-0,17	-9,06	0,48
B1681	CO1/12	0,834	13,75	-1,76	-34,69	0,81	28,99	1,47
B2138	CO1/14	0,741	10,01	-4,93	22,43	0,44	16,68	-3,64
B2226	CO1/14	0,498	11,21	-10,16	-23,55	0,78	11,75	5,06

Diagonály vodorovné

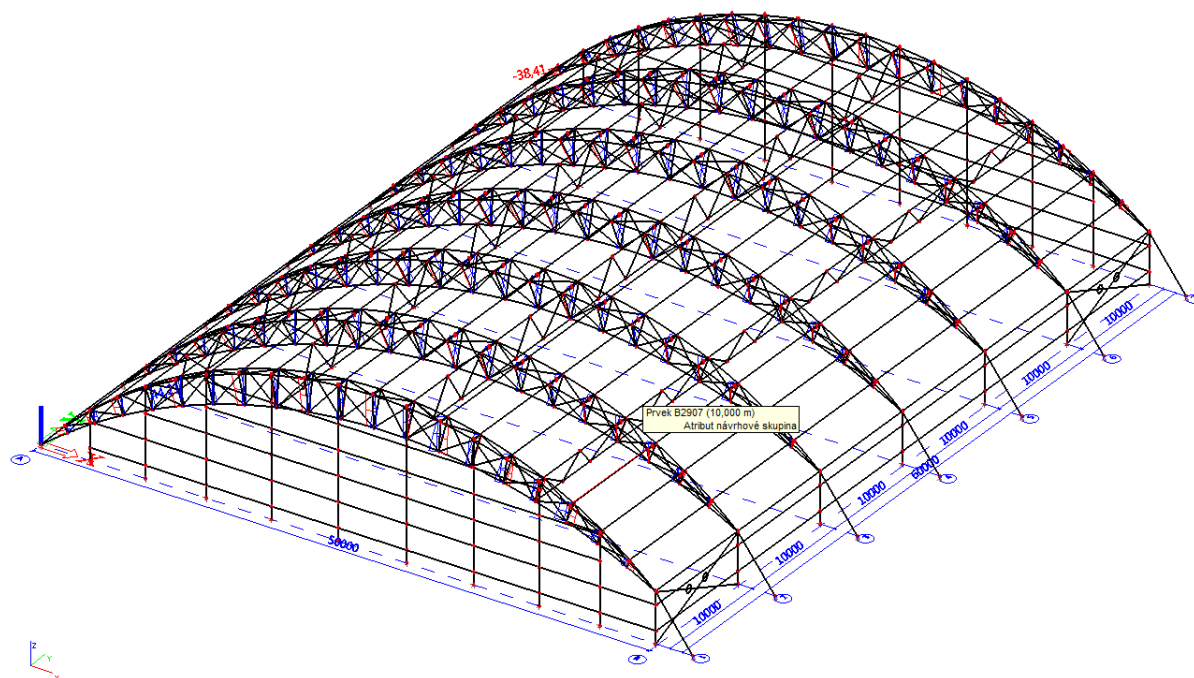


N [kN]

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : CO1
Průřez : diagonály vod - CFRHS120X60X2.5

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B2103	CO1/1	2,806	-53,02	0,00	-0,09	0,02	0,00	0,00
B1755	CO1/30	0,000	21,68	0,00	0,11	-0,04	0,00	0,00
B1774	CO1/7	0,000	-10,26	-0,13	0,47	-0,09	-0,39	0,18
B2234	CO1/16	0,000	-23,37	0,02	-0,35	0,02	0,61	-0,03
B2234	CO1/31	3,079	-25,19	0,01	-0,55	0,02	-0,75	0,02
B1774	CO1/32	0,000	5,23	-0,11	0,63	0,00	-0,78	0,15
B2875	CO1/33	0,000	-8,30	0,00	0,11	-0,65	0,00	0,00
B3079	CO1/34	0,000	-9,08	0,00	-0,11	0,65	0,00	0,00
B1774	CO1/35	0,000	11,67	-0,08	0,59	0,04	-0,82	0,12
B1774	CO1/32	3,079	5,16	-0,11	0,41	0,00	0,82	-0,18
B1774	CO1/1	3,079	-9,98	-0,13	0,27	-0,06	0,73	-0,22
B2234	CO1/7	0,000	-11,82	-0,13	0,48	-0,08	-0,43	0,18

Svislice

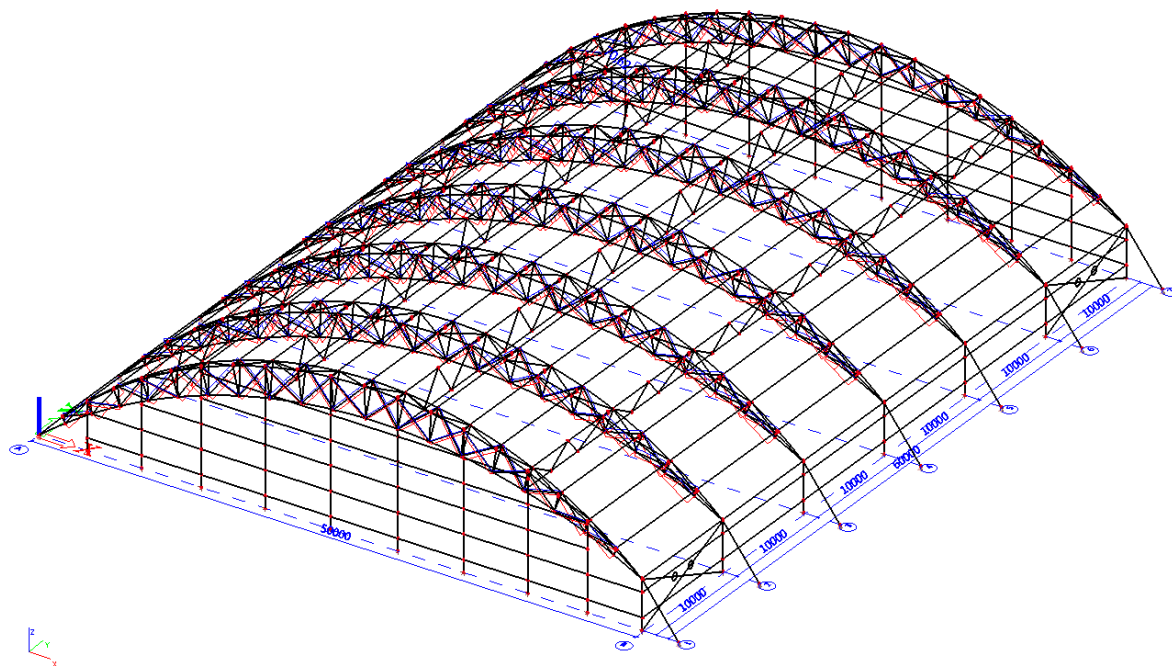


N [kN]

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : CO1
Průřez : svislice - CFRHS50X50X2

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B3071	CO1/2	0,471	-38,41	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00
B17	CO1/12	0,000	44,21	0,00	0,02	0,05	0,00	0,00
B2855	CO1/7	0,000	-5,13	-0,37	-0,04	-0,01	0,06	0,43
B3060	CO1/5	0,000	-1,49	0,32	-0,07	0,01	0,12	-0,38
B3060	CO1/3	2,398	0,12	0,27	-0,09	0,01	-0,07	0,29
B2146	CO1/42	0,000	12,51	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
B3056	CO1/1	0,000	2,31	0,00	0,01	-0,55	0,00	0,00
B2850	CO1/41	0,000	-9,16	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00
B3060	CO1/3	0,000	0,20	0,27	-0,08	0,01	0,14	-0,36
B2855	CO1/7	2,398	-5,21	-0,37	-0,04	-0,01	-0,03	-0,45

Diagonály

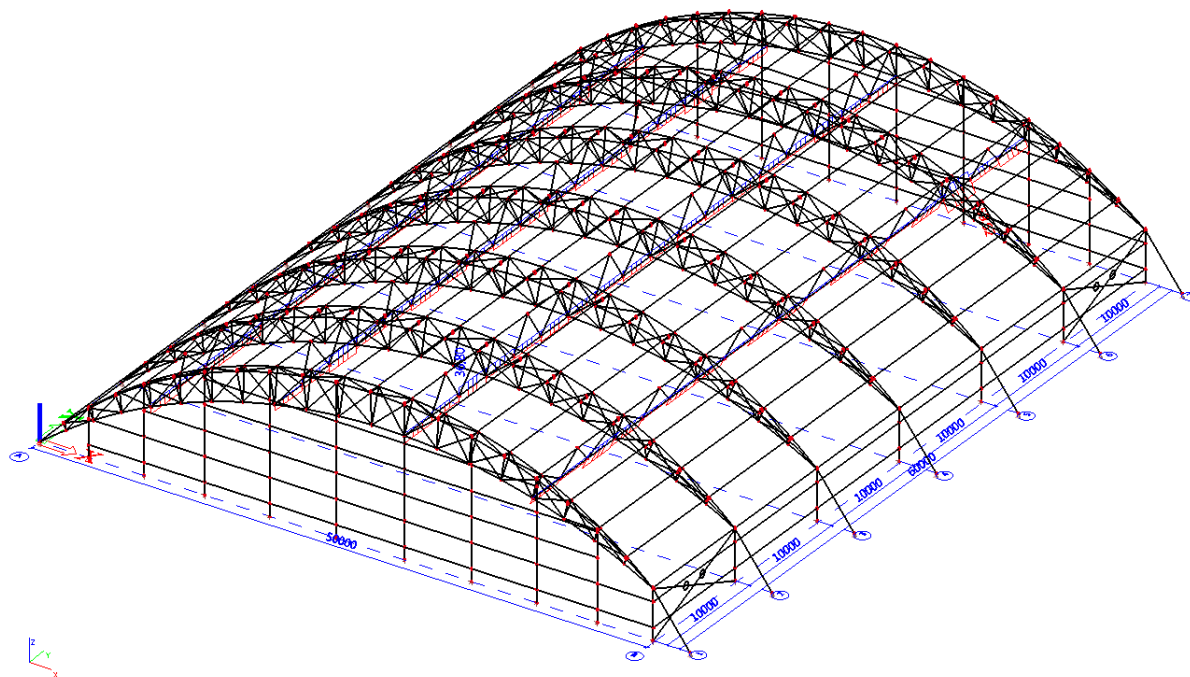


N [kN]

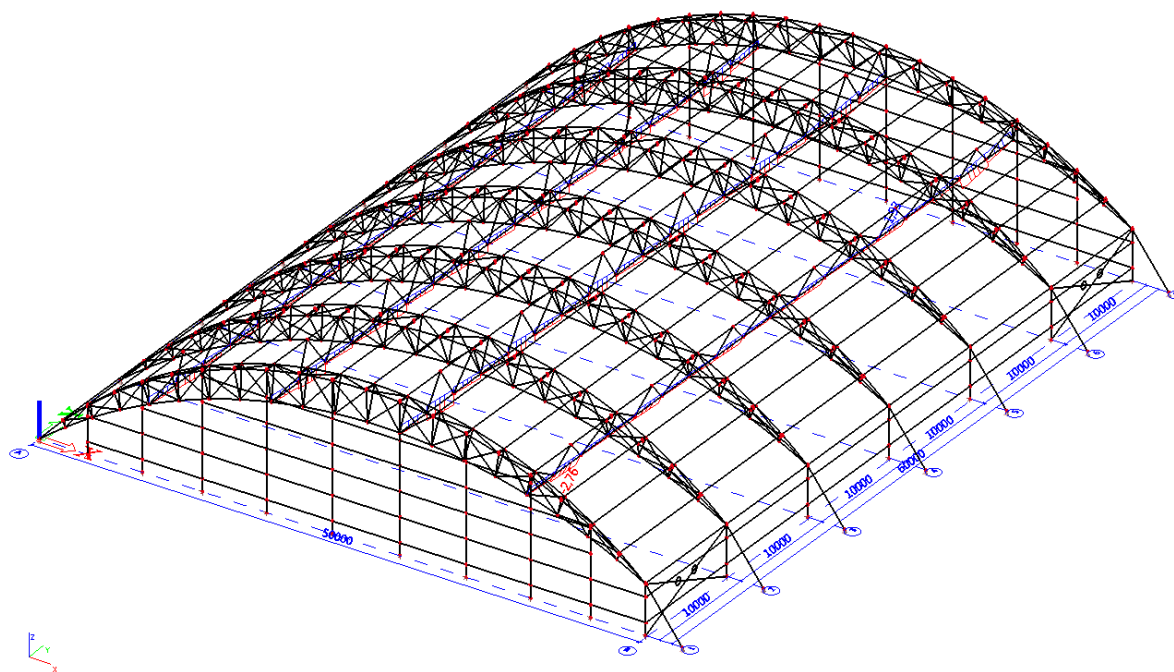
Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : CO1
Průřez : diagonály - CFRHS90X90X4

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*								
B2194	CO1/7	0,000	-132,59	0,00	0,11	-0,01	0,00	0,00
B2198	CO1/11	3,715	70,62	0,00	-0,12	0,06	0,00	0,00
B3094	CO1/17	0,000	14,42	-1,18	-12,43	0,73	0,00	0,00
B3094	CO1/5	3,024	32,05	0,35	-0,03	-0,01	0,00	0,00
B3094	CO1/3	0,007	36,99	0,34	0,33	0,11	-0,49	-1,02
B3094	CO1/43	0,007	-2,20	-0,13	0,00	0,07	0,43	0,40
B3094	CO1/5	0,007	32,16	0,35	0,31	-0,01	-0,43	-1,06
B3094	CO1/26	0,007	5,22	-0,27	0,14	0,02	0,01	0,80

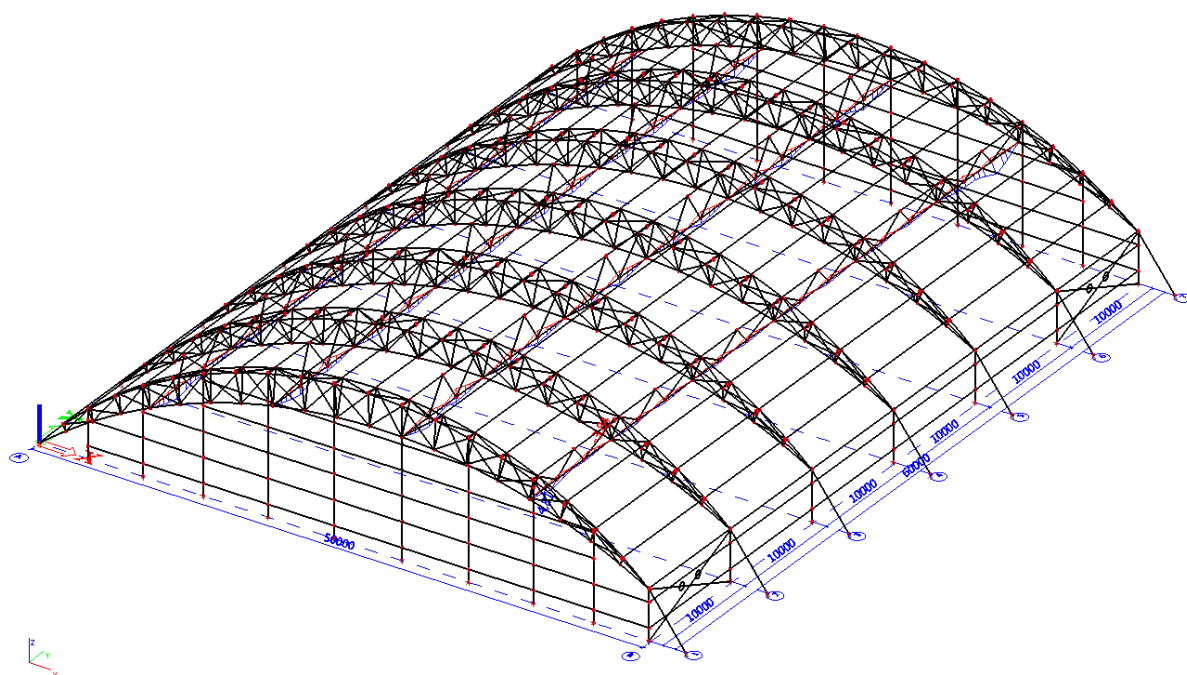
Podélné ztužidlo – dolní pás



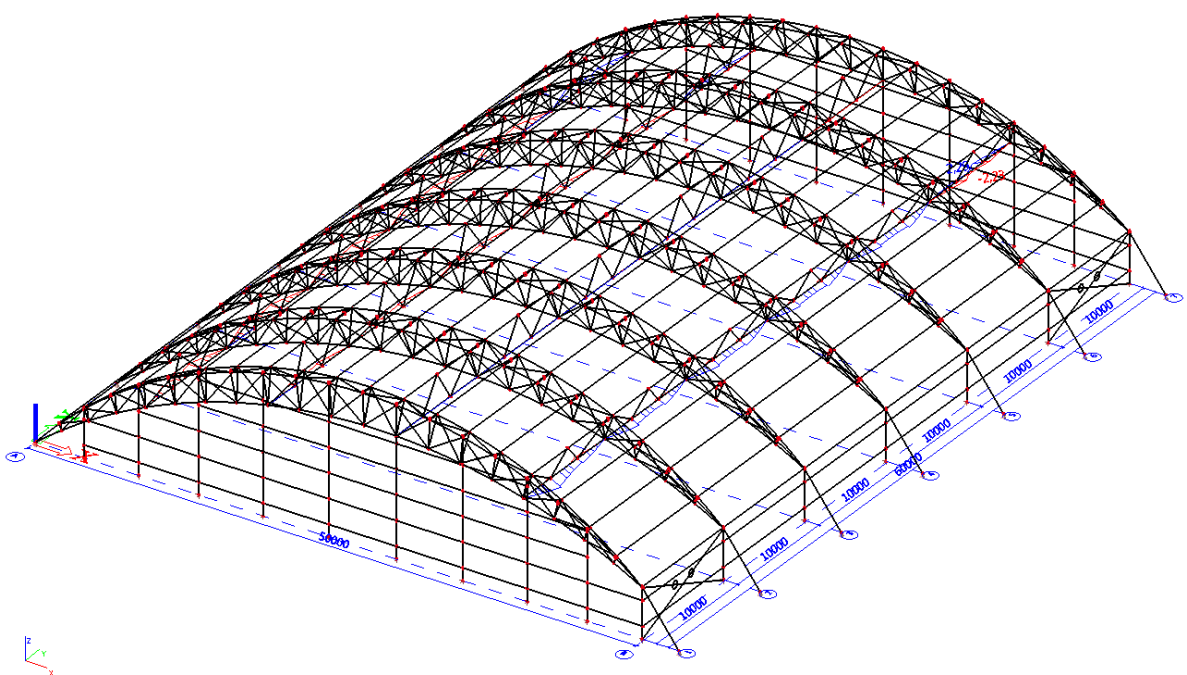
N [kN]



V_z [kN]



M_y [kNm]

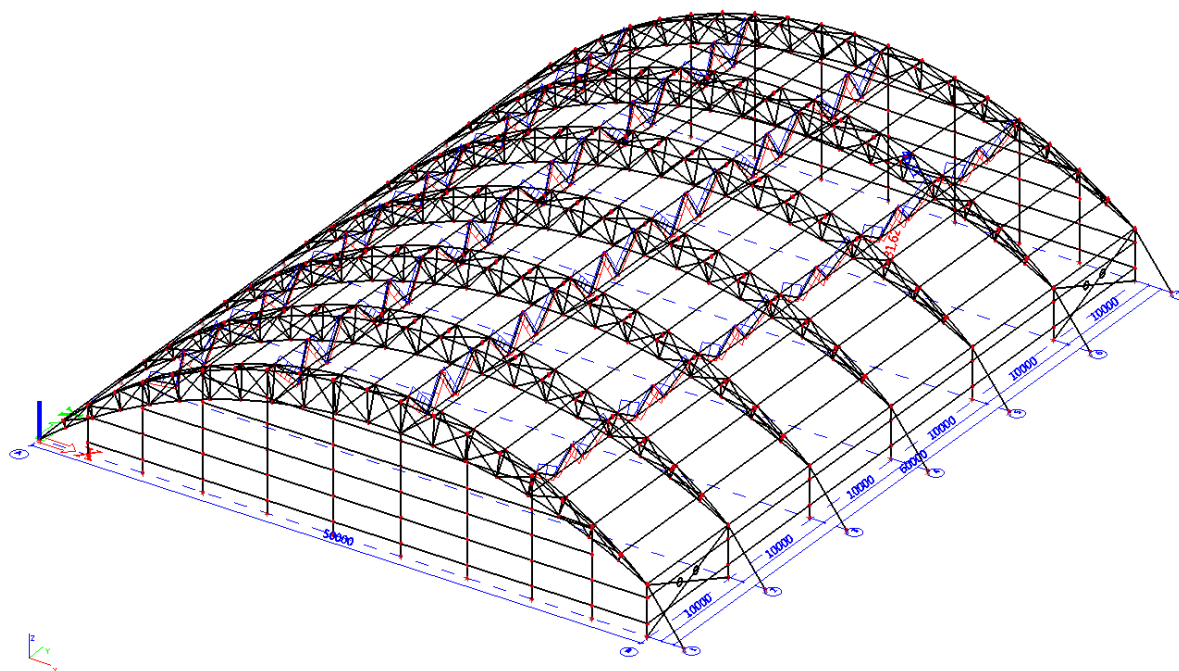


M_z [kNm]

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : CO1
Průřez : pod.ztuž.dolní pás - CFRHS150X100X6

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *St								
B2967	CO1/1	6,667	-59,62	0,79	0,63	-0,23	-0,88	-2,07
B2631	CO1/64	6,667	36,80	-0,01	0,36	0,00	0,00	0,02
B2967	CO1/1	6,667	-5,52	-1,42	-2,01	-0,01	-1,03	-1,86
B2601	CO1/10	0,000	-25,09	0,85	1,79	-0,24	0,00	0,00
B2601	CO1/10	6,667	-5,42	-0,74	-2,76	0,00	-3,17	0,12
B2605	CO1/32	3,333	-5,67	0,55	1,93	-0,02	-3,01	-0,09
B2691	CO1/7	6,667	-12,22	0,37	-0,16	-0,36	1,90	-1,23
B2711	CO1/5	0,000	-11,84	-0,37	0,98	0,37	0,00	0,00
B2601	CO1/8	6,667	-40,58	0,21	1,52	0,12	-3,84	-0,14
B2601	CO1/10	3,333	-5,42	-0,39	-2,03	0,00	4,81	2,01
B2967	CO1/32	6,667	-42,13	0,84	0,89	-0,13	-1,73	-2,23
B2967	CO1/1	3,333	-5,52	-1,07	-1,28	-0,01	4,45	2,29

Podélné ztužidlo – diagonály

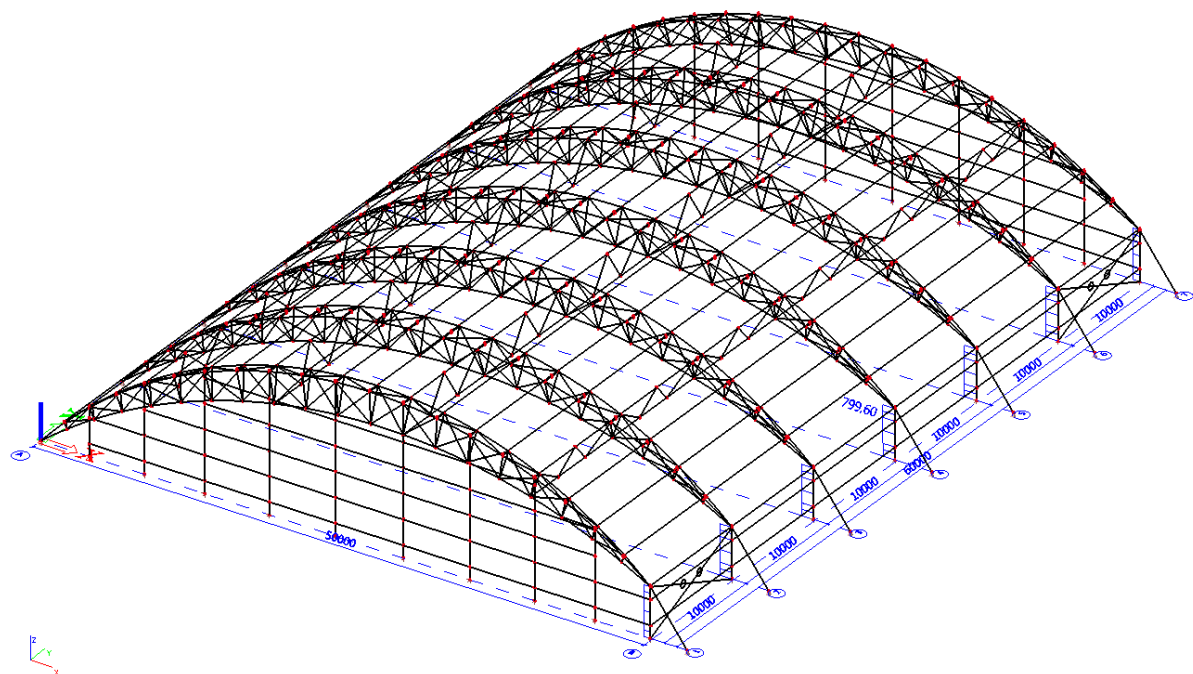


N [kN]

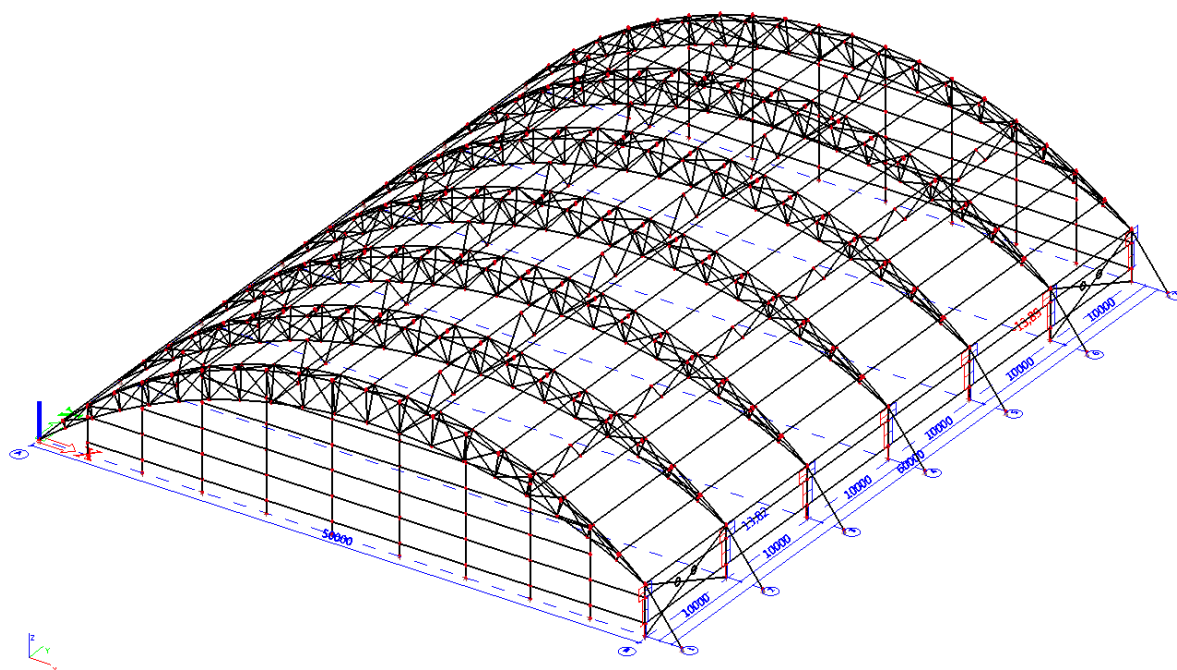
Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : CO1
Průřez : pod.ztuž. diagonály - CFRHS70X70X2

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*								
B3327	CO1/21	2,375	-31,62	0,00	-0,04	0,44	0,00	0,00
B2619	CO1/21	3,139	46,11	0,00	-0,06	0,03	0,00	0,00
B2968	CO1/42	3,139	7,19	0,00	-0,08	-0,01	0,00	0,00
B2968	CO1/42	0,000	7,10	0,00	0,08	-0,01	0,00	0,00
B2692	CO1/42	3,139	9,44	0,00	-0,08	0,02	0,00	0,00
B2692	CO1/42	0,000	9,53	0,00	0,08	0,02	0,00	0,00
B3313	CO1/7	0,000	-13,68	0,00	0,04	-0,55	0,00	0,00
B3320	CO1/5	0,000	-10,97	0,00	0,04	0,56	0,00	0,00
B2607	CO1/51	0,000	9,32	0,00	0,06	-0,03	0,00	0,00
B2692	CO1/42	1,570	9,48	0,00	0,00	0,02	0,06	0,00
B2607	CO1/23	0,000	-15,84	0,00	0,06	-0,01	0,00	0,00
B2968	CO1/42	1,570	7,15	0,00	0,00	-0,01	0,06	0,00

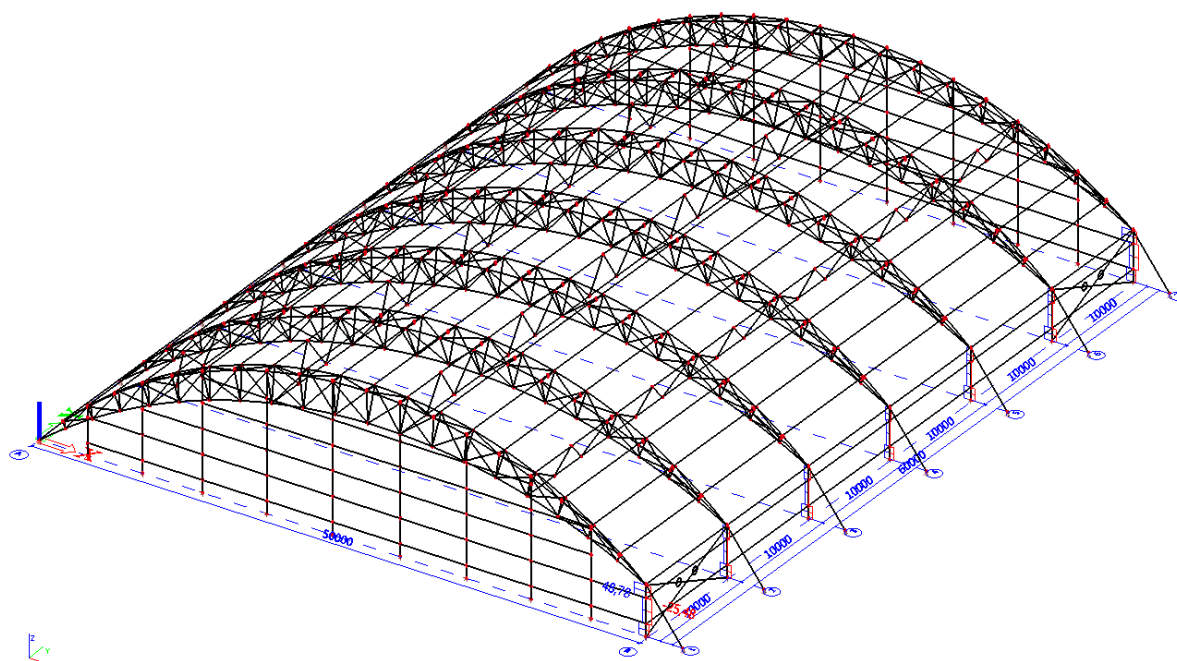
Sloupy nosné boční



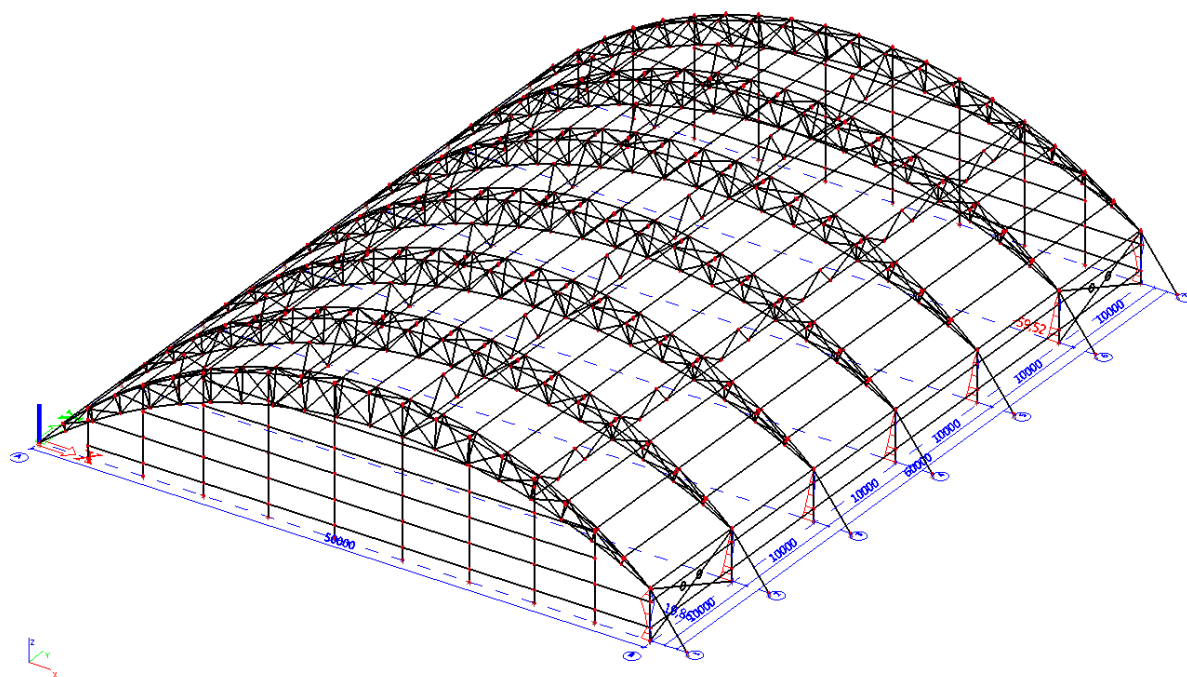
N [kN]



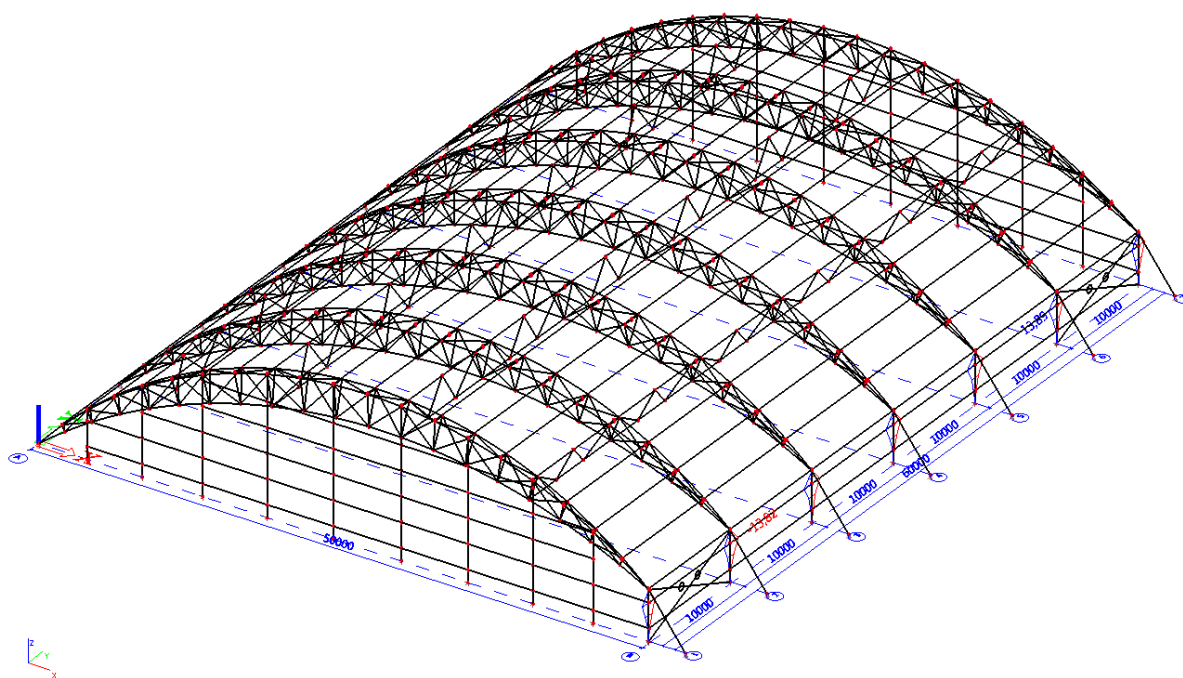
V_y [kN]



V_z [kN]



M_y [kNm]

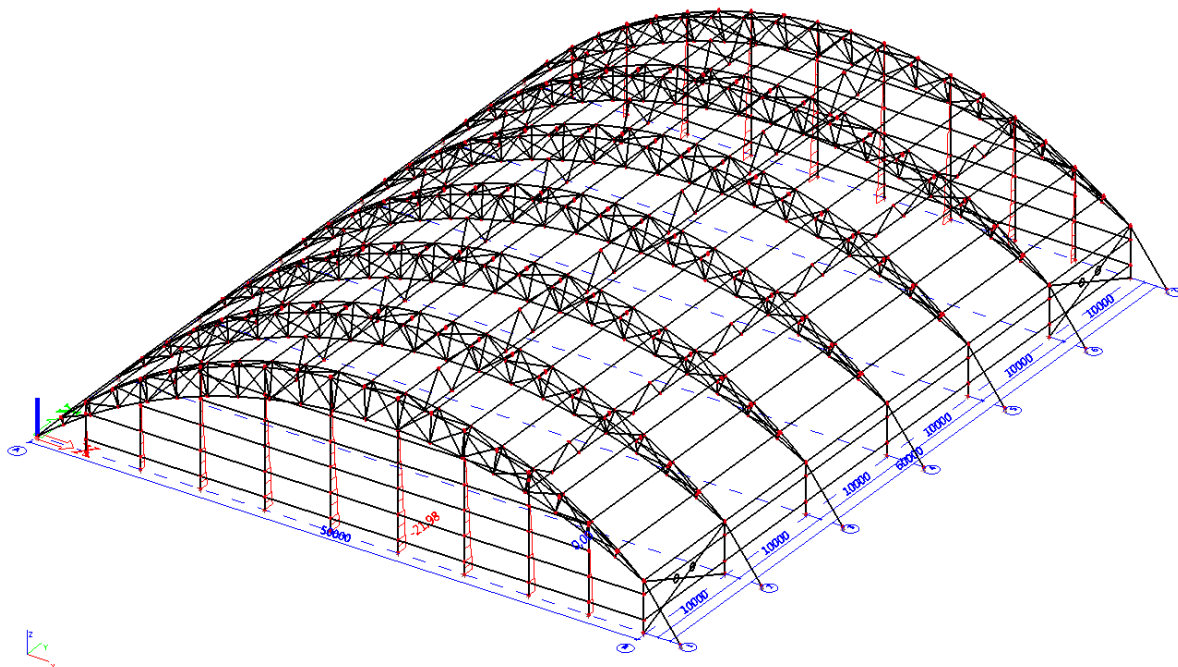


M_z [kNm]

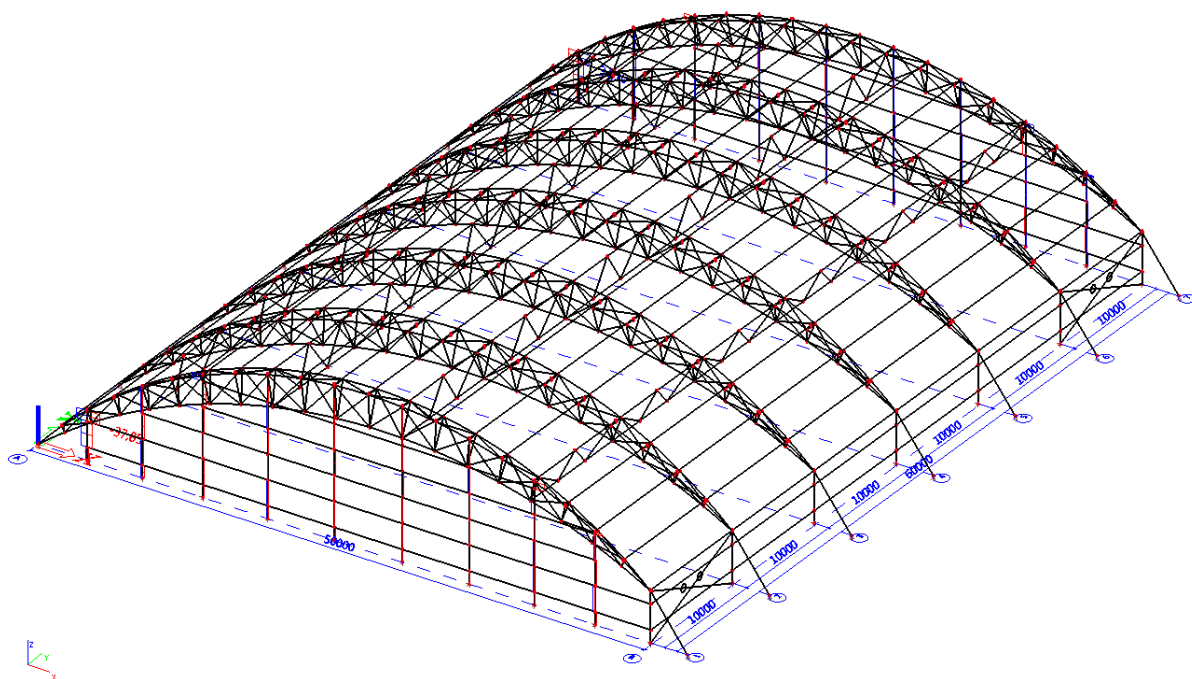
Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : CO1
Průřez : Sloupy boční - HEB260

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>								
B1716	CO1/23	0,000	70,42	0,63	-16,76	0,00	7,05	0,00
B1946	CO1/3	4,000	799,60	-0,30	13,49	0,00	0,00	0,00
B2176	CO1/13	3,000	450,99	-13,89	-5,63	0,00	5,63	13,89
B1716	CO1/4	3,000	441,78	13,82	-5,74	0,00	5,74	-13,82
B61	CO1/10	3,000	250,13	4,18	-25,48	0,00	-38,91	-6,19
B61	CO1/9	3,012	235,76	-0,47	48,78	0,00	-48,18	0,47
B61	CO1/32	3,012	185,43	-10,39	27,59	0,00	-27,25	10,26
B61	CO1/62	3,012	170,84	9,77	1,75	0,00	-1,73	-9,65
B2176	CO1/7	0,000	689,60	-1,18	25,81	0,00	-59,52	0,00
B61	CO1/11	3,012	265,39	0,45	12,25	0,00	19,86	1,96
B1716	CO1/4	3,000	437,98	-7,66	12,47	0,00	5,74	-13,82
B2176	CO1/13	3,000	447,19	7,71	12,58	0,00	5,63	13,89

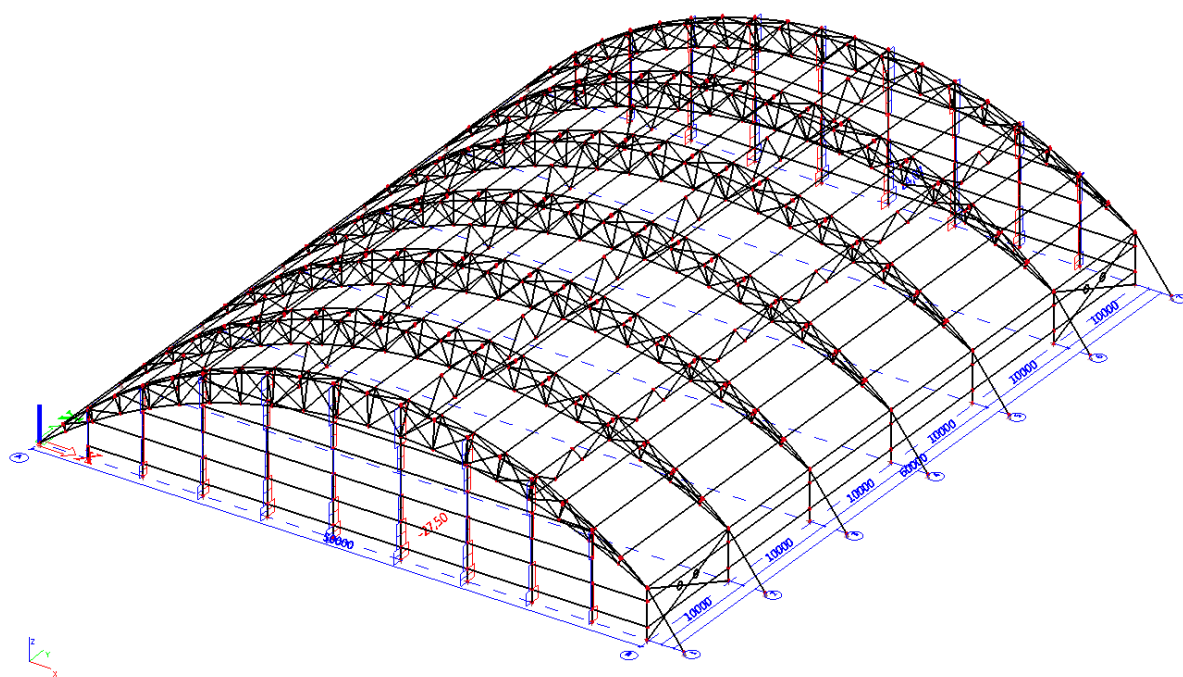
Sloupy čelní



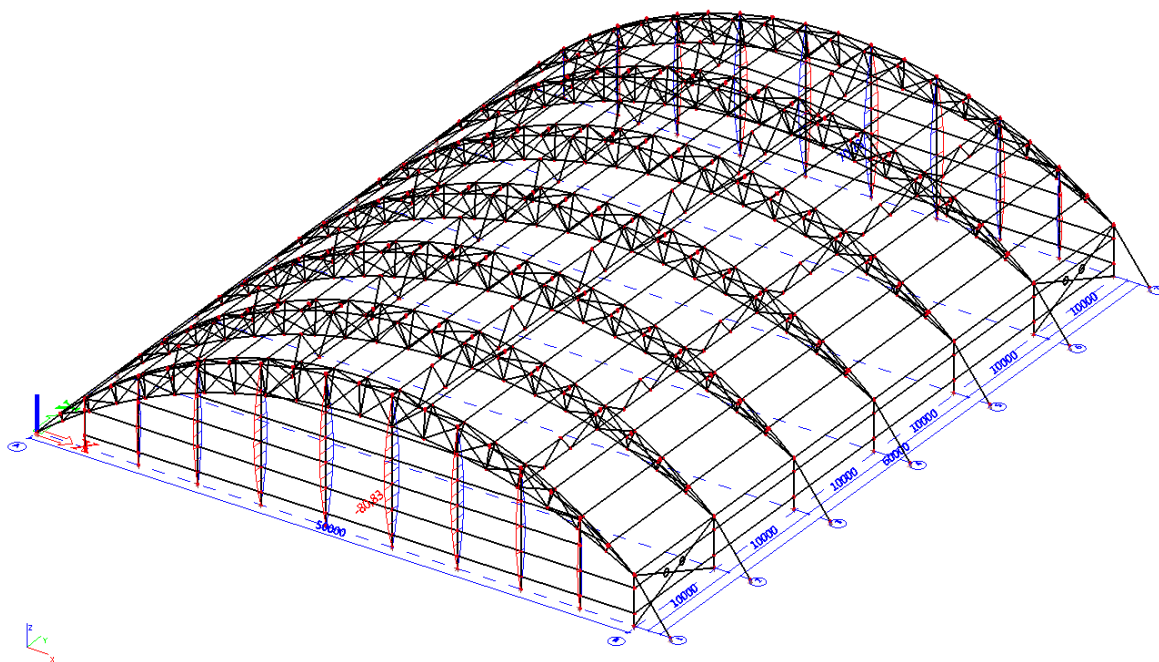
N [kN]



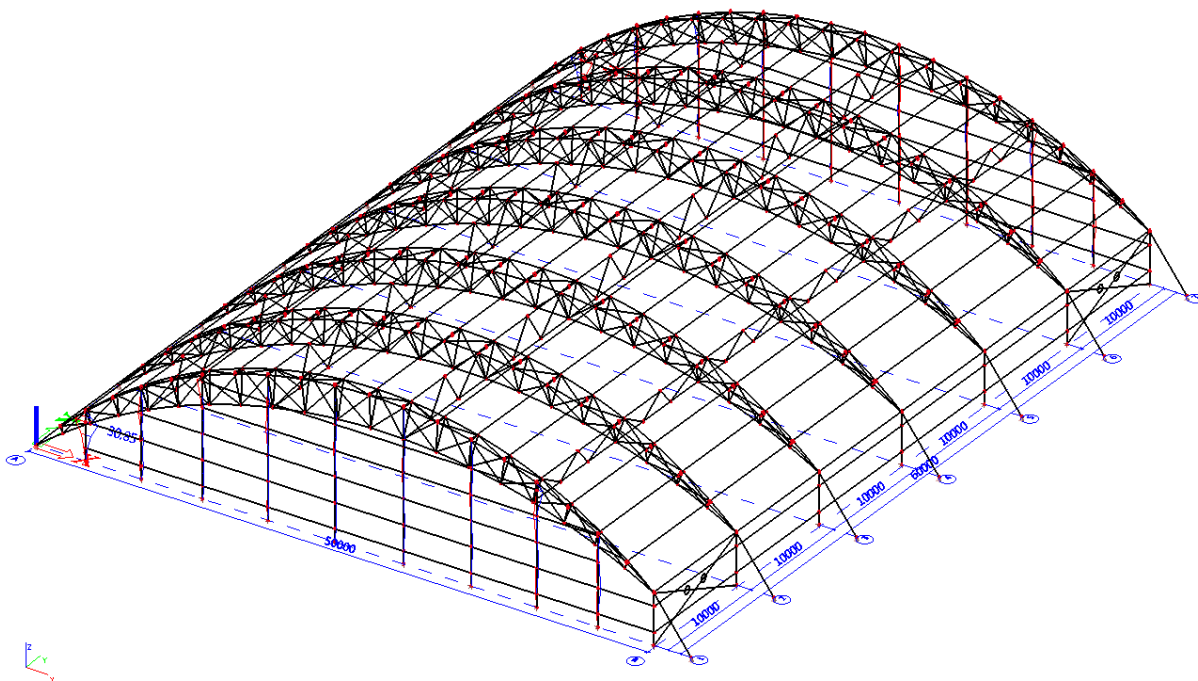
V_y [kN]



V_z [kN]



M_y [kNm]

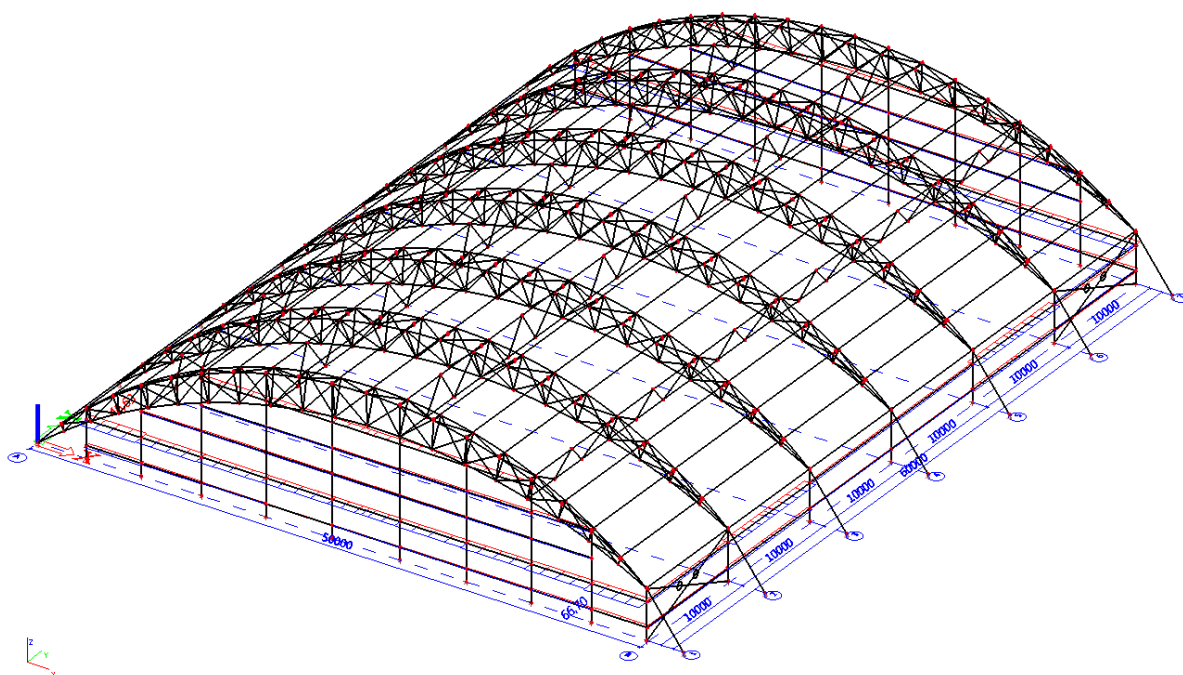


M_z [kNm]

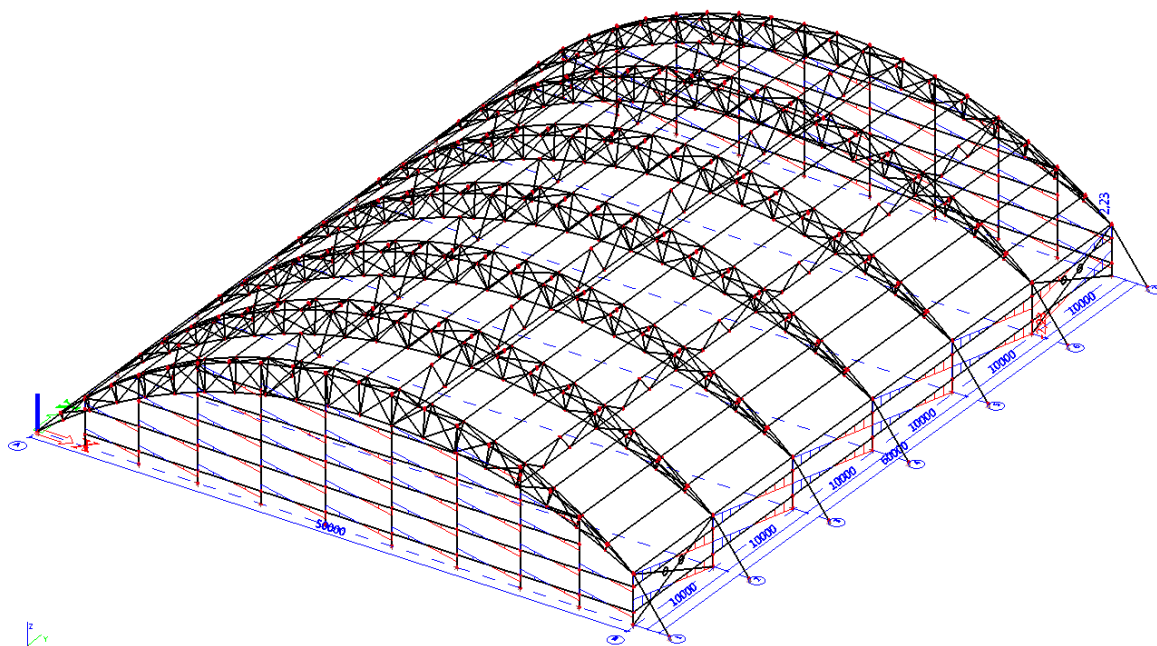
Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : CO1
Průřez : Sloupy čelní - HEB200

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *St								
B2736	CO1/40	0,000	-21,98	-1,18	-10,31	0,00	0,00	0,00
B2739	CO1/11	7,122	0,00	-9,37	7,37	0,00	0,00	0,00
B2732	CO1/10	3,000	-0,56	-37,85	-2,14	-0,01	1,74	30,85
B2988	CO1/1	3,000	-0,56	34,10	-2,14	0,01	1,74	-27,79
B2736	CO1/23	1,000	-15,68	0,11	-27,50	0,00	-27,51	0,11
B2992	CO1/63	0,000	-18,69	0,04	24,07	0,00	0,00	0,00
B2994	CO1/1	0,000	-15,35	1,25	10,85	-0,27	0,00	0,00
B2994	CO1/16	0,000	-13,37	0,56	-7,65	0,10	0,00	0,00
B2736	CO1/22	5,000	-11,07	-1,31	-8,63	0,00	-80,83	0,18
B2992	CO1/51	5,000	-9,64	-0,01	7,55	0,00	70,78	-0,26
B2988	CO1/1	3,000	-1,42	-15,81	-0,10	0,01	1,74	-27,79
B2732	CO1/10	3,000	-1,42	17,55	-0,10	-0,01	1,74	30,85

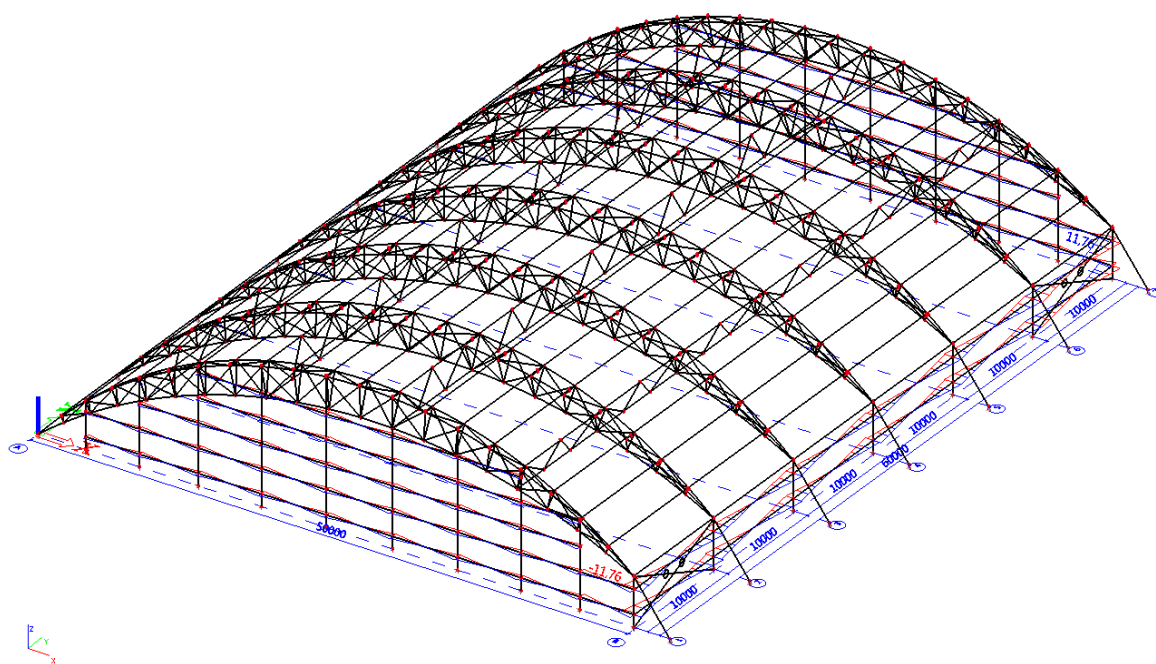
Paždíky



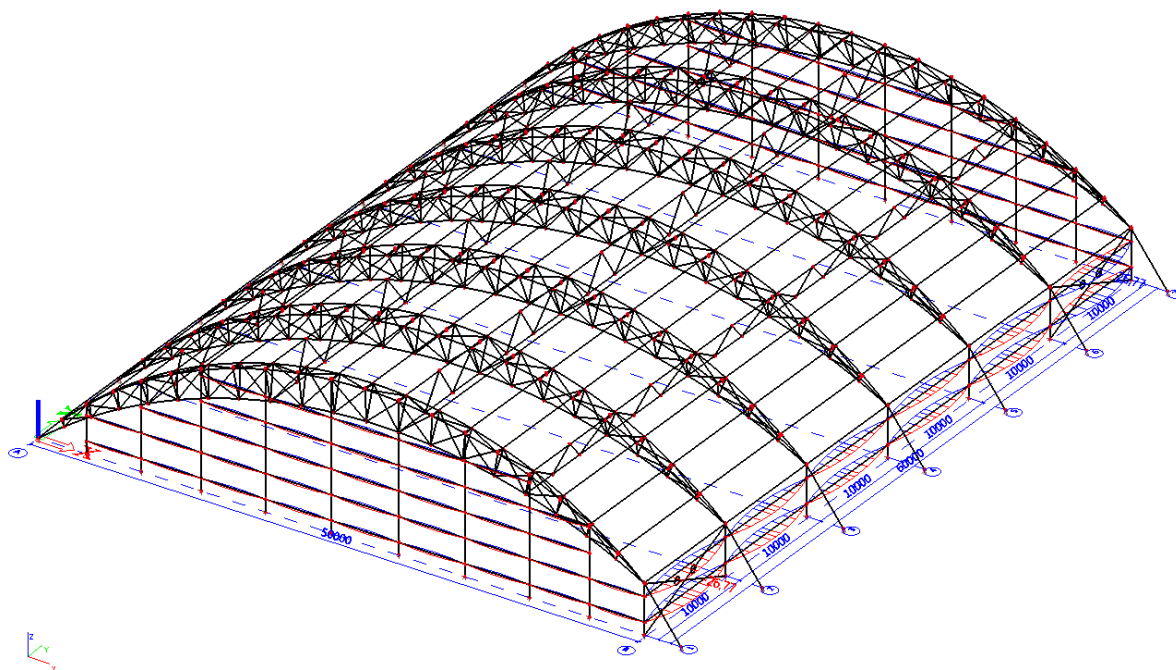
N [kN]



V_y [kN]



V_z [kN]

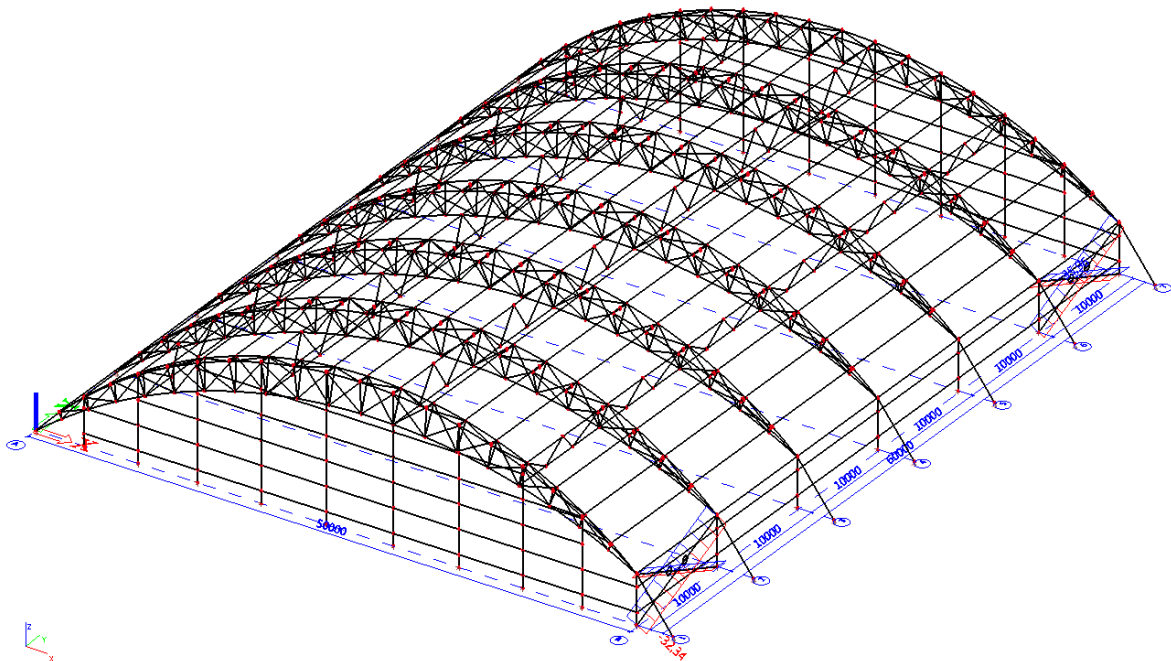


My [kNm]

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : CO1
Průřez : paždíky - HEB140

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *St								
B2758	CO1/14	0,000	-46,63	0,75	-2,74	0,01	0,00	0,00
B2750	CO1/9	0,000	66,70	0,86	-3,50	0,01	0,00	0,00
B2781	CO1/42	10,000	0,96	-2,23	0,00	0,00	0,00	0,00
B2781	CO1/42	0,000	0,96	2,23	0,00	0,00	0,00	0,00
B2781	CO1/31	0,000	-6,45	1,90	-11,76	0,00	0,00	0,00
B3032	CO1/35	0,000	-6,42	1,90	11,76	0,00	0,00	0,00
B2749	CO1/62	0,000	-3,55	0,75	3,41	-0,03	0,00	0,00
B3004	CO1/51	0,000	-3,54	0,75	-3,41	0,04	0,00	0,00
B2781	CO1/38	4,444	-6,14	0,21	-0,29	0,00	-26,77	4,69
B3032	CO1/63	4,444	-6,11	0,21	0,29	0,00	26,77	4,69
B2741	CO1/65	0,000	-9,26	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00
B2781	CO1/42	5,000	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00	5,58

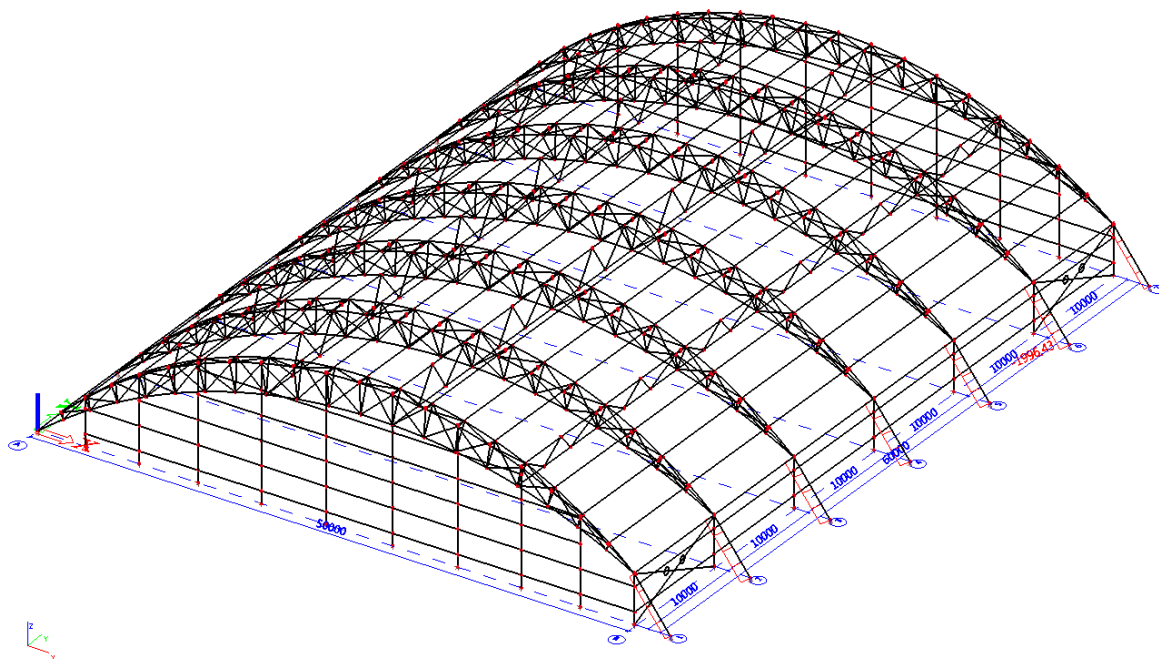
Stěnové ztužidlo



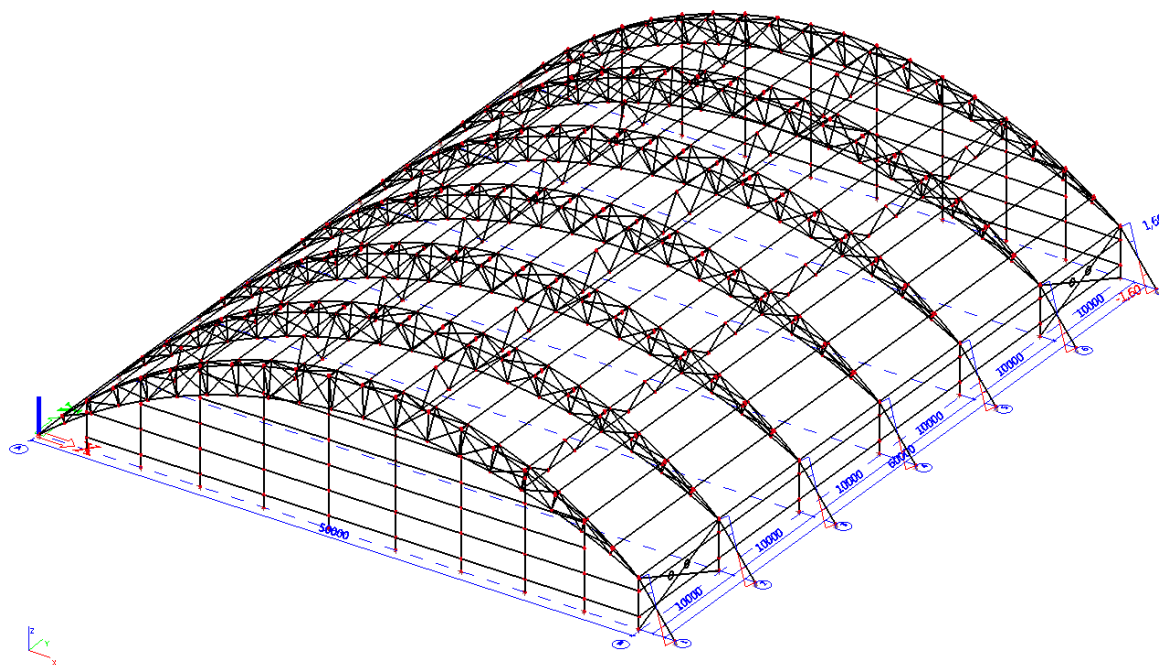
N [kN]
Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : CO1
Průřez : stěnové ztužidlo - HFLeq140x140x13

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*								
B2473	CO1/30	10,770	-32,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B2966	CO1/13	0,000	35,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B2472	CO1/42	0,000	10,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Vzpěra



N [kN]

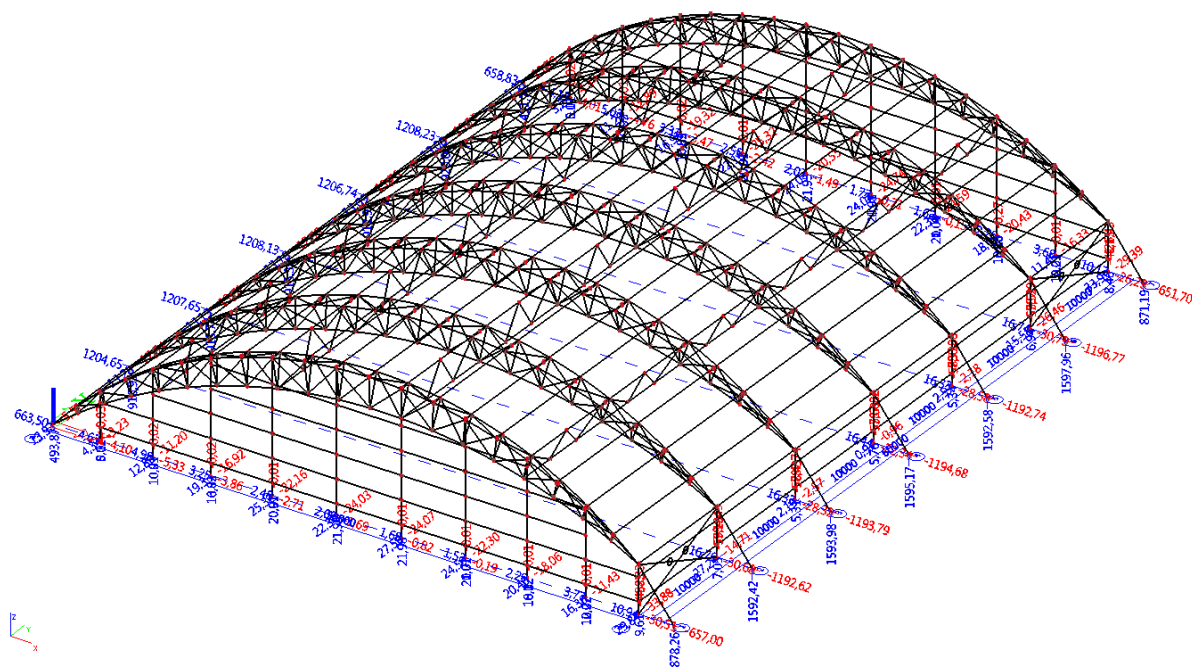


V_z [kN]

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : CO1
Průřez : vzpera - CFCBS273X12.5

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B3342	CO1/3	5,000	-1996,43	0,00	-1,36	0,00	0,00	0,00
B3343	CO1/30	0,000	-233,88	0,00	1,18	0,00	0,00	0,00
B3337	CO1/13	0,000	-664,13	0,00	1,36	0,00	0,00	0,00
B3337	CO1/42	5,000	-736,15	0,00	-1,60	0,00	0,00	0,00
B3337	CO1/42	0,000	-731,89	0,00	1,60	0,00	0,00	0,00
B3337	CO1/69	0,000	-543,25	0,00	1,18	0,00	0,00	0,00
B3337	CO1/16	0,000	-236,62	0,00	1,18	0,00	0,00	0,00
B3337	CO1/42	2,500	-734,02	0,00	0,00	0,00	1,99	0,00
B3337	CO1/32	0,000	-538,01	0,00	1,36	0,00	0,00	0,00

4.7 Reakce



4.8 Posouzení MSÚ

Horní pás

Lineární výpočet, Extrém : Prvek
Výběr : B1663
Kombinace : CO1
Průřez : Horní pás - CFRHS180X180X6

EN 1993-1-1 posudek
Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B1663	55,224 m	CFRHS180X180X6	S 355	CO1/1	0,52
-------------	----------	----------------	-------	-------	------

Pozn.: EN 1993-1-3 článek 1.1(3) říká, že tato část normy se nevztahuje na za studena tvářované kruhové a obdélníkové trubky
Namísto posudku podle EN 1993-1-3 se provede posudek podle EN 1993-1-1.

Dílčí souč. spolehlivosti	
Studentská verze	*Studentská verze*
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál	
Studentská verze	*Studentská verze*
Mez kluzu fy	355,0 MPa
Mezní pevnost fu	510,0 MPa
Výroba	Tvářený za studena

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Kritický posudek v místě 46,940 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
Studentská verze	*Studentská verze*	*Studentská verze*
N,Ed	-424,30	kN
Vy,Ed	6,85	kN
Vz,Ed	11,80	kN
T,Ed	-0,74	kNm
My,Ed	3,18	kNm
Mz,Ed	8,48	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	27,00
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	36,13

=> průřez klasifikován jako třída 2 pro návrh průřezu

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	4,0830e-03	m²
---	------------	----

Nc,Rd	1449,46	kN
Jedn. posudek	0,29	-

Posudek ohybového momentu for My

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,y	2,6435e-04	m³
Mpl,y,Rd	93,84	kNm
Jedn. posudek	0,03	-

Posudek ohybového momentu for Mz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,z	2,6435e-04	m³
Mpl,z,Rd	93,84	kNm
Jedn. posudek	0,09	-

Posudek smyku pro Vy

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	2,0415e-03	m²
Vpl,y,Rd	418,42	kN
Jedn. posudek	0,02	-

Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	2,0415e-03	m²
Vpl,z,Rd	418,42	kN
Jedn. posudek	0,03	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	2,0	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,01	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly
Podle EN 1993-1-1 článku 9,1.2.6 a rovnice (6.41)

MN,y,Rd	86,82	kNm
Alfa	1,84	
MN,z,Rd	86,82	kNm
Beta	1,84	

Jednotkový posudek (6.41) = 0,00 + 0,01 = 0,02 -

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické momentové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 44,179 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	27,00
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	46,74

=> průřez klasifikován jako třída 2 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek pevnosti v rovinném vzpěru

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vztorce (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*			
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2.761	2.761	m
Součinitel vzpěru k	1.00	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	2.761	2.761	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	5536.27	5536.27	kN
Štíhlost	39.10	39.10	
Relativní štíhlost Lambda	0.51	0.51	

Parametry vzpěru	yy	zz	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*			
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce Alfa	0.49	0.49	
Redukční součinitel Chi	0.84	0.84	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	1212.39	1212.39	kN

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
A	4.0830e-03	m^2
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	1212.39	kN
Jedn. posudek	0.35	-

Posudek klopení

Pozn: Průřez se týká obdélníkové trubky 'h / b < 10 / Lambda,red,z'.

Tento průřez není náchylný ke klopení.

Posudek na tlak s ohybem

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vztorce (6.61), (6.62)

Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Student*		
kyy	0.998	
kyz	0.266	
kzy	0.599	
kzz	0.444	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	4.0830e-03	m^2
Wy	2.6435e-04	m^3
Wz	2.6435e-04	m^3
NRk	1449.46	kN
My,Rk	93.84	kNm
Mz,Rk	93.84	kNm
My,Ed	13.80	kNm
Mz,Ed	8.48	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	0.230	
Psi z	-0.638	
Cmy	0.900	
Cmz	0.400	
CmLT	0.400	

Jedn. posudek (6.61) = 0.35 + 0.15 + 0.02 = 0.52

Jedn. posudek (6.62) = 0.35 + 0.09 + 0.04 = 0.48

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

Dolní pás

Lineární výpočet, Extrém : Prvek
Výběr : B1894
Kombinace : CO1

EN 1993-1-1 posudek
Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B1894	52,948 m	HSS254X254X15.9	S 355	CO1/3	0,87 -
-------------	----------	-----------------	-------	-------	--------

Pozn.: EN 1993-1-3 článek 1.1(3) říká, že tato část normy se nevztahuje na za studena tvarované kruhové a obdélníkové trubky
Namísto posudku podle EN 1993-1-3 se provede posudek podle EN 1993-1-1.

Dílič souč. spolehlivosti	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*	
Mez kluzu f_y	355,0 MPa
Mezní pevnost f_u	510,0 MPa
Výroba	Tvářený za studena

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze*		
N,Ed	-1294,16	kN
Vy,Ed	-4,12	kN
Vz,Ed	-50,05	kN
T,Ed	0,37	kNm
My,Ed	1,30	kNm
Mz,Ed	2,21	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	12,97
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	34,42

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	1,3600e-02	m ²
Nc,Rd	4828,00	kN
Jedn. posudek	0,27	-

Posudek ohybového momentu for My

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,y	1,2000e-03	m ³
Mpl,y,Rd	426,00	kNm
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek ohybového momentu for Mz
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,z	1,2000e-03	m^3
Mpl,z,Rd	426,00	kNm
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek smyku pro Vy
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	6,8000e-03	m^2
Vpl,y,Rd	1393,72	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro Vz
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	6,8000e-03	m^2
Vpl,z,Rd	1393,72	kN
Jedn. posudek	0,04	-

Posudek kroucení
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,2	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly
Podle EN 1993-1-1 článku 9.1.2.6 a rovnice (6.41)

MN,y,Rd	391,25	kNm
Alfa	1,81	
MN,z,Rd	391,25	kNm
Beta	1,81	

Jednotkový posudek (6.41) = 0,00 + 0,00 = 0,00 -

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické momentové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	12,97
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	34,42

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek pevnosti v rovinném vzpěru

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

Parametry vzpěru	yy	zz	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *			
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2.647	2.647	m
Součinitel vzpěru k	1.00	4.00	
Vzpěrná délka Lcr	2.647	10.590	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	37556.39	2347.27	kN
Štíhlost	27.40	109.58	
Relativní štíhlost Lambda	0.36	1.43	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce Alfa	0.49	0.49	
Redukční součinitel Chi	0.92	0.34	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	4437.12	1626.26	kN

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *		
A	1.3600e-02	m^2

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	1626.26	kN
Jedn. posudek	0.80	-

Posudek klopení
Pozn: Průřez se týká obdélníkové trubky 'h / b < 10 / Lambda,red,z'.
Tento průřez není náchylný ke klopení.
Posudek na tlak s ohybem
Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce (6.61), (6.62)
Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Student*</i>		
kyy	0.942	
kyz	0.490	
kzy	0.565	
kzz	0.816	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	1.3600e-02	m^2
Wy	1.2000e-03	m^3
Wz	1.2000e-03	m^3
NRk	4828.00	kN
My,Rk	426.00	kNm
Mz,Rk	426.00	kNm
My,Ed	-43.80	kNm
Mz,Ed	-8.71	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	-0.037	
Psi z	-0.254	
Cmy	0.900	
Cmz	0.499	
CmLT	0.993	

Jedn. posudek (6.61) = 0.29 + 0.10 + 0.01 = 0.40
Jedn. posudek (6.62) = 0.80 + 0.06 + 0.02 = 0.87
Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

Vaznice

Lineární výpočet, Extrém : Prvek
Výběr : B2485
Kombinace : CO1

EN 1993-1-1 posudek
Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B2485	10,000 m	HEB200	IS 355	CO1/2	0.76 -
-------------	----------	--------	--------	-------	--------

Dílič souč. spolehlivosti	
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1.00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1.00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1.25

Materiál		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Stu*</i>		
Mez kluzu fy	355.0	MPa
Mezní pevnost fu	490.0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....POSUDEK PRŮŘEZU:....

Kritický posudek v místě 5.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
N,Ed	1.15	kN
Vy,Ed	0.00	kN
Vz,Ed	0.00	kN
T,Ed	0.00	kNm
My,Ed	94.58	kNm
Mz,Ed	-7.83	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu
Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2
Klasifikace pro vnitřní tlačené části
Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	14.89
Třída 1 limit	58.66
Třída 2 limit	67.62
Třída 3 limit	100.89

=> vnitřní tlačené části třída 1
Klasifikace pro vnější pásnice
Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	5,17
Třída 1 limit	7,32
Třída 2 limit	8,14
Třída 3 limit	11,44

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Posudek na tah

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.3 a rovnice (6,5)

A	7,8080e-03	m ²
Npl,Rd	2771,84	kN
Nu,Rd	2754,66	kN
Nt,Rd	2754,66	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek ohybového momentu for My

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,y	6,4250e-04	m ³
Mpl,y,Rd	228,09	kNm
Jedn. posudek	0,41	-

Posudek ohybového momentu for Mz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,z	3,0580e-04	m ³
Mpl,z,Rd	108,56	kNm
Jedn. posudek	0,07	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,0	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osová a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 9.1.2.6 a rovnice (6.41)

Mpl,y,Rd	228,09	kNm
Alfa	2,00	
Mpl,z,Rd	108,56	kNm
Beta	1,00	

Jednotkový posudek (6.41) = 0,17 + 0,07 = 0,24 -

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.33) i (6.34) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4)

její vliv na momentovou únosnost kolem osy y-y se zanedbává.

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.35) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4)

její vliv na momentovou únosnost kolem osy z-z se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

.....POSUDEK STABILITY:.....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 1,111 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	14,89
Třída 1 limit	58,78
Třída 2 limit	67,76
Třída 3 limit	100,89

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	5,17
Třída 1 limit	7,32
Třída 2 limit	8,14
Třída 3 limit	11,44

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek klopení

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

Parametry klopení		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *S		
Metoda pro křivku klopení	Art. 6.3.2.2.	
Wy	6.4250e-04	m^3
Pružný kritický moment M _{cr}	164.67	kNm
Relativní štíhlost Lambda,LT	1.18	
Mezní štíhlost Lambda,LT,0	0.40	
Křivka klopení	a	
Imperfekce Alfa,LT	0.21	
Redukční součinitel Chi,LT	0.54	
Únosnost na vzpěr Mb,Rd	124.25	kNm
Jedn. posudek	0.76	-

Parametry M _{cr}		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská		
Délka klopení	10.000	m
k	1.00	
k _w	1.00	
C1	1.13	
C2	0.45	
C3	0.53	

Pozn.: Parametry C podle ECCS 119 2006 / Galea 2002
zatižení v těžišti
Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

Svislice vodorovné

Lineární výpočet, Extrém : Prvek
Výběr : B2141
Kombinace : CO1
Průřez : Svislice vod - HSS101.6X101.6X9.5

EN 1993-1-1 posudek
Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B2141	1,667 m	HSS101.6X101.6X9.5	S 355	CO1/29	0,24 -
-------------	---------	--------------------	-------	--------	--------

Pozn.: EN 1993-1-3 článek 1.1(3) říká, že tato část normy se nevztahuje na za studena tvarované kruhové a obdélníkové trubky
Namísto posudku podle EN 1993-1-3 se provede posudek podle EN 1993-1-1.

Dílčí souč. spolehlivosti	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
Mez kluzu f _y	355,0	MPa
Mezní pevnost f _u	510,0	MPa
Výroba	Tvářený za studena	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Kritický posudek v místě 0,000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze*		
N,Ed	-2,93	kN
V _y ,Ed	3,60	kN
V _z ,Ed	9,89	kN
T,Ed	-0,76	kNm
M _y ,Ed	0,00	kNm
M _z ,Ed	0,00	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu
Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2
Klasifikace pro vnitřní tlačené části
Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	7,74
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	34,17

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	3,0900e-03	m ²
Nc,Rd	1096,95	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro Vy

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,5450e-03	m ²
Vpl,y,Rd	316,66	kN
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,5450e-03	m ²
Vpl,z,Rd	316,66	kN
Jedn. posudek	0,03	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	4,7	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,02	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	7,74
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	34,17

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek pevnosti v rovinném vzpěru

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

Parametry vzpěru	yy	zz	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*			
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	0.834	1.667	m
Součinitel vzpěru k	2.00	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	1.667	1.667	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	3184.20	3186.59	kN
Štíhlost	44.85	44.83	
Relativní štíhlost Lambda	0.59	0.59	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	

Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

Posudek na tlak s ohybem

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

Interakční metoda 2

Tabulka hodnot			
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*			
kyy	0.901		
kyz	0.541		
kzy	0.541		
kzz	0.901		
Delta My	0.00	kNm	
Delta Mz	0.00	kNm	
A	3.0900e-03	m ²	

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Student*		
Wy	1.0500e-04	m³
Wz	1.0500e-04	m³
NRk	1096.95	kN
My,Rk	37.27	kNm
Mz,Rk	37.27	kNm
My,Ed	8.15	kNm
Mz,Ed	3.04	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	0.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.900	
Cmz	0.900	
CmLT	0.900	

Jedn. posudek (6.61) = 0.00 + 0.20 + 0.04 = 0.24
 Jedn. posudek (6.62) = 0.00 + 0.12 + 0.07 = 0.19
 Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

Diagonály vodorovné

Lineární výpočet, Extrém : Prvek
 Výběr : B2103
 Kombinace : CO1
 Průřez : diagonály vod - CFRHS120X60X2.5

EN 1993-1-1 posudek
 Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B2103	2.806 m	CFRHS120X60X2.5	S 355	CO1/1	0.54 -
-------------	---------	-----------------	-------	-------	--------

Pozn.: EN 1993-1-3 článek 1.1(3) říká, že tato část normy se nevztahuje na za studena tvarované kruhové a obdélníkové trubky
 Namísto posudku podle EN 1993-1-3 se provede posudek podle EN 1993-1-1.

Dílčí souč. spolehlivosti	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1.00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1.00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1.25

Materiál		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
Mez kluzu fy	355,0	MPa
Mezní pevnost fu	510,0	MPa
Výroba	Tvářený za studena	

.....POSUDEK PRŮŘEZU:.....

Kritický posudek v místě 2.806 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *		
N,Ed	-53.02	kN
Vy,Ed	0.00	kN
Vz,Ed	-0.09	kN
T,Ed	0.02	kNm
My,Ed	0.00	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu
 Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2
 Klasifikace pro vnitřní tlačené části
 Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	45,00
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	34,17

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh průřezu

Posudek na tlak
 Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

Aeff	7.7215e-04	m²
Nc,Rd	274.11	kN
Jedn. posudek	0.19	-

Posudek smyku pro Vz
 Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	5,7267e-04	m ²
Vpl,z,Rd	117,37	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek kroucení
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,5	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

.....POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	45,00
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	34,17

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh dílce na vzpěr

Výpočet vlastností účinné plochy přísmou metodou.

Vlastnosti					
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*					
plocha průřezu A eff	7.7215e-04	m ²			
Smyk. plocha Vy eff	3.0000e-04	m ²	Vz eff	4.7215e-04	m ²
poloměr setrvačnosti iy eff	46	mm	iz eff	27	mm
moment setrvačnosti Iy eff	1.6693e-06	m ⁴	Iz eff	5.6557e-07	m ⁴
elastický modul průřezu Wy eff	2.7822e-05	m ³	Wz eff	1.8852e-05	m ³
Excentricita eny	0	mm	enz	0	mm

Posudek pevnosti v rovinném vzpěru

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

Parametry vzpěru	yy	zz	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*			
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2.806	2.806	m
Součinitel vzpěru k	1.00	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	2.806	2.806	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	424.35	145.16	kN
Štíhlost	64.77	110.75	
Relativní štíhlost Lambda	0.80	1.37	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce Alfa	0.49	0.49	
Redukční součinitel Chi	0.66	0.36	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	180.87	98.39	kN

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
A	7.7215e-04	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	98.39	kN
Jedn. posudek	0.54	-

Posudek na tlak s ohybem

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

Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Student		
kyy	1.027	
kyz	1.323	
kzy	0.822	
kzz	1.323	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	7.7215e-04	m^2
Wy	2.7822e-05	m^3
Wz	1.8852e-05	m^3
NRk	274.11	kN
My,Rk	9.88	kNm
Mz,Rk	6.69	kNm
My,Ed	0.06	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.900	
Cmz	1.000	
CmLT	0.900	

Jedn. posudek (6.61) = $0.29 + 0.01 + 0.00 = 0.30$
 Jedn. posudek (6.62) = $0.54 + 0.01 + 0.00 = 0.54$
 Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

Svislice

Lineární výpočet, Extrém : Prvek
 Výběr : B3061
 Kombinace : CO1

EN 1993-1-1 posudek
 Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B3061	2,475 m	CFRHS50X50X2	S 355	CO1/3	0,77 -
-------------	---------	--------------	-------	-------	--------

Pozn.: EN 1993-1-3 článek 1.1(3) říká, že tato část normy se nevztahuje na za studena tvarované kruhové a obdélníkové trubky
 Namísto posudku podle EN 1993-1-3 se provede posudek podle EN 1993-1-1.

Dílčí souč. spolehlivosti	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*	
Mez kluzu fy	355,0 MPa
Mezní pevnost fu	510,0 MPa
Výroba	Tvářený za studena

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Kritický posudek v místě 2.475 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *		
N,Ed	-27,14	kN
Vy,Ed	0,00	kN
Vz,Ed	0,00	kN
T,Ed	0,01	kNm
My,Ed	0,00	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu
 Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2
 Klasifikace pro vnitřní tlačené části
 Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	22,00
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	34,17

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Posudek na tlak
 Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	3,7400e-04	m^2
Nc,Rd	132,77	kN
Jedn. posudek	0,20	-

Posudek smyku pro Vz
 Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,8700e-04	m^2

Vpl,z,Rd	38,33	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek kroucení
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	1,0	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

...::POSUDEK STABILITY:...::

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	22,00
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	34,17

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek pevnosti v rovinném vzpěru

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

Parametry vzpěru	yy	zz	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*			
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2.475	2.475	m
Součinitel vzpěru k	1.00	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	2.475	2.475	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	47.89	47.89	kN
Štíhlost	127.22	127.22	
Relativní štíhlost Lambda	1.67	1.66	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce Alfa	0.49	0.49	
Redukční součinitel Chi	0.27	0.27	
Unosnost na vzpěr Nb,Rd	35.40	35.40	kN

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
A	3.7400e-04	m^2
Unosnost na vzpěr Nb,Rd	35.40	kN
Jedn. posudek	0.77	-

Posudek na tlak s ohybem

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

Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
kyy	1.452	
kyz	0.968	
kzy	0.871	
kzz	1.613	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	3.7400e-04	m^2
Wy	6.6600e-06	m^3
Wz	6.6600e-06	m^3
NRk	132.77	kN
My,Rk	2.36	kNm
Mz,Rk	2.36	kNm
My,Ed	0.00	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.900	
Cmz	1.000	
CmLT	0.900	

$$\text{Jedn. posudek (6.61)} = 0.77 + 0.00 + 0.00 = 0.77$$

$$\text{Jedn. posudek (6.62)} = 0.77 + 0.00 + 0.00 = 0.77$$

Prvek splňuje podmínky stabilizačního posudku.

Diagonály

Lineární výpočet, Extrém : Prvek
Výběr : B2194
Kombinace : CO1

EN 1993-1-1 posudek
Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B2194	3,108 m	CFRHS90X90X4	S 355	CO1/7	0,63 -
-------------	---------	--------------	-------	-------	--------

Pozn.: EN 1993-1-3 článek 1.1(3) říká, že tato část normy se nevztahuje na za studena tvarované kruhové a obdélníkové trubky
Namísto posudku podle EN 1993-1-3 se provede posudek podle EN 1993-1-1.

Dílčí souč. spolehlivosti	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*	
Mez kluzu f_y	355,0 MPa
Mezní pevnost f_u	510,0 MPa
Výroba	Tvářený za studena

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Kritický posudek v místě 0,000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze*		
N,Ed	-132,59	kN
Vy,Ed	0,00	kN
Vz,Ed	0,11	kN
T,Ed	-0,01	kNm
My,Ed	0,00	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu
Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2
Klasifikace pro vnitřní tlačené části
Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	19,50
----------------------------------	-------

Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	34,17

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu
Posudek na tlak
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	1,3350e-03	m ²
Nc,Rd	473,93	kN
Jedn. posudek	0,28	-

Posudek smyku pro Vz
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	6,6750e-04	m ²
Vpl,z,Rd	136,81	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek kroucení
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,2	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	19,50
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	34,17

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr
Posudek pevnosti v rovinném vzpěru
Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*			
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3.108	3.108	m
Součinitel vzpěru k	1.00	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	3.108	3.108	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	347.48	347.49	kN
Štíhlost	89.24	89.23	
Relativní štíhlost Lambda	1.17	1.17	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce Alfa	0.49	0.49	
Redukční součinitel Chi	0.45	0.45	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	212.98	212.98	kN

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
A	1.3350e-03	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	212.98	kN
Jedn. posudek	0.62	-

Posudek na tlak s ohybem
Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce (6.61), (6.62)
Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Student:		
kyy	1.348	
kyz	0.899	
kzy	0.809	
kzz	1.498	
Delta My	0.00	kNm

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Student</i>		
Delta Mz	0.00	kNm
A	1.3350e-03	m^2
Wy	4.2580e-05	m^3
Wz	4.2580e-05	m^3
NRk	473.93	kN
My,Rk	15.12	kNm
Mz,Rk	15.12	kNm
My,Ed	0.09	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.900	
Cmz	1.000	
CmLT	0.900	

Jedn. posudek (6.61) = 0.62 + 0.01 + 0.00 = 0.63

Jedn. posudek (6.62) = 0.62 + 0.00 + 0.00 = 0.63

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

Sloupy boční

Lineární výpočet, Extrém : Prvek

Výběr : B1716

Kombinace : CO1

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B1716	4,000 m	HEB260	S 355	CO1/3	0,19 -
Dílič souč. spolehlivosti					
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>					
Gamma M0 pro únosnost průřezu					1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu					1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu					1,25

Materiál		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Stu</i>		
Mez kluzu fy	355,0	MPa
Mezní pevnost fu	490,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Kritický posudek v místě 4.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
N,Ed	793,15	kN
Vy,Ed	3,76	kN
Vz,Ed	13,45	kN
T,Ed	0,00	kNm
My,Ed	0,00	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm

Posudek na tah

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.3 a rovnice (6,5)

A	1,1840e-02	m^2
Npl,Rd	4203,20	kN
Nu,Rd	4177,15	kN
Nt,Rd	4177,15	kN
Jedn. posudek	0,19	-

Posudek smyku pro Vy

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	9,4400e-03	m^2
Vpl,y,Rd	1934,82	kN
Jedn. posudek	0,00	-



Posudek smyku pro Vz
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	3,7550e-03	m^2
Vpl,z,Rd	769,62	kN
Jedn. posudek	0,02	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Posudek boulení

v poli vzpěru 1

Podle článku EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. a vzorce (5.10) & (7.1)

Tabulka hodnot	
Studentská verze *Studentská verze* *St	
hw/t	22.500

Štíhlost stojiny je taková, že není potřeba posudek ztráty stability smykem.

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B1716	4,000 m	HEB260	S 355	CO1/3	0,19 -
Dílčí souč. spolehlivosti					
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*					
Gamma M0 pro únosnost průřezu					1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu					1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu					1,25

Materiál		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Stu		
Mez kluzu fy	355,0	MPa
Mezní pevnost fu	490,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Kritický posudek v místě 4.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *		
N,Ed	793,15	kN
Vy,Ed	3,76	kN
Vz,Ed	13,45	kN
T,Ed	0,00	kNm
My,Ed	0,00	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm

Posudek na tah

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.3 a rovnice (6,5)

A	1,1840e-02	m^2
Npl,Rd	4203,20	kN
Nu,Rd	4177,15	kN
Nt,Rd	4177,15	kN
Jedn. posudek	0,19	-

Posudek smyku pro Vy

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	9,4400e-03	m^2
Vpl,y,Rd	1934,82	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	3,7550e-03	m^2
Vpl,z,Rd	769,62	kN
Jedn. posudek	0,02	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Posudek boulení
v poli vzpěru 1
Podle článku EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. a vzorce (5.10) & (7.1)

Tabulka	hodnot
Studentská verze	*Studentská verze*
hw/t	22.500

Štíhlost stojiny je taková, že není potřeba posudek ztráty stability smykem.
Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

Sloupy čelní

Lineární výpočet, Extrém : Prvek
Výběr : B2993
Kombinace : CO1

EN 1993-1-1 posudek
Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B2993	11,167 m	HEB200	S 355	CO1/22	0,64 -
Dílčí souč. spolehlivosti					
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*					
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00				
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00				
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25				

Materiál		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Stu		
Mez kluzu fy	355,0	MPa
Mezní pevnost fu	490,0	MPa
Výroba	Válcovány	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Kritický posudek v místě 3.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze*		
N,Ed	-13,79	kN
Vy,Ed	-1,90	kN
Vz,Ed	-15,36	kN
T,Ed	0,01	kNm
My,Ed	-55,29	kNm
Mz,Ed	-3,32	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2
Klasifikace pro vnitřní tlačené části
Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	14,89
Třída 1 limit	56,43
Třída 2 limit	64,98
Třída 3 limit	95,60

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice
Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	5,17
Třída 1 limit	7,32
Třída 2 limit	8,14
Třída 3 limit	11,37

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Posudek na tlak
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	7,8080e-03	m^2
Nc,Rd	2771,84	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek ohybového momentu for My
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,y	6,4250e-04	m^3
Mpl,y,Rd	228,09	kNm
Jedn. posudek	0,24	-

Posudek ohybového momentu for Mz
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,z	3,0580e-04	m^3
Mpl,z,Rd	108,56	kNm
Jedn. posudek	0,03	-

Posudek smyku pro Vy
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	2,4830e-03	m^2
Vpl,z,Rd	508,91	kN
Jedn. posudek	0,03	-

Posudek kroucení
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,2	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybů, osově a smykové síly
Podle EN 1993-1-1 článku 9.1.2.6 a rovnice (6.41)

Mpl,y,Rd	228,09	kNm
Alfa	2,00	
Mpl,z,Rd	108,56	kNm
Beta	1,00	

Jednotkový posudek (6.41) = $0,06 + 0,03 = 0,09$

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické momentové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.33) i (6.34) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4)

její vliv na momentovou únosnost kolem osy y-y se zanedbává.

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.35) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4)

její vliv na momentovou únosnost kolem osy z-z se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	14,89
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	34,17

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	5,17
Třída 1 limit	7,32
Třída 2 limit	8,14
Třída 3 limit	11,39

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*			
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	11,167	10,167	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,10	
Vzpěrná délka Lcr	11,167	11,167	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	946,71	332,91	kN
Štíhlost Lambda	130,74	220,48	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	1,71	2,89	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	b	c	
Imperfekce Alfa	0,34	0,49	
Redukční součinitel Chi	0,27	0,10	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	762,22	283,08	kN

Posudek rovinného vzpěru		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze</i>		
Průřezová plocha A	7,8080e-03	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	283,08	kN
Jedn. posudek	0,05	-

Posudek klopení
Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. a vzorce (6.54)

Parametry klopení		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *S</i>		
Metoda pro křivku klopení	Art. 6.3.2.2.	
Wy	6.4250e-04	m ³
Pružný kritický moment Mcr	159.44	kNm
Relativní štíhlost Lambda,LT	1.20	
Mezní štíhlost Lambda,LT,0	0.40	
Křivka klopení	a	
Imperfekce Alfa,LT	0.21	
Redukční součinitel Chi,LT	0.53	
Únosnost na vzpěr Mb,Rd	121.45	kNm
Jedn. posudek	0.46	-

Parametry Mcr		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská</i>		
Délka klopení	10.167	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.11	
C2	0.36	
C3	0.53	

Pozn.: Parametry C podle ECCS 119 2006 / Galea 2002
zatížení v těžišti

Posudek na tlak s ohybem
Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce (6.61), (6.62)
Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Student</i>		
kyy	0.913	
kyz	0.584	
kzy	0.993	
kzz	0.974	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	7.8080e-03	m ²
Wy	6.4250e-04	m ³
Wz	3.0580e-04	m ³
NRk	2771.84	kN
My,Rk	228.09	kNm
Mz,Rk	108.56	kNm
My,Ed	-67.57	kNm
Mz,Ed	4.45	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1.000	
Psi z	0.000	
Cmy	0.900	
Cmz	0.912	
CmLT	0.968	

Jedn. posudek (6.61) = 0.02 + 0.51 + 0.02 = 0.55
Jedn. posudek (6.62) = 0.05 + 0.55 + 0.04 = 0.64

Posudek boulení
v poli vzpěru 1
Podle článku EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. a vzorce (5.10) & (7.1)

Tabulka hodnot	
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *St</i>	
hw/t	18.889

Štíhlost stojiny je taková, že není potřeba posudek ztráty stability smykem.
Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

Podélné ztužidlo – dolní pás

Lineární výpočet, Extrém : Prvek
Výběr : B2601
Kombinace : CO1

EN 1993-1-1 posudek
Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B2601	10,000 m	CFRHS150X100X6	S 355	CO1/10	0,87 -
-------------	----------	----------------	-------	--------	--------

Pozn.: EN 1993-1-3 článek 1.1(3) říká, že tato část normy se nevztahuje na za studena tvarované kruhové a obdélníkové trubky
Namísto posudku podle EN 1993-1-3 se provede posudek podle EN 1993-1-1.

Díličí souč. spolehlivosti	
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál	
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>	
Mez kluzu f_y	355,0 MPa
Mezní pevnost f_u	510,0 MPa
Výroba	Tvářený za studena

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Kritický posudek v místě 6.667 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
N,Ed	-58,80	kN
V _y ,Ed	0,05	kN
V _z ,Ed	1,34	kN
T,Ed	0,22	kNm
M _y ,Ed	-3,24	kNm
M _z ,Ed	0,39	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu
Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2
Klasifikace pro vnitřní tlačené části
Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	22,00
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92

Třída 3 limit	50,96
---------------	-------

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	2,7630e-03	m ²
Nc,Rd	980,86	kN
Jedn. posudek	0,06	-

Posudek ohybového momentu for My

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,y	1,3668e-04	m ³
Mpl,y,Rd	48,52	kNm
Jedn. posudek	0,07	-

Posudek ohybového momentu for Mz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,z	1,0330e-04	m ³
Mpl,z,Rd	36,67	kNm
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek smyku pro Vy

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,1052e-03	m ²
Vpl,y,Rd	226,52	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,6578e-03	m ²
Vpl,z,Rd	339,78	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	1,4	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,01	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 9.1.2.6 a rovnice (6.41)

MN,y,Rd	48,52	kNm
Alfa	1,67	
MN,z,Rd	36,67	kNm
Beta	1,67	

Jednotkový posudek (6.41) = 0,01 + 0,00 = 0,01 -

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické momentové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

.....POSUDEK STABILITY:.....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	22,00
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	34,17

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek pevnosti v rovinném vzpěru

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

Parametry vzpěru	yy	zz	
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>			
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3.333	10.000	m
Součinitel vzpěru k	1.00	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	3.333	10.000	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	1556.99	92.06	kN
Štíhlost	60.65	249.41	
Relativní štíhlost Lambda	0.79	3.26	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce Alfa	0.49	0.49	
Redukční součinitel Chi	0.67	0.08	
Unosnost na vzpěr Nb,Rd	653.36	79.82	kN

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
A	2.7630e-03	m ²
Unosnost na vzpěr Nb,Rd	79.82	kN
Jedn. posudek	0.74	-

Posudek klopení

Pozn: Průřez se týká obdélníkové trubky 'h / b < 10 / Lambda,red,z'.

Tento průřez není náchylný ke klopení.

Posudek na tlak s ohybem

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

Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Student:</i>		
kyy	0.948	
kyz	0.954	
kzy	0.569	
kzz	1.589	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	2.7630e-03	m ²
Wy	1.3668e-04	m ³
Wz	1.0330e-04	m ³
NRk	980.86	kN
My,Rk	48.52	kNm
Mz,Rk	36.67	kNm
My,Ed	-3.24	kNm
Mz,Ed	2.25	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	0.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.900	
Cmz	1.000	
CmLT	1.000	

$$\text{Jedn. posudek (6.61)} = 0.09 + 0.06 + 0.06 = 0.21$$

$$\text{Jedn. posudek (6.62)} = 0.74 + 0.04 + 0.10 = 0.87$$

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

Podélné ztužidlo – diagonály

Lineární výpočet, Extrém : Prvek
Výběr : B3333
Kombinace : CO1

EN 1993-1-1 posudek
Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B3333	3,003 m	CFRHS70X70X2	S 355	CO1/5	0,47 -
-------------	---------	--------------	-------	-------	--------

Pozn.: EN 1993-1-3 článek 1.1(3) říká, že tato část normy se nevztahuje na za studena tvarované kruhové a obdélníkové trubky
Namísto posudku podle EN 1993-1-3 se provede posudek podle EN 1993-1-1.

Dílič souč. spolehlivosti	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
Mez kluzu f_y	355,0	MPa
Mezní pevnost f_u	510,0	MPa
Výroba	Tvářený za studena	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Kritický posudek v místě 3.003 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze*		
N,Ed	-29,90	kN
V _y ,Ed	0,00	kN
V _z ,Ed	-0,04	kN
T,Ed	-0,01	kNm
M _y ,Ed	0,00	kNm
M _z ,Ed	0,00	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu
Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2
Klasifikace pro vnitřní tlačené části
Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	32,00
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	34,17

=> průřez klasifikován jako třída 3 pro návrh průřezu

Posudek na tlak
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	5,3400e-04	m ²
N _c ,R _d	189,57	kN
Jedn. posudek	0,16	-

Posudek smyku pro V_z
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	2.6700e-04	m ²
Vpl,z,Rd	54,72	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek kroucení
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,6	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

.....POSUDEK STABILITY:.....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	32,00
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	34,17

=> průřez klasifikován jako třída 3 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek pevnosti v rovinném-vzpěru

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

Parametry vzpěru	yy	zz	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*			
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3.003	3.003	m
Součinitel vzpěru k	1.00	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	3.003	3.003	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	93.59	93.59	kN
Štíhlost	108.75	108.75	
Relativní štíhlost Lambda	1.42	1.42	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce Alfa	0.49	0.49	
Redukční součinitel Chi	0.34	0.34	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	64.59	64.60	kN

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
A	5.3400e-04	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	64.59	kN
Jedn. posudek	0.46	-

Posudek na tlak s ohybem

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

Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
kyy	1.150	
kyy	1.278	
kzy	0.920	
kzz	1.278	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	5.3400e-04	m ²
Wy	1.1640e-05	m ³
Wz	1.1640e-05	m ³
NRk	189.57	kN
My,Rk	4.13	kNm
Mz,Rk	4.13	kNm
My,Ed	0.03	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.900	
Cmz	1.000	
CmLT	0.900	

Jedn. posudek (6.61) = 0.46 + 0.01 + 0.00 = 0.47

Jedn. posudek (6.62) = 0.46 + 0.01 + 0.00 = 0.47

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

Paždíky

Lineární výpočet, Extrém : Prvek
Výběr : B3032
Kombinace : CO1

EN 1993-1-1 posudek
Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B3032	10,000 m	HEB140	S 355	CO1/35	0,85 -
-------------	----------	--------	-------	--------	--------

Dílčí souč. spolehlivosti	
---------------------------	--

Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze

Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál	
----------	--

**Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Stu*

Mez kluzu f_y	355,0	MPa
Mezní pevnost f_u	490,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

.....POSUDEK PRŮŘEZU:.....

Kritický posudek v místě 1.111 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
--------------	-----------	----------

Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze

N_{Ed}	-6,42	kN
$V_{y,Ed}$	1,48	kN
$V_{z,Ed}$	8,89	kN
T_{Ed}	0,00	kNm
$M_{y,Ed}$	11,47	kNm
$M_{z,Ed}$	1,88	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	13,14
Třída 1 limit	56,70
Třída 2 limit	65,29
Třída 3 limit	93,10

=> vnitřní tlačené části třída 1
Klasifikace pro vnější pásnice
Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	4,54
Třída 1 limit	7,32
Třída 2 limit	8,14
Třída 3 limit	11,61

=> vnější pásnice třída 1
=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Posudek na tlak
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	4,2960e-03	m ²
Nc,Rd	1525,08	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek ohybového momentu for My
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,y	2,4540e-04	m ³
Mpl,y,Rd	87,12	kNm
Jedn. posudek	0,13	-

Posudek ohybového momentu for Mz
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,z	1,1980e-04	m ³
Mpl,z,Rd	42,53	kNm
Jedn. posudek	0,04	-

Posudek smyku pro Vy
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	3,4930e-03	m ²
Vpl,y,Rd	715,92	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro Vz
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,3080e-03	m ²
Vpl,z,Rd	268,09	kN
Jedn. posudek	0,03	-

Posudek kroucení
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,1	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly
Podle EN 1993-1-1 článku 9.1.2.6 a rovnice (6.41)

Mpl,y,Rd	87,12	kNm
Alfa	2,00	
Mpl,z,Rd	42,53	kNm
Beta	1,00	

Jednotkový posudek (6.41) = 0,02 + 0,04 = 0,06 -

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické momentové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.33) i (6.34) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4)

její vliv na momentovou únosnost kolem osy y-y se zanedbává.

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.35) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4)

její vliv na momentovou únosnost kolem osy z-z se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	13,14
----------------------------------	-------

Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	34,17

=> vnitřní tlačené části třída 1
Klasifikace pro vnější pásnice
Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	4,54
Třída 1 limit	7,32
Třída 2 limit	8,14
Třída 3 limit	11,39

=> vnější pásnice třída 1
=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr
Posudek rovinného vzpěru
Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	vy	zz	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*			
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	10,000	10,000	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	10,000	10,000	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	312,76	113,93	kN
Štíhlost Lambda	168,73	279,56	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	2,21	3,66	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka			
Imperfekce Alfa	0,13	0,13	
Redukční součinitel Chi	0,19	0,07	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	293,31	109,95	kN

Varování: Štíhlost 279,56 je větší než mezní hodnota 200,00!

Posudek rovinného vzpěru		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
Průřezová plocha A	4,2960e-03	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	109,95	kN
Jedn. posudek	0,06	-

Posudek klopení
Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. a vzorce (6.54)

Parametry klopení		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
Metoda pro křivku klopení	Art. 6.3.2.2.	
Wy	2,4540e-04	m ³
Průřezový kritický moment Mcr	49,11	kNm
Relativní štíhlost Lambda,LT	1,33	
Mezní štíhlost Lambda,LT,0	0,40	
Křivka klopení	a	
Imperfekce Alfa,LT	0,21	
Redukční součinitel Chi,LT	0,45	
Únosnost na vzpěr Mb,Rd	39,45	kNm
Jedn. posudek	0,29	-

Parametry Mcr		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze*		
Délka klopení	10,000	m
k	1,00	
kw	1,00	
C1	1,13	
C2	0,45	
C3	0,53	

Pozn.: Parametry C podle ECCS 119 2006 / Galea 2002
zatížení v těžišti
Posudek na tlak s ohybem
Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce (6.61), (6.62)
Interakční metoda 2

Tabulka hodnot	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Student:	
kyy	0,917

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Student		
k _{yz}	0.621	
k _{zy}	0.991	
k _{zz}	1.035	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	4.2960e-03	m^2
Wy	2.4540e-04	m^3
Wz	1.1980e-04	m^3
NRk	1525.08	kN
My,Rk	87.12	kNm
Mz,Rk	42.53	kNm
My,Ed	26.77	kNm
Mz,Ed	4.75	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.900	
Cmz	0.950	
CmLT	0.950	

Jedn. posudek (6.61) = 0.02 + 0.62 + 0.07 = 0.72
 Jedn. posudek (6.62) = 0.06 + 0.67 + 0.12 = 0.85
 Posudek boulení
 v poli vzpěru 1
 Podle článku EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. a vzorce (5.10) & (7.1)

Tabulka hodnot	
Studentská verze *Studentská verze* *St	
hw/t	16.571

Štíhlost stojiny je taková, že není potřeba posudek ztráty stability smykem.
 Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

Stěnové ztužidlo

Lineární výpočet, Extrém : ☒ Prvek
 Výběr : B2473
 Kombinace : CO1
 Průřez : stěnové ztužidlo - HFLeq140x140x13

EN 1993-1-1 posudek
 Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B2473	10,770 m	HFLeq140x140x13	S 355	CO1/30	0,73 -
-------------	----------	-----------------	-------	--------	--------

Dílčí souč. spolehlivosti	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *St		
Mez kluzu fy	355,0	MPa
Mezní pevnost fu	490,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

.....POSUDEK PRŮŘEZU:....

Kritický posudek v místě 10.770 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Přídavné momenty	Celkem	Jednotka
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*				
N,Ed	-32,34		-32,34	kN
Vy,Ed	0,00		0,00	kN
Vz,Ed	0,00		0,00	kN
T,Ed	0,00		0,00	kNm
My,Ed	0,00	0,00	0,00	kNm
Mz,Ed	0,00	0,00	0,00	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu
 Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2
 Klasifikace pro úhelníky
 Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 3 & 2

Poměr c/t	8,62
Třída 1 limit	7,32
Třída 2 limit	8,14
Třída 3 limit	11,39

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2



Poměr h/t	10,77
Třída 3 Limit (1)	12,20
Poměr (b+h)/2t	10,77
Třída 3 Limit (2)	9,36

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh průřezu

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A _{eff}	3,4710e-03	m ²
N _{c,Rd}	1232,20	kN
Jedn. posudek	0,03	-

Posudek ohybového momentu for M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

W _{eff,z,min}	5,0236e-05	m ³
M _{c,z,Rd}	17,83	kNm
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(5) a rovnice (6.1)

Efektivní vlastnosti		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Student		
A _{eff}	3,4710e-03	m ²
e _{N,y}	0	mm
e _{N,z}	0	mm
W _{eff,y}	2,2485e-03	m ³
W _{eff,z}	5,0236e-05	m ³

Elastický posudek		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze*		
Vlákno	1	
Sigma,N,Ed	9,3	MPa
Sigma,My,Ed	0,0	MPa
Sigma,Mz,Ed	0,1	MPa

Elastický posudek		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze*		
Sigma,tot,Ed	9,4	MPa
Tau,Vy,Ed	0,0	MPa
Tau,Vz,Ed	0,0	MPa
Tau,t,Ed	0,0	MPa
Tau,tot,Ed	0,0	MPa
Sigma,von Mises,Ed	9,4	MPa
Jedn. posudek	0,03	-

Poznámka: Pro tento průřez nelze určit plastickou smykovou únosnost, ani odpovídající hodnotu R_{ho}.

Proto se posuzuje podmínka pružné meze kluzu podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(5).

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro úhel níky

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 3 & 2

Poměr c/t	8,62
Třída 1 limit	7,32
Třída 2 limit	8,14
Třída 3 limit	11,39

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Poměr h/t	10,77
Třída 3 Limit (1)	12,20
Poměr (b+h)/2t	10,77
Třída 3 Limit (2)	9,36

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh dílce na vzpěr

Výpočet vlastností účinné plochy přímou metodou.

Vlastnosti					
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ve					
plocha průřezu A _{eff}	3,4710e-03	m ²			
Smyk. plocha V _{y,eff}	1,7355e-03	m ²	V _{z,eff}	1,7355e-03	m ²
poloměr setrvačnosti i _{y,eff}	55	mm	i _{z,eff}	27	mm
moment setrvačnosti I _{y,eff}	1,0335e-05	m ⁴	I _{z,eff}	2,6020e-06	m ⁴
elastický modul průřezu W _{y,eff}	1,0440e-04	m ³	W _{z,eff}	5,0236e-05	m ³
Excentricita e _{ny}	0	mm	e _{nz}	0	mm

Posudek rovinného vzpěru
Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>			
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	10,770	10,770	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka L _{cr}	10,770	10,770	m
Kritické Eulerovo zatížení N _{cr}	181,18	46,99	kN
Štíhlost Lambda	199,96	392,61	
Poměrná štíhlost Lambda _{rel}	2,61	5,12	
Mezní štíhlost Lambda _{rel,0}	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	b	b	
Imperfekce Alfa	0,34	0,34	
Redukční součinitel Chi	0,13	0,04	
Unosnost na vzpěr N _{b,Rd}	159,17	44,08	kN

Posudek rovinného vzpěru		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
Efektivní průřezová plocha A _{eff}	3,4710e-03	m ²
Unosnost na vzpěr N _{b,Rd}	44,08	kN
Jedn. posudek	0,73	-

Posudek prostorového vzpěru
Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce (6.46)

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
Vzpěrná délka pro prostorový vzpěr	10.770	m
N _{cr,T}	2666.74	kN
N _{cr,TF}	175.26	kN

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
Relativní štíhlost Lambda _T	2,64	
Mezní štíhlost Lambda ₀	0,20	
Vzpěr. křivka	b	
Imperfekce Alfa	0,34	
A	3,4710e-03	m ²
Redukční součinitel Chi	0,13	
Unosnost na vzpěr N _{b,Rd}	155.33	kN
Jedn. posudek	0,21	-

Posudek na tlak s ohybem
Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce (6.61), (6.62)
Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
k _{yy}	1.010	
k _{yz}	1.440	
k _{zy}	0.951	
k _{zz}	1.440	
Delta M _y	0.00	kNm
Delta M _z	0.00	kNm
A	3.4710e-03	m ²
W _y	1.0440e-04	m ³
W _z	5.0236e-05	m ³
NR _k	1232.20	kN
M _{y,Rk}	37.06	kNm
M _{z,Rk}	17.83	kNm
M _{y,Ed}	0.00	kNm
M _{z,Ed}	0.00	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1.000	
Psi z	1.000	
C _{my}	0.900	
C _{mz}	1.000	
C _{mLT}	1.000	

Jedn. posudek (6.61) = 0.20 + 0.00 + 0.00 = 0.20

Jedn. posudek (6.62) = 0.73 + 0.00 + 0.00 = 0.73

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

Vzpěra

Lineární výpočet, Extrém : Prvek
Výběr : B3342
Kombinace : CO1

EN 1993-1-1 posudek
Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B3342	5,000 m	CFCHS273X12.5	S 355	CO1/3	0,77 -
-------------	---------	---------------	-------	-------	--------

Pozn.: EN 1993-1-3 článek 1.1(3) říká, že tato část normy se nevztahuje na za studena tvarované kruhové a obdélníkové trubky
Namísto posudku podle EN 1993-1-3 se provede posudek podle EN 1993-1-1.

Dílčí souč. spolehlivosti	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
Mez kluzu fy	355,0	MPa
Mezní pevnost fu	510,0	MPa
Výroba	Tvářený za studena	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Kritický posudek v místě 5.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze*		
N,Ed	-1996,43	kN
Vy,Ed	0,00	kN
Vz,Ed	-1,36	kN
T,Ed	0,00	kNm
My,Ed	0,00	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu
Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2
Klasifikace pro trubkovité průřezy
Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Klasifikace pro návrh průřezu
Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2
Klasifikace pro trubkovité průřezy
Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	21,84
Třída 1 limit	33,10
Třída 2 limit	46,34
Třída 3 limit	59,58

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	1,0230e-02	m^2
Nc,Rd	3631,65	kN
Jedn. posudek	0,55	-

Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	6,5126e-03	m^2
Vpl,z,Rd	1334,82	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr
Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m
Klasifikace pro trubkovité průřezy
Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	21,84
Třída 1 limit	33,10
Třída 2 limit	46,34
Třída 3 limit	59,58

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek pevnosti v rovinném vzpěru

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

Parametry vzpěru	yy	zz	
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*			
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	5.000	5.000	m
Součinitel vzpěru k	1.00	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	5.000	5.000	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	7210.59	7210.95	kN
Štíhlost	54.23	54.23	
Relativní štíhlost Lambda	0.71	0.71	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce Alfa	0.49	0.49	
Redukční součinitel Chi	0.72	0.72	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	2610.01	2610.05	kN

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
A	1.0230e-02	m^2
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	2610.01	kN
Jedn. posudek	0.76	-

Posudek na tlak s ohybem

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

Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*		
A	1.0230e-02	m^2
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	2610.01	kN
Jedn. posudek	0.76	-

Posudek na tlak s ohybem

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

Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Student*		
kyy	1.251	
kyz	0.976	
kzy	0.751	
kzz	1.627	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	1.0230e-02	m^2
Wy	8.4890e-04	m^3
Wz	8.4890e-04	m^3
NRk	3631.65	kN
My,Rk	301.36	kNm
Mz,Rk	301.36	kNm
My,Ed	1.70	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.900	
Cmz	1.000	
CmLT	0.950	

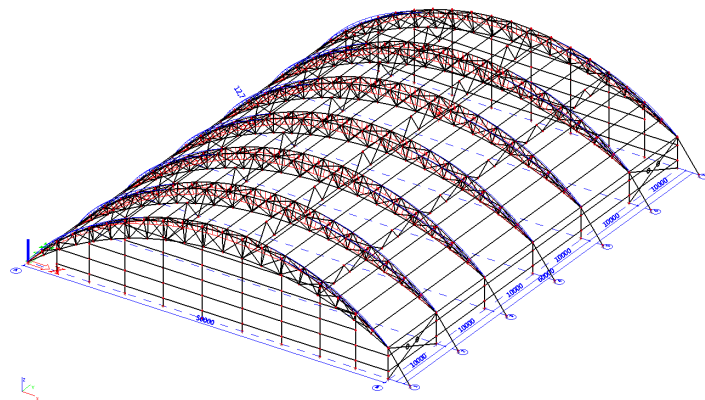
Jedn. posudek (6.61) = 0.76 + 0.01 + 0.00 = 0.77

Jedn. posudek (6.62) = 0.76 + 0.00 + 0.00 = 0.77

Prvek splňuje podmínky stabiilitního posudku.

4.9 Posouzení MSP

Horní pás



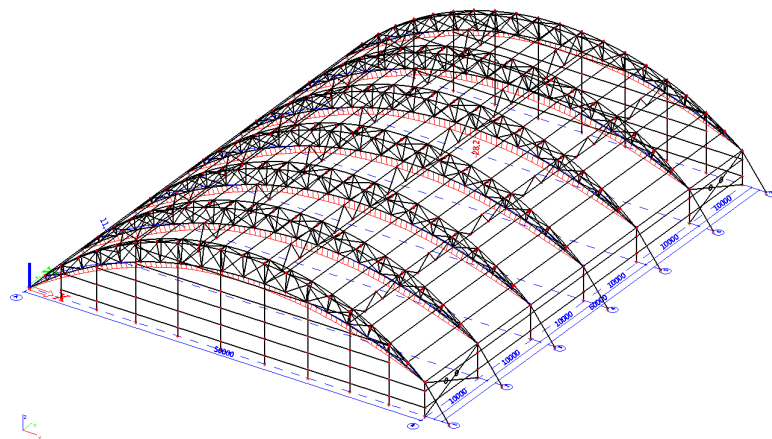
Délka prvku $L=55,224$ m

Maximální průhyb delta $\delta_{\max}= 28,0$ mm

Doporučená mezní hodnota $\delta_{\lim}= L/250 = 55,224/250= 220,0$ mm

$\delta_{\max}=28,0$ mm $\leq$ $\delta_{\lim}=220,0$ mm

Dolní pás



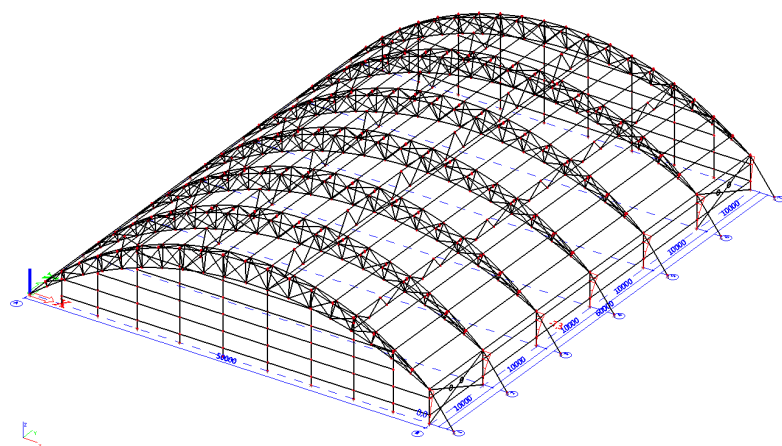
Délka prvku $L=55,224$ m

Maximální průhyb delta $\delta_{\max}= 28,2$ mm

Doporučená mezní hodnota $\delta_{\lim}= L/250 = 55,224/250= 220,0$ mm

$\delta_{\max}=28,2$ mm $\leq$ $\delta_{\lim}=220,0$ mm

Sloupy boční



Délka prvku $L=4,0$ m

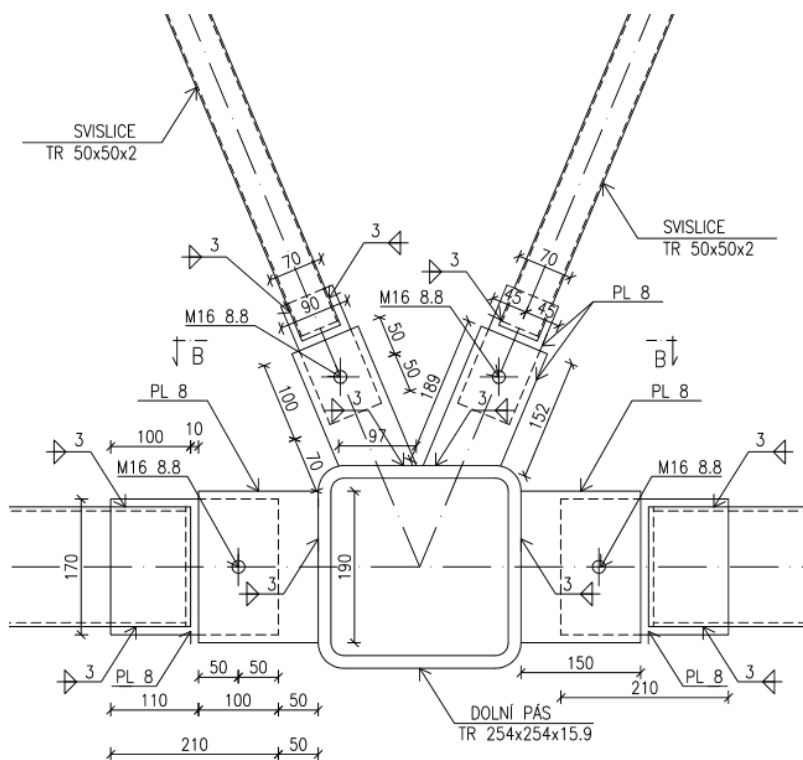
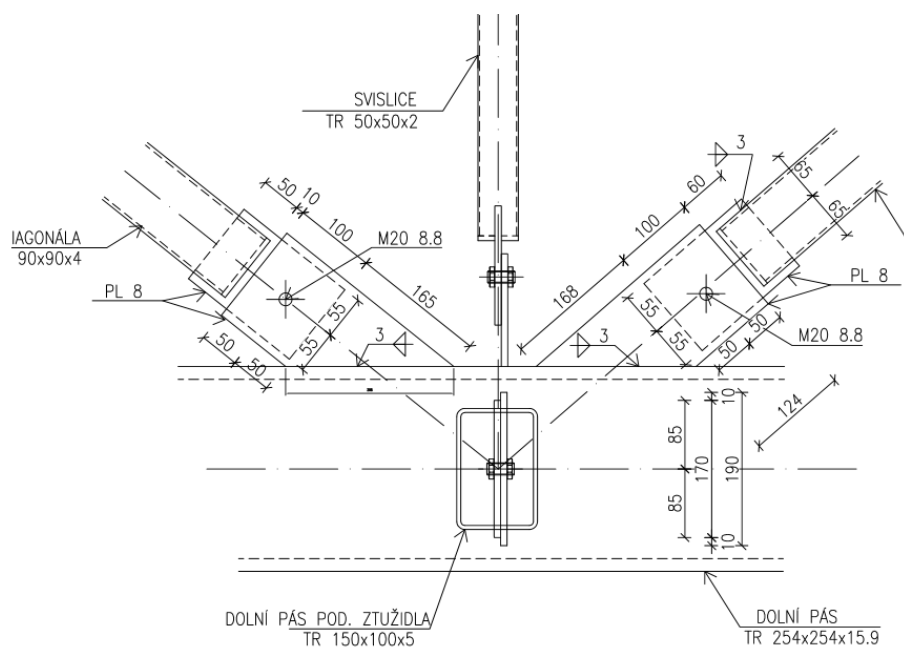
Maximální průhyb delta $\delta_{\max}=7,3$ mm

Doporučená mezní hodnota $\delta_{\lim}=L/250=4,0/250=16,0$ mm

$\delta_{\max}=7,3$ mm $\leq$ $\delta_{\lim}=16,0$ mm

4.10 Posouzení spojů

Detail 1 – Připojení svislic, diagonál a dolního pásu podélného ztužidla k dolnímu pásu vazníku



a) Svislice

Svar svislice a plech, $a = 3 \text{ mm}$

$$F_{w,Rd} = t * L_{w,s} * (0,9 - 0,45 * L_{w,s}) * f_u / \gamma_{M2}$$

$$F_{w,Rd} = 0,002 * 0,05 * (0,9 - 0,45 * 0,05) * \frac{490 * 10^6}{1,25} = 34,39 \text{ kN}$$

$$4 * F_{w,Rd} = 4 * 34,39 = 137,56 \text{ kN} \geq 44,21 \text{ kN}$$

Svar plech dolní pás, $a = 3 \text{ mm}$

$$f_{v,wd} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{490 * 10^6 / \sqrt{3}}{0,9 * 1,25} = 251,47 \text{ MPa}$$

$$F'_{w,Rd} = f_{v,wd} * a = 251,47 * 10^6 * 0,003 = 754,4 \text{ kN/m}$$

$$F_{w,Rd} = F_{v,wd} * L_w = 754,4 * 10^3 * 4 * 0,097 = 292,71 \text{ kN}$$

$$F_{w,Ed} = 44,21 \text{ kN} \leq F_{w,Rd} = 292,71 \text{ kN}$$

-únosnost svařovaných styčníků spojujících styčnickové plechy a obdélníkové nebo čtvercové trubky

$$b_1 = 0,097 \text{ m}, b_0 = 0,254 \text{ m}$$

$$t_1 = 0,008 \text{ m}, t_0 = 0,0159 \text{ m}$$

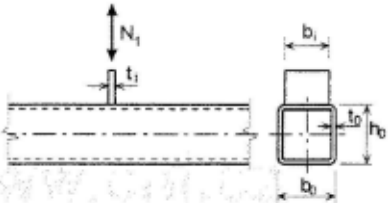
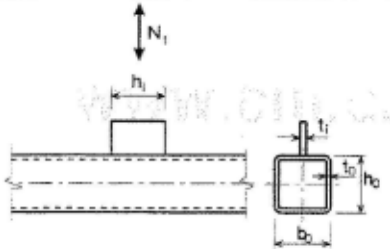
$$\frac{b_1}{b_0} = \frac{97}{254} = 0,38 \geq 0,35$$

$$\frac{b_1}{t_1} = \frac{97}{8} = 12,125 \leq 35$$

$$\frac{b_0}{t_0} = \frac{254}{15,98} = 15,97 \leq 35$$

$$\frac{h_0}{b_0} = \frac{254}{254} = 1,0 \geq 0,5$$

$$\frac{h_1}{b_1} = \frac{152}{97} = 1,567 \geq 0,5$$

Příčný plech	Porušení mezipásového prutu [$i = 1$]
	$N_{1,Rd} = f_y t_1 b_{eff} / \gamma_{M5}$ ^{a)}
	Porušení boční stěny pásu když $b_1 \geq b_0 - 2t_0$
	$N_{1,Rd} = f_{y0} t_0 (2t_1 + 10t_0) / \gamma_{M5}$
	Prolomení smykem když $b_1 \leq b_0 - 2t_0$
	$N_{1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0}{\sqrt{3}} (2t_1 + 2b_{e,p}) / \gamma_{M5}$
Podélný plech	Porušení povrchu pásu
 $t_1/b_0 \leq 0,2$	$N_{1,Rd} = \frac{k_m f_{y0} t_0^2}{1 - t_1/b_0} \left(2h_1/b_0 + 4\sqrt{1 - t_1/b_0} \right) / \gamma_{M5}$

Obr. ČSN EN 1993-1-8, str.113

-porušení mezipásového prutu

$$N_{1,Rd} = \frac{f_y * t_1 * b_{eff}}{\gamma_{M5}} = \frac{355 * 10^6 * 0,008 * 0,097}{1,00} = 275,48 \text{ kN}$$

$$b_{eff} = \frac{10 * f_{y0} * t_0}{b_0/t_0 * f_{y1} * t_1} * b_1 = \frac{10 * 355 * 15,9}{254/15,9 * 355 * 8} * 97 = 121 \text{ mm} \leq b_1 = 97 \text{ mm}$$

-porušení boční stěny pásu

$$N_{1,Rd} = \frac{f_{y0} * t_0 * (2 * t_1 + 10 * t_0)}{\gamma_{M5}} = \frac{355 * 10^6 * 0,0159 * (2 * 0,0159 + 10 * 0,008)}{1,00} = 631,055 \text{ kN}$$

-prolomení smykem

$$N_{1,Rd} = \frac{f_{y0} * t_0 * (2 * t_1 + 2 * b_{e,p})}{\sqrt{3} * \gamma_{M5}} = \frac{355 * 10^6 * 0,0159 * (2 * 0,008 + 2 * 61)}{\sqrt{3} * 1,00} = 397 \text{ kN}$$

$$b_{e,p} = \frac{10}{b_0/t_0} * b_1 = \frac{10}{254/15,9} * 97 = 61 \text{ mm} \leq b_1 = 97 \text{ mm}$$

Šroubový spoj M16 8.8, t = 8 mm

-únosnost ve střihu

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v * f_{ub} * A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 * 800 * 10^6 * 157 * 10^{-6}}{1,25} = 60,29 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = 60,29 \geq F_{v,Ed} = 44,21 \text{ kN}$$

-únosnost v otlačení

$$a_b = \min \left\{ \frac{e_1}{3 * d_0}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\} = \min \left\{ \frac{0,05}{3 * 0,018}; \frac{800}{490}; 1,0 \right\} = \min \{0,925; 1,633; 1,0\} = 0,925$$

$$k_1 = \min \left\{ \frac{2,8 * e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \left\{ \frac{2,8 * 0,05}{0,018} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \{6,078; 2,5\} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 * a_b * f_u * d * t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 * 0,925 * 490 * 10^6 * 0,016 * 0,008}{1,25} = 116,03 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = 116,03 \text{ kN} \geq F_{b,Ed} = 44,21 \text{ kN}$$

b) Diagonály

Svar diagonála a plech, a = 3 mm

$$f_{v,wd} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{490 * 10^6 / \sqrt{3}}{0,9 * 1,25} = 251,47 \text{ MPa}$$

$$F'_{w,Rd} = f_{v,wd} * a = 251,47 * 10^6 * 0,003 = 754,4 \text{ kN/m}$$

$$F_{w,Rd} = F_{v,wd} * L_w = 754,4 * 10^3 * 4 * 0,05 = 150,88 \text{ kN}$$

$$F_{w,Ed} = 132,59 \text{ kN} \leq F_{w,Rd} = 150,88 \text{ kN}$$

Svar plech dolní pás, a = 3 mm

$$f_{v,wd} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{490 * 10^6 / \sqrt{3}}{0,9 * 1,25} = 251,47 \text{ MPa}$$

$$F'_{w,Rd} = f_{v,wd} * a = 251,47 * 10^6 * 0,003 = 754,4 \text{ kN/m}$$

$$F_{w,Rd} = F_{v,wd} * L_w = 754,4 * 10^3 * 4 * 0,05 = 150,88 \text{ kN}$$

$$F_{w,Ed} = 132,59 \text{ kN} \leq F_{w,Rd} = 150,88 \text{ kN}$$

-únosnost svařovaných styčníků spojujících styčnickové plechy s obdélníkovými nebo čtvercovými trubkami

$$b_1 = 0,208 \text{ m}, b_0 = 0,254 \text{ m}$$

$$t_1 = 0,008 \text{ m}, t_0 = 0,0159 \text{ m}$$

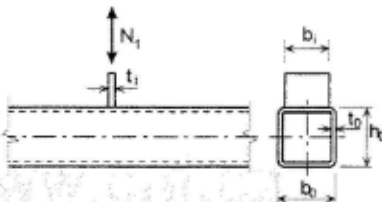
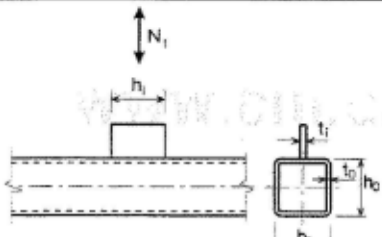
$$\frac{b_1}{b_0} = \frac{208}{254} = 0,819 \geq 0,35$$

$$\frac{b_1}{t_1} = \frac{208}{8} = 26 \leq 35$$

$$\frac{b_0}{t_0} = \frac{254}{15,9} = 15,97 \leq 35$$

$$\frac{h_0}{b_0} = \frac{254}{254} = 1,0 \geq 0,5$$

$$\frac{h_1}{b_1} = \frac{114}{208} = 0,55 \geq 0,5$$

Příčný plech	Porušení mezipásového prutu [$i = 1$]
	$N_{1,Rd} = f_y t_1 b_{eff} / \gamma_{M5}^{*})$
	Porušení boční stěny pásu když $b_1 \geq b_0 - 2t_0$
	$N_{1,Rd} = f_y t_0 (2t_1 + 10t_0) / \gamma_{M5}$
	Prolomění smykem když $b_1 \leq b_0 - 2t_0$
	$N_{1,Rd} = \frac{f_y t_0}{\sqrt{3}} (2t_1 + 2b_{e,p}) / \gamma_{M5}$
Podélný plech	Porušení povrchu pásu
 $t_1/b_0 \leq 0,2$	$N_{1,Rd} = \frac{k_m f_y t_0^2}{1 - t_1/b_0} \left(2h_1/b_0 + 4 \sqrt{1 - t_1/b_0} \right) / \gamma_{M5}$

Obr. ČSN EN 1993-1-8, str.113

-porušení povrchu pásu -

$$k_m = 1,0$$

$$\begin{aligned}
 N_{1,Rd} &= \frac{k_m * f_{y0} * t_0^2}{1 - t_1/b_0} * (2 * \frac{h_1}{b_0} + 4 * \sqrt{1 - \frac{t_1}{b_0}}) / \gamma_{M5} \\
 &= \frac{1,0 * 355 * 10^6 * 0,0159^2}{1 - 0,008/0,254} * (2 * \frac{0,114}{0,254} + 4 * \sqrt{1 - \frac{0,008}{0,254}}) / 1,00 = 447,96 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Šroubový spoj 1xM20 8.8, t=8 mm - diagonály střed

-únosnost ve střihu

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v * f_{ub} * A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 * 800 * 10^6 * 245 * 10^{-6}}{1,25} = 94,08 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = 90,08 \geq F_{v,Ed} = 75,99 \text{ kN}$$

-únosnost v otlačení

$$a_b = \min \left\{ \frac{e_1}{3 * d_0}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\} = \min \left\{ \frac{0,05}{3 * 0,022}; \frac{800}{490}; 1,0 \right\} = \min \{0,758; 1,633; 1,0\} = 0,758$$

$$k_1 = \min \left\{ \frac{2,8 * e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \left\{ \frac{2,8 * 0,05}{0,022} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \{4,66; 2,5\} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 * a_b * f_u * d * t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 * 0,758 * 490 * 10^6 * 0,020 * 0,008}{1,25} = 118,85 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = 118,85 \text{ kN} \geq F_{b,Ed} = 75,99 \text{ kN}$$

Šroubový spoj 2xM20 8.8, t=10 mm - diagonály kraj pole 1-4

-únosnost ve střihu

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v * f_{ub} * A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 * 800 * 10^6 * 245 * 10^{-6}}{1,25} = 94,08 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = 2 * 90,08 = 180,16 \text{ kN} \geq F_{v,Ed} = 132,59 \text{ kN}$$

-únosnost v otlačení

$$a_b = \min \left\{ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\} = \min \left\{ \frac{0,05}{3 \cdot 0,022}; \frac{800}{490}; 1,0 \right\} = \min \{0,758; 1,633; 1,0\} = 0,758$$

$$k_1 = \min \left\{ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \left\{ \frac{2,8 \cdot 0,05}{0,022} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \{4,66; 2,5\} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot a_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,758 \cdot 490 \cdot 10^6 \cdot 0,020 \cdot 0,010}{1,25} = 148,57 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = 148,57 \text{ kN} \geq F_{b,Ed} = 132,59 \text{ kN}$$

c) Podélné ztužidlo

Svar podélné ztužidlo a plech, a = 3 mm

$$f_{v,wd} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{490 \cdot 10^6 / \sqrt{3}}{0,9 \cdot 1,25} = 251,47 \text{ MPa}$$

$$F'_{w,Rd} = f_{v,wd} \cdot a = 251,47 \cdot 10^6 \cdot 0,003 = 754,4 \text{ kN/m}$$

$$F_{w,Rd} = F_{v,wd} \cdot L_w = 754,4 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 0,05 = 150,88 \text{ kN}$$

$$F_{w,Ed} = 59,62 \text{ kN} \leq F_{w,Rd} = 150,88 \text{ kN}$$

Svar plech dolní pás, a = 3 mm

$$f_{v,wd} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{490 \cdot 10^6 / \sqrt{3}}{0,9 \cdot 1,25} = 251,47 \text{ MPa}$$

$$F'_{w,Rd} = f_{v,wd} \cdot a = 251,47 \cdot 10^6 \cdot 0,003 = 754,4 \text{ kN/m}$$

$$F_{w,Rd} = F_{v,wd} \cdot L_w = 754,4 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 0,05 = 150,88 \text{ kN}$$

$$F_{w,Ed} = 59,62 \text{ kN} \leq F_{w,Rd} = 150,88 \text{ kN}$$

-únosnost svařovaných styčníků spojujících styčnickové plechy a obdélníkové nebo čtvercové trubky

$$b_1 = 0,190 \text{ m}, b_0 = 0,254 \text{ m}$$

$$t_1 = 0,008 \text{ m}, t_0 = 0,0159 \text{ m}$$

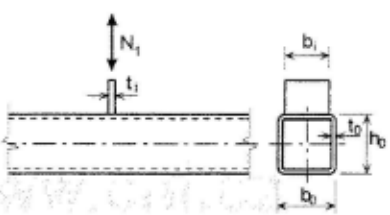
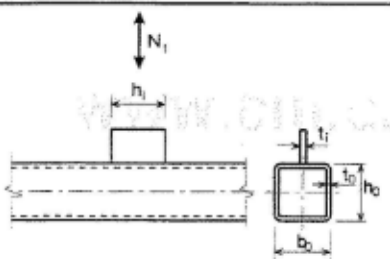
$$\frac{b_1}{b_0} = \frac{190}{254} = 0,75 \geq 0,35$$

$$\frac{b_1}{t_1} = \frac{190}{8} = 23,75 \leq 35$$

$$\frac{b_0}{t_0} = \frac{254}{15,98} = 15,97 \leq 35$$

$$\frac{h_0}{b_0} = \frac{254}{254} = 1,0 \geq 0,5$$

$$\frac{h_1}{b_1} = \frac{150}{190} = 0,79 \geq 0,5$$

Příčný plech	Porušení mezipásového prutu [$i = 1$]
	$N_{1,Rd} = f_y t_1 b_{eff} / \gamma_{M5}$ ^{a)}
	Porušení boční stěny pásu když $b_1 \geq b_0 - 2t_0$
	$N_{1,Rd} = f_{y0} t_0 (2t_1 + 10t_0) / \gamma_{M5}$
	Prolomení smykem když $b_1 \leq b_0 - 2t_0$
	$N_{1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0}{\sqrt{3}} (2t_1 + 2b_{e,p}) / \gamma_{M5}$
Podélný plech	Porušení povrchu pásu
 $t_1/b_0 \leq 0,2$	$N_{1,Rd} = \frac{k_m f_{y0} t_0^2}{1 - t_1/b_0} \left(2h_1/b_0 + 4\sqrt{1 - t_1/b_0} \right) / \gamma_{M5}$

Obr. ČSN EN 1993-1-8, str. 113

-porušení mezipásovového prutu

$$N_{1,Rd} = \frac{f_y * t_1 * b_{eff}}{\gamma_{M5}} = \frac{355 * 10^6 * 0,008 * 0,190}{1,00} = 539,6 \text{ kN}$$

$$b_{eff} = \frac{10 * f_{y0} * t_0}{b_0/t_0 * f_{y1} * t_1} * b_1 = \frac{10 * 355 * 15,9}{254/15,9 * 355 * 8} * 190 = 236 \text{ mm} \leq b_1 = 190 \text{ mm}$$

-porušení boční stěny pásu

$$N_{1,Rd} = \frac{f_{y0} * t_0 * (2 * t_1 + 10 * t_0)}{\gamma_{M5}} = \frac{355 * 10^6 * 0,0159 * (2 * 0,0159 + 10 * 0,008)}{1,00} = 631,055 \text{ kN}$$

-prolomení smykem

$$N_{1,Rd} = \frac{f_{y0} * t_0 * (2 * t_1 + 2 * b_{e,p})}{\sqrt{3} * \gamma_{M5}} = \frac{355 * 10^6 * 0,0159 * (2 * 0,008 + 2 * 0,119)}{\sqrt{3} * 1,00} = 827 \text{ kN}$$

$$b_{e,p} = \frac{10}{b_0/t_0} * b_1 = \frac{10}{254/15,9} * 190 = 119 \text{ mm} \leq b_1 = 190 \text{ mm}$$

Šroubový spoj 1xM16 8.8, t = 8 mm

-únosnost ve střihu

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v * f_{ub} * A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 * 800 * 10^6 * 157 * 10^{-6}}{1,25} = 60,29 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = 60,29 \geq F_{v,Ed} = 59,62 \text{ kN}$$

-únosnost v otlačení

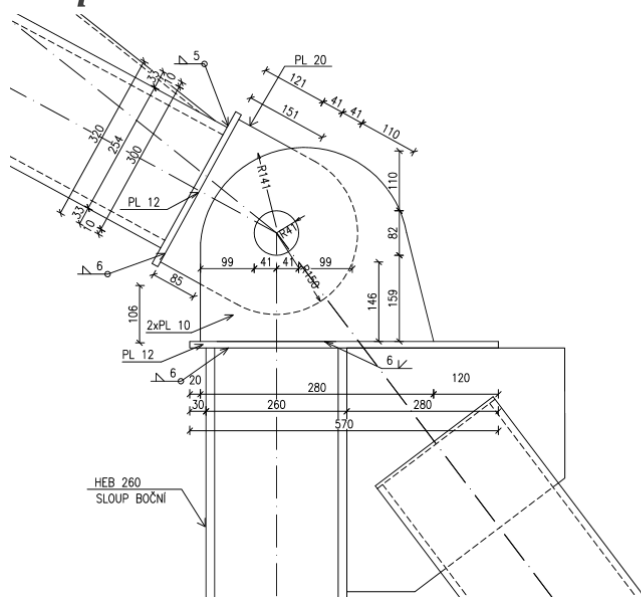
$$a_b = \min \left\{ \frac{e_1}{3 * d_0}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\} = \min \left\{ \frac{0,05}{3 * 0,018}; \frac{800}{490}; 1,0 \right\} = \min \{0,925; 1,633; 1,0\} = 0,925$$

$$k_1 = \min \left\{ \frac{2,8 * e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \left\{ \frac{2,8 * 0,05}{0,018} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \{6,078; 2,5\} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 * a_b * f_u * d * t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 * 0,925 * 490 * 10^6 * 0,016 * 0,008}{1,25} = 116,03 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = 116,03 \text{ kN} \geq F_{b,Ed} = 59,62 \text{ kN}$$

Detail 2 – Čep sloup vazník



Čep

$F_{Ed} = 799,6 \text{ kN}$

$t_1 = 20 \text{ mm}$

$t_1 = 10 \text{ mm}$

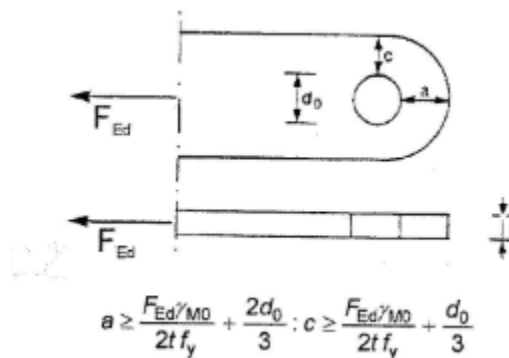
$d = 80 \text{ mm}$, $A = 0,00503 \text{ m}^2$, $W_{el} = 5,027 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$

$d_0 = 82 \text{ mm}$

$f_{up} = 490 \text{ MPa}$

$f_{yp} = f_y = 355 \text{ MPa}$

$\gamma_{M0} = 1,00$, $\gamma_{M2} = 1,25$



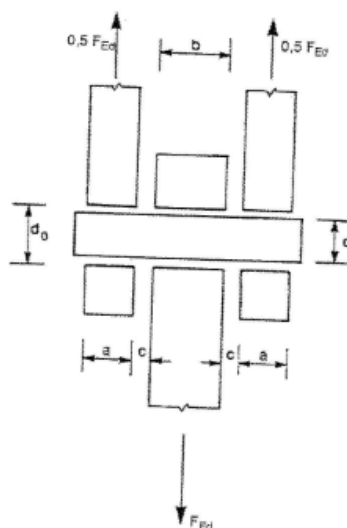
Obr. ČSN EN 1993-1-8, str.39

$$a \geq \frac{F_{Ed} * \gamma_{M0}}{2 * t * f_y} + \frac{2 * d_0}{3} = \frac{795 * 10^3 * 1,0}{2 * 0,02 * 355 * 10^6} + \frac{2 * 0,082}{3} = 0,110 \text{ m}$$

$$a = 110 \text{ mm}$$

$$c \geq \frac{F_{Ed} * \gamma_{M0}}{2 * t * f_y} + \frac{d_0}{3} = \frac{795 * 10^3 * 1,0}{2 * 0,02 * 355 * 10^6} + \frac{0,082}{3} = 0,083 \text{ m}$$

$$c = 90 \text{ mm}$$



Obr. ČSN EN 1993-1-8, str.40

$$a=t_1= 10 \text{ mm}$$

$$b=t_2= 20 \text{ mm}$$

$$c = 2 \text{ mm}$$

-únosnost ve stříhu

$$F_{v,Rd} = 0,6 * A * \frac{f_{up}}{\gamma_{M2}} = 0,6 * 0,00503 * \frac{490 * 10^6}{1,25} = 1182,24 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = 1182,24 \text{ kN} \geq F_{v,Ed} = 799,6 \text{ kN}$$

-únosnost plechu a čepu v otláčení

$$F_{b,Rd} = 1,5 * t * d * \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 1,5 * 0,02 * 0,08 * 355 * \frac{10^6}{1,00} = 852,00 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = 852,00 \text{ kN} \geq F_{b,Ed} = 799,6 \text{ kN}$$

-únosnost čepu v ohybu

$$M_{Rd} = 1,5 * W_{el} * \frac{f_{yp}}{\gamma_{M0}} = 1,5 * 5,027 * 10^{-5} * 355 * \frac{10^6}{1,00} = 26,77 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = \frac{F_{Ed}}{8} * (b + 4 * c + 2 * a) = \frac{799,6 * 10^3}{8} * (0,02 + 4 * 0,002 + 2 * 0,01) = 4,74 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 26,77 \text{ kNm} \geq M_{Ed} = 4,74 \text{ kNm}$$

-únosnost čepu pro kombinaci stříhu a ohybu

$$\left[\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}}\right]^2 + \left[\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}\right]^2 \leq 1,0$$

$$\left[\frac{4,74}{26,77}\right]^2 + \left[\frac{799,6}{1182,24}\right]^2 = 0,478 \leq 1,0$$

Koutový svar čelní deska dolní pás, a = 5 mm

$$f_{v,wd} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{490 * 10^6 / \sqrt{3}}{0,9 * 1,25} = 251,47 \text{ MPa}$$

$$F'_{w,Rd} = f_{v,wd} * a = 251,47 * 10^6 * 0,005 = 1257,35 \text{ kN/m}$$

$$F_{w,Rd} = F_{v,wd} * L_w = 1257,35 * 10^3 * 4 * 0,254 = 1277,8 \text{ kN}$$

$$F_{w,Ed} = 799,6 \text{ kN} \leq F_{w,Rd} = 1277,8 \text{ kN}$$

Koutový svar plech čepu k čelní desce, a = 6 mm

$$f_{v,wd} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{490 * 10^6 / \sqrt{3}}{0,9 * 1,25} = 251,47 \text{ MPa}$$

$$F'_{w,Rd} = f_{v,wd} * a = 251,47 * 10^6 * 0,006 = 1508,82 \text{ kN/m}$$

$$F_{w,Rd} = F_{v,wd} * L_w = 1508,82 * 10^3 * 0,576 = 868,5 \text{ kN}$$

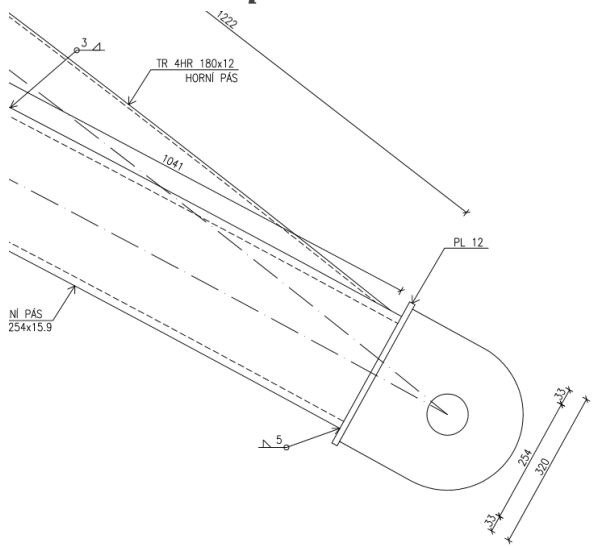
$$F_{w,Ed} = 799,6 \text{ kN} \leq F_{w,Rd} = 868,5 \text{ kN}$$

Posouzení plechu na tah

$$A = 0,3 \cdot 0,02 = 0,006 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{F_{Ed}}{A} = \frac{795 \cdot 10^3}{0,006} = 132,5 \text{ MPa} \leq f_y = 355 \text{ MPa}$$

Detail 3 - Svar horního a dolního pásu



$$\sqrt{[\sigma_{kol}^2 + 3 * (\tau_{kol}^2 + \tau_{rov}^2)]} \leq \frac{f_u}{\beta_w * \gamma_{M2}}$$

$$\sigma_{kol} \leq 0.9 * f_u / \gamma_{M2}$$

$$N_{rov} = \cos \theta * N_{ed} = \cos 10 * 989,88 = 974,84 \text{ kN}$$

$$N_{kol} = \sin \theta * N_{ed} = \sin 10 * 989,88 = 171,89 \text{ kN}$$

$$\tau_{rov} = \frac{N_{rov}}{L_w * a} = \frac{974,84}{1,041 * 0,004} = 156,22 \text{ MPa}$$

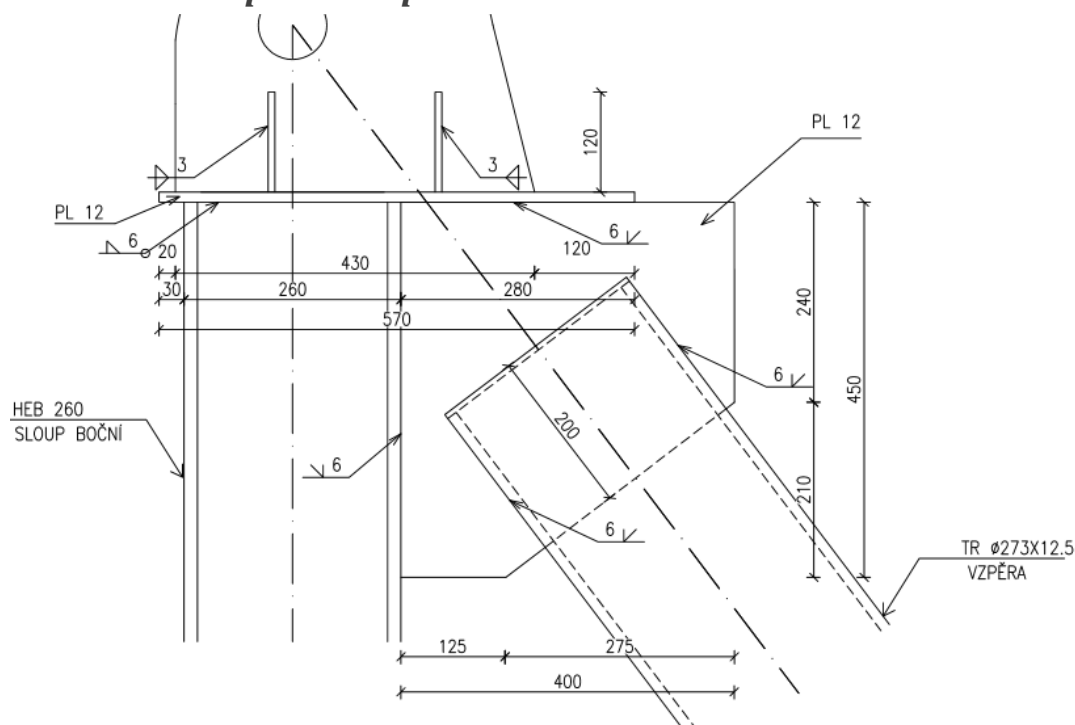
$$\tau_{kol} = \sigma_{kol} = \frac{N_{kol}}{L_w * a * \sqrt{2}} = \frac{171,89}{1,041 * 0,004 * \sqrt{2}} = 19,47 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{[\sigma_{kol}^2 + 3 * (\tau_{kol}^2 + \tau_{rov}^2)]} = \sqrt{[19,47^2 + 3 * (19,47^2 + 156,22^2)]} = 273,37 \text{ MPa}$$

$$\frac{f_u}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{490}{0,9 * 1,25} = 435,76 \text{ MPa}$$

$$273,76 \text{ MPa} \leq 435,76 \text{ MPa}$$

Detail 4 – Svar vzpěra sloup



Tupý svar plechy a sloup, $a = 8 \text{ mm}$

$$L_w = 1,46 \text{ m}$$

$$f_{v,wd} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{490 * 10^6 / \sqrt{3}}{0,9 * 1,25} = 251,47 \text{ MPa}$$

$$F'_{w,Rd} = f_{v,wd} * a = 251,47 * 10^6 * 0,008 = 2011,76 \text{ kN/m}$$

$$F_{w,Rd} = F_{v,wd} * L_w = 2011,76 * 10^3 * 1,46 = 2977,41 \text{ kN}$$

$$F_{w,Ed} = 1980 \text{ kN} \leq F_{w,Rd} = 2977,41 \text{ kN}$$

Svar plechy a vzpěra, $a = 8 \text{ mm}$

$$L_w = 1,2 \text{ m}$$

$$f_{v,wd} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{490 * 10^6 / \sqrt{3}}{0,9 * 1,25} = 251,47 \text{ MPa}$$

$$F'_{w,Rd} = f_{v,wd} * a = 251,47 * 10^6 * 0,008 = 2011,76 \text{ kN/m}$$

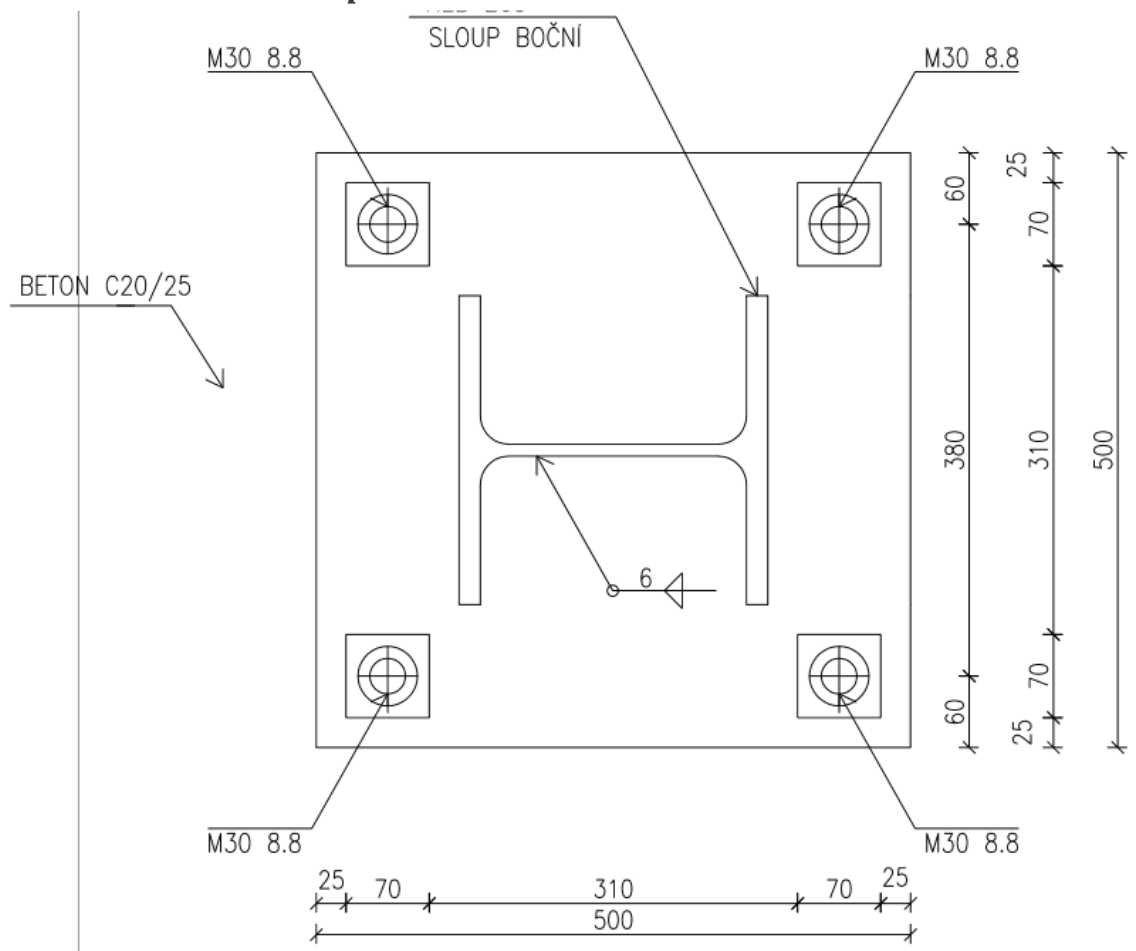
$$F_{w,Rd} = F_{v,wd} * L_w = 2011,76 * 10^3 * 1,0 = 2011,76 \text{ kN}$$

$$F_{w,Ed} = 1980 \text{ kN} \leq F_{w,Rd} = 2011,76 \text{ kN}$$

Plechý na tah

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{1980 * 10^3}{2 * 0,012 * 0,471} = 175,159 \text{ MPa} \leq f_u = 355 \text{ MPa}$$

Detail 5 – Kotvení sloupu



Posouzení kotevních šroubů

Únosnost ve stříhu:

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v * f_{ub} * A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 * 800 * 10^6 * 561 * 10^{-6}}{1,25} = 215,4 \text{ kN}$$

$$4 * F_{v,Rd} = 4 * 215,4 = 861,7 \text{ kN} \geq F_{v,Ed} = 30,79 \text{ kN}$$

Únosnost v otláčení:

$$a_b = \min \left\{ \frac{e_1}{3 * d_0}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\} = \min \left\{ \frac{0,06}{3 * 0,033}; \frac{800}{490}; 1,0 \right\} = \min \{0,61; 1,63; 1,0\} = 0,61$$

$$k_1 = \min \left\{ \frac{2,8 * e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \left\{ \frac{2,8 * 0,060}{0,033} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \{3,39; 2,5\} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 * a_b * f_u * d * t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 * 0,61 * 490 * 10^6 * 0,03 * 0,02}{1,25} = 358,68 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = 358,68 \text{ kN} \geq F_{v,Ed} = 30,79 \text{ kN}$$

Posouzení pro přetržení šroubu

$$M = 60,52 \text{ kNm}$$

$$N = 787,94 \text{ kN}$$

$$V = 30,79 \text{ kN}$$

$$a = 0,56 \text{ m}$$

$$c = \frac{M}{N} = \frac{60,52}{787,94} = 0,0768$$

$$d = 1,5 \text{ m}$$

$$b_b = 0,44 \text{ m}$$

$$x = \xi * d = 1,0 * 1,5 = 1,5 \text{ m}$$

$$r = d - a - \frac{x}{3} = 1,5 - 0,56 - \frac{1,5}{3} = 0,44$$

$$T_b = \frac{N * (c + \frac{d}{2} - a)}{r} = \frac{787,94 * (0,0768 + \frac{1,5}{2} - 0,56)}{0,44} = 481,00 \text{ kN}$$

$$f_{max} = \frac{2 * T_b}{x * b_b} = \frac{2 * 481,00}{1,5 * 1} = 0,641 \text{ MPa} \leq f_{lim} = f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{20}{1,5} = 13,33 \text{ MPa}$$

$$z = T_b - N = 481,00 - 787,94 = 306,94 \text{ kN}$$

$$z_1 = \frac{z}{2} * 1,2 = \frac{306,94}{2} * 1,2 = 184,16 \text{ kN} \dots \text{jeden šroub}$$

$$F_{Rd} = \frac{f_{yb} * A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{640 * 10^6 * 561 * 10^{-6}}{1,25} = 287,23 \text{ kN}$$

$$F_{Rd} = 287,23 \text{ kN} \geq F_{Ed} = 184,16 \text{ kN}$$

Protlačení

$$B_{p,Rd} = 0,6 * \pi * d_m * t_p * \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 0,6 * \pi * 0,05038 * 0,02 * 490 * \frac{10^6}{1,25} = 744,52 \text{ kN}$$

$$B_{p,Rd} = 744,52 \text{ kN} \geq F_{Ed} = 184,16 \text{ kN}$$

Posouzení svar sloup a plech, a = 6 mm

$$L_w = 0,75 \text{ m}$$

$$f_{v,wd} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{490 * 10^6 / \sqrt{3}}{0,9 * 1,25} = 251,47 \text{ MPa}$$

$$F'_{w,Rd} = f_{v,wd} * a = 251,47 * 10^6 * 0,006 = 1508,82 \text{ kN/m}$$

$$F_{w,Rd} = F_{v,wd} * L_w = 1508,82 * 10^3 * 0,75 = 1131,62 \text{ kN}$$

$$F_{w,Ed} = 787,94 \text{ kN} \leq F_{w,Rd} = 1131,62 \text{ kN}$$

Posouzení patního plechu

$$\text{a) } d_{1,min} = 1,73 * e * \sqrt{\frac{f_{max}}{f_y}} = 1,73 * 0,12 * \sqrt{\frac{0,641}{355}} = 0,009 \text{ m}$$

$$\text{b) } d_{2,min} = \alpha_4 * a * \sqrt{\frac{f_{max}}{f_y}} = 0,6 * 0,26 * \sqrt{\frac{0,641}{355}} = 0,007 \text{ m}$$

$$\text{c) } d_{3,min} = \alpha_3 * e * \sqrt{\frac{f}{f_y}} = 0,815 * 0,12 * \sqrt{\frac{0,641}{355}} = 0,007 \text{ m}$$

Posouzení betonu v tlaku

Základ: 1,5 m x 1,5 m

Plech: 0,5 m x 0,5 m

$$a_1 = \min\{a + 2 * a_r; 5 * a; a + h_i; 5 * b_1\} = \min\{1,5; 5 * 0,5; 0,5 + h_i; 5 * 1,5\} = 1,5 \text{ m}$$

$$b_1 = \min\{b + 2 * b_r; 5 * b; b + h_i; 5 * a_1\} = \min\{1,5; 5 * 0,5; 0,5 + h_i; 5 * 1,5\} = 1,5 \text{ m}$$

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 * b_1}{a * b}} = \sqrt{\frac{a_1 * b_1}{a * b}} = 3$$

$$f_j = \frac{0,67 * k_j * f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0,67 * 3 * 20 * 10^6}{1,5} = 26,8 \text{ MPa}$$

$$c = t * \sqrt{\frac{f_y}{3 * f_j * \gamma_{M0}}} = 0,02 * \sqrt{\frac{355}{3 * 26,8 * 1,00}} = 0,042 \text{ m}$$

$$A_{eff} = (18 + 2 * 42) * (260 + 2 * 42) * 2 + (260 - 2 * 15 - 2 * 42) * (10 + 2 * 42) \\ = 83900 \text{ mm}^2$$

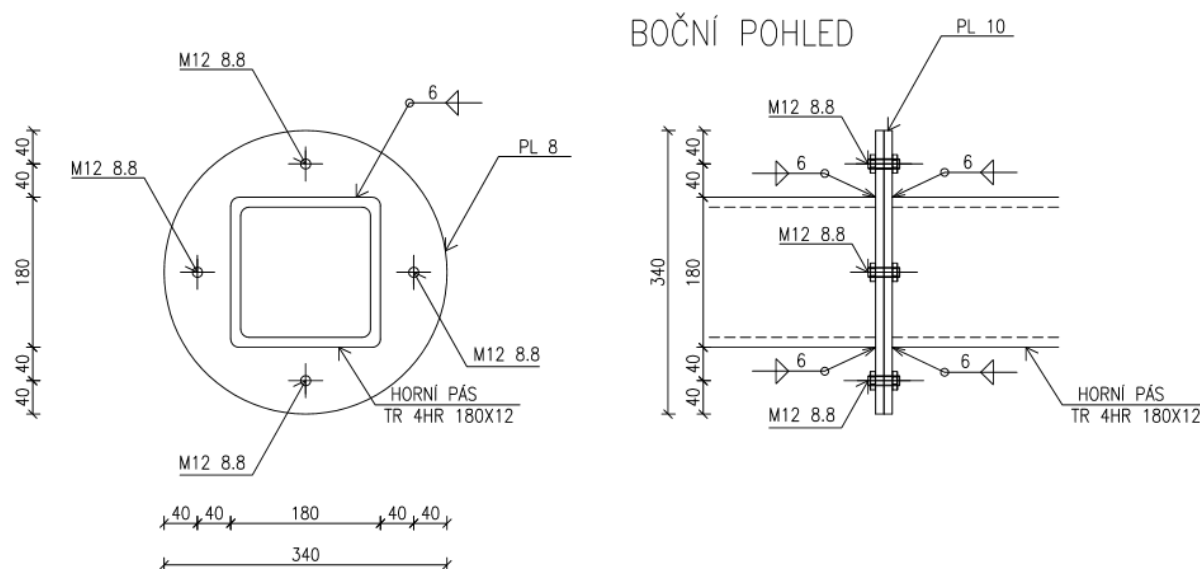
$$A_{eff} * f_j = 83900 * 26,8 = 2248,5 \text{ kN} \geq 787,94 \text{ kN}$$

Vytažení lepeného šroubu

$$F_{Rd} = \frac{\pi * d * l_k * \tau}{\gamma_{Mp}} = \frac{\pi * 0,03 * 0,8 * 3,5 * 10^6}{2,16} = 122,17 \text{ kN}$$

$$F_{Rd} = 2 * 122,17 \text{ kN} \geq \frac{60,52}{0,25} = 242,08 \text{ kN}$$

Detail 6 – Montážní spoj horní pás



Ned=18,77 kN, -429,41 kN

Med=0,47 kNm

Ved=10,61 kN

Svar čelní deska horní pás

$$L_w = 0,72 \text{ m}$$

$$f_{v,wd} = \frac{f_u/\sqrt{3}}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{490 * 10^6/\sqrt{3}}{0,9 * 1,25} = 251,47 \text{ MPa}$$

$$F'_{w,Rd} = f_{v,wd} * a = 251,47 * 10^6 * 0,006 = 1508,82 \text{ kN/m}$$

$$F_{w,Rd} = F_{v,wd} * L_w = 1508,82 * 10^3 * 0,72 = 1086,35 \text{ kN}$$

$$F_{w,Ed} = 429,41 \text{ kN} \leq F_{w,Rd} = 1086,35 \text{ kN}$$

Šrouby 4xM12 8.8, t = 10 mm

-únosnost na tah

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 * f_{ub} * A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 * 800 * 10^6 * 84,3 * 10^{-6}}{1,25} = 48,56 \text{ kN}$$

$$4 * F_{t,Rd} = 4 * 48,56 = 194,24 \text{ kN} \geq F_{t,Ed} = 18,77 \text{ kN}$$

-vliv páčení

e = 40 mm, m = 40 mm, n = 40 mm

$$l_{ef} = 2 * \pi * m = 2 * \pi * 0,04 = 0,2512 \text{ m}$$

Porušení 1:

$$F_{t1,Rd} = \frac{4 * M_{pl,1}}{m} = \frac{4 * 2229}{0,04} = 222,9 \text{ kN}$$

$$M_{pl,1} = \frac{1}{4} * l_{ef} * t^2 * \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1}{4} * 0,2512 * 0,01^2 * 355 * \frac{10^6}{1,0} = 2,229 \text{ kNm}$$

Porušení 2:

$$F_{t2,Rd} = \frac{2 * M_{pl,2} + n * \Sigma F_{t,Rd}}{m + n} = \frac{2 * 2,229 + 0,04 * 48,560}{0,04 + 0,04} = 80,00 \text{ kN}$$

$$M_{pl,1} = \frac{1}{4} * l_{ef} * t^2 * \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1}{4} * 0,2512 * 0,01^2 * 355 * \frac{10^6}{1,0} = 2,229 \text{ kNm}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 * f_{ub} * A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 * 800 * 10^6 * 84,3 * 10^{-6}}{1,25} = 48,56 \text{ kN}$$

Porušení 3:

$$F_{t3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd} = 48,56 \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = 48,56 \text{ kN} \geq F_{t,Ed} = 18,77 \text{ kN}$$

-únosnost ve stříhu

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v * f_{ub} * A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 * 800 * 10^6 * 84,3 * 10^{-6}}{1,25} = 32,37 \text{ kN}$$

$$4 * F_{v,Rd} = 4 * 32,37 \geq F_{v,Ed} = 10,61 \text{ kN}$$

-únosnost v otláčení

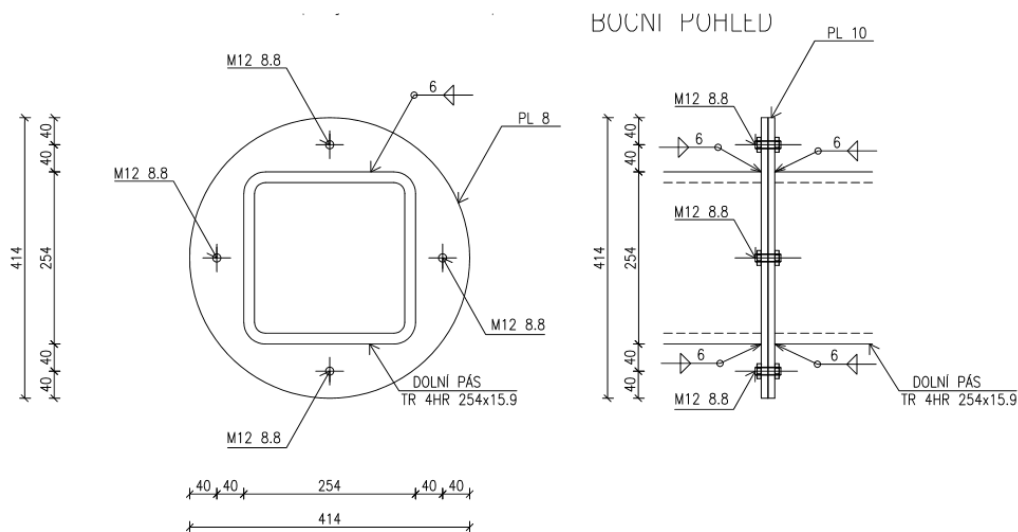
$$a_b = \min \left\{ \frac{e_1}{3 * d_0}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\} = \min \left\{ \frac{0,04}{3 * 0,013}; \frac{800}{490}; 1,0 \right\} = \min \{1,026; 1,633; 1,0\} = 1,0$$

$$k_1 = \min \left\{ \frac{2,8 * e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \left\{ \frac{2,8 * 0,04}{0,013} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \{6,915; 2,5\} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 * a_b * f_u * d * t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 * 1,0 * 490 * 10^6 * 0,012 * 0,010}{1,25} = 117,6 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = 117,6 \text{ kN} \geq F_{b,Ed} = 10,61 \text{ kN}$$

Detail 7 – Montážní spoj dolní pás



Svar čelní deska dolní pás

$$L_w = 1,016 \text{ m}$$

$$f_{v,wd} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{490 * 10^6 / \sqrt{3}}{0,9 * 1,25} = 251,47 \text{ MPa}$$

$$F'_{w,Rd} = f_{v,wd} * a = 251,47 * 10^6 * 0,006 = 1508,82 \text{ kN/m}$$

$$F_{w,Rd} = F_{v,wd} * L_w = 1508,82 * 10^3 * 1,016 = 1532,13 \text{ kN}$$

$$F_{w,Ed} = 545,17 \text{ kN} \leq F_{w,Rd} = 1532,13 \text{ kN}$$

Šrouby 4xM12 8.8, t = 10 mm

-únosnost ve střihu

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v * f_{ub} * A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 * 800 * 10^6 * 84,3 * 10^{-6}}{1,25} = 32,37 \text{ kN}$$

$$4 * F_{v,Rd} = 4 * 32,37 \geq F_{v,Ed} = 7,45 \text{ kN}$$

-únosnost v otláčení

$$a_b = \min \left\{ \frac{e_1}{3 * d_0}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\} = \min \left\{ \frac{0,04}{3 * 0,013}; \frac{800}{490}; 1,0 \right\} = \min \{1,026; 1,633; 1,0\} = 1,0$$

$$k_1 = \min \left\{ \frac{2,8 * e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \left\{ \frac{2,8 * 0,04}{0,013} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \{6,915; 2,5\} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 * a_b * f_u * d * t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 * 1,0 * 490 * 10^6 * 0,012 * 0,010}{1,25} = 117,6 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = 117,6 \text{ kN} \geq F_{b,Ed} = 7,45 \text{ kN}$$

Posouzení dalších spojů

Připojení vodorovných svislic, diagonál hornímu pásu vazníku

a) Svislice

Svar svislice a plech, a = 3 mm

$$F_{w,Rd} = t * L_{w,s} * (0,9 - 0,45 * L_{w,s}) * f_u / \gamma_{M2}$$

$$F_{w,Rd} = 0,002 * 0,05 * (0,9 - 0,45 * 0,05) * \frac{490 * 10^6}{1,25} = 34,39 \text{ kN}$$

$$4 * F_{w,Rd} = 4 * 34,39 = 137,56 \text{ kN} \geq 53,93 \text{ kN}$$

Svar plech dolní pás, a = 3 mm

$$f_{v,wd} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{490 * 10^6 / \sqrt{3}}{0,9 * 1,25} = 251,47 \text{ MPa}$$

$$F'_{w,Rd} = f_{v,wd} * a = 251,47 * 10^6 * 0,003 = 754,4 \text{ kN/m}$$

$$F_{w,Rd} = F_{v,wd} * L_w = 754,4 * 10^3 * 4 * 0,05 = 150,88 \text{ kN}$$

$$F_{w,Ed} = 53,93 \text{ kN} \leq F_{w,Rd} = 150,88 \text{ kN}$$

Šroubový spoj M20 8.8, $t = 8 \text{ mm}$

-únosnost v tahu:

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 * f_{ub} * A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 * 800 * 10^6 * 245 * 10^{-6}}{1,25} = 141,12 \text{ kN}$$

$$F_{t,Ed} = 16,53 \text{ kN} \leq F_{t,Rd} = 141,12 \text{ kN}$$

-únosnost v protlačení:

$$B_{p,Rd} = 0,6 * \pi * d_m * t_p * \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 0,6 * \pi * 32,3 * 10^{-3} * 0,008 * 490 * \frac{10^6}{1,25} = 190,93 \text{ kN}$$

$$F_{Ed} = 16,53 \text{ kN} \leq B_{p,Rd} = 190,93 \text{ kN}$$

-kombinace stříhu a tahu:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 * F_{t,Rd}} = \frac{53,93}{94,08} + \frac{16,53}{1,4 * 141,12} = 0,66 \leq 1,0$$

-únosnost ve stříhu

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v * f_{ub} * A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 * 800 * 10^6 * 245 * 10^{-6}}{1,25} = 94,08 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = 94,08 \geq F_{v,Ed} = 53,93 \text{ kN}$$

-únosnost v otláčení

$$a_b = \min \left\{ \frac{e_1}{3 * d_0}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\} = \min \left\{ \frac{0,05}{3 * 0,022}; \frac{800}{490}; 1,0 \right\} = \min \{0,925; 1,633; 1,0\} = 0,758$$

$$k_1 = \min \left\{ \frac{2,8 * e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \left\{ \frac{2,8 * 0,05}{0,022} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \{6,078; 2,5\} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 * a_b * f_u * d * t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 * 0,758 * 490 * 10^6 * 0,020 * 0,008}{1,25} = 118,85 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = 118,85 \text{ kN} \geq F_{b,Ed} = 53,93 \text{ kN}$$

b) Diagonály

Svar diagonála a plech, $a = 3 \text{ mm}$

$$f_{v,wd} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{490 * 10^6 / \sqrt{3}}{0,9 * 1,25} = 251,47 \text{ MPa}$$

$$F'_{w,Rd} = f_{v,wd} * a = 251,47 * 10^6 * 0,003 = 754,4 \text{ kN/m}$$

$$F_{w,Rd} = F_{v,wd} * L_w = 754,4 * 10^3 * 4 * 0,05 = 150,88 \text{ kN}$$

$$F_{w,Ed} = 53,02 \text{ kN} \leq F_{w,Rd} = 150,88 \text{ kN}$$

Svar plech dolní pás, $a = 3 \text{ mm}$

$$f_{v,wd} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{490 * 10^6 / \sqrt{3}}{0,9 * 1,25} = 251,47 \text{ MPa}$$

$$F'_{w,Rd} = f_{v,wd} * a = 251,47 * 10^6 * 0,003 = 754,4 \text{ kN/m}$$

$$F_{w,Rd} = F_{v,wd} * L_w = 754,4 * 10^3 * 4 * 0,05 = 150,88 \text{ kN}$$

$$F_{w,Ed} = 53,02 \text{ kN} \leq F_{w,Rd} = 150,88 \text{ kN}$$

Šroubový spoj 1xM20 8.8, $t=8 \text{ mm}$ - diagonály střed

-únosnost ve střihu

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v * f_{ub} * A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 * 800 * 10^6 * 245 * 10^{-6}}{1,25} = 94,08 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = 90,08 \geq F_{v,Ed} = 53,02 \text{ kN}$$

-únosnost v otlačení

$$a_b = \min \left\{ \frac{e_1}{3 * d_0}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\} = \min \left\{ \frac{0,05}{3 * 0,022}; \frac{800}{490}; 1,0 \right\} = \min \{0,758; 1,633; 1,0\} = 0,758$$

$$k_1 = \min \left\{ \frac{2,8 * e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \left\{ \frac{2,8 * 0,05}{0,022} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \{4,66; 2,5\} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 * a_b * f_u * d * t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 * 0,758 * 490 * 10^6 * 0,020 * 0,008}{1,25} = 118,85 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = 118,85 \text{ kN} \geq F_{b,Ed} = 53,02 \text{ kN}$$

Čep vazník

$$F_{Ed} = 1513 \text{ kN}$$

$$t_1 = 40 \text{ mm}$$

$$t_1 = 20 \text{ mm}$$

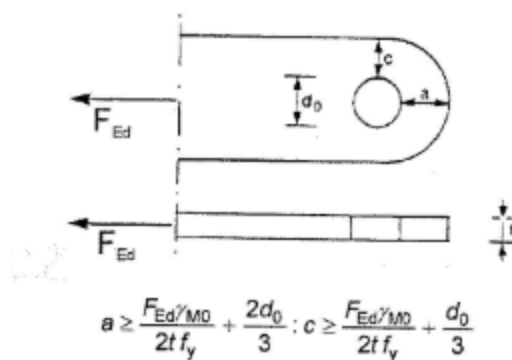
$$d = 95 \text{ mm}, A = 0,00709 \text{ m}^2, W_{el} = 8,41 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$d_0 = 97 \text{ mm}$$

$$f_{up} = 490 \text{ MPa}$$

$$f_{yp} = f_y = 355 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} = 1,00, \gamma_{M2} = 1,25$$



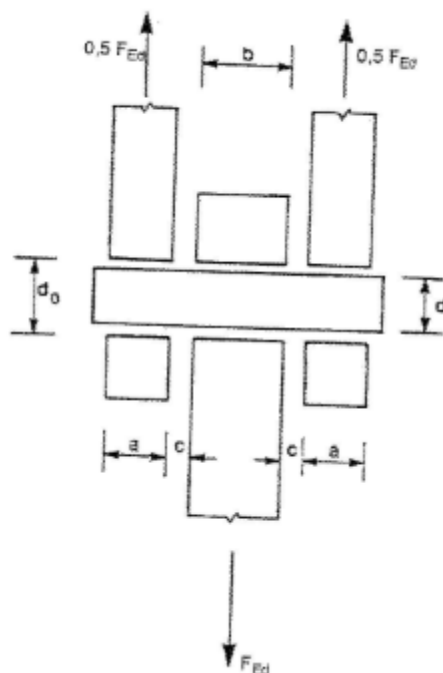
Obr. ČSN EN 1993-1-8, str.39

$$a \geq \frac{F_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{2 \cdot d_0}{3} = \frac{1513 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{2 \cdot 0,04 \cdot 355 \cdot 10^6} + \frac{2 \cdot 0,097}{3} = 0,118 \text{ m}$$

$$a = 130 \text{ mm}$$

$$c \geq \frac{F_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{d_0}{3} = \frac{1513 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{2 \cdot 0,04 \cdot 355 \cdot 10^6} + \frac{0,097}{3} = 0,086 \text{ m}$$

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



Obr. ČSN EN 1993-1-8, str.40

$a=t_1=20\text{ mm}$

$b=t_2=40\text{ mm}$

$c=2\text{ mm}$

-únosnost ve stříhu

$$F_{v,Rd} = 0,6 * A * \frac{f_{up}}{\gamma_{M2}} = 0,6 * 0,00709 * \frac{490 * 10^6}{1,25} = 1667\text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = 1667\text{ kN} \geq F_{v,Ed} = 1513\text{ kN}$$

-únosnost plechu a čepu v otláčení

$$F_{b,Rd} = 1,5 * t * d * \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 1,5 * 0,04 * 0,095 * 355 * \frac{10^6}{1,00} = 2023,5\text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = 2023\text{ kN} \geq F_{b,Ed} = 1513\text{ kN}$$

-únosnost čepu v ohybu

$$M_{Rd} = 1,5 * W_{el} * \frac{f_{yp}}{\gamma_{M0}} = 1,5 * 8,42 * 10^{-5} * 355 * \frac{10^6}{1,00} = 44,281\text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = \frac{F_{Ed}}{8} * (b + 4 * c + 2 * a) = \frac{1513 * 10^3}{8} * (0,04 + 4 * 0,002 + 2 * 0,02) = 16,643 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 26,77 \text{ kNm} \geq M_{Ed} = 4,74 \text{ kNm}$$

-únosnost čepu pro kombinaci stříhu a ohybu

$$\left[\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}}\right]^2 + \left[\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}\right]^2 \leq 1.0$$

$$\left[\frac{16,643}{26,77}\right]^2 + \left[\frac{1513}{1667}\right]^2 = 0,96 \leq 1.0$$

Koutový svar čelní deska dolní pás, a = 6 mm

$$f_{v,wd} = \frac{f_u/\sqrt{3}}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{490 * 10^6/\sqrt{3}}{0,9 * 1,25} = 251,47 \text{ MPa}$$

$$F'_{w,Rd} = f_{v,wd} * a = 251,47 * 10^6 * 0,006 = 1508,82 \text{ kN/m}$$

$$F_{w,Rd} = F_{v,wd} * L_w = 1257,35 * 10^3 * 4 * 0,254 = 1532,96 \text{ kN}$$

$$F_{w,Ed} = 1513 \text{ kN} \leq F_{w,Rd} = 1532,96 \text{ kN}$$

Koutový svar plech čepu k čelní desce, a = 8 mm

$$f_{v,wd} = \frac{f_u/\sqrt{3}}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{490 * 10^6/\sqrt{3}}{0,9 * 1,25} = 251,47 \text{ MPa}$$

$$F'_{w,Rd} = f_{v,wd} * a = 251,47 * 10^6 * 0,008 = 2011,76 \text{ kN/m}$$

$$F_{w,Rd} = F_{v,wd} * L_w = 1508,82 * 10^3 * 0,7 = 1408,232 \text{ kN}$$

$$F_{w,Ed} = 1513 \text{ kN} \leq F_{w,Rd} = 1408,232 \text{ kN}$$

Posouzení plechu na tah

$$A = 0,3 * 0,02 = 0,006 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{F_{Ed}}{A} = \frac{795 * 10^3}{0,006} = 132,5 \text{ MPa} \leq f_y = 355 \text{ MPa}$$

Kotvení vazník (vlevo)

Ned = 915,39 kN

Ved = 1208,13 kN

Posouzení kotevních šroubů

Únosnost ve střihu:

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v * f_{ub} * A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 * 800 * 10^6 * 561 * 10^{-6}}{1,25} = 215,4 \text{ kN}$$

$$6 * F_{v,Rd} = 6 * 215,4 = 1292,4 \text{ kN} \geq F_{v,Ed} = 1208,13 \text{ kN}$$

Únosnost v otláčení:

$$a_b = \min \left\{ \frac{e_1}{3 * d_0}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\} = \min \left\{ \frac{0,06}{3 * 0,033}; \frac{800}{490}; 1,0 \right\} = \min \{0,61; 1,63; 1,0\} = 0,61$$

$$k_1 = \min \left\{ \frac{2,8 * e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \left\{ \frac{2,8 * 0,060}{0,033} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \{3,39; 2,5\} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 * a_b * f_u * d * t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 * 0,61 * 490 * 10^6 * 0,03 * 0,02}{1,25} = 405,6 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = 3 * 405,6 \text{ kN} = 1216,8 \text{ kN} \geq F_{v,Ed} = 1208,13 \text{ kN}$$

Posouzení patního plechu

$$a) \quad d_{1,min} = 1,73 * e * \sqrt{\frac{f_{max}}{f_y}} = 1,38 * 0,12 * \sqrt{\frac{3,66}{355}} = 0,019 \text{ m}$$

$$b) \quad d_{2,min} = \alpha_4 * a * \sqrt{\frac{f_{max}}{f_y}} = 0,6 * 0,125 * \sqrt{\frac{3,66}{355}} = 0,009 \text{ m}$$

$$c) \quad d_{3,min} = \alpha_3 * a * \sqrt{\frac{f}{f_y}} = 0,815 * 0,125 * \sqrt{\frac{3,66}{355}} = 0,015 \text{ m}$$

Posouzení betonu v tlaku

Základ: 1,5 m x 1,5 m

Plech: 0,6 m x 0,4 m

$$a_1 = \min \{a + 2 * a_r; 5 * a; a + h_i; 5 * b_1\} = \min \{1,5; 5 * 0,5; 0,5 + h_i; 5 * 1,5\} = 1,5 \text{ m}$$

$$b_1 = \min \{b + 2 * b_r; 5 * b; b + h_i; 5 * a_1\} = \min \{1,5; 5 * 0,5; 0,5 + h_i; 5 * 1,5\} = 1,5 \text{ m}$$

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 * b_1}{a * b}} = \sqrt{\frac{a_1 * b_1}{a * b}} = 3$$

$$f_j = \frac{0,67 * k_j * f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0,67 * 3 * 20 * 10^6}{1,5} = 26,8 \text{ MPa}$$

$$c = t * \sqrt{\frac{f_y}{3 * f_j * \gamma_{M0}}} = 0,02 * \sqrt{\frac{355}{3 * 26,8 * 1,00}} = 0,042 \text{ m}$$

$$A_{eff} = (350 + 2 * 42) * (82 + 2 * 42) = 72044 \text{ mm}^2$$

$$A_{eff} * f_j = 72044 * 26,8 = 1930,77 \text{ kN} \geq 915,39 \text{ kN}$$

Kotvení čelní sloupy

Ned= 21,98 kN Tlak

Ved= 27,5 kN

Posouzení kotevních šroubů

Únosnost ve střihu:

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v * f_{ub} * A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 * 800 * 10^6 * 561 * 10^{-6}}{1,25} = 215,4 \text{ kN}$$

$$4 * F_{v,Rd} = 4 * 215,4 = 861,6 \text{ kN} \geq F_{v,Ed} = 27,5 \text{ kN}$$

Únosnost v otláčení:

$$a_b = \min\left\{\frac{e_1}{3 * d_0}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0\right\} = \min\left\{\frac{0,06}{3 * 0,033}; \frac{800}{490}; 1,0\right\} = \min\{0,61; 1,63; 1,0\} = 0,61$$

$$k_1 = \min\left\{\frac{2,8 * e_2}{d_0} - 1,7; 2,5\right\} = \min\left\{\frac{2,8 * 0,060}{0,033} - 1,7; 2,5\right\} = \min\{3,39; 2,5\} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 * a_b * f_u * d * t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 * 0,61 * 490 * 10^6 * 0,03 * 0,02}{1,25} = 358,68 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = 358,68 \text{ kN} \geq F_{v,Ed} = 27,5 \text{ kN}$$

Posouzení patního plechu

$$a) \quad d_{1,min} = 1,73 * e * \sqrt{\frac{f_{max}}{f_y}} = 1,73 * 0,12 * \sqrt{\frac{0,88}{355}} = 0,005 \text{ m}$$

$$b) \quad d_{2,min} = \alpha_4 * a * \sqrt{\frac{f_{max}}{f_y}} = 0,6 * 0,26 * \sqrt{\frac{0,88}{355}} = 0,008 \text{ m}$$

$$c) \quad d_{3,min} = \alpha_3 * e * \sqrt{\frac{f}{f_y}} = 0,815 * 0,12 * \sqrt{\frac{0,88}{355}} = 0,005 \text{ m}$$

Posouzení betonu v tlaku

Základ: 1,0 m x 1,0 m

Plech: 0,25 m x 0,25 m

$$a_1 = \min\{a + 2 * a_r; 5 * a; a + h_i; 5 * b_1\} = \min\{1,0; 5 * 0,5; 0,5 + h_i; 5 * 1,5\} = 1,0 \text{ m}$$

$$b_1 = \min\{b + 2 * b_r; 5 * b; b + h_i; 5 * a_1\} = \min\{1,0; 5 * 0,5; 0,5 + h_i; 5 * 1,5\} = 1,0 \text{ m}$$

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 * b_1}{a * b}} = \sqrt{\frac{a_1 * b_1}{a * b}} = 2$$

$$f_j = \frac{0,67 * k_j * f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0,67 * 2 * 20 * 10^6}{1,5} = 17,87 \text{ MPa}$$

$$c = t * \sqrt{\frac{f_y}{3 * f_j * \gamma_{M0}}} = 0,02 * \sqrt{\frac{355}{3 * 17,87 * 1,00}} = 0,052 \text{ m}$$

$$A_{eff} = (16 + 2 * 52) * (200 + 2 * 52) * 2 + (200 - 2 * 16 - 2 * 52) * (8 + 2 * 52) \\ = 43648 \text{ mm}^2$$

$$A_{eff} * f_j = 43648 * 17,87 = 779,99 \text{ kN} \geq 21, \text{ kN}$$

5 Seznam použitých zkratek a symbolů

Velká písmena

A	plná průřezová plocha šroubu
A	průřezová plocha
A_{ch}	průřezová plocha pásu členěného prutu
A_s	plocha šroubu účinná v tahu
A_w	průřezová plocha stojiny
$B_{P,Rd}$	návrhová smyková únosnost při protlačené hlavě nebo matice šroubu
C_{dir}	součinitel směru
C_e	součinitel expozice
C_{mLT}	součinitel ekvivalentního konstantního momentu
C_{my}	součinitel ekvivalentního konstantního momentu
$C_{0(z)}$	součinitel orografie
$C_{pe,10}$	součinitel tlaku
$C_{r(z)}$	součinitel drsnosti
C_{season}	součinitel ročního období
C_t	tepelný součinitel
$F_{b,Rd}$	návrhová únosnost šroubu v otlacení
F_{Ed}	návrhová působící síla
$F_{t,Rd}$	návrhová únosnost šroubu v tahu
$F_{v,Ed}$	návrhová smyková síla ve šroubu v mezním stavu únosnosti
$F_{v,Rd}$	návrhová únosnost šroubu ve střihu
E	modul pružnosti v tahu a tlaku
G	modul pružnosti ve smyku
I_t	moment setrvačnosti v kroucení
$I_{v(z)}$	intenzita turbulence
I_w	výsečový moment setrvačnosti
I_y	moment setrvačnosti průřezu k ose y
I_z	moment setrvačnosti průřezu k ose z
L	délka svaru
$L_{cr,T}$	vzpěrná délka při vybočení zkroucením
$L_{cr,y}$	kritická vzpěrná délka kolmo k ose y
$L_{cr,z}$	kritická vzpěrná délka kolmo k ose z
L_{min}	minimální délka svaru
$M_{c,Rd}$	návrhová únosnost v ohybu
M_{Ed}	návrhový ohybový moment
M_{Rk}	charakteristická únosnost rozhodujícího průřezu v ohybu
$N_{b,Rd}$	vzpěrná únosnost
N_{cr}	kritická síla
$N_{cr,y}$	pružná kritická síla při rovinném vzpěru k ose y
$N_{cr,z}$	pružná kritická síla při rovinném vzpěru k ose z

N_{Ed}	návrhová hodnota osově síly
$N_{pl,Rd}$	návrhová únosnost neoslabeného průřezu
N_{Rk}	charakteristická únosnost rozhodujícího průřezu při působení osově síly
$N_{t,Rd}$	návrhová únosnost v tahu
$N_{u,Rd}$	návrhová únosnost oslabeného průřezu
V_{Ed}	návrhová smyková síla
$V_{pl,Rd}$	plastická smyková únosnost
$W_{el,y}$	elastický modul průřezu k ose z
$W_{el,z}$	elastický modul průřezu k ose y
$W_{pl,y}$	plastický modul průřezu k ose z
$W_{pl,z}$	elastický modul průřezu k ose y

Malá písmena

a	účinná výška svaru
b	šířka průřezu
d	hloubka konstrukce (délka povrchu rovnoběžného se směrem větru)
d	výška rovné části stojiny
d	jmenovitý průměr šroubu
d_0	průměr otvoru pro šroub
e	excentricita normálové síly
e	vzdálenost šroubu od kraje
f_{cd}	výpočtová hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku
f_{ck}	charakteristická hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku
f_y	mez kluzu
f_u	mez pevnosti
f_{ub}	mez pevnosti materiálu šroubu
h	výška průřezu
h	výška konstrukce
i_y	poloměr setrvačnosti k ose y
i_z	poloměr setrvačnosti k ose z
k_r	součinitel terénu
k_w	součinitel vzpěrné délky
k_{yy}	součinitel interakce
k_{yz}	součinitel interakce
k_z	součinitel vzpěrné délky
k_{zy}	součinitel interakce
k_{zz}	součinitel interakce
l_{eff}	efektivní délka
n	počet stříhových rovin
q_p	maximální hodnota dynamického tlaku větru
s	charakteristická hodnota zatížení sněhem
s_k	základní tíha sněhu
t	tloušťka
$v_{b,0}$	výchozí hodnota základní rychlosti větru

v_m	střední rychlost větru
w	tlak větru
z_0	parametr drsnosti terénu
$z_{0,II}$	parametr drsnosti terénu
z	výška nad zemí
z_{min}	minimální výška

Velká řecká písmena

Φ	hodnota pro výpočet součinitele vzpěrnosti
Φ_{LT}	hodnota pro výpočet součinitele klopení

Malá řecká písmena

α	součinitel
α_1	součinitel imperfekce
α_{LT}	součinitel imperfekce pro klopení
β	součinitel vzpěrné délky
β_w	korelační součinitel pro svary závislý na druhu oceli
γ_{M1}	dílčí součinitel spolehlivosti materiálu
γ_{M2}	dílčí součinitel spolehlivosti pro spoje
δ	průhyb
δ_{max}	maximální hodnota průhybu
ε	součinitel závisející na f_y
κ_{wt}	bezrozměrný parametr kroucení
λ	štíhlost
λ_y	štíhlost k ose y
λ_z	štíhlost k ose z
λ_w	poměrná štíhlost stěny
μ_{cr}	bezrozměrný kritický moment
μ_i	tvarový součinitel zatížení sněhem
π	Ludolfovo číslo
ρ	měrná hmotnost vzduchu
τ	smykové napětí
χ_{LT}	součinitel klopení
χ_y	součinitel vzpěrnosti při rovinném vzpěru k ose y
χ_z	součinitel vzpěrnosti při rovinném vzpěru k ose z

6 Seznam použité literatury

- [1] ČSN EN 1991-1-1 – Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, Praha: ČNI, 2004.
- [2] ČSN EN 1991-1-3 – Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – Zatížení sněhem, Praha: ČNI, 2007.
- [3] ČSN EN 1991-1-4 – Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – Zatížení větrem, Praha: ČNI, 2007.
- [4] ČSN EN 1993-1-1 – Navrhování ocelových konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, Praha: ČNI, 2006.
- [5] ČSN EN 10027 - 1 Systémy označování ocelí část 1: Stavba značek ocel.
- [6] ČSN EN 1993-1-8 – Navrhování ocelových konstrukcí – Navrhování styčníků, Praha: ČNI, 2006.