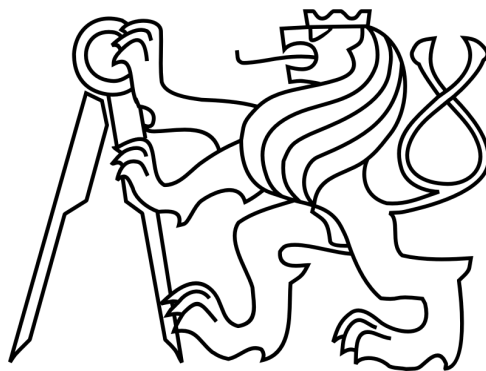


České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



Diplomová práce

Květen 2017

Bc. Jan Mládek



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Bc. Mládek	Jméno: Jan	Osobní číslo: 380950
Zadávací katedra: K134		
Studijní program: SI		
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Konstrukce vstupní haly hlavního nádraží v Plzni	
Název diplomové práce anglicky: Structure of the main station entrance hall in Plzeň	
Pokyny pro vypracování: viz specifikace zadání	
Seznam doporučené literatury: předán osobně	
Jméno vedoucího diplomové práce: J. Dolejš	
Datum zadání diplomové práce: 27.2.2017	Termín odevzdání diplomové práce: 21.5.2017 <small>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</small>
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

27.2.2017	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Bc. Jan Mládek

Název diplomové práce: Konstrukce vstupní haly hlavního nádraží v Plzni

Základní část: ODK podíl: 90 %

Formulace úkolů: Dispoziční řešení, kompletní statický výpočet nosných konstrukcí a detailů na úrovni prováděcí dokumentace, dispoziční výkresy, výkresy hlavních detailů, technická zpráva.

Podpis vedoucího DP: [Podpis] Datum: 27.2.2017

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: KPS podíl: 10 %

Konzultant (jméno, katedra): HANZALOVA

Formulace úkolů: Vypracovat schémata železobetonu a kříže (příz. kříž + výhledy), nos. schodiště obalových a kompletních konstrukcí, a T2

Podpis konzultanta: Datum: 30.3.2017

3. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: Datum:

4. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: Datum:

Poznámka:

Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou součástí diplomové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci. (Vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijní oddělení spolu s 1.stranou zadání již ve 2.týdnu semestru)

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, pouze za odborného vedení vedoucího doc. Dr. Ing Jakuba Dolejše a konzultantky Ing. Lenky Hanzalové, Ph.D.

Dále prohlašuji, že veškeré podklady, ze kterých jsem čerpal, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze dne 21.5.2017

.....*Mládek*.....

podpis

Chtěl bych poděkovat mému vedoucímu diplomové práce doc. Dr. Ing. Jakubu Dolejšovi, za poskytnutí cenných rad, zodpovězení mých dotazů a za celkové vedení při mé diplomové práci.

Konstrukce vstupní haly
hlavního nádraží v Plzni

Structure of the main station
entrance hall in Plzeň

Anotace:

Diplomová práce se zabývá návrhem a statickým posouzením nosných prvků, včetně vybraných spojů a detailů, výkresové dokumentace a technické zprávy pro vstupní halu hlavního nádraží v Plzni. Vstupní hala je otevřený prostor, částečně rozdělený prosklenými stěnami pro nutné zázemí a obchodní plochy. Samotná střešní konstrukce je tvořena třemi střešními rovinami různých sklonů a směrů, tvořící prostorové těleso nepravidelného tvaru. Navržen byl minimální počet sloupů v kombinaci s vysokými svařovanými příhradovými a masivními plnostěnnými vazníky, tak aby tvořili nutnou plochu pro konstrukci úběžníkové střechy. Hlavní konstrukční materiál je ocel S355J2. Pro zpracování diplomové práce byly použity platné normy ČSN EN.

Klíčová slova: *statický výpočet, ocelové konstrukce, zastřešení, prostorový příhradový vazník, mezní stav únosnosti, mezní stav použitelnosti, výkresová dokumentace*

Abstract:

This thesis describes the design and structural analysis of bearing elements, including selected joints and details, drawing documentation and technical report for entrance hall of main hall in Plzen. Entrance hall is open space, partially divided by glass walls, which makes space for necessary background and shopping places. Construction is made by three roof planes with different angles and directions, which give hall a look of irregular spatial shape. Designed was minimum number of columns in combination with high welded trusses and massive thick-walled trusses, so they create surface for construction of roof with vanishing point. The main structural material is steel S355J2. For design thesis were used valid standards ČSN EN.

Keywords: *structural analysis, steel structure, roof, spatial truss beam, ultimate limit state, serviceability limit state, drawing documentation*

Seznam příloh

A. Technická zpráva

B. Architektonicky - stavební řešení

- B.01 – Situace
- B.02 – Půdorysné schéma přízemí (1.NP)
- B.03 – Půdorysné schéma patra (2.NP)
- B.04 – Schématický řez A-A'
- B.05 – Detail A – řešení hrany střechy
- B.06 – Detail B – napojení fasády na terén
- B.07 – Schéma odvodnění střechy
- B.08 – Schéma odvodňovaných ploch
- B.09 – Tabulka skladeb
- B.10 – Tabulka skladeb
- B.11 – Tabulka podlah

C. Stavebně - konstrukční řešení

- C.01 – Statický posudek
- C.02 – 3D pohled
- C.03 – Půdorys střešní konstrukce
- C.04 – Příčné řezy
- C.05 – Podélné řezy
- C.06 – Detaily A-C
- C.07 – Detaily D-E
- C.08 – Detaily F-G
- C.09 – Detaily H-L
- C.10 – Detail M

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

DEPARTMENT OF STEEL AND TIMBER STRUCTURES

KONSTRUKCE VSTUPNÍ HALY HLAVNÍHO NÁDRAŽÍ V PLZNI

STRUCTURE OF THE MAIN STATION ENTRANCE HALL IN PLZEN

A – TECHNICKÁ ZPRÁVA

A – TECHNICAL REPORT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTERS'S THESIS

AUTOR

Bc. Jan Mládek

VEDOUCÍ PRÁCE

doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš

PRAHA 2017

Obsah

1	Základní údaje	3
2	Zatížení	4
2.1	Stálá zatížení	4
2.2	Užitné zatížení	4
2.3	Klimatické zatížení	4
3	Popis konstrukce objektu	4
3.1	Střešní plášť	4
3.2	Vaznice	4
3.3	Příhradové vazníky	5
3.4	Hlavní příhradové vazníky	6
3.5	Sloupy	7
3.6	Ztužidla	8
4	Povrchová úprava konstrukce	8
4.1	Ochrana konstrukce	8
4.2	Protipožární ochrana	8
5	Údržba ocelové konstrukce	8
6	Materiály	9
7	Montážní postup	9
8	Přibližný výkaz materiálu	10
9	Závěr	11
10	Seznam použité literatury	11
11	Seznam použitých zkratk a symbolů	12

1 Základní údaje

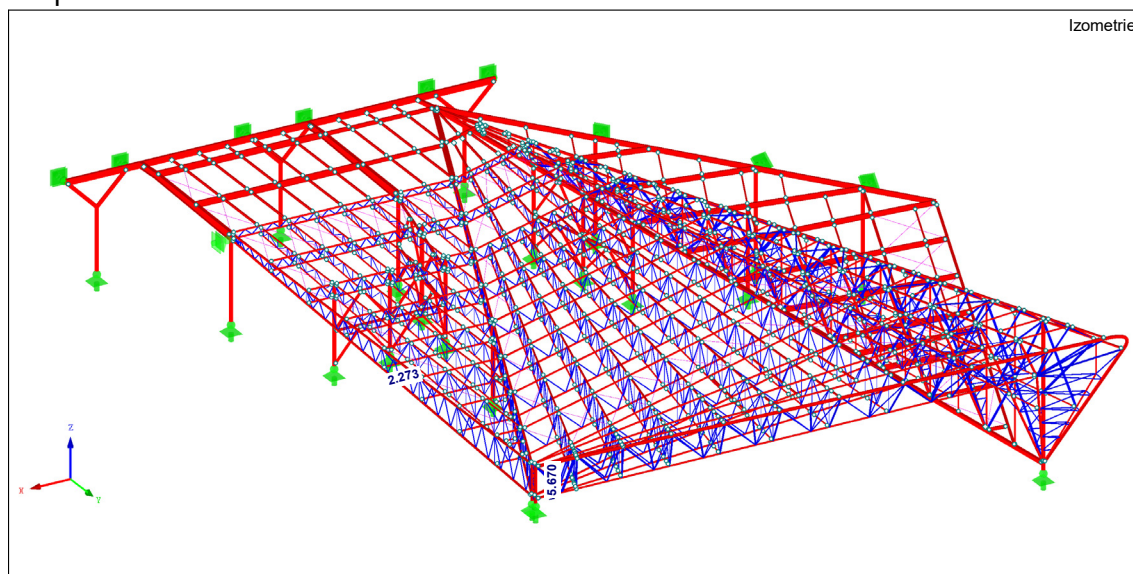
Předmětem řešení diplomové práce je návrh a posouzení střešní konstrukce vstupní haly nového hlavního nádraží v Plzni. Objekt je nepravidelného prostorového tvaru. Celkem se skládá ze tří střešních rovin, každá s jiným tvarem a sklonem. Celková půdorysná velikost řešeného objektu je 145,4 x 92,5 m a výška v nejvyšším bodě konstrukce 29,8 m. Konstrukce je uložena na ocelových sloupech, které jsou kloubově uloženy na betonových základech. Pro konstrukci byla využita hlavně ocel pevnostní třídy S355, dále pak na masivní svařovaný průřez byla použita ocel S235 a táhla byla použita systémová HALFEN DETAN z oceli S460. Konstrukce střechy je navrhnutá na zatížení od podhledu, ale vzhledem k průběžnosti jednotlivých prvků a jejich návaznosti by bylo možné nechat konstrukci odkrytou, bez podhledu.

Konstrukce je opticky rozdělena do třech střešních rovin. Střechy 1 a 2 mají proměnou výšku od 1,0 m do 6,6 m. Jednotlivými prvky konstrukce jsou hlavní příhradové vazníky, ať už jako běžné nebo přechodový prostorový mezi střešou 2 a 3, které prochází celou délkou půdorysu. Ty volně přecházejí vzhledem ke snižující se konstrukční výšce střechy do plnostěnných profilů, které po své délce taktéž mění výšku průřezu. Mezi hlavními vazníky jsou příčně pnuty příhradové střešní vazníky v osových vzdálenostech 10,0 m. Jako vaznice ve střeše s výškou více než 1,0 m jsou použity příhradové, ve snížené části pak plnostěnné svařované profily výšky 340 mm.

Střecha 3, která má po celé ploše jednotnou konstrukční výšku je tvořena běžnými plnostěnnými profily, svařovanými vaznicemi a nosnými fasádními sloupky.

Jelikož je celá konstrukce spojitá, tak jednotlivé střešní vazníky s příhradovými vaznicemi tvoří dvojsměrný rošt, který je po obvodě uložen na hlavních vaznicích. Střecha 1, kde střešní vazníky jsou spojené s prostorovým hlavním vazníkem tvoří spíše rámovou konstrukci, která je kloubově uložena na základech, popřípadě vnitřních sloupech, tvořící obvodovou konstrukci administrativních vestavek.

Rozměry a tvar konstrukce je patrný ze schémat a výkresové dokumentace v příloze.



2 Zatížení

Výpočet jednotlivých zatížení byl proveden podle platných Eurokódů. Pro posouzení bylo vytvořena 9 zatěžovacích stavů, z kterých byli v programu Dlubal RFEM automaticky vytvořeny kombinace, z kterých se poté vybírali nejvíce zatížené prvky pro posouzení. Hodnoty a tvary jednotlivých zatížení byli definovány podle ČSN EN 1991-1.

2.1 Stálá zatížení

Stálou složku zatížení tvoří vlastní tíha konstrukce, která byla generována výpočetním programem na základě průřezových ploch a objemové hmotnosti oceli. Další složky stálého zatížení je střešní plášť a opláštění celé konstrukce, podhledová konstrukce a přitížení sloupů a patrových profilů, které zároveň slouží jako ztužení konstrukce.

2.2 Užitné zatížení

Podle ČSN EN 1991-1-1 spadá střešní konstrukce do kategorie H, to je však omezenou plošnou velikostí a jeho velikost je vůči ostatním zatížením zanedbatelná, proto nebylo dále ve výpočtu zahrnuto. Přitížení sloupů a patrových profilů spadá podle rozdělení objektu do různých kategorií C a D. Hodnota zatížená byla dle tabulek zvolena $5,0 \text{ kN/m}^2$.

2.3 Klimatické zatížení

Stavba se nachází nedaleko současného vlakového nádraží v Plzni, spadá tedy do I. Sněhové a II. větrné oblasti. Zatížení sněhem je tudíž $s_k = 0,7 \text{ kPa}$ a výchozí základní rychlost větru $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$.

3 Popis konstrukce objektu

3.1 Střešní plášť

Střešní plášť je tvořen trapézových plechem TR 206/375 tloušťky 1 mm. Největší rozpon trapézového plechu v čelní části objektu je 6,6 m. Opláštění svislých okrajů střechy je tvořeno plechem TR 100/275 tloušťky 0,75 mm.

3.2 Vaznice

Vaznice přenáší zatížení ze střešního pláště na střešní vazníky. Podle polohy ve střeše mohou být buď plnostěnné nebo příhradové. Příhradové vaznice spolupůsobí se střešními vazníky jako roštová konstrukce. Vaznice s výškou větší než 4,0 m budou montážně svařeny nebo smontovány až na staveništi, jednotlivé prvky budou předem vyrobeny dílensky.

Střecha 1:

Délka příhradových vaznic se pohybuje v rozmezí 10,56 m až 10,00 m, výška příhradových vaznic od 1,0 m až 6,25 m, konec střechy je poté vynesena plnostěnnými svařovanými vaznicemi. Vaznice se zbíhají do úběžníku střech a jejich osová vzdálenost se mění mezi 6,60 m až 2,66 m.

Prvky vaznic: příhradové vaznice: dolní pás: TR 219/6,3; TR 219/11; TR 219/16;
horní pás: JÄCKEL 250x8;
diagonály: TR 140/6,3;
svislice: TR 89/4;
plnostěnné vaznice: svařovaný I průřez IS 340/220/10/16.

Střecha 2:

Délka příhradových vaznic je 10,03 m, výška příhradových vaznic od 1,0 m až 4,5 m, konec střechy je poté vynesena plnostěnnými svařovanými vaznicemi. Vaznice se zbíhají do úběžníku v čele střechy, k příhradovému sloupu. Osová vzdálenost vaznic je 4,54 m.

Prvky vaznic: příhradové vaznice: dolní pás: TR 219/10; TR 219/14;
horní pás: JÄCKEL 180x6;
diagonály: TR 108/5,6;
svislice: TR 89/4;
plnostěnné vaznice: svařovaný I průřez IS 340/220/10/16.

Střecha 3:

Délka plnostěnných vaznic je 8,77 m, popřípadě kratší v případě krajů stření roviny. Výška střechy je konstantní a veškeré vaznice jsou ze svařovaných ocelových profilů IS 340/220/10/16.

3.3 Příhradové vazníky

Vazníky jsou opět podle polohy ve střeše příhradové nebo plnostěnné. Vazníky budou rozděleny na jednotlivé montážní celky o maximální délce 13,64 m. Jednotlivé spoje vazníků jsou řešeny jako šroubové. Vazníky s výškou větší než 4,0 m budou montážně svařeny nebo smontovány až na staveništi, jednotlivé prvky budou předem vyrobeny dílensky.

Střecha 1:

Celková délka vazníků se pohybuje v rozmezí 11,94 m až 71,03 m, výška poté od 1,0 m až 6,25 m. Poslední vazník ve střeše 1 je plnostěnný. Vazníky jsou navrženy v osově vzdálenosti 10,0 m a spojují střechu mezi hlavním prostorovým příhradovým vazníkem a hlavním úžlabním vazníkem.

Prvky vazníků: příhradové vazníky: dolní pás: TR 273/6,3; 273/8; 273/14;
horní pás: TR 273/8; TR 273/14;
diagonály: TR 168/5; 168/12,5; 219/10;
svislice: TR 89/4;
plnostěnné vazníky: HEB 500.

Střecha 2:

Celková délka vazníků se pohybuje v rozmezí 9,09 m až 27,27 m, výška příhradových vaznic od 1,0 m až 4,0 m. Poslední dva vazníky ve střeše 1 jsou plnostěnné. Vazníky jsou navrženy v osově vzdálenosti 10,0 m a spojují střechu hlavním úžlabním a krajním vazníkem.

Prvky vazníků: příhradové vazníky: dolní pás: 273/8; 273/10;
horní pás: TR 273/8;
diagonály: TR 168/5; 168/8;
svislice: TR 89/4;
plnostěnné vazníky: HEM 1000.

Střecha 3:

Vazníky jsou navrženy jako plnostěnné profily. Celková délka vazníků se pohybuje v rozmezí 9,41 m až 77,95 m.

Prvky vazníků: příhradové vazníky: HEM 800; HEB 500.

3.4 Hlavní příhradové vazníky

Hlavní příhradové vazníky protínají celou délku střešní konstrukce a zajišťují návaznosti jednotlivých střešních vazníků. Celkem jsou ve střeše umístěny 3.

Hlavní prostorový vazník:

Hlavní prostorový vazník je svařovaná a šroubovaná konstrukce z mnoha jednotlivých profilů. Celková délka vazníku je 147,73 m. Vazník má trojúhelníkový tvar, kdy v nejvyšším místě zasahuje do celé výšky haly, zde má výšku 27,48 m. Hlavním prvkem vazníku je masivní svařovaný dolní pás, dutého pravoúhlého průřezu. Na ten jsou uchyceny příhradové sloupy vynášející vazníky střechy 1. Sloupy jsou nahoře spojeny trojicí dutých průřezů tak, aby mohl být proveden zaoblený roh konstrukce, zároveň fungují jako horní pás příhradového vazníku. Nejdlejší části montážních celků jsou samostatné prvky diagonál, dlouhé 12,71 m. Dolní pás je rozdělen na kusy dlouhé 11,74 m, které budou montážně svařeny.

Prvky: dolní pás: svařovaný dutý profil TO 600/500/30/40
horní pás: JÄCKEL 250x8, JÄCKLEJ 250x12
střední pás: TR 219/8;
diagonály: TR 356/10; TR 356/12,5; TR 219/6,3; TR 159/5,6;

svislice:	TR 245/6,3;
sloupy:	TR 610/25; TR 356/12,5; TR 356/9; TR 245/10;
části sloupů:	TR 273/10; TR 168/5;
vzpěry:	TR 152/4,5; TR 102/4;

Hlavní úžlabní vazník:

Vazník mezi střechami 1 a 2. Délka příhradové části vazníku je 66,34 m a plnostěnné 21,59 m. V příhradové části je uprostřed vazníku umístěn sloup a rozděluje příhradový dvě části dlouhé 43,17 m. Ty jsou pak rozděleny do 8 samostatných montážních částí, z nichž bude 2 rozebrané a smontované až na stavbě. Nejdelší montážní prvky budou dlouhé 10,80 m.

Prvky vazníku: příhradový vazník:	dolní pás: TR 356/12,5; horní pás: TR 356/12,5; diagonály: TR 194/8; svislice: TR 89/4;
plnostěnný vazník:	svařovaný I průřez s proměnnou výškou IS 1355-1000/600/30/40.

Hlavní okrajový vazník:

Vazník na kraji střechy 2. Délka příhradové části vazníku je 80,23 m a plnostěnné 24,09 m. V přechodu mezi příhradovou a plnostěnnou částí vazníku je umístěn sloup. Samotný příhradový vazník je rozdělen na 8 samostatných montážních částí, z nichž bude 2 rozebrané a smontované až na stavbě. Nejdelší montážní prvky budou dlouhé 12,05 m.

Prvky vazníku: příhradový vazník:	dolní pás: TR 356/8; horní pás: TR 356/; diagonály: TR 159/5;
plnostěnný vazník:	svařovaný I průřez s proměnnou výškou IS 1355-1000/600/30/40.

3.5 Sloupy

V konstrukci jsou umístěny 3 druhy sloupů, hlavní, který je součástí prostorového příhradového nosníku a již byl zmiňován, vnitřní sloupy a rohový příhradový sloup. Vnitřní sloupy jsou profilu TR 610/20 a kromě střešní konstrukce budou vynášet i vnitřní vestavby, popřípadě zatížení od zbylých dilatačních celků nádražní haly. Příhradový sloup je tvořen dvojicí profilů TR 508/25, která jsou spojeny diagonálami profilu TR 127/6,3. Celková výška příhradové sloupu je 5,85 m. Oba hlavní sloupy budou umístěny na vyvýšených masivních základových blocích.

Dále jsou ve fasádě použity svařované fasádní sloupky, rozděleny podle výšky jednotlivých fasád. Fasáda pod střechou 1 dosahuje výšky až 18,5 m, zde budou použity profily svařované duté profily TO 600/120/12/25 v osových vzdálenostech 3,2 m.

Na fasádě pod střechou 2 budou použity dutě profily TO 400/100/12/20 v osových vzdálenostech 2,5 m. Tyto sloupky budou ke střešní konstrukci uchyceny posuvně, tak aby do nic nebyla přenášena osová síla. Fasádní sloupky pod střechou 3 budou dutého profilu TO 450/200/12/20 v osových vzdálenostech 2,86 m, ty budou využity zároveň jako podpory pro vazníky střechy 3.

Veškeré ukotvení sloupů do základu je provedeno jako kloubové.

3.6 Ztužidla

Každá střešní rovina je opatřena ztužidly, střecha 1 a 2 v obou směrech, střecha 3 pak v jednom směru, kdy v druhém směru se uvažuje návaznost na prostorový příhradový vazník. Síly přenášené střešními ztužidly jsou dále přenášeny střešní konstrukcí (roštem) do vnitřních stěnových ztužidel, uchycenými v jednotlivých patrech konstrukce mezi vnitřní sloupy, popřípadě do hlavních sloupů. Ztužidla jsou navržena jako systémové HALFEN DETAN. Všechny ztužidla jsou opatřené napínákem, křížení ztužidel je zajištěno pomocí systémového disku. Pro každou střechu jsou použita ztužidla jiného průměru. Pro střechu 1 - RD36, pro střechu 2 - RD30 a pro střechu 3 - RD42.

Příhradové vaznice jsou uprostřed svého rozpětí na dolním prutu opatřeny táhlem RD20 zajišťující jejich stability, u horního prutu tuto funkci plní trapézový plech.

Vnitřní stěnová ztužidla, sloužící zároveň jako podpora pod průvlaky pater jsou navrženy z profilů HEB 300.

4 Povrchová úprava konstrukce

4.1 Ochrana konstrukce

Ochrana proti korozi a veškeré nátěry budou provedeny podle platných norem ČSN EN ISO 12944 – Nátěrové hmoty. Podle normy patří prostředí vstupní haly do stupně korozní agresivity C2 – nízká. Systém ochrany je navržen jako minimálně 2x základová vrstva a 1x krycí email, minimální celkové tloušťky 120 µm. V místech svařovaných spojů budou nátěry vynechány a vytvořeny až po montáži konstrukce.

4.2 Protipožární ochrana

Protipožární ochrana bude řešena protipožárními nátěry a obklady. Bližší specifikace protipožární ochrany budou upřesněné v stavební části podle požadavků protipožární zprávy.

5 Údržba ocelové konstrukce

Celkový stav konstrukce bude muset být pravidelně kontrolován odborně způsobilou osobou.

Běžná provozní kontrolní prohlídka pouze s použitím jednoduchých pomůcek, kdy se bude kontrolovat poškození prvku a detailů, deformace a stav protikorozi ochrany se bude konat nejméně jednou každých 5 let.

Podrobná provozní kontrolní prohlídka, která budou rozšířením běžné kontrolní prohlídky a bude se týkat například přesného geodetického zaměření nebo defektoskopické kontroly svarů, se bude provádět nejméně jednou za 10 let.

V zimním období je nutná kontrola zatížení střešní konstrukce sněhovou pokrývkou. Výška sněhové pokrývky nesmí přesáhnout návrhovou hodnotu. V případě překročení této výšky je nutné zajistit odklizení sněhu ze střešní roviny.

Podle normy ČSN EN 1090-2 je konstrukce zařazena do třídy provedení EXC3.

6 Materiály

Hlavní nosné prvky jsou z konstrukční ocele třídy S355J2, v případě svařovaného nosníku TO 600/500/30/40 z oceli S235J2. Všechny šroubové spoje jsou pevnostní třídy 8.8. Čepové spoje jsou z oceli S355.

7 Montážní postup

Postup je pouze orientační a bude blíže specifikován technologem. Postup počítá s již předanými prvky betonových konstrukcí základů a opěrných stěn, zároveň i se zhotovenou nosnou vazbou železničního nástupiště. Během celého montážního postupu se počítá s dočasnou stabilizací hlavních nosných vazníků.

1. Uložení jednotlivých sloupů na místo, správné vypořádání a následná ukotvení. Po zakotvení dojde k zhotovení podlití pod styčnickové plechy.
2. Předmontáž jednotlivých vazníků do konstrukčních celků. Pro prostorový vazník svaření dolního pasu a smontování jednotlivých sloupů.
3. Vztyčení a osazení úžlabního vazníku. Pro prostorový vazník bude osazen dolní pás a stěnová ztužidla v místě sloupů.
4. Montáž střechy 1. Postupné ukládání předem smontovaných jednotlivých sloupů na dolní pás prostorového vazníku. Napojování na ně navazujících střešních vazníků a vaznic. Montáž táhel v kompletních polích.
5. Montáž střechy 2. Osazení hlavního okrajového vazníku. Následná montáž střešních vazníků a vaznic po polích jako v předchozím bodě.
6. Osazení a zakotvení fasádních sloupků pod střechou 3, postup stejně jako bod 1.
7. Osazení hlavních plnostěnných vazníků střechy 3. Následná montáž táhel a vaznic. Montáž zaobleného čela čelní vazby.
8. Osazení trapézového plechu a dalších vrstev střešního pláště.

8 Přibližný výkaz materiálu

Hmotnost je odhadnuta na základě systémových délek prutů.

Průřez	Plocha	Hmotnost	Celková délka	Celková plocha	Celková hmotnost
	[m ² /m]	[kg/m]	[m]	[m ²]	[t]
HEB 300	1,73	117,04	261,81	452,94	30,64
HEB 500	2,13	187,30	144,11	306,93	26,99
HEM 800	2,75	317,14	300,21	825,59	95,21
HEM 1000	3,13	348,70	86,36	270,32	30,12
TR 89/3,6	0,28	7,58	21,00	5,88	0,16
TR 89/4	0,28	8,38	1204,95	336,98	10,11
TR 102/4	0,32	9,67	72,12	23,07	0,70
TR 108/5,6	0,34	14,14	410,92	139,45	5,81
TR 127/6,3	0,40	18,75	12,58	5,02	0,24
TR 140/6,3	0,44	20,77	1206,98	530,87	25,07
TR 152/4,5	0,48	16,37	139,98	66,83	2,29
TR 159/5	0,50	18,99	174,97	87,41	3,32
TR 159/5,6	0,50	21,19	189,34	94,55	4,01
TR 168/5	0,53	20,10	1344,83	709,84	27,03
TR 168/8	0,53	31,57	43,16	22,78	1,36
TR 168/12,5	0,53	47,94	206,94	109,23	9,92
TR 194/8	0,61	36,70	177,71	108,29	6,52
TR 219/6,3	0,69	33,05	675,35	464,66	22,32
TR 219/8	0,69	41,63	242,91	167,13	10,11
TR 219/10	0,69	51,54	497,14	342,05	25,62
TR 219/11	0,69	56,43	316,75	217,95	17,87
TR 219/14	0,69	70,78	40,27	27,71	2,85
TR 219/16	0,69	80,10	41,97	28,88	3,36
TR 245/6,3	0,77	37,09	220,97	170,07	8,20
TR 245/10	0,77	57,95	198,50	152,81	11,50
TR 273/6,3	0,86	41,44	233,54	200,32	9,68
TR 273/8	0,86	52,28	621,53	533,01	32,49
TR 273/10	0,86	64,86	275,75	236,51	17,89
TR 273/14	0,86	89,42	514,38	441,17	45,99
TR 356/8	1,12	68,66	160,77	179,82	11,04
TR 356/9	1,12	77,02	151,45	169,38	11,66
TR 356/10	1,12	85,33	320,00	357,90	27,31
TR 356/12,5	1,12	105,89	254,69	284,82	26,97
TR 508/10	1,60	122,81	118,27	188,73	14,53
TR 508/25	1,59	297,51	11,29	18,07	3,36
TR 610/20	1,90	291,23	185,25	351,98	53,95
TR 610/25	1,90	360,31	23,42	44,49	8,44
JÄCKEL 180/6	0,70	32,03	289,91	202,92	9,29
JÄCKEL 250/8	0,97	59,03	1067,70	1038,05	63,36
JÄCKEL 250/12	0,94	84,78	138,14	129,60	11,71
RD 20	0,06	2,46	847,66	53,27	2,09
RD 30	0,09	5,40	287,40	27,02	1,55
RD 36	0,11	7,90	608,74	68,79	4,81
RD 45	0,13	10,70	207,85	27,44	2,22
IS 340/220/10/16	1,54	79,44	502,75	774,24	39,94
IS 1355-1000/600/30/40	4,34	593,46	8,01	34,77	44,01
TO 400/100/12/20	1,00	99,22	133,13	133,13	13,21
TO 400/200/12/20	1,20	130,62	98,00	117,60	12,80
TO 600/120/12/25	1,44	150,72	160,24	230,75	24,15
TO 600/500/30/40	2,20	558,92	131,23	288,70	73,34
CELKEM:				11799,71	947,12

9 Závěr

Výpočtové modely pro získání vnitřních sil a stabilitní modely byli řešeny v programu Dlubal RFEM 5.07. Posouzení jednotlivých prvků bylo prováděno ručně v souladu s aktuálními normami a zároveň kontrolně i v programu Dlubal.

10 Seznam použité literatury

- [1] ČSN EN 1990; Eurokód 0: *Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: ČNI, 2010.
- [2] ČSN EN 1991-1-1; Eurokód 1: *Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – objemové tíhy, vlastní tíha užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: ČNI, 2010.
- [3] ČSN EN 1991-1-4; Eurokód 1: *Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – zatížení větrem*. Praha: ČNI, 2010.
- [4] ČSN EN 1991-1-3; Eurokód 1: *Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – zatížení sněhem*. Praha: ČNI, 2010.
- [5] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: *Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: ČNI, 2006.
- [6] ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: *Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků*. Praha: ČNI, 2006.
- [7] WALD, František. *Ocelové konstrukce 10: tabulky*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN 80-01-02984-0.
- [8] *Katalog: DETAN Systémy táhel* [online]. dostupné online na stránkách www.halfen.com

11 Seznam použitých zkratk a symbolů

Velká písmena

A	plocha
A_{NET}	oslabená plocha v tahu
A_v	smyková plocha průřezu
A_s	plocha jádra dřívku spojovacího prostředku
A_w	průřezová plocha stojiny
$B_{P,Rd}$	návrhová únosnost při protlačení hlavy nebo matice šroubu
C_{dir}	součinitel směru větru
C_e	součinitel expozice
C_{mLt}	součinitel ekvivalentního konstantního momentu
C_{my}	součinitel ekvivalentního konstantního momentu
$C_{0(z)}$	součinitel ortografie ve výšce „z“
$C_{pe,10}$	součinitel vnějšího tlaku větru pro velké zatěžovací plochy
$C_r(z)$	součinitel drsnosti ve výšce „z“
C_{season}	součinitel ročního období
C_t	tepelný součinitel
$F_{b,Rd}$	návrhová únosnost šroubu v otláčení
F_{Ed}	návrhová působící síla
$F_{w,Rd}$	návrhová únosnost svaru
E	modul pružnosti oceli
G	modul pružnosti oceli 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	účinná délka svaru
L_w	délka svaru
$L_{cr,t}$	vzpěrná délka při vyboření kroucením
$L_{cr,y}$	vzpěrná délka kolmo k ose y
$L_{cr,z}$	vzpěrná délka kolmo k ose z
$M_{c,Rd}$	návrhové 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 průřezu
N_{Rk}	charakteristická únosnost rozhodujícího průřezu
$N_{t,Rd}$	návrhová únosnost v tahu
Q_k	proměnné bodové zatížení
V_{Ed}	návrhová smyková síla
$V_{c,Rd}$	plastická smyková únosnost
$W_{el,y}$	elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z}$	elastický průřezový modul k ose z

$W_{pl,y}$	plastický průřezový modul k ose y
$W_{pl,z}$	plastický průřezový modul k ose z

Malé písmena

a	účinná výška svaru
b	šířka průřezu
c_f	čistá výška pásnice
c_w	čistá výška stojiny
d	jmenovitý průměr šroubu
d_0	průměr otvoru pro šroub
e	excentricity síly
e_1	vzdálenost šroubu od okraje ve směru síly
e_2	vzdálenost šroubu od okraje kolmo ke směru síly
f_{cd}	návrhová 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
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_{zz}	součinitel interakce
l_{eff}	efektivní délka
n	počet stříhových rovin
q_k	proměnné plošné zatížení
$q_p(z)$	maximální hodnota dynamického tlaku větru
s	charakteristická hodnota zatížení sněhem
s_k	základní tíha sněhu
t	tloušťka
t_f	tloušťka pásnice
t_w	tloušťka stojiny
$v_{b,0}$	výchozí hodnota základní rychlosti větru
v_m	střední rychlost větru
w	tlak větru
z_0	parametr drsnosti terénu
z	výška nad zemí

Řecká písmena

α	součinitel
α_1	součinitel imperfekce
α_i	sklon střechy
α_{LT}	součinitel imperfekce pro klopení
β	součinitel vzpěrné délky
β_w	korelační součinitel pro svary závislý na druhu oceli
γ_{M0}	dílčí součinitel spolehlivosti materiálu
γ_{M2}	dílčí součinitel spolehlivosti pro spoje
γ_{M5}	dílčí součinitel spolehlivosti pro styčníky příhradových nosníků z prutů uzavřených průřezů
δ_{max}	průhyb
δ_{lim}	dovolený průhyb
κ_{wt}	bezrozměrný parametr kroucení
λ	štíhlost
λ_y	štíhlost k ose y
λ_z	štíhlost k ose z
λ_{LT}	poměrná štíhlost při klopení
λ_w	poměrná štíhlost stěny
ν	Poissonův součinitel
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

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

DEPARTMENT OF STEEL AND TIMBER STRUCTURES

KONSTRUKCE VSTUPNÍ HALY HLAVNÍHO NÁDRAŽÍ V PLZNI

STRUCTURE OF THE MAIN STATION ENTRANCE HALL IN PLZEN

C.01 – STATICKÝ VÝPOČET

C.01 – STRUCTURAL ANALYSIS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTERS'S THESIS

AUTOR

Bc. Jan Mládek

VEDOUCÍ PRÁCE

doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš

PRAHA 2017

Obsah

1	Geometrie konstrukce.....	5
2	Zatížení.....	6
2.1	Stálé	6
2.2	Proměnné.....	7
2.2.1	Užitné zatížení	7
2.2.2	Výpočet zatížení sněhem dle ČSN EN 1991-1-3.....	7
2.2.3	Výpočet zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4.....	10
2.2.4	Tlak větru na plochu.....	12
2.3	Zatěžovací stavy.....	18
2.4	Kombinace.....	18
3	Materiálové charakteristiky	20
3.1	Ocel S355.....	20
3.2	Ocel S235.....	20
4	Návrh prvků	21
4.1	Příhradové vaznice – střecha 1.....	21
4.1.1	Horní pás	22
4.1.2	Dolní pás.....	28
4.1.3	Dolní pás tlačení	31
4.1.4	Dolní pás silně tlačení	33
4.1.5	Diagonály	36
4.1.6	Svislice.....	38
4.2	Příhradové vazníky – střecha 1.....	40
4.2.1	Horní a dolní pás silně namáhaný	41
4.2.2	Horní pás	44
4.2.3	Dolní pás.....	47
4.2.4	Diagonály krajní	50
4.2.5	Diagonály vnitřní	51
4.2.6	Diagonály dlouhé	53
4.3	Příhradové vaznice – střecha 2.....	55
4.3.1	Horní pás	56
4.3.2	Dolní pás.....	59
4.3.3	Silně namáhaný dolní pás.....	62
4.3.4	Diagonály	65
4.3.5	Svislice.....	66
4.4	Příhradové vazníky – střecha 2.....	68
4.4.1	Horní pás	69
4.4.2	Dolní pás.....	72
4.4.3	Silně namáhaný dolní pás.....	75
4.4.4	Diagonály krajní	78

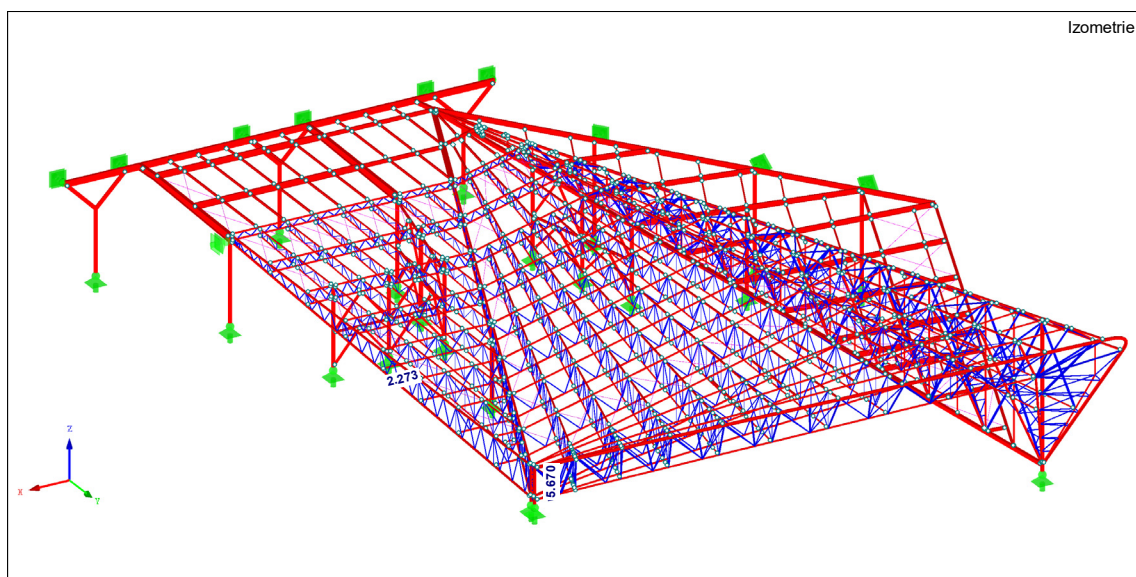
4.4.5	Diagonály vnitřní	79
4.5	Plnostěnné pruty.....	81
4.5.1	Vaznice	81
4.5.2	Plnostěnný nosník – střecha 2.....	89
4.5.3	Plnostěnný nosník 1 – střecha 1.....	92
4.5.4	Plnostěnný nosník 2 – střecha 1.....	95
4.5.5	Plnostěnný nosník vykonzoloovaný – střecha 2	98
4.5.6	Plnostěnný nosník krajní – střecha 2.....	101
4.5.7	Hlavní nosník	104
4.6	Hlavní vazník prostorový.....	107
4.6.1	Horní pás	108
4.6.2	Dolní pás.....	111
4.6.3	Hlavní diagonály 1	117
4.6.4	Hlavní diagonály 2	118
4.6.5	Vnější pás svislic.....	120
4.6.6	Hlavní sloup	123
4.6.7	Vnitřní pás sloupu	128
4.6.8	Vnitřní pás svislic	131
4.6.9	Diagonály svislic	134
4.6.10	Rohové diagonály	136
4.6.11	Mezilehlé svislice	138
4.6.12	Vrchní diagonály	141
4.6.13	Střešní diagonály	143
4.6.14	Vrchní ztužující pás.....	145
4.6.15	Diagonály vrchního pasu	148
4.6.16	Střední pásy.....	150
4.6.17	Vzpěry 1.....	153
4.6.18	Vzpěry 2.....	154
4.7	Hlavní úžlabní vazník.....	156
4.7.1	Horní a dolní pás.....	157
4.7.2	Diagonály.....	160
4.7.3	Svislice.....	161
4.8	Hlavní okrajový vazník.....	163
4.8.1	Horní a dolní pás.....	164
4.8.2	Diagonály.....	167
4.9	Plnostěnné zakončení hlavních vazníků.....	169
4.10	Čelní vazník	173
4.10.1	Horní pás	173
4.10.2	Svislice.....	177
4.11	Sloupy	180
4.11.1	Sloupy vnitřní	180

4.11.2	Příhradový sloup	183
4.11.3	Diagonály příhradového sloupu	186
4.12	Ztužidla.....	187
4.12.1	Střešní	187
4.12.2	Stěnová.....	188
4.12.3	Vazníková	189
5	Návrh spojů	190
5.1	Detail A.....	190
5.1.1	Připojení plnostěnné vaznice	191
5.1.2	Připojení příhradové vaznice	192
5.1.3	Připojení táhla	193
5.1.4	Posouzení povrchu pásu	194
5.2	Detail B.....	196
5.2.1	Připojení hlavního plnostěnného vazníku	197
5.2.2	Připojení hlavního příhradového vazníku.....	199
5.2.3	Připojení příhradového vazníku	200
5.2.4	Připojení táhla	201
5.2.5	Posouzení povrchu sloupu.....	202
5.3	Detail D.....	204
5.4	Montážní spoje	207
5.4.1	Napojení příhradových vazníků	208
5.5	Detail E.....	212
5.6	Detail J	214
5.6.1	Napojení stěnových ztužidel na sloup.....	215
5.6.2	Připojení stropního průvlaku	217
5.7	Detail M	219
5.7.1	Připojení příhradového vazníku	220
5.7.2	Připojení příhradové vaznice	223
5.7.3	Posouzení povrchu sloupu.....	225
5.8	Posouzení kotvení sloupu.....	228

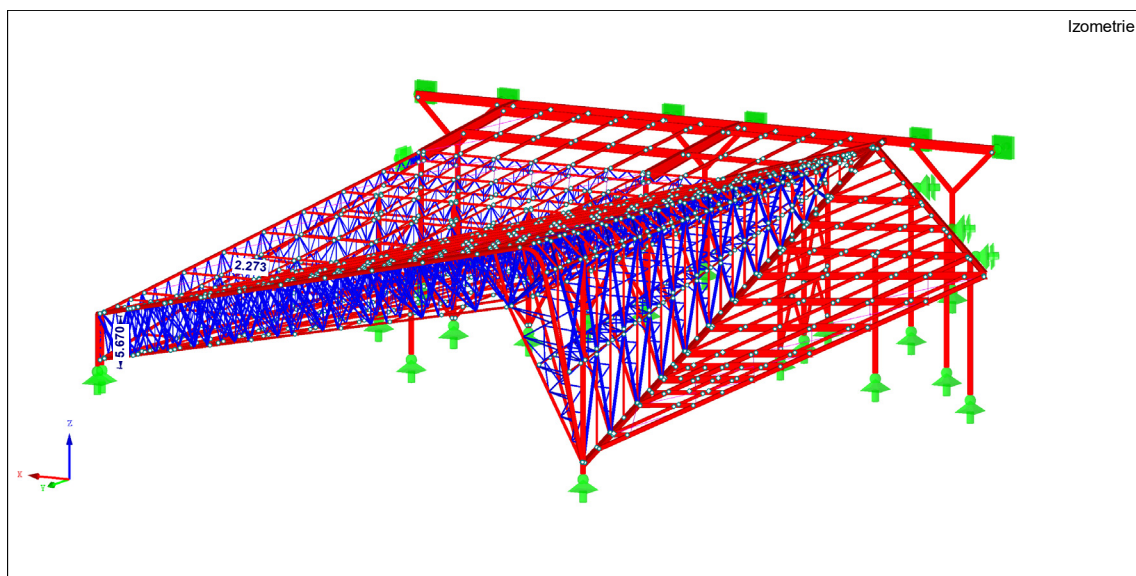
1 Geometrie konstrukce

Předmětem řešení je konstrukce odbavovací haly nového vlakového nádraží v Plzni. Odbavovací hala nepravidelného půdorysného rozměru bude řešena jako otevřený prostor, kdy zastřešení bude vyřešeno příhradovými vazníky a vaznicemi, popřípadě plnostěnnými v místě se snižující se výškou střešní konstrukce. Konstrukce zastřešení bude vynášena vhodně umístěnými ocelovými sloupy, tak aby nenarušovali vnitřní prostor haly.

Půdorysné rozměry odbavovací haly jsou 145,4 x 92,5 m a výška 29,8 m. Konstrukce se skládá ze tří navazujících střešních rovin, kdy každá má rozdílný tvar a sklon.



1-Axonometrický pohled 1



2-Axonometrický pohled 2

2 Zatížení

2.1 Stálé

Vlastní tíha

Vypočteno programem Dlubal RFEM 5.07.

Skladba střechy	Tl.	Objem	Char. h.	Návrhová hodnota [kN/m ²]	
	[mm]	. hmot.	[kN/m ²]	komb. 6.10 a	6.10 b
plechová krytina Lindab Seamline	0,6	7850	0,05	0,06	0,05
tepelná izolace FOAMGLAS T4+	160	115	0,18	0,25	0,21
separační vrstva	-	-	0,01	0,01	0,01
modifikovaný asfaltový pás	-	-	0,05	0,07	0,06
trapézový plech TR 206/375	1	7850	0,16	0,22	0,18
zatížení stálé na 1 m² střechy			0,45	0,61	0,52

Podhled	Tl.	Objem	Char. h.	Návrhová hodnota [kN/m ²]	
	[mm]	. hmot.	[kN/m ²]	komb. 6.10 a	6.10 b
nosné části	0,6	7850	0,05	0,06	0,05
tepelná izolace	60	60	0,04	0,05	0,04
dřevěný podhled	20	600	0,12	0,16	0,14
zatížení stálé na 1 m² stropu			0,20	0,27	0,23

Plášť (odhad)	Tl.	Objem	Char. h.	Návrhová hodnota [kN/m ²]	
	[mm]	. hmot.	[kN/m ²]	komb. 6.10 a	6.10 b
izolační trojsklo	-	-	0,30	0,41	0,34
zatížení stálé na 1 m² fasády			0,30	0,41	0,34

Přítížení patrových HEB profilů	Tl.	Objem	Char. h.	Návrhová hodnota [kN/m ²]	
	[mm]	. hmot.	[kN/m ²]	komb. 6.10 a	6.10 b
keramická dlažba	15	2000	0,30	0,41	0,34
lepící tmel	10	1800	0,18	0,24	0,21
betonová mazanina	50	2400	1,20	1,62	1,38
separační fólie	-	-	0,01	0,01	0,01
kročeje izolace	40	100	0,04	0,05	0,05
betonová deska	80	2400	1,92	2,59	2,20
trapézový plech	1	-	0,16	0,22	0,18
zatížení stálé na 1 m² stropu			3,81	5,14	4,37

2.2 Proměnné

2.2.1 Užitné zatížení

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

Podle ČSN EN 1991-1-1 platí: užitné zatížení se uvažuje buďto jako samostatně působící o hodnotě $Q_k = 1,0$ kN nebo jako plošné zatížení o hodnotě $q_k = 0,75$ kN/m² na ploše $A = 10$ m² podle méně příznivého stavu. Na střechách se neuvažuje současné působení užitných ztížení a zatížení sněhem nebo větrem.

Vzhledem k rozměru střechy a velikosti plošného zatížení sněhem na střeše, nebylo toto zatížení dále použito.

Přítížení patrových HEB profilů	Char. h. [kN/m ²]	Návrhová hodnota [kN/m ²]	
		komb. 6.10 a	6.10 b
Plochy kde může docházet ke shromažďování osob (kategorie C a D)	5	5,25	7,5

2.2.2 Výpočet zatížení sněhem dle ČSN EN 1991-1-3

Sněhová oblast lokality objek	I	=> char. hodnota	$s_k = 0,7$ kN/m ²
Typ krajiny v okolí objektu:	normální	=> souč. expozice	$C_e = 1,0$
Tepelná prostupnost střechy	normální	=> tepelný souč.	$C_t = 1,0$

Zatížení nenavátým sněhem:

Úhel sklonu střechy α	Zachytávače sněhu	Tvarový součinitel μ_1	char. zat. sněhem $s = \mu_1 \times C_e \times C_t \times s_k$
13,65°	ne	$m_1 = 0,80$	$s = 0,56$ kN/m ²
3,14°	ne	$m_1 = 0,80$	$s = 0,56$ kN/m ²
13,90°	ne	$m_1 = 0,80$	$s = 0,56$ kN/m ³

Zatížení navátým sněhem:

Úhel sklonu střechy α	Zachytávače sněhu	Tvarový součinitel $0,5 \times \mu_1$	char. zat. sněhem $s = \mu_1 \times C_e \times C_t \times s_k$
13,65°	ne	$0,5m_1 = 0,40$	$s = 0,28$ kN/m ²
3,14°	ne	$0,5m_1 = 0,40$	$s = 0,28$ kN/m ²
13,90°	ne	$0,5m_1 = 0,40$	$s = 0,28$ kN/m ³

Zatížení navátým sněhem - střechy vícelodních budov

Úhel sklonu střechy $\bar{\alpha}$			Tvarový součinitel μ_2	char. zat. sněhem $s = \mu_2 \times C_e \times C_t \times s_k$
α_1	α_2	$\bar{\alpha} = (\alpha_1 + \alpha_2) / 2$		
STŘECHA 1 => STŘECHA 2				
13,65°	3,14°	8,40°	$m_2 = 1,02$	$s = 0,72$ kN/m ²

Zatížení navátým sněhem

sklony střech: $\alpha_1 = 5,00^\circ$
 $\alpha_3 = -13,90^\circ$
 $\gamma = 2,0 \text{ kN/m}^3$
 $\mu_1 = 0,80$ -
 $s_k = 0,7 \text{ kPa}$

Délka návěje: $5,0 \text{ m} \leq l_s = 2 \times h \leq 15,0 \text{ m}$

Sesuv sněhu: $\mu_s = (0,8 \times b_{1,s})/l_s$ pro $\alpha_1 > 15^\circ$; jinak 0
 (sklon střech v opačném směru - nedochází k sesuvu sněhu)

Navátí sněhu: $0,8 \leq \mu_w = (b_1 + b_2)/(2 \times h) \leq (g \times h / s_k) \leq \max \mu_w$

kde:

sněhová oblast	I - IV	V - VI	VII - VIII
max m_w	2,0	3,0	4,0

=> celkem součinitel $m_2 = (m_s + m_w)$ v místě max. zatížení

=> max. char. zat. sněhem na střeše $s_2 = \mu_2 \times C_e \times C_t \times s_k$

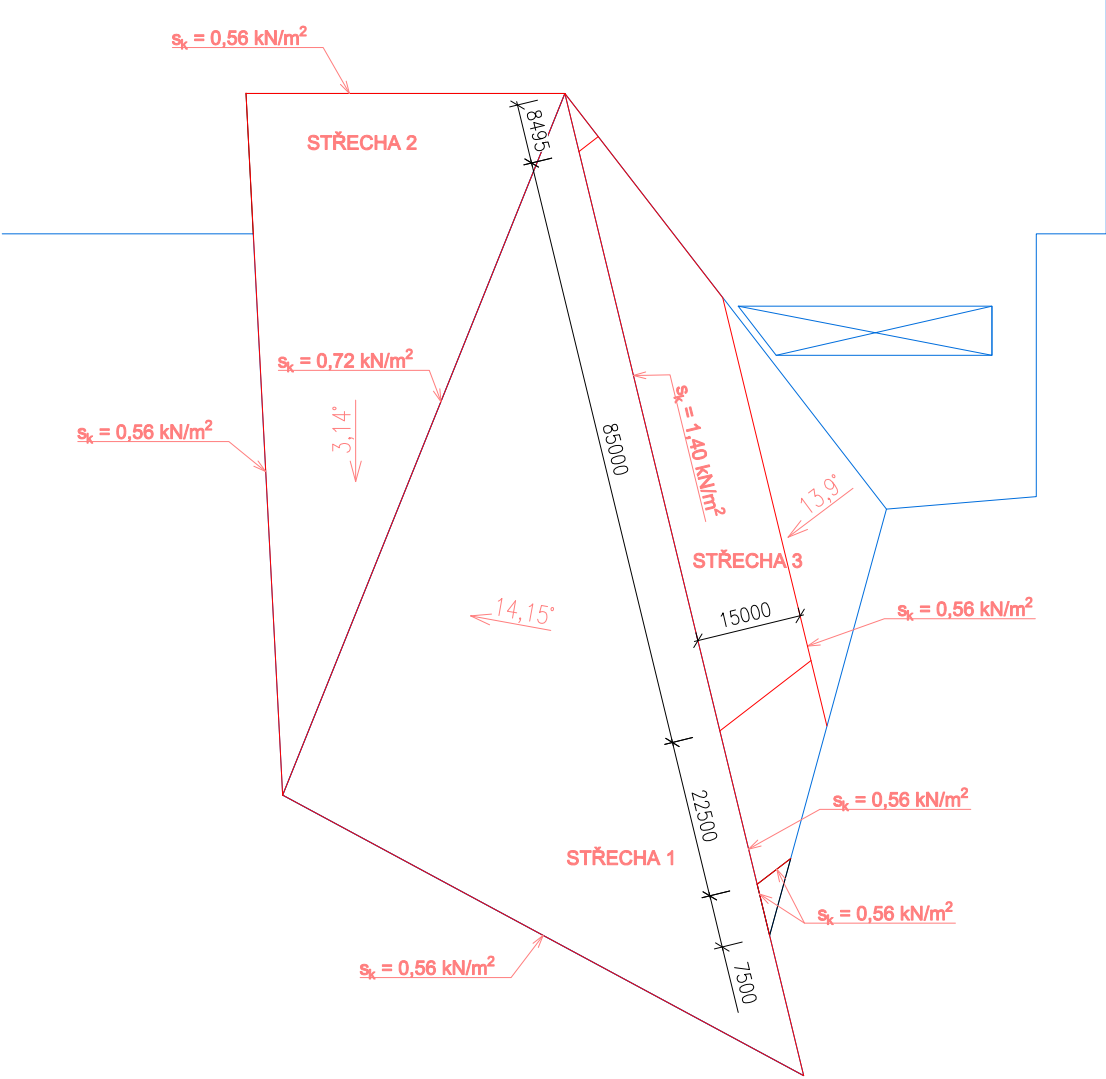
Zatížení navátým sněhem - střechy sousedící délky $b_2 < l_s$

Pro délku $b_2 < l_s$ je lineární interpolací určen součinitel m_3 :

$m_3 = [(l_s - b_2) \times m_2 + b_2 \times m_1] / l_s$

=> char. zat. okraje střechy sněhem $s_3 = \mu_3 \times C_e \times C_t \times s_k$

b_1 [m]	b_2 [m]	$b_{1,s}$ [m]	h [m]	l_s [m]	$\mu_w = \mu_2$ [-]	s_2 [kN/m ²]	μ_3 [-]	s_3 [kN/m ²]
27,788	4,033	0	24,852	15,00	0,80	0,56	0,80	0,56
33,346	8,066	0	23,803	15,00	0,87	0,61	0,83	0,58
38,904	12,099	0	22,755	15,00	1,12	0,78	0,86	0,60
44,462	16,132	0	21,706	15,00	1,40	0,98	-	-
50,019	20,165	0	20,657	15,00	1,70	1,19	-	-
55,577	24,198	0	19,609	15,00	2,00	1,40	-	-
61,135	28,231	0	18,560	15,00	2,00	1,40	-	-
59,715	32,264	0	17,511	15,00	2,00	1,40	-	-
56,139	32,012	0	16,463	15,00	2,00	1,40	-	-
52,563	29,973	0	15,414	15,00	2,00	1,40	-	-
48,987	27,934	0	14,365	15,00	2,00	1,40	-	-
45,411	25,895	0	13,317	15,00	2,00	1,40	-	-
41,835	23,856	0	12,268	15,00	2,00	1,40	-	-
38,259	21,817	0	11,220	15,00	2,00	1,40	-	-
34,683	19,778	0	10,171	15,00	2,00	1,40	-	-
31,107	17,739	0	9,122	15,00	2,00	1,40	-	-
27,531	15,700	0	8,074	15,00	2,00	1,40	-	-
23,955	13,661	0	7,025	14,05	2,00	1,40	0,83	0,58
20,379	11,622	0	5,976	11,95	2,00	1,40	0,83	0,58
16,803	9,583	0	4,928	9,86	2,00	1,40	0,83	0,58
13,227	7,544	0	3,879	7,76	2,00	1,40	0,83	0,58
9,651	5,505	0	2,830	5,66	2,00	1,40	0,83	0,58
6,075	3,466	0	1,782	5,00	2,00	1,40	1,17	0,82
2,499	1,427	0	0,733	5,00	2,00	1,40	1,66	1,16
0,000	0,000	0	0,000	5,00	0,80	0,56	0,80	0,56



2.2.3 Výpočet zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4

Výpočet tlaku větru pro střechu 1:

Větrová oblast, ve které se objekt nachází: II
Základní rychlost větru $v_{b,0}$ pro oblast II: 25,0 m/s

Základní rychlost větru v_b

$$v_b = c_{dir} * c_{Season} * v_{b,0}$$

Součinitel směru větru $c_{dir} = 1,0$
Součinitel období $c_{Season} = 1,0$

$$v_b = 25,0 \text{ m.s}^{-1}$$

Střední rychlost větru $v_m(z_e)$

$$v_m(h) = c_r(h) * c_0(h) * v_b$$

kategorie terénu III
součinitel terénu $K_r = 0,215$
výška budovy $h = 28 \text{ m}$
referenční výška $z_0 = 0,3 \text{ m}$
součinitel drsnosti $c_r(h) = K_r * \ln(h/z_0) = 0,98$
součinitel orografie $c_0(z_e) = c_0(b) = 1,0$

$$v_m(h) = 24,4 \text{ m.s}^{-1}$$

Maximální dynamický tlak větru $q_p(h)$

$$q_p(h) = [1 + 7 * l_v(h)] * \frac{1}{2} * \rho * v_m^2(h)$$

měrná hmotnost vzduchu $\rho = 1,25 \text{ kg.m}^{-3}$
součinitel turbulence $k_i = 1,0$
intenzita turbulence $l_v(h) = \frac{\sigma_v}{v_m(h)} = \frac{k_i}{c_0(z_e) * \ln(h/z_0)} = 0,22$

$$q_p(h) = 0,95 \text{ kPa}$$

Výpočet tlaku větru pro střechu 1:

Větrová oblast, ve které se objekt nachází: II
Základní rychlost větru $v_{b,0}$ pro oblast II: 25,0 m/s

Základní rychlost větru v_b

$$v_b = c_{dir} * c_{Season} * v_{b,0}$$

Součinitel směru větru

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

Součinitel období

$$c_{Season} = 1,0$$

$$v_b = 25,0 \text{ m.s}^{-1}$$

Střední rychlost větru $v_m(z_e)$

$$v_m(h) = c_r(h) * c_0(h) * v_b$$

kategorie terénu

III

součinitel terénu $K_r = 0,215$

výška budovy $h = 15,5 \text{ m}$

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

součinitel drsnosti $c_r(h) = K_r * \ln\left(\frac{h}{z_0}\right) = 0,85$

součinitel orografie $c_0(z_e) = c_0(b) = 1,0$

$$v_m(h) = 21,2 \text{ m.s}^{-1}$$

Maximální dynamický tlak větru $q_p(h)$

$$q_p(h) = [1 + 7 * l_v(h)] * \frac{1}{2} * \rho * v_m^2(h)$$

měrná hmotnost vzduchu $\rho = 1,25 \text{ kg.m}^{-3}$

součinitel turbulence $k_i = 1,0$

intenzita turbulence $l_v(h) = \frac{\sigma_v}{v_m(h)} = \frac{k_i}{c_0(z_e) * \ln(h/z_0)} = 0,25$

$$q_p(h) = 0,78 \text{ kPa}$$

2.2.4 Tlak větru na plochu

2.2.4.1 Vítr 1 – čelní

STŘECHA 1

Vnější tlak větru na střeše (pultová střecha, 90°)

součinitele vnějšího tlaku z tab. 7.3b:	oblast	F _{up}	Flow	G	H	I
	C_{pe}	-2,34	-1,71	-1,88	-0,6	-0,66
hodnoty sání větru w_e [kPa]:	w_e	-2,22	-1,62	-1,78	-0,57	-0,62

Vnější tlak větru na stěnách

součinitele vnějšího tlaku z tab. 7.1:	oblast	A	B	C	D	E
	C_{pe}	-1,2	-0,8	-0,5	0,7	-0,3
hodnoty tlaku větru w_e [kPa]:	w_e	-1,14	-0,76	-0,47	0,66	-0,28

STŘECHA 2

Vnější tlak větru na střeše (plochá střecha - ostré hrany)

součinitele vnějšího tlaku z tab. 7.2:	oblast	F	G	H	I	
	C_{pe}	-1,8	-1,2	-0,7	-0,2	0,2
hodnoty sání větru w_e [kPa]:	w_e	-1,41	-0,94	-0,55	-0,16	0,16

Vnější tlak větru na stěnách

součinitele vnějšího tlaku z tab. 7.1:	oblast	A	B	C	D	E
	C_{pe}	-1,2	-0,8	-0,5	0,7	-0,3
hodnoty tlaku větru w_e [kPa]:	w_e	-0,94	-0,63	-0,39	0,55	-0,23

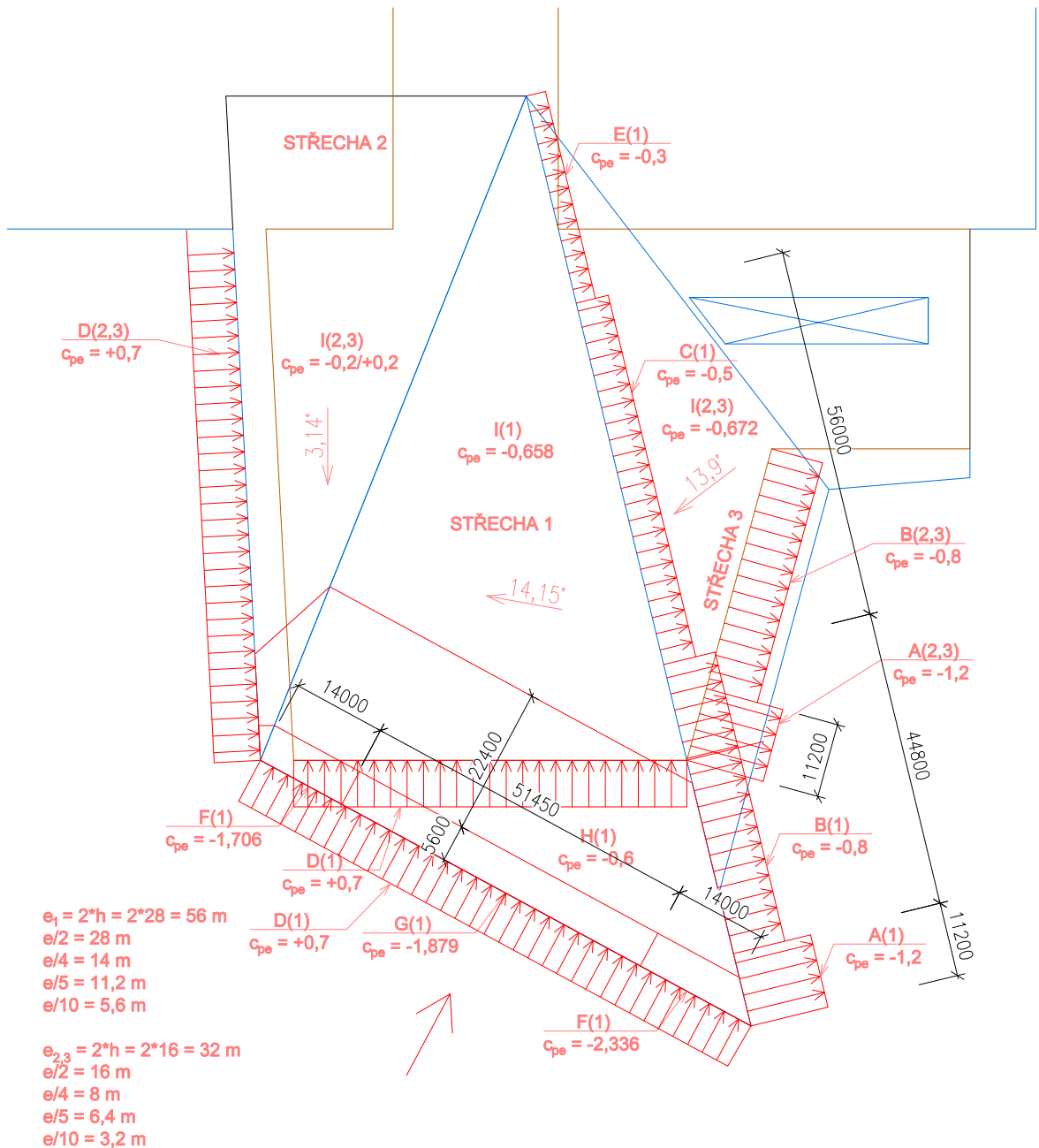
STŘECHA 3

Vnější tlak větru na střeše (pultová střecha, 90°)

součinitele vnějšího tlaku z tab. 7.3b:	oblast	F _{up}	Flow	G	H	I
	C_{pe}	-2,36	-1,67	-1,89	-0,6	-0,67
hodnoty sání větru w_e [kPa]:	w_e	-1,84	-1,31	-1,48	-0,47	-0,53

Vnější tlak větru na stěnách

součinitele vnějšího tlaku z tab. 7.1:	oblast	A	B	C	D	E
	C_{pe}	-1,2	-0,8	-0,5	0,7	-0,3
hodnoty tlaku větru w_e [kPa]:	w_e	-0,94	-0,63	-0,39	0,55	-0,23



2.2.4.2 Vítr 2 – boční

STŘECHA 1

Vnější tlak větru na střeše (pultová střecha, 180°)

součinitele vnějšího tlaku z tab. 7.3a:	oblast	F	G	H
C_{pe}	-2,44	-1,3	-0,87	
hodnoty sání větru w_e [kPa]:	w_e	-2,31	-1,23	-0,83

Vnější tlak větru na stěnách

součinitele vnějšího tlaku z tab. 7.1:	oblast	A	B	C	D	E
C_{pe}	-1,2	-0,8	-0,5	0,7	-0,3	
hodnoty tlaku větru w_e [kPa]:	w_e	-1,14	-0,76	-0,47	0,66	-0,28

STŘECHA 2

Vnější tlak větru na střeše (plochá střecha, ostré hrany)

součinitele vnějšího tlaku z tab. 7.3a:	oblast	F	G	H	I	
C_{pe}	-1,8	-1,2	-0,7	-0,2	0,2	
hodnoty sání větru w_e [kPa]:	w_e	-1,41	-0,94	-0,55	-0,16	0,16

Vnější tlak větru na stěnách

součinitele vnějšího tlaku z tab. 7.1:	oblast	A	B	C	D	E
C_{pe}	-1,2	-0,8	-0,5	0,7	-0,3	
hodnoty tlaku větru w_e [kPa]:	w_e	-0,94	-0,63	-0,39	0,55	-0,23

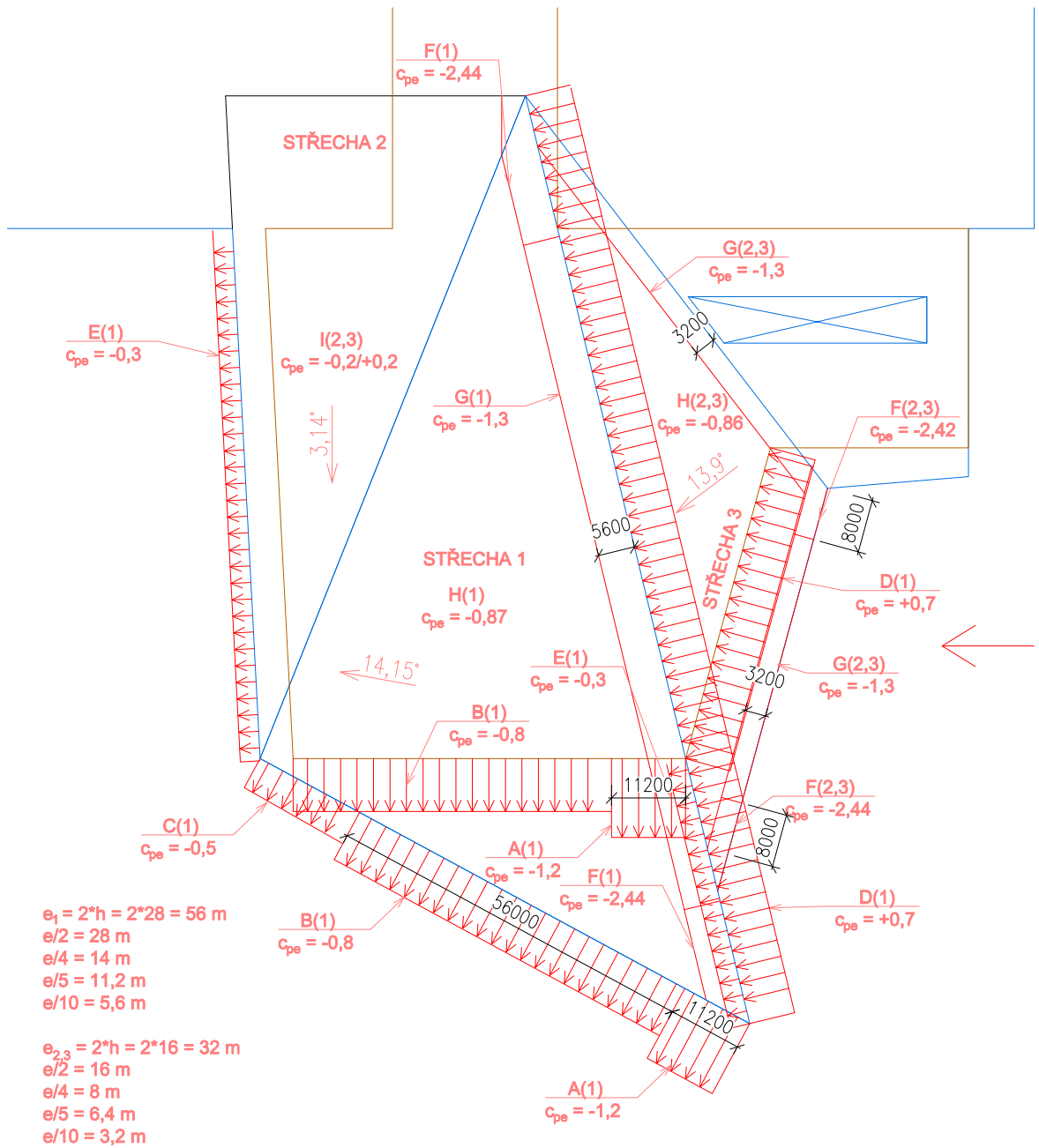
STŘECHA 3

Vnější tlak větru na střeše (pultová střecha, 180°)

součinitele vnějšího tlaku z tab. 7.3a:	oblast	F	G	H
C_{pe}	-2,42	-1,3	-0,86	
hodnoty sání větru w_e [kPa]:	w_e	-1,89	-1,02	-0,67

Vnější tlak větru na stěnách

součinitele vnějšího tlaku z tab. 7.1:	oblast	A	B	C	D	E
C_{pe}	-1,2	-0,8	-0,5	0,7	-0,3	
hodnoty tlaku větru w_e [kPa]:	w_e	-0,94	-0,63	-0,39	0,55	-0,23



2.2.4.3 Vítr 3 – boční

STŘECHA 1

Vnější tlak větru na střeše (pultová střecha, 0°)

součinitele vnějšího tlaku z tab. 7.3a:	oblast	F	G	H	F/G/H
C_{pe}	-1,14	-0,92	-0,39	0,14	
hodnoty sání větru w_e [kPa]:	w_e	-1,08	-0,87	-0,37	0,13

Vnější tlak větru na stěnách

součinitele vnějšího tlaku z tab. 7.1:	oblast	A	B	C	D	E
C_{pe}	-1,2	-0,8	-0,5	0,7	-0,3	
hodnoty tlaku větru w_e [kPa]:	w_e	-1,14	-0,76	-0,47	0,66	-0,28

STŘECHA 2

Vnější tlak větru na střeše (plochá střecha, ostré hrany)

součinitele vnějšího tlaku z tab. 7.3a:	oblast	F	G	H	I	
C_{pe}	-1,8	-1,2	-0,7	-0,2	0,2	
hodnoty sání větru w_e [kPa]:	w_e	-1,41	-0,94	-0,55	-0,16	0,16

Vnější tlak větru na stěnách

součinitele vnějšího tlaku z tab. 7.1:	oblast	A	B	C	D	E
C_{pe}	-1,2	-0,8	-0,5	0,7	-0,3	
hodnoty tlaku větru w_e [kPa]:	w_e	-0,94	-0,63	-0,39	0,55	-0,23

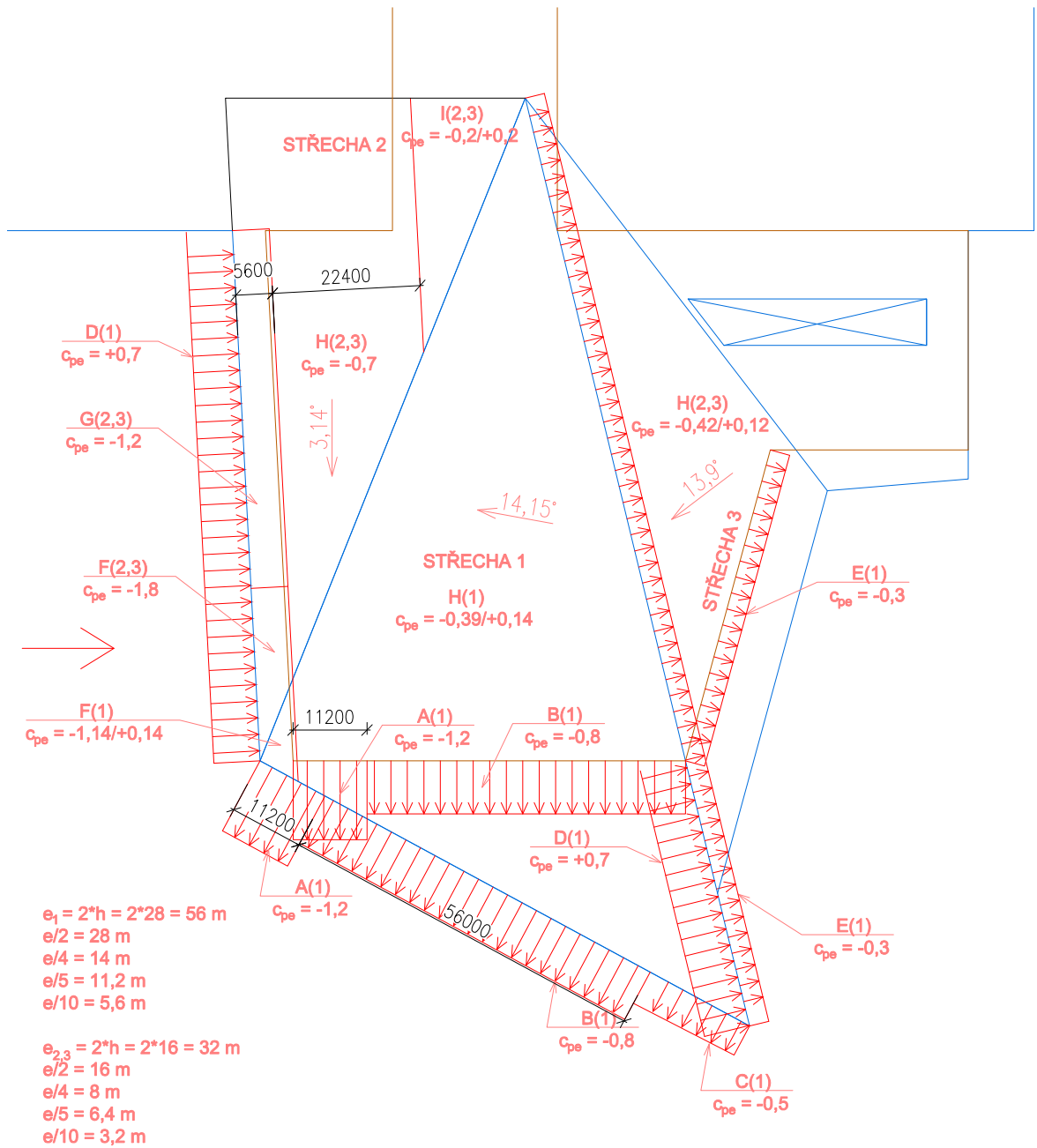
STŘECHA 3

Vnější tlak větru na střeše (pultová střecha, 0°)

součinitele vnějšího tlaku z tab. 7.3a:	oblast	F	G	H	I
C_{pe}	-1,22	-0,96	-0,42	0,12	
hodnoty sání větru w_e [kPa]:	w_e	-0,95	-0,75	-0,33	0,09

Vnější tlak větru na stěnách

součinitele vnějšího tlaku z tab. 7.1:	oblast	A	B	C	D	E
C_{pe}	-1,2	-0,8	-0,5	0,7	-0,3	
hodnoty tlaku větru w_e [kPa]:	w_e	-0,94	-0,63	-0,39	0,55	-0,23



2.3 Zatěžovací stavy

Stálé

ZS 1 – Vlastní tíha, opláštění, podhled, podlaha

ZS 2 – Ostatní stálé

Sníh

ZS 3 – Sníh

Vítr

ZS 4 – Vítr 1 – čelní

ZS 5 – Vítr 2 – boční

ZS 6 – Vítr 3 – boční

ZS 7 – Vítr 1 – čelní (tlak)

ZS 8 – Vítr 2 – boční (tlak)

ZS 9 – Vítr 3 – boční (tlak)

2.4 Kombinace

Kombinace zatížení pro trvalá a dočasná návrhová situace.

Návrhové hodnoty zatížení (STR/GEO) (soubor B) pro I. mezní stav únosnosti

6.10a

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

6.10b

$$" \sum_{j \geq 1} \xi \gamma_{G,j} G_{k,j} " + " \gamma_{Q,1} Q_{k,1} " + " \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} "$$

Charakteristická kombinace zatížení pro II. mezní stav použitelnosti

6.14b

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

Dílčí součinitel stálých zatížení:

$$\gamma_{G,j,sup} = 1,35 \quad \text{nepříznivá}$$

$$\gamma_{G,j,inf} = 1,0 \quad \text{příznivá}$$

Dílčí součinitel bezpečnosti proměnných zatížení

$$\gamma_{Q,j,1} = 1,5$$

$$\gamma_{Q,j,i} = 1,5$$

Redukční součinitel

$$\xi = 0,85$$

Součinitel pro kombinační hodnotu:

$$\psi_{0,1} = 0,6 \quad \text{pro vítr}$$

$$\psi_{0,1} = 0,5 \quad \text{pro sníh}$$

Použité kombinace:

Kombin. zatížení	MSÚ							
	ZS.1		ZS.2		ZS.3		ZS.4	
	Faktor	Č.	Faktor	Č.	Faktor	Č.	Faktor	Č.
KZ1	1,350	ZS1	1,350	ZS2	0,750	ZS3	0,900	ZS4
KZ2	1,350	ZS1	1,350	ZS2	0,750	ZS3	0,900	ZS5
KZ3	1,350	ZS1	1,350	ZS2	0,750	ZS3	0,900	ZS6
KZ4	1,350	ZS1	1,350	ZS2	0,750	ZS3	0,900	ZS7
KZ5	1,350	ZS1	1,350	ZS2	0,750	ZS3	0,900	ZS8
KZ6	1,350	ZS1	1,350	ZS2	0,750	ZS3	0,900	ZS9
KZ7	1,350	ZS1	1,350	ZS2	0,900	ZS4		
KZ8	1,350	ZS1	1,350	ZS2	0,900	ZS5		
KZ9	1,350	ZS1	1,350	ZS2	0,900	ZS6		
KZ10	1,350	ZS1	1,350	ZS2	0,900	ZS7		
KZ11	1,350	ZS1	1,350	ZS2	0,900	ZS8		
KZ12	1,350	ZS1	1,350	ZS2	0,900	ZS9		
KZ13	1,150	ZS1	1,150	ZS2	1,500	ZS3		
KZ14	1,150	ZS1	1,150	ZS2	1,500	ZS3	0,900	ZS4
KZ15	1,150	ZS1	1,150	ZS2	1,500	ZS3	0,900	ZS5
KZ16	1,150	ZS1	1,150	ZS2	1,500	ZS3	0,900	ZS6
KZ17	1,150	ZS1	1,150	ZS2	1,500	ZS3	0,900	ZS7
KZ18	1,150	ZS1	1,150	ZS2	1,500	ZS3	0,900	ZS8
KZ19	1,150	ZS1	1,150	ZS2	1,500	ZS3	0,900	ZS9
KZ20	1,150	ZS1	1,150	ZS2	1,500	ZS4		
KZ21	1,150	ZS1	1,150	ZS2	1,500	ZS5		
KZ22	1,150	ZS1	1,150	ZS2	1,500	ZS6		
KZ23	1,150	ZS1	1,150	ZS2	1,500	ZS7		
KZ24	1,150	ZS1	1,150	ZS2	1,500	ZS8		
KZ25	1,150	ZS1	1,150	ZS2	1,500	ZS9		
KZ26	1,150	ZS1	1,150	ZS2	0,750	ZS3	1,500	ZS4
KZ27	1,150	ZS1	1,150	ZS2	0,750	ZS3	1,500	ZS5
KZ28	1,150	ZS1	1,150	ZS2	0,750	ZS3	1,500	ZS6
KZ29	1,150	ZS1	1,150	ZS2	0,750	ZS3	1,500	ZS7
KZ30	1,150	ZS1	1,150	ZS2	0,750	ZS3	1,500	ZS8
KZ31	1,150	ZS1	1,150	ZS2	0,750	ZS3	1,500	ZS9

Kombin. zatížení	MSP							
	ZS.1		ZS.2		ZS.3		ZS.4	
	Faktor	Č.	Faktor	Č.	Faktor	Č.	Faktor	Č.
KZ32	1,000	ZS1	1,000	ZS2	1,000	ZS3		
KZ33	1,000	ZS1	1,000	ZS2	1,000	ZS3	0,600	ZS4
KZ34	1,000	ZS1	1,000	ZS2	1,000	ZS3	0,600	ZS5
KZ35	1,000	ZS1	1,000	ZS2	1,000	ZS3	0,600	ZS6
KZ36	1,000	ZS1	1,000	ZS2	1,000	ZS3	0,600	ZS7
KZ37	1,000	ZS1	1,000	ZS2	1,000	ZS3	0,600	ZS8
KZ38	1,000	ZS1	1,000	ZS2	1,000	ZS3	0,600	ZS9
KZ39	1,000	ZS1	1,000	ZS2	1,000	ZS4		
KZ40	1,000	ZS1	1,000	ZS2	1,000	ZS5		
KZ41	1,000	ZS1	1,000	ZS2	1,000	ZS6		
KZ42	1,000	ZS1	1,000	ZS2	1,000	ZS7		
KZ43	1,000	ZS1	1,000	ZS2	1,000	ZS8		
KZ44	1,000	ZS1	1,000	ZS2	1,000	ZS9		
KZ45	1,000	ZS1	1,000	ZS2	0,500	ZS3	1,000	ZS4
KZ46	1,000	ZS1	1,000	ZS2	0,500	ZS3	1,000	ZS5
KZ47	1,000	ZS1	1,000	ZS2	0,500	ZS3	1,000	ZS6
KZ48	1,000	ZS1	1,000	ZS2	0,500	ZS3	1,000	ZS7
KZ49	1,000	ZS1	1,000	ZS2	0,500	ZS3	1,000	ZS8
KZ50	1,000	ZS1	1,000	ZS2	0,500	ZS3	1,000	ZS9

3 Materiálové charakteristiky

3.1 Ocel S355

$$\gamma_{M0} = \gamma_{M1} = 1,0; \gamma_{M2} = 1,25$$

Modul pružnosti		E [GPa]	210
Smykový modul		G [GPa]	81
Poissonův součinitel		ν [-]	0,3
Objemová tíha		ρ [kN/m ³]	78,5
Součinitel tepelné roztažnosti		α [1/K]	$1,2 \times 10^{-5}$
Mez kluzu	t < 40 mm	f_y [MPa]	355
	40 mm > t > 80 mm		335
Pevnost v tahu	t < 40 mm	f_u [MPa]	490
	40 mm > t > 80 mm		470
Korelační součinitel koutových svarů		β_w [-]	0,9

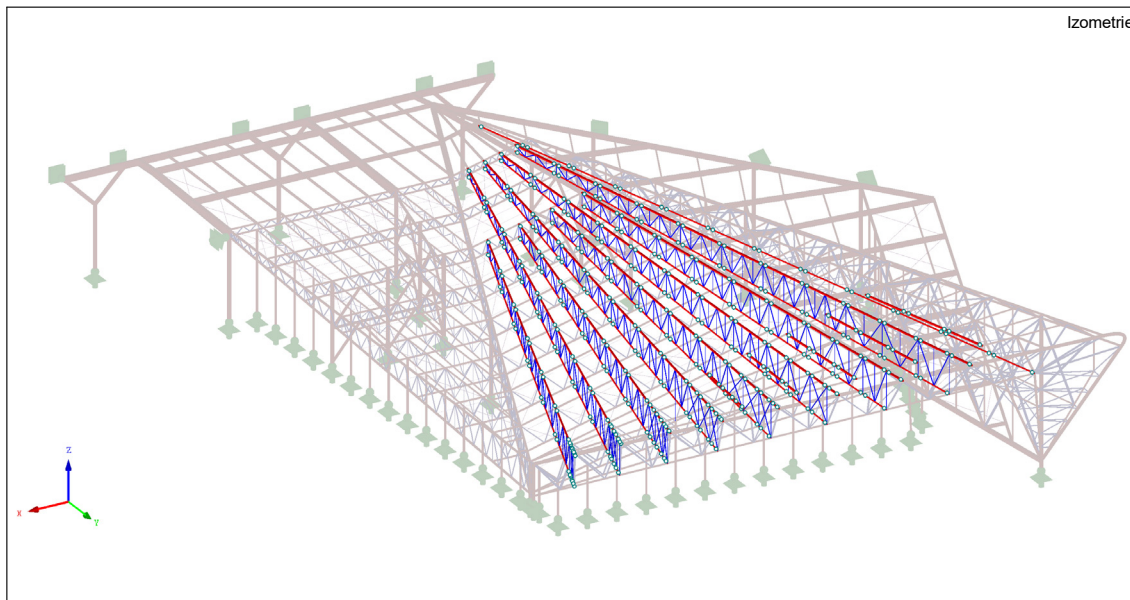
3.2 Ocel S235

$$\gamma_{M0} = \gamma_{M1} = 1,0; \gamma_{M2} = 1,25$$

Modul pružnosti		E [GPa]	210
Smykový modul		G [GPa]	81
Poissonův součinitel		ν [-]	0,3
Objemová tíha		ρ [kN/m ³]	78,5
Součinitel tepelné roztažnosti		α [1/K]	$1,2 \times 10^{-5}$
Mez kluzu	t < 40 mm	f_y [MPa]	235
	40 mm > t > 80 mm		215
Pevnost v tahu	t < 40 mm	f_u [MPa]	360
	40 mm > t > 80 mm		340
Korelační součinitel koutových svarů		β_w [-]	0,8

4 Návrh prvků

4.1 Příhradové vaznice – střecha 1

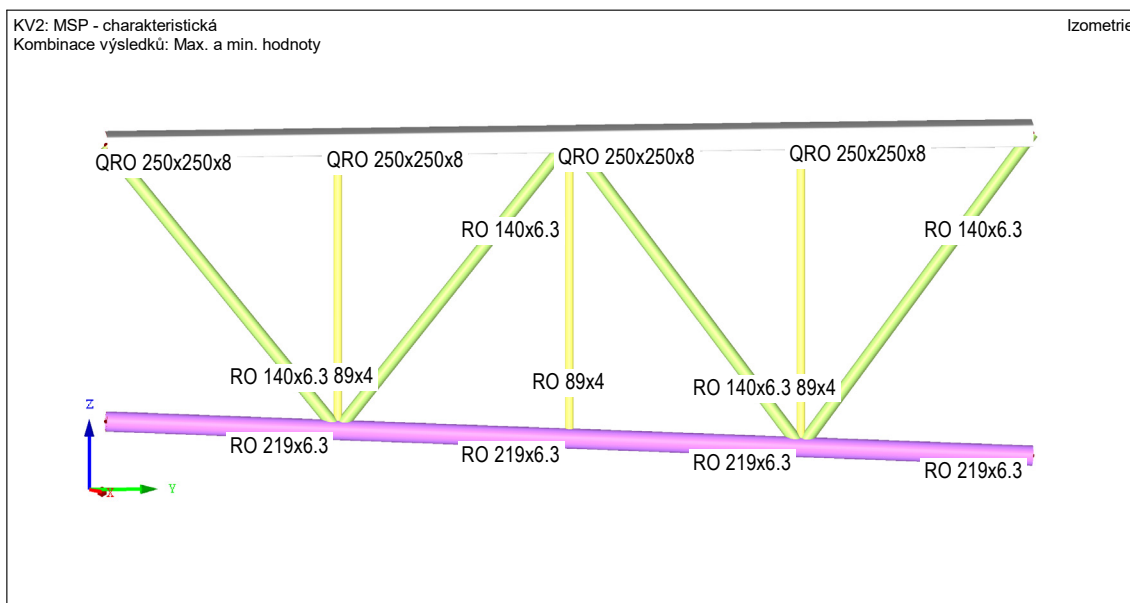


Svařované příhradové vaznice, tvořená dutými profily. Horní pás je tvořen čtvercovým profilem, který je ve vaznici nakloněn ve směru sklonu střechy, ostatní pruty jsou poté tvořeny kruhovými dutými průřezy. U šikmého čela jsou vzhledem k zvětšujícím se osovým vzdálenostem vaznic přidány samotné prvky.

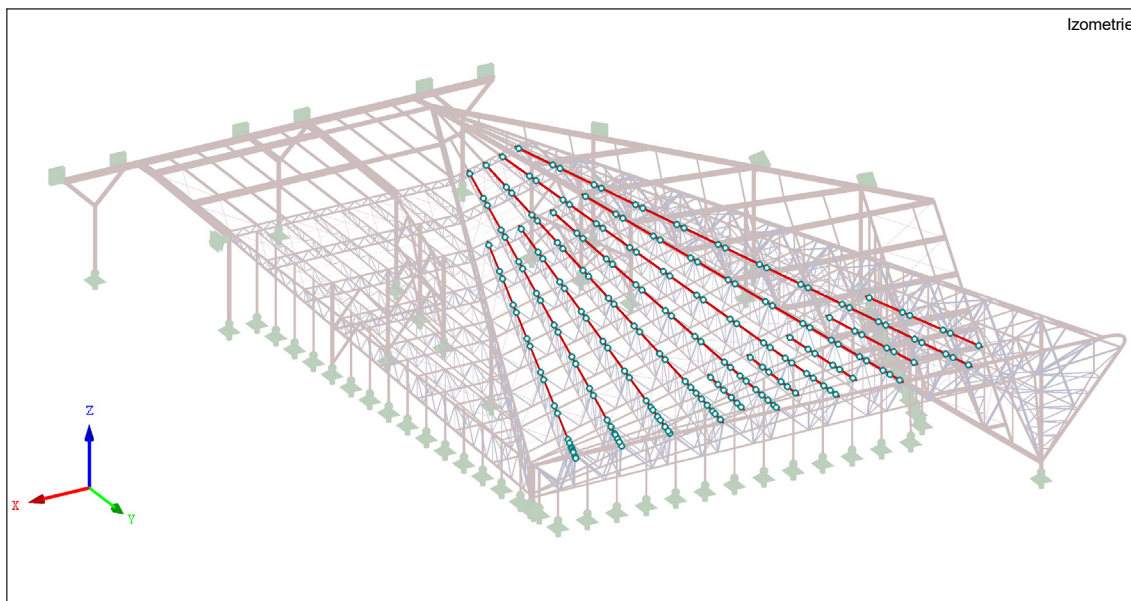
Délka příhrady prvku se pohybuje okolo 10,5 m, výška pak s postupným zvedáním střechy mezi 1,0 m až 6,25 m. Délka samostatných prutů až 9,3 m.

Vzpěrné délky prvků byli uvažovány jako systémové.

Typická vaznice:



4.1.1 Horní pás



Vnitřní síly na prvku:

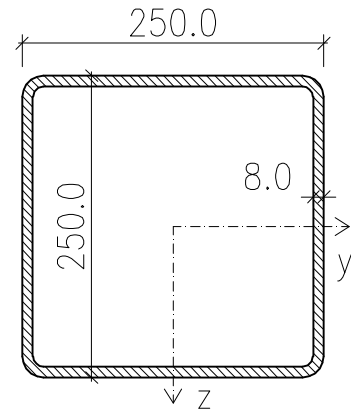
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
2745	0	max N	480,2	-1,6	10,5	-1,6	7,2	-0,2	KZ 19
3229	1416	min N	-672,8	3,6	-14,4	0,4	3,1	2,1	KZ 17
1584	668	max V_y	-23,6	9,9	8,6	0,0	0,0	0,0	KZ 27
1596	676	min V_y	-27,2	-10,3	-10,4	0,0	0,0	0,0	KZ 27
4593	276	max V_z	3,6	-0,3	26,5	0,0	0,0	0,0	KZ 19
4593	251	min V_z	7,8	0,3	-26,5	0,0	0,0	0,0	KZ 19
3281	1424	max M_T	17,1	-0,2	-0,7	4,1	0,0	0,0	KZ 19
687	0	min M_T	107,6	0,9	0,8	-5,6	-1,1	1,6	KZ 21
4592	0	max M_y	0,4	0,0	1,2	0,0	69,7	1,0	KZ 19
4594	0	min M_y	5,2	0,2	-0,8	0,0	-43,7	-16,8	KZ 21
1588	672	max M_z	-21,4	1,7	-6,1	0,0	-5,7	29,7	KZ 21
3427	1501	min M_z	-274,7	0,5	-1,1	-0,6	6,1	-24,9	KZ 27

4.1.1.1 Průřezové charakteristiky

Profil: JÄCKEL 250x8

Průřezové charakteristiky:

$A =$	7520 mm ²
$A_{v,z} =$	3760 mm ²
$I_y =$	72,29E+06 mm ⁴
$i_y =$	98,00 mm
$W_{el,y} =$	578,0E+03 mm ³
$W_{pl,y} =$	676,0E+03 mm ³
$I_t =$	116,0E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{c_w}{t_w} = \frac{250 - 2 \times 8 - 2 \times 12}{8} = 26,25 < 33\varepsilon = 33 \times 0,814 = 26,8$$

Třída průřezu 1.

4.1.1.2 Posouzení MSÚ

4.1.1.2.1 Posouzení na tah (prut č.2745)

$$N_{t,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{7520 \times 355 \times 10^3}{1,0} = 2669,6 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{480,2}{2669,6} = 0,18 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

4.1.1.2.2 Posouzení na smyk (prut č. 4593)

$$V_{c,Rd,y} = V_{c,Rd,z} = \frac{A_{v,y} \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{3760 \times \frac{355}{\sqrt{3}}}{1,0} = 770,6 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,Rd,z}} = \frac{26,5}{770,6} = 0,04 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Smyková síla nepřesahuje 50 % únosnosti, nedojde k ovlivnění ohybové pevnosti.

4.1.1.2.3 Posouzení na ohyb (prut č. 4594)

$$M_{c,Rd,y} = M_{c,Rd,z} = \frac{W_{pl} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{676,0 \times 10^3 \times 355 \times 10^3}{1,0} = 240,0 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{c,Rd,y}} = \frac{43,7}{240} = 0,18 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{c,Rd,z}} = \frac{16,8}{240} = 0,07 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Kombinace ohybu (součinitele α a β jsou konzervativně uvažovány 1):

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{c,Rd,y}}\right)^\alpha + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{c,Rd,z}}\right)^\beta = \left(\frac{43,7}{240}\right)^1 + \left(\frac{16,8}{240}\right)^1 = 0,25 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

4.1.1.2.4 Posouzení na vzpěrnou únosnost (prut č.3229)

Srovnávací štíhlost

$$\lambda_1 = \pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \times \sqrt{\frac{81000}{355}} = 76,41$$

Vybočení kolmo k Z:

$$L_{cr,z} = 10500 \text{ mm}$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{L_{cr,z}}{i} \times \frac{1}{\lambda_1} = \frac{10500}{98} \times \frac{1}{76,41} = 1,402$$

$$\alpha = 0,49 \quad \text{křivka vzpěru c}$$

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

$$\phi_z = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (1,402 - 0,2) + 1,402^2] = 1,8$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{1,8 + \sqrt{1,8^2 - 1,402^2}} = 0,348$$

Vybočení kolmo k Y:

$$L_{cr,y} = 2625 \text{ mm}$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{L_{cr,y}}{i} \times \frac{1}{\lambda_1} = \frac{2625}{98} \times \frac{1}{76,41} = 0,351$$

$$\alpha = 0,49 \quad \text{křivka vzpěru c}$$

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

$$\phi_y = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (0,351 - 0,2) + 0,351^2] = 0,598$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,598 + \sqrt{0,598^2 - 0,351^2}} = 0,923$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_{min} \times A \times f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,348 \times 7520 \times 355}{1,0} = 930,1 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{627,8}{930,1} = 0,72 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

4.1.1.2.5 Kombinace ohybu a vzpěrného tlaku (prut č.3229)

Pruty namáhané na kombinaci ohybu a osového tlaku mají splňovat podmínky:

$$A) \frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y \times N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{yy} \times \frac{\frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \times M_{y,Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{yz} \times \frac{\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0$$

$$B) \frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_z \times N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{zy} \times \frac{\frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \times M_{y,Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{zz} \times \frac{\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0$$

Pro pruty necitlivé na distorzní deformace: $\chi_{LT} = 1,0$

$$N_{Rk} = A \times f_{yd} = 7520 \times 355 = 2669,6 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = M_{z,Rk} = W_{pl} \times f_{yd} = 676 \times 10^3 \times 355 = 240,0 \text{ kNm}$$

$$\bar{\lambda}_z = 1,402 \rightarrow \chi_z = 0,348$$

$$\bar{\lambda}_y = 0,351 \rightarrow \chi_y = 0,923$$

Interakční součinitele; příloha B, metoda 2:

tabulka B.1 – pruty, které nejsou náchylné ke zkroucení

$$k_{yy} = C_{my} \times \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \times \frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y \times N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} \right) \leq C_{my} \times \left(1 + 0,8 \times \frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y \times N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} \right)$$

$$k_{zz} = C_{mz} \times \left(1 + (\bar{\lambda}_z - 0,2) \times \frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_z \times N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} \right) \leq C_{mz} \times \left(1 + 0,8 \times \frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_z \times N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} \right)$$

$$k_{yz} = 0,6 \times k_{zz}$$

$$k_{zy} = 0,6 \times k_{yy}$$

tabulka B.3 součinitel c_{my} – průběh momentu typ 2)

$$M_{Ed,1} = -2,05 \text{ kNm}; M_{Ed,S} = -7,882 \text{ kNm}; M_{Ed,2} = 3,14 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 3,28$$

$$(\bar{\lambda}_y - 0,2) = 0,351 - 0,2 = 0,151 < 0,8$$

$$k_{yy} = 3,28 \times \left(1 + 0,151 \times \frac{672,8}{\frac{0,923 \times 2669,6}{1,0}} \right) = 4,619 > 1,8 \rightarrow k_{yy} = 1,8$$

$$k_{zy} = 0,6 \times k_{yy} = 0,6 \times 4,619 = 2,77 > 1,4 \rightarrow k_{zy} = 1,4$$

tabulka B.3 součinitel c_{mz} – průběh momentu typ 2)

$$M_{Ed,1} = -0,411 \text{ kNm}; M_{Ed,S} = -0,889 \text{ kNm}; M_{Ed,2} = 2,066 \text{ kNm}$$

$$C_{mz} = 1,73$$

$$(\bar{\lambda}_z - 0,2) = 1,73 - 0,2 = 1,53 > 0,8$$

$$k_{zz} = 1,73 \times \left(1 + 0,8 \times \frac{672,8}{\frac{0,348 \times 2669,6}{1,0}} \right) = 2,73 > 1,8 \rightarrow k_{zz} = 1,8$$

$$k_{yz} = 0,6 \times k_{zz} = 0,6 \times 2,73 = 1,64 > 1,4 \rightarrow k_{yz} = 1,4$$

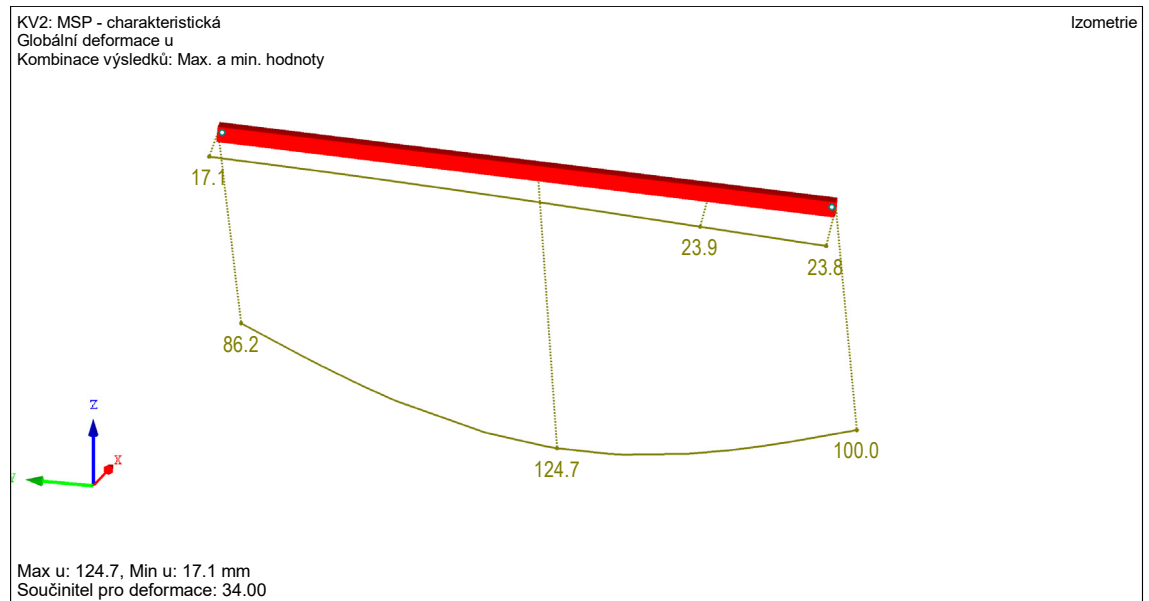
Podmínky:

$$A) \frac{672,8}{\frac{0,923 \times 2669,6}{1,0}} + 1,8 \times \frac{3,1}{\frac{1,0 \times 49,55}{1,0}} + 1,4 \times \frac{2,1}{\frac{240}{1,0}} = 0,13 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$B) \frac{627,2}{\frac{0,348 \times 2669,6}{1,0}} + 1,4 \times \frac{3,1}{\frac{1,0 \times 49,55}{1,0}} + 1,8 \times \frac{2,1}{\frac{240}{1,0}} = 0,75 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

4.1.1.3 Posouzení MSP

Deformace prvku:

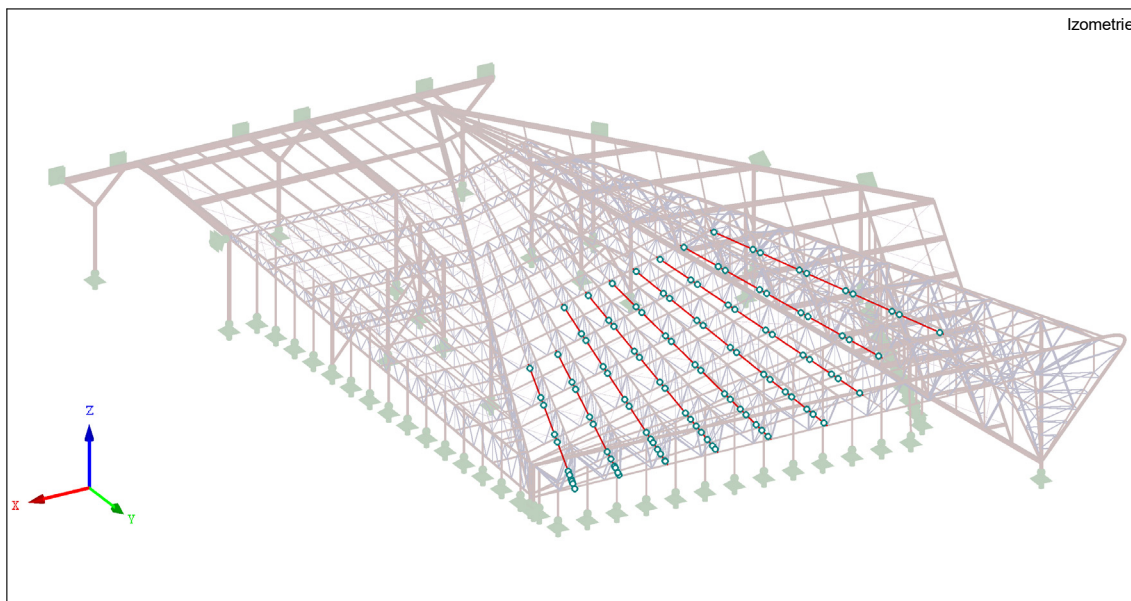


$$\delta_{\max} \leq \delta_{\text{lim}} = \frac{L}{200}$$

$$\delta_{\max} = 31,6 \text{ mm} \leq \frac{9500}{200} = 47,5 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Průřez JACKEL 250/8 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.1.2 Dolní pás



Vnitřní síly na prvku:

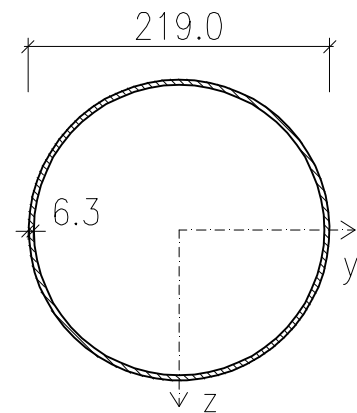
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
3159	1366	max N	564,1	0,5	1,1	0,4	0,7	1,0	KZ 19
2352	0	min N	-172,2	-0,8	-1,3	0,2	0,5	2,2	KZ 17
401	179	max V_y	-69,2	8,4	-2,1	-0,2	0,0	0,0	KZ 26
425	193	min V_y	-55,8	-6,2	-0,6	-0,3	-5,3	-10,6	KZ 26
807	354	max V_z	-17,0	0,0	5,2	0,1	-4,2	0,0	KZ 8
838	354	min V_z	46,7	0,0	-5,3	0,1	-4,2	0,0	KZ 8
3603	1573	max M_T	13,8	0,0	0,2	3,0	0,0	0,0	KZ 19
3603	1573	min M_T	9,4	0,0	0,2	-1,7	0,0	0,0	KZ 21
442	0	max M_y	-2,6	0,3	-0,2	-0,1	5,7	10,7	KZ 30
401	189	min M_y	-61,6	1,5	-2,1	-0,2	-5,8	-15,0	KZ 20
504	230	max M_z	28,3	-1,9	-2,8	-0,4	2,9	11,4	KZ 30
425	0	min M_z	-55,6	2,6	0,5	-0,3	-5,5	-15,4	KZ 26

4.1.2.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 219/6,3

Průřezové charakteristiky:

$A =$	4210 mm ²
$A_{v,z} =$	2680 mm ²
$I_y =$	23,83E+06 mm ⁴
$i_y =$	75,23 mm
$W_{el,y} =$	217,61E+03 mm ³
$W_{pl,y} =$	285,1E+03 mm ³
$I_t =$	47,66E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{219}{6,3} = 34,76 < 70 \times \varepsilon^2 = 70 \times 0,814^2 = 46,3$$

Třída průřezu 2.

4.1.2.2 Posouzení únosnosti a použitelnosti

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
564,1	172,2	0,8	1,3	0,2	0,5	2,2	1494,6	0,38

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	549,3	0,00	ANO	Y	101,2	0,00	0,03
Y	549,3	0,00	ANO	Z	101,2	0,02	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	2,625	1	2,625	34,9	0,46	0,94	393,3	0,44
Z-Z	10,5	1	10,5	139,6	1,83	0,26		

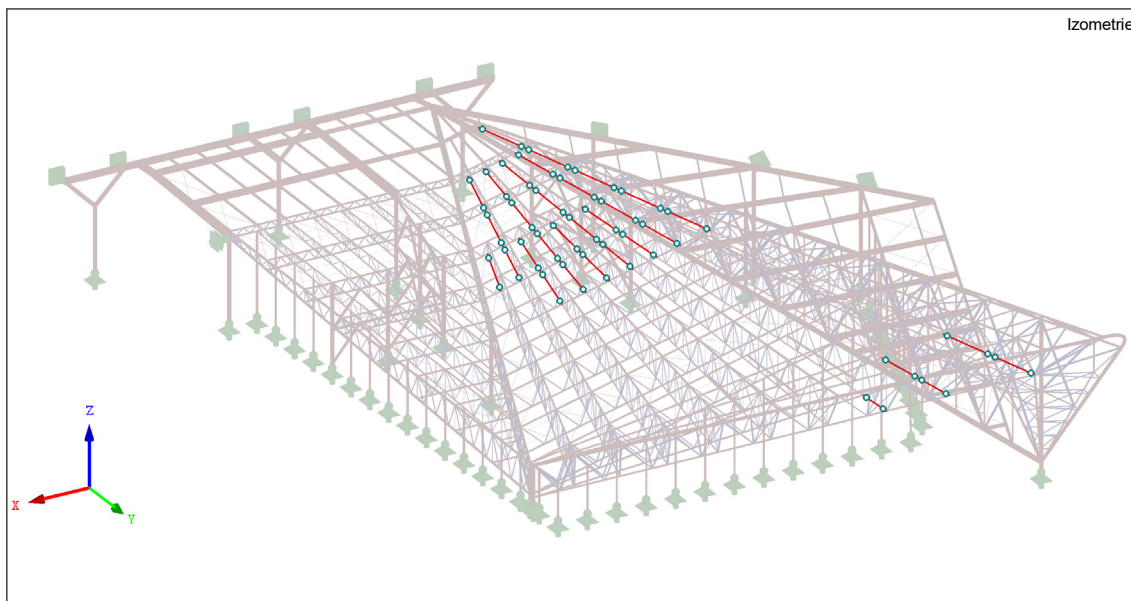
Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku										
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$				χ_y	χ_z	χ_{LT}		
[kNm]	[kNm]	[kNm]								
1494,6	101,2	101,2				0,94	0,26	1,00		
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s				ψ	$\alpha_{s/h}$	$C_{my/z/LT}$
		[kNm]	[kNm]	[kNm]						
Y	3	0,00	0,46	1,07				0,000	0,000	0,900
Z	1	0,00	2,24	0,00				0,000	0,000	0,600
klopení	3	0,00	0,46	1,07				0,000	0,000	0,900
Tabulka	k_{yy}	k_{yz}	k_{zz}	k_{zy}				Podm. 1	Podm. 2	
tab B.2	0,93	0,81	0,49	0				0,14	0,46	

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezí hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
22,3	10,5	L/200	52,5	ANO

Pos. na kroucení	
T_{Rd}	M_T/T_{Rd}
[kNm]	
89,2	0,00

Průřez TR 219/6,3 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.1.3 Dolní pás tlačný



Vnitřní síly na prvku:

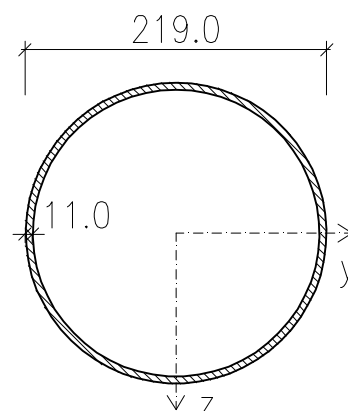
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
1393	570	max N	239,9	0,0	3,0	-1,1	0,0	0,0	KZ 19
1062	0	min N	-601,9	0,4	-1,2	0,9	0,0	0,0	KZ 19
273	124	max V_y	-163,8	8,9	1,2	-0,7	-8,6	-17,5	KZ 29
308	0	min V_y	-292,5	-11,1	2,2	-0,6	0,0	0,0	KZ 29
755	330	max V_z	-115,3	0,0	6,0	0,3	-5,2	-0,1	KZ 8
781	330	min V_z	-15,2	0,0	-5,9	0,3	-5,2	-0,1	KZ 8
1468	0	max M_T	52,4	0,0	-3,5	1,3	0,0	0,0	KZ 21
1237	0	min M_T	194,8	1,4	2,4	-2,7	18,5	-5,8	KZ 17
1237	535	max M_y	165,2	-1,4	3,0	-2,2	21,6	6,2	KZ 18
1310	535	min M_y	16,2	4,0	5,2	1,2	-16,3	20,2	KZ 21
1237	535	max M_z	17,5	-4,0	-5,3	1,2	-16,3	20,2	KZ 21
287	0	min M_z	-164,0	1,0	0,5	-0,7	-6,4	-29,4	KZ 29

4.1.3.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 219/11

Průřezové charakteristiky:

A =	7188 mm ²
A _{v,z} =	4576 mm ²
I _y =	38,98E+06 mm ⁴
i _y =	73,64 mm
W _{el,y} =	355,99E+03 mm ³
W _{pl,y} =	476,35E+03 mm ³
I _t =	77,96E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{219}{11} = 19,91 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,1$$

Třída průřezu 1.

4.1.3.2 Posouzení únosnosti a použitelnosti (prut č.1062)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
N _{ed,t}	N _{ed,c}	V _{Ed,y}	V _{Ed,z}	M _T	M _{Ed,y}	M _{Ed,z}	N _{t,Rd}	N _{Ed} /N _{t,Rd}
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
239,9	601,9	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	2551,7	0,09

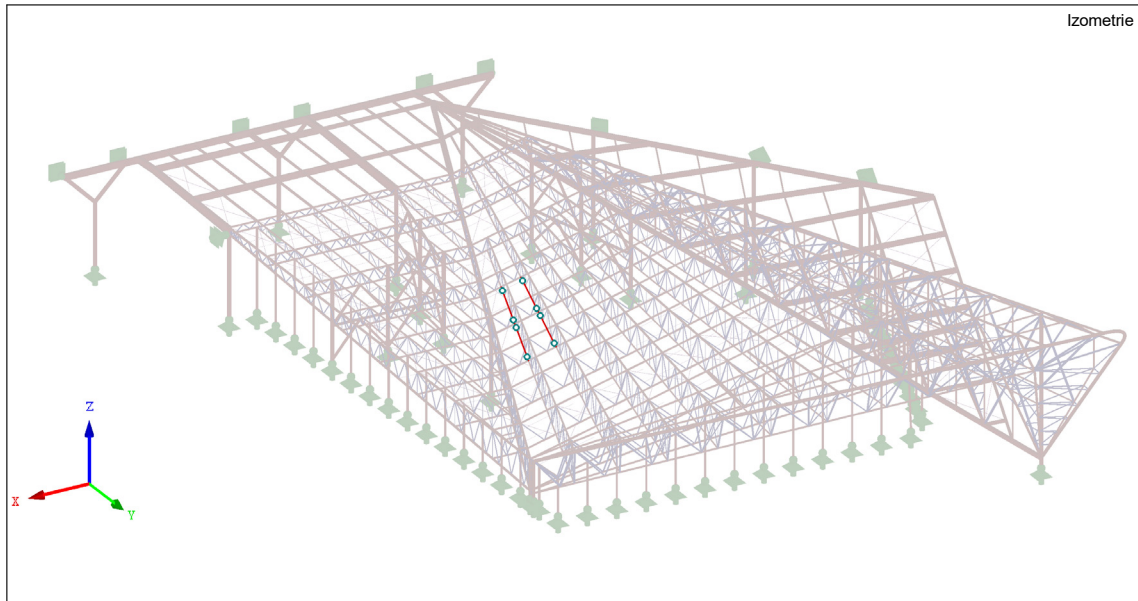
Vzpěrná únosnost								
osa	L _{toer}	k _{y/z/w}	L _{cr}	λ	λ̄	χ	N _{b,Rd}	N _{Ed} /N _{b,Rd}
	[m]						[kN]	
Y-Y	2,625	1	2,625	35,6	0,47	0,93	645,9	0,93
Z-Z	10,5	1	10,5	142,6	1,87	0,25		

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezní hodnota	δ _{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
18,8	10,5	L/200	52,5	ANO

Pos. na kroucení	
T _{Rd}	M _T /T _{Rd}
[kNm]	
145,9	0,01

Průřez TR 219/11 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.1.4 Dolní pás silně tlačení



Vnitřní síly na prvku:

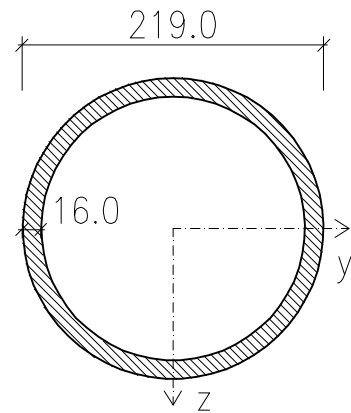
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
2958	1271	max N	230,4	0,6	1,3	0,6	1,7	1,7	KZ 19
2807	0	min N	-742,3	-0,8	-1,5	0,7	1,8	2,7	KZ 18
2665	0	max V_y	-64,0	1,5	-1,3	0,4	0,9	2,8	KZ 17
2579	1098	min V_y	-456,2	-1,9	1,8	0,4	0,0	0,0	KZ 17
2911	1255	max V_z	-195,8	0,5	4,4	0,7	-3,1	2,3	KZ 5
2870	1255	min V_z	-196,7	0,1	-4,3	0,7	-3,1	2,3	KZ 5
2870	0	max M_T	-206,7	0,1	-4,1	0,7	-3,1	2,6	KZ 18
2743	1182	min M_T	-715,4	1,0	2,7	-1,7	-2,3	3,1	KZ 19
2958	0	max M_y	169,5	0,3	-0,6	0,7	2,3	0,5	KZ 18
2870	1255	min M_y	-206,7	0,1	-4,1	0,7	-3,1	2,6	KZ 18
2630	1145	max M_z	-64,7	-0,7	-3,0	0,4	-1,6	6,6	KZ 17
2870	1255	min M_z	-121,4	0,3	-2,8	0,5	-1,8	-1,5	KZ 21

4.1.4.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 219/16

Průřezové charakteristiky:

$A =$	10204 mm ²
$A_{v,z} =$	6496 mm ²
$I_y =$	52,89E+06 mm ⁴
$i_y =$	71,99 mm
$W_{el,y} =$	483,0E+03 mm ³
$W_{pl,y} =$	660,71E+03 mm ³
$I_t =$	105,78E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{219}{16} = 13,69 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,1$$

Třída průřezu 1.

4.1.4.2 Posouzení únosnosti a použitelnosti (prut č.2807)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
230,4	742,3	0,8	1,5	0,7	1,8	2,7	3622,4	0,06

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	1331,4	0,00	ANO	Y	234,6	0,01	0,02
Y	1331,4	0,00	ANO	Z	234,6	0,01	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	2,625	1	2,625	36,5	0,48	0,93	879,8	0,84
Z-Z	10,5	1	10,5	145,8	1,91	0,24		

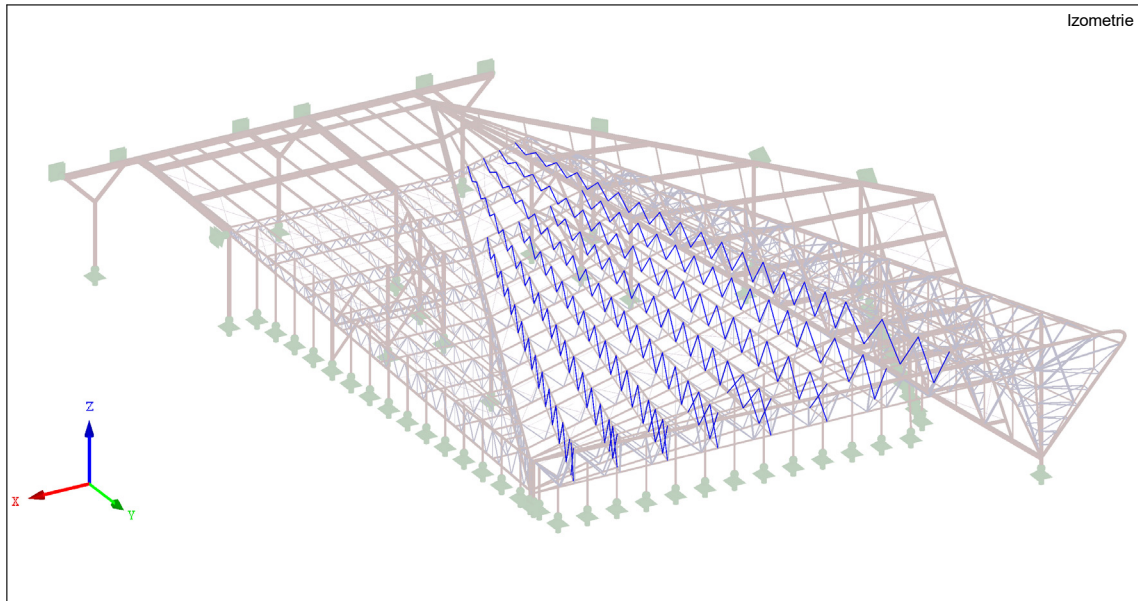
Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku										
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$				χ_y	χ_z	χ_{LT}		
[kNm]	[kNm]	[kNm]								
3622,4	234,6	234,6				0,93	0,24	1,00		
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s				ψ	$\alpha_{s/h}$	$C_{my/z/LT}$
		[kNm]	[kNm]	[kNm]						
Y	3	0,00	1,71	2,41				0,000	0,000	0,900
Z	1	0,00	2,68	0,00				0,000	0,000	0,600
klopení	3	0,00	1,71	2,41				0,000	0,000	0,900
Tabulka	k_{yy}	k_{yz}	k_{zz}	k_{zy}				Podm. 1	Podm. 2	
tab B.2	0,95	1,00	0,60	0				0,23	0,86	

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezí hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
3,9	10,5	L/200	52,5	ANO

Pos. na kroucení	
T_{Rd}	M_T/T_{Rd}
[kNm]	
198,0	0,00

Průřez TR 219/16 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.1.5 Diagonály



Vnitřní síly na prvku:

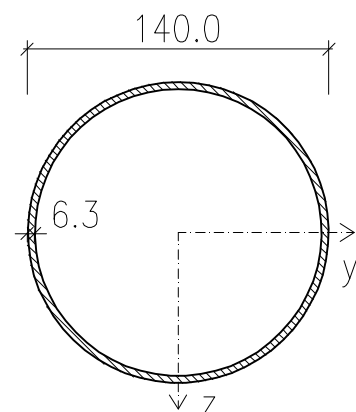
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
2808	1200	max N	470,6	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	KZ 19
2871	1225	min N	-394,1	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	KZ 19

4.1.5.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 140/6,3

Průřezové charakteristiky:

A =	2646 mm ²
A _{v,z} =	1685 mm ²
I _y =	5,93E+06 mm ⁴
i _y =	47,32 mm
W _{el,y} =	84656 mm ³
W _{pl,y} =	112,7E+03 mm ³
I _t =	11,85E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{140}{6,3} = 22,22 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,1$$

Třída průřezu 1.

4.1.5.2 Posouzení únosnosti (prut č.782 – rozhodující délka)

Vnitřní síly						
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	M_T	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
0,0	167,2	0,0	1,5	0,0	3,0	0,0

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	$V_{Ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{Ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	345,3	0,00	ANO	Y	40,0	0,08	0,08

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	6,9	0,9	6,21	131,2	1,72	0,29	276,2	0,61
Z-Z	6,9	0,9	6,21	131,2	1,72	0,29		

Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku										
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$				X_y	X_z	X_{LT}		
[kNm]	[kNm]	[kNm]								
939,3	40,0	40,0				0,29	0,29	1,00		
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s				ψ	$\alpha_{s/h}$	$c_{my/z/LT}$
		[kNm]	[kNm]	[kNm]						
Y	3	0,00	0,00	3,05				0,000	0,000	0,900
Z	1	0,00	0,00	0,00				0,000	0,000	0,600
klopení	3	0,00	0,00	3,05				0,000	0,000	0,900
Tabulka	k_{yy}	k_{yz}	k_{zz}	k_{zy}				Podm. 1	Podm. 2	
tab B.2	1,34	0,89	0,53	0				0,71	0,67	

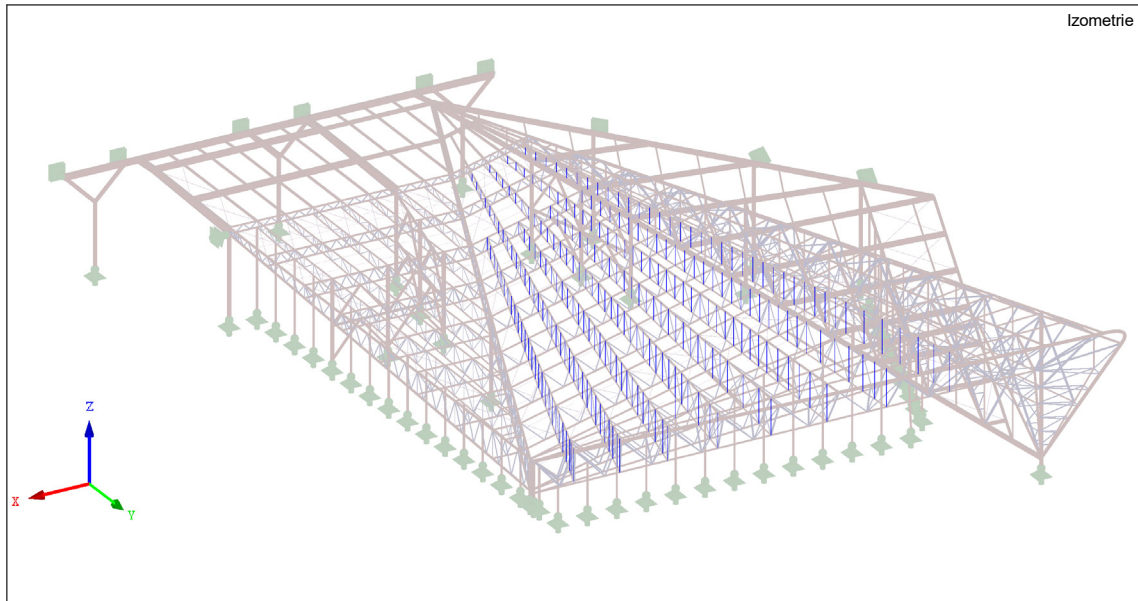
4.1.5.3 Posouzení únosnosti (prut č.2871)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	M_T	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
470,6	394,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	939,3	0,50

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	4	0,9	3,6	76,1	1,00	0,67	628,1	0,63
Z-Z	4	0,9	3,6	76,1	1,00	0,67		

Průřez TR 140/6,3 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.1.6 Svislice



Vnitřní síly na prvku:

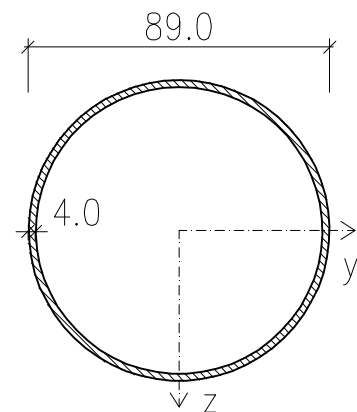
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
702	306	max N	117,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	KZ 30
2775	1199	min N	-71,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	KZ 19

4.1.6.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 89/4

Průřezové charakteristiky:

A =	1068 mm ²
A _{v,z} =	680,00 mm ²
I _y =	966,8E+03 mm ⁴
i _y =	30,09 mm
W _{el,y} =	21726 mm ³
W _{pl,y} =	28921 mm ³
I _t =	1,93E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{89}{4} = 22,25 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,1$$

Třída průřezu 1.

4.1.6.2 Posouzení únosnosti (prut č.702 – rozhodující délka)

Vnitřní síly						
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
0,0	48,2	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	6,2	0,9	5,58	185,5	2,43	0,16	58,8	0,82
Z-Z	6,2	0,9	5,58	185,5	2,43	0,16		

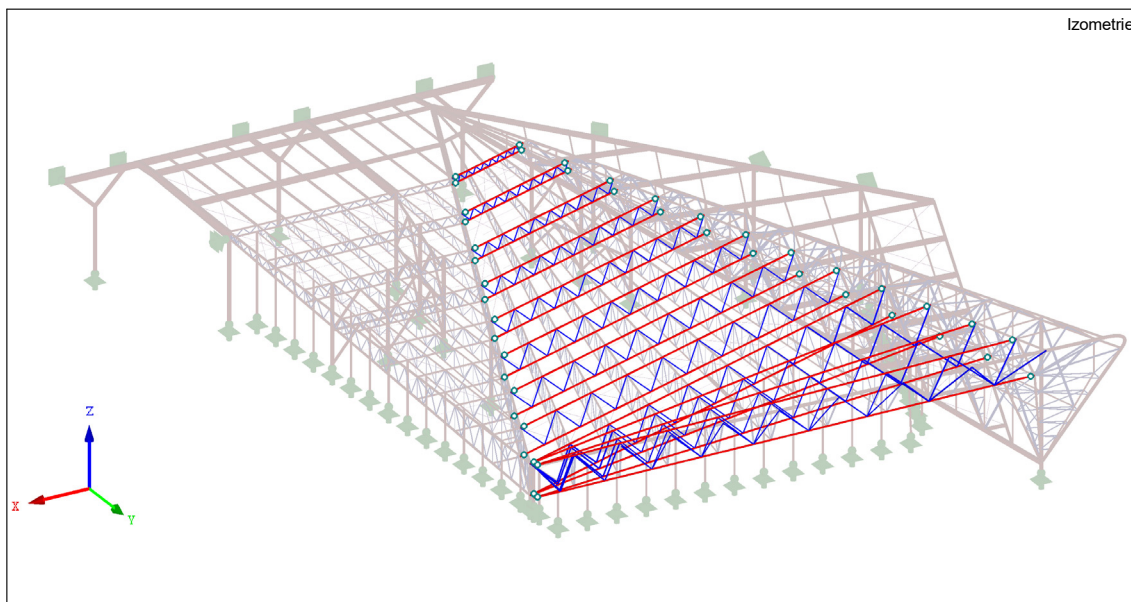
4.1.6.3 Posouzení únosnosti (prut č.2775)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
117,6	71,6	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	379,1	0,31

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	3	0,9	2,7	89,7	1,17	0,55	207,1	0,35
Z-Z	3	0,9	2,7	89,7	1,17	0,55		

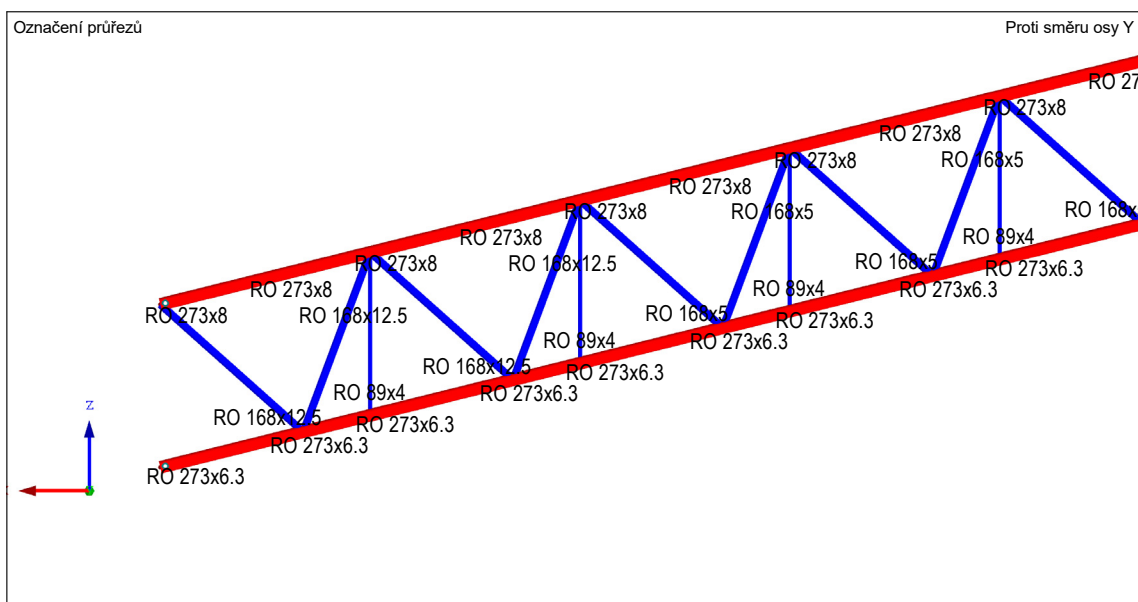
Průřez TR 89/4 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.2 Příhradové vazníky – střecha 1

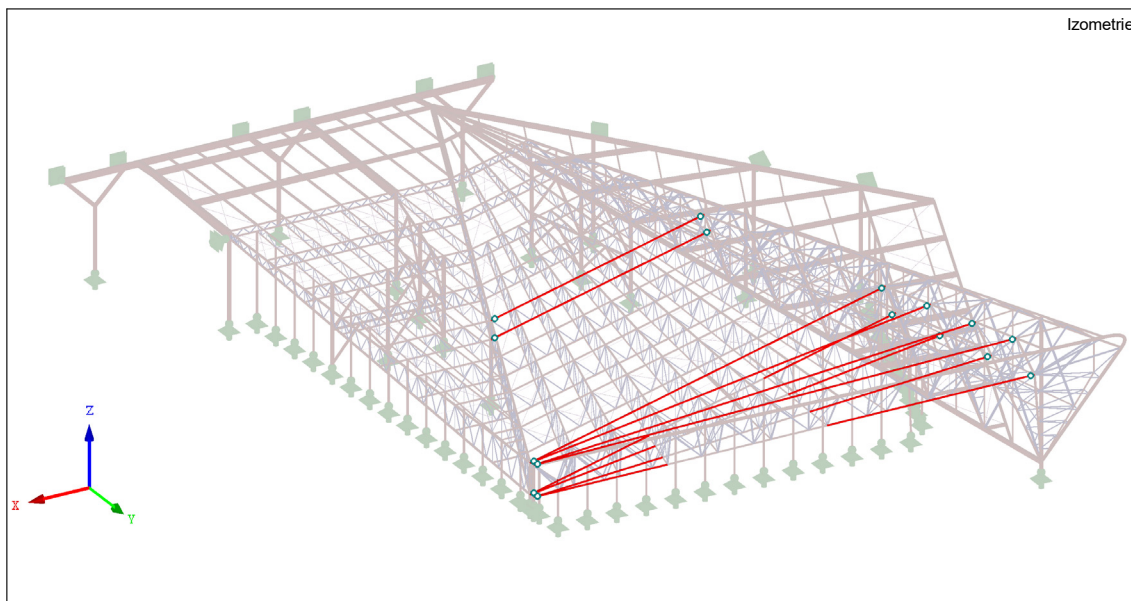


Svařované vazníky, rozděleny podle své délky až na 7 montážních celků.
Příhradoviny mají proměnou výšku od 1,0 až 6,25 m a délku od 12,0 m až 71,0 m.
Horní a dolní pásy jsou tvořeny trubkami stejných průměru s různými tloušťkami, podle umístění prvku. Půdorysné osové vzdálenosti vazníků jsou 10,0 m.
Vzpěrné délky ve střešní rovině jsou omezeny vzdáleností vaznic, v rovině vazníků poté diagonálami a svislicemi.

Část typického vazníku:



4.2.1 Horní a dolní pás silně namáhaný



Vnitřní síly na prvku:

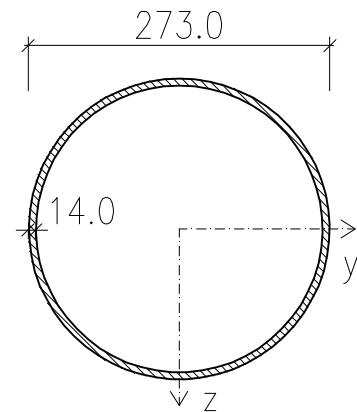
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
1813	756	max N	1714,9	-1,8	4,4	2,2	10,4	5,7	KZ 19
2934	0	min N	-2864,9	-6,6	13,4	0,6	0,0	0,0	KZ 19
822	0	max V_y	-294,1	88,8	3,2	-0,7	0,1	-1,8	KZ 21
546	214	min V_y	-490,4	-56,6	3,1	-0,6	0,0	0,0	KZ 30
704	348	max V_z	-259,2	1,9	51,8	0,3	-82,0	-6,7	KZ 19
2820	0	min V_z	-899,6	-2,0	-54,1	0,7	-35,3	-15,1	KZ 19
1181	483	max M_T	1108,6	4,0	9,3	2,2	2,9	9,6	KZ 19
1065	0	min M_T	-385,2	-1,0	-3,9	-3,1	-7,8	2,1	KZ 21
481	251	max M_y	407,1	-1,3	-14,3	0,1	89,1	-4,8	KZ 19
606	306	min M_y	-54,4	-4,0	-46,5	-0,2	-91,9	16,0	KZ 19
546	0	max M_z	-492,5	19,3	-0,7	-0,2	3,4	131,6	KZ 30
912	362	min M_z	-307,0	-27,1	2,8	-0,6	-4,0	-92,5	KZ 21

4.2.1.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 273/14

Průřezové charakteristiky:

$A =$	11391 mm ²
$A_{v,z} =$	7252 mm ²
$I_y =$	95,8E+06 mm ⁴
$i_y =$	91,70 mm
$W_{el,y} =$	701,81E+03 mm ³
$W_{pl,y} =$	940,05E+03 mm ³
$I_t =$	191,6E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{273}{14} = 19,5 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,1$$

Třída průřezu 1.

4.2.1.2 Posouzení únosnosti (prut č.2934)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1714,9	2864,9	6,6	13,4	0,9	35,3	15,1	4043,8	0,42

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	1486,4	0,01	ANO	Y	333,7	0,11	0,15
Y	1486,4	0,00	ANO	Z	333,7	0,05	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	2,7	1	2,7	29,4	0,39	0,96	3642,3	0,79
Z-Z	4	1	4	43,6	0,57	0,90		

Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku										
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$					X_y	X_z	X_{LT}	
[kNm]	[kNm]	[kNm]								
4043,8	333,7	333,7					0,96	0,90	1,00	
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s				ψ	$\alpha_{s/h}$	$C_{my/z/LT}$
		[kNm]	[kNm]	[kNm]						
Y	1	35,28	0,00	0,00				0,000	0,000	0,600
Z	1	15,12	0,00	0,00				0,000	0,000	0,600
klopení	3	0,00	0,46	1,07				0,000	0,000	0,900
Tabulka	k_{yy}	k_{yz}	k_{zz}	k_{zy}				Podm. 1	Podm. 2	
tab B.2	0,68	0,78	0,47	0				0,83	0,86	

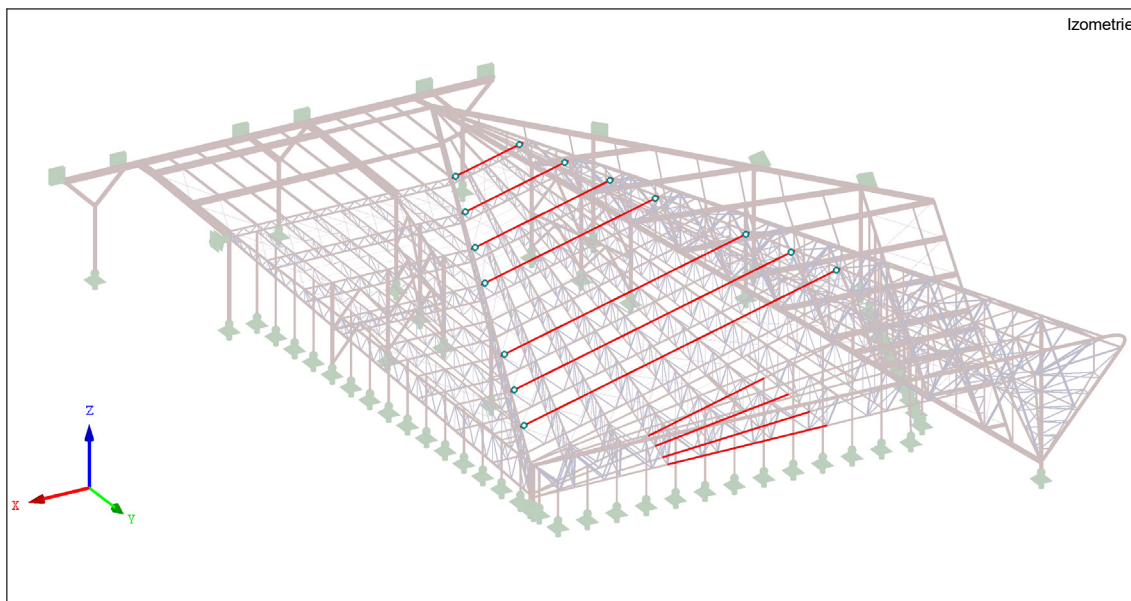
4.2.1.3 Posouzení použitelnosti

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezní hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
104,95	59,7	L/250	238,8	ANO

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezní hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
73,1	36,8	L/250	147,2	ANO

Průřez TR 273/14 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.2.2 Horní pás



Vnitřní síly na prvku:

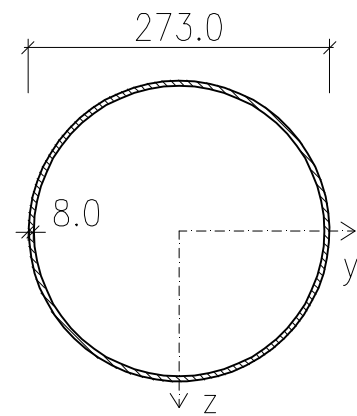
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
2616	0	max N	1410,7	2,5	6,3	0,3	9,3	-1,7	KZ 17
1942	0	min N	-1110,5	0,7	-17,9	0,1	-18,0	1,4	KZ 19
1431	629	max V_y	52,4	90,9	0,4	-0,5	0,2	120,3	KZ 26
1431	0	min V_y	-15,4	-84,9	-2,7	0,0	0,0	0,0	KZ 30
836	0	max V_z	-174,2	-3,0	42,8	0,2	34,7	7,7	KZ 21
2036	893	min V_z	-912,7	-5,8	-24,7	0,3	0,0	0,0	KZ 19
1920	799	max M_T	-925,8	3,8	2,9	1,2	12,7	7,1	KZ 19
2726	0	min M_T	-8,7	0,0	-5,3	-1,1	-5,0	0,0	KZ 27
836	390	max M_y	-174,2	-3,0	42,8	0,2	34,7	7,7	KZ 21
836	0	min M_y	-172,5	-1,0	-1,7	0,3	-41,3	0,9	KZ 21
1516	629	max M_z	-62,6	-49,7	-1,2	-0,7	-1,0	120,4	KZ 26
1431	629	min M_z	-16,4	-84,8	-0,7	0,8	2,2	-112,6	KZ 30

4.2.2.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 273/8

Průřezové charakteristiky:

$A =$	6660 mm ²
$A_{v,z} =$	4240 mm ²
$I_y =$	58,52E+06 mm ⁴
$i_y =$	93,73 mm
$W_{el,y} =$	428,7E+03 mm ³
$W_{pl,y} =$	561,97E+03 mm ³
$I_t =$	117,03E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{273}{8} = 34,13 < 70 \times \varepsilon^2 = 70 \times 0,814^2 = 46,3$$

Třída průřezu 2.

4.2.2.2 Posouzení únosnosti (prut č.1942)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1410,7	1110,5	0,7	17,9	0,1	18,8	2,5	2364,3	0,60

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	869,0	0,02	ANO	Y	199,5	0,09	0,11
Y	869,0	0,00	ANO	Z	199,5	0,01	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	6	1	6	64,0	0,84	0,77	1828,6	0,61
Z-Z	6	1	6	64,0	0,84	0,77		

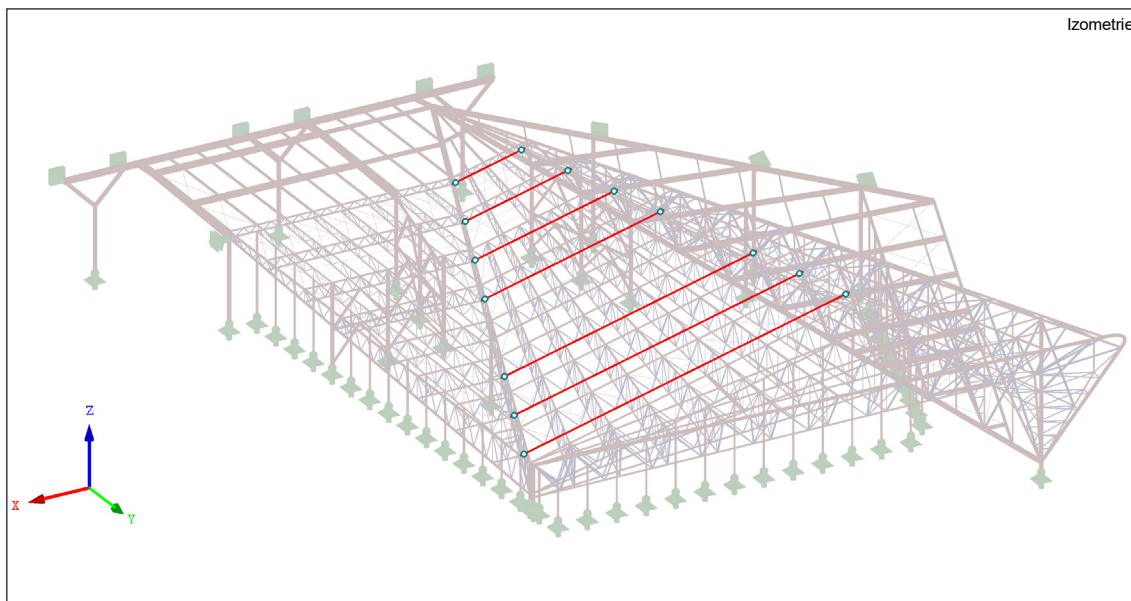
Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku										
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$				X_y	X_z	X_{LT}		
[kNm]	[kNm]	[kNm]								
2364,3	199,5	199,5				0,77	0,77	1,00		
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s				ψ	$\alpha_{s/h}$	$C_{my/z/LT}$
		[kNm]	[kNm]	[kNm]						
Y	2	-18,01	-18,15	18,76				1,008	-1,042	0,833
Z	3	1,37	1,56	2,52				1,136	0,545	0,954
klopení	3	0,00	0,46	1,07				0,000	0,000	0,900
Tabulka	k_{yy}	k_{yz}	k_{zz}	k_{zy}				Podm. 1	Podm. 2	
tab B.2	1,16	1,32	0,79	0				0,73	0,69	

4.2.2.3 Posouzení použitelnosti

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezní hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
90,85	53,7	L/250	214,8	ANO

Průřez TR 273/8 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.2.3 Dolní pás



Vnitřní síly na prvku:

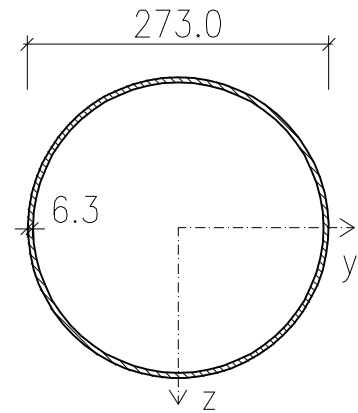
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
2046	867	max N	1017,1	-4,5	-16,4	0,6	17,7	-4,8	KZ 19
1124	0	min N	-954,8	-3,3	-1,0	0,2	-0,5	5,6	KZ 19
1463	597	max V_y	-19,1	41,7	1,5	-0,2	-0,7	-32,1	KZ 26
1463	597	min V_y	-5,5	-37,3	1,7	0,2	0,3	28,6	KZ 30
1520	642	max V_z	296,8	-10,4	21,5	0,0	-7,6	-14,5	KZ 19
2238	972	min V_z	511,4	0,7	-19,5	0,3	-4,9	2,1	KZ 19
3413	1464	max M_T	174,6	-0,4	-0,9	1,0	0,9	-2,0	KZ 18
1463	0	min M_T	154,3	-28,2	0,9	-0,6	2,1	-63,6	KZ 29
1983	867	max M_y	942,7	-2,0	3,2	0,6	18,0	-2,1	KZ 17
2708	1149	min M_y	-730,1	-3,2	4,9	0,8	-10,0	-8,3	KZ 19
1463	0	max M_z	-0,6	21,1	0,7	0,3	0,5	62,3	KZ 30
1463	0	min M_z	-19,4	41,6	1,1	-0,3	0,5	-69,7	KZ 26

4.2.3.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 273/6,3

Průřezové charakteristiky:

$A =$	5279 mm ²
$A_{v,z} =$	3360 mm ²
$I_y =$	46,96E+06 mm ⁴
$i_y =$	94,32 mm
$W_{el,y} =$	344,02E+03 mm ³
$W_{pl,y} =$	448,2E+03 mm ³
$I_t =$	93,92E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{273}{6,3} = 43,33 < 70 \times \varepsilon^2 = 70 \times 0,814^2 = 46,3$$

Třída průřezu 2.

4.2.3.2 Posouzení únosnosti (prut č.1124)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
238,6	956,0	3,3	1,0	0,3	17,9	4,8	1874,0	0,13

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	688,7	0,00	ANO	Y	159,1	0,11	0,14
Y	688,7	0,00	ANO	Z	159,1	0,03	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	3,1	1	3,1	32,9	0,43	0,94	1639,6	0,58
Z-Z	4,6	1	4,6	48,8	0,64	0,87		

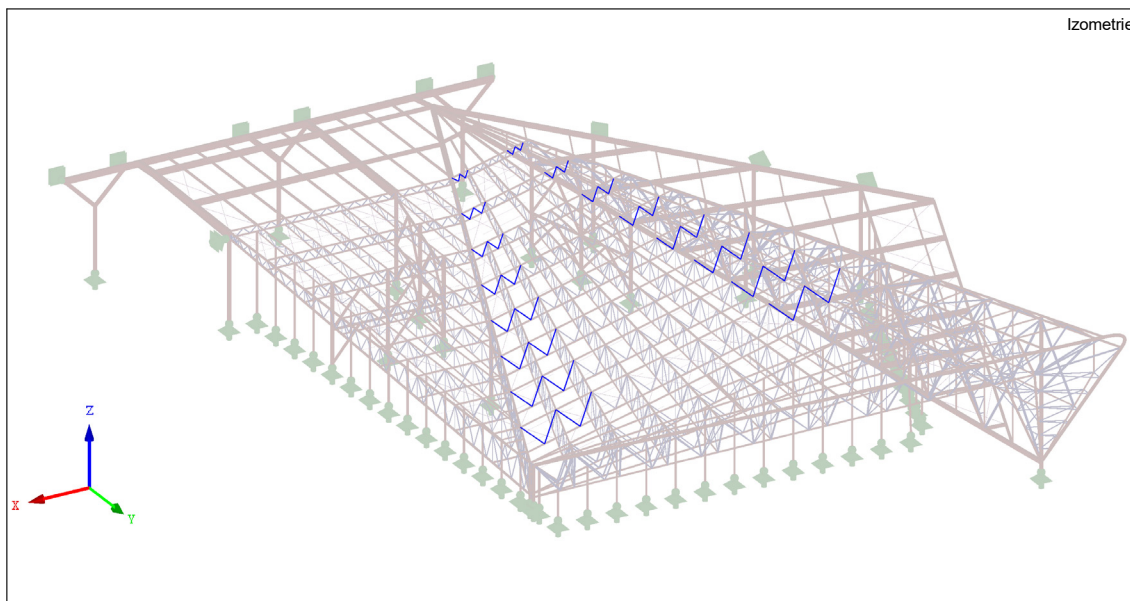
Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku										
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$				X_y	X_z	X_{LT}		
[kNm]	[kNm]	[kNm]								
1874,0	159,1	159,1				0,94	0,87	1,00		
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s				ψ	$\alpha_{s/h}$	$C_{my/z/LT}$
		[kNm]	[kNm]	[kNm]						
Y	1	0,00	17,90	0,00				0,000	0,000	0,600
Z	1	0,00	4,80	0,00				0,000	0,000	0,600
klopení	3	0,00	-1,90	17,90				0,000	0,000	0,900
Tabulka	k_{yy}	k_{yz}	k_{zz}	k_{zy}				Podm. 1	Podm. 2	
tab B.2	0,67	0,75	0,45	0				0,63	0,65	

4.2.3.3 Posouzení použitelnosti

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezní hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
93,55	55,3	L/200	276,5	ANO

Průřez TR 273/6,3 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.2.4 Diagonály krajní



Vnitřní síly na prvku:

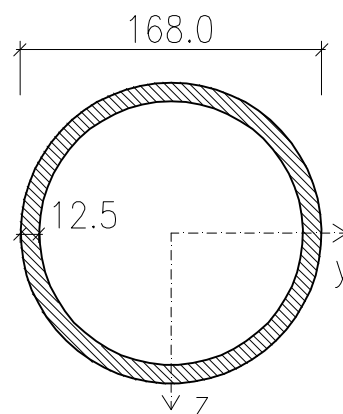
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
2935	1299	max N	1783,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	KZ 19
2821	1242	min N	-1696,8	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	KZ 19

4.2.4.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 168/12,5

Průřezové charakteristiky:

A =	6106 mm ²
A _{v,z} =	3888 mm ²
I _y =	18,58E+06 mm ⁴
i _y =	55,15 mm
W _{el,y} =	221,15E+03 mm ³
W _{pl,y} =	302,9E+03 mm ³
I _t =	37,15E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{168}{12,5} = 13,44 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,1$$

Třída průřezu 1.

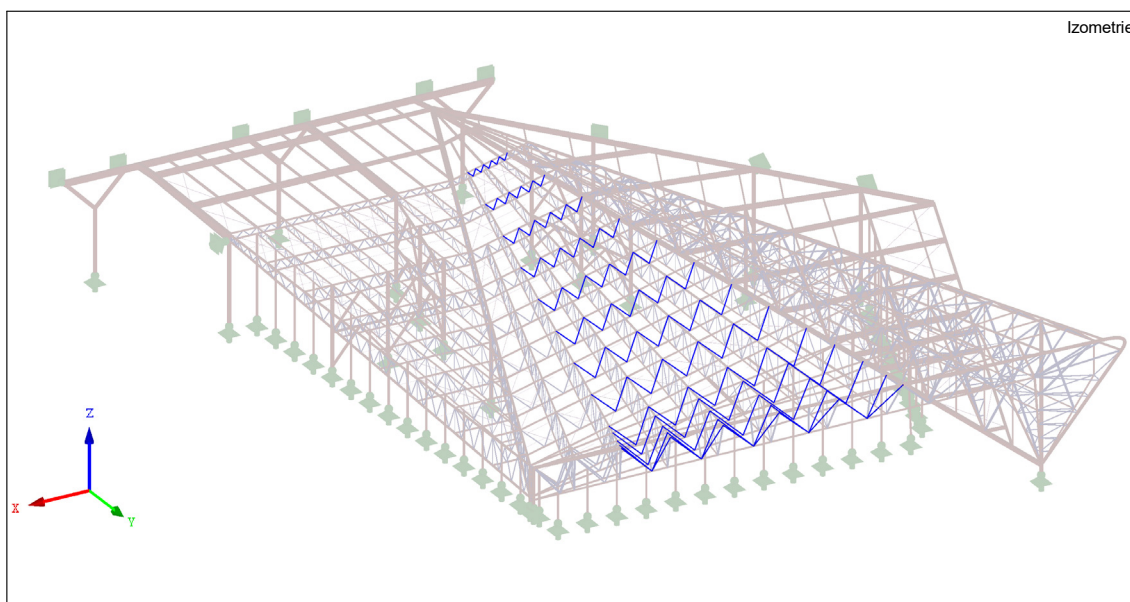
4.2.4.2 Posouzení únosnosti (prut č.2821)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	M_T	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1783,0	1696,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2167,6	0,82

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	3,5	0,9	3,15	57,1	0,75	0,82	1786,8	0,95
Z-Z	3,5	0,9	3,15	57,1	0,75	0,82		

Průřez TR 168/12,5 z oceli S355 vyhoví na MSÚ.

4.2.5 Diagonály vnitřní



Vnitřní síly na prvku:

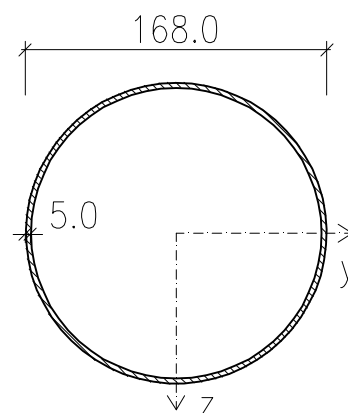
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
2476	1099	max N	668,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	KZ 19
2374	1042	min N	-596,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	KZ 19

4.2.5.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 168/5

Průřezové charakteristiky:

A =	2560 mm ²
A _{v,z} =	1630 mm ²
I _y =	8,51E+06 mm ⁴
i _y =	57,66 mm
W _{el,y} =	101,33E+03 mm ³
W _{pl,y} =	132,89E+03 mm ³
I _t =	17,02E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{168}{5} = 33,6 < 70 \times \varepsilon^2 = 70 \times 0,814^2 = 46,3$$

Třída průřezu 2.

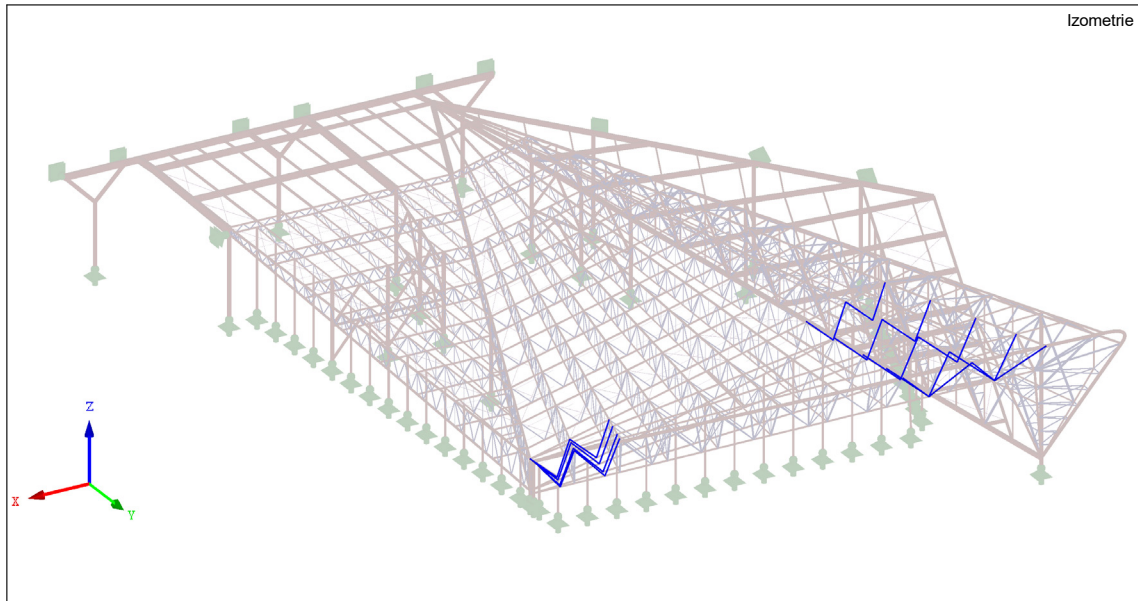
4.2.5.2 Posouzení únosnosti (prut č.2374)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
N _{Ed,t}	N _{Ed,c}	V _{Ed,y}	V _{Ed,z}	M _T	M _{Ed,y}	M _{Ed,z}	N _{t,Rd}	N _{Ed} /N _{t,Rd}
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
669,1	597,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	908,8	0,74

Vzpěrná únosnost								
osa	L _{toer}	k _{y/z/w}	L _{cr}	λ	λ̄	χ	N _{b,Rd}	N _{Ed} /N _{b,Rd}
	[m]						[kN]	
Y-Y	3,5	0,9	3,15	54,6	0,72	0,84	763,9	0,78
Z-Z	3,5	0,9	3,15	54,6	0,72	0,84		

Průřez TR 168/5 z oceli S355 vyhoví na MSÚ.

4.2.6 Diagonály dlouhé



Vnitřní síly na prvku:

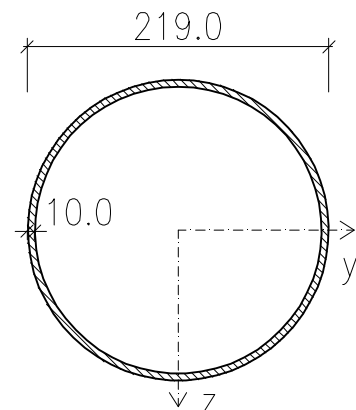
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
447	182	max N	1068,5	0,0	-0,8	0,0	0,0	0,0	KZ 19
622	221	min N	-1078,7	0,0	-3,1	0,0	0,0	0,0	KZ 19

4.2.6.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 219/10

Průřezové charakteristiky:

A =	6566 mm ²
A _{v,z} =	4180 mm ²
I _y =	35,93E+06 mm ⁴
i _y =	73,98 mm
W _{el,y} =	328,15E+03 mm ³
W _{pl,y} =	437,14E+03 mm ³
I _t =	71,87E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{219}{10} = 21,9 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,1$$

Třída průřezu 1.

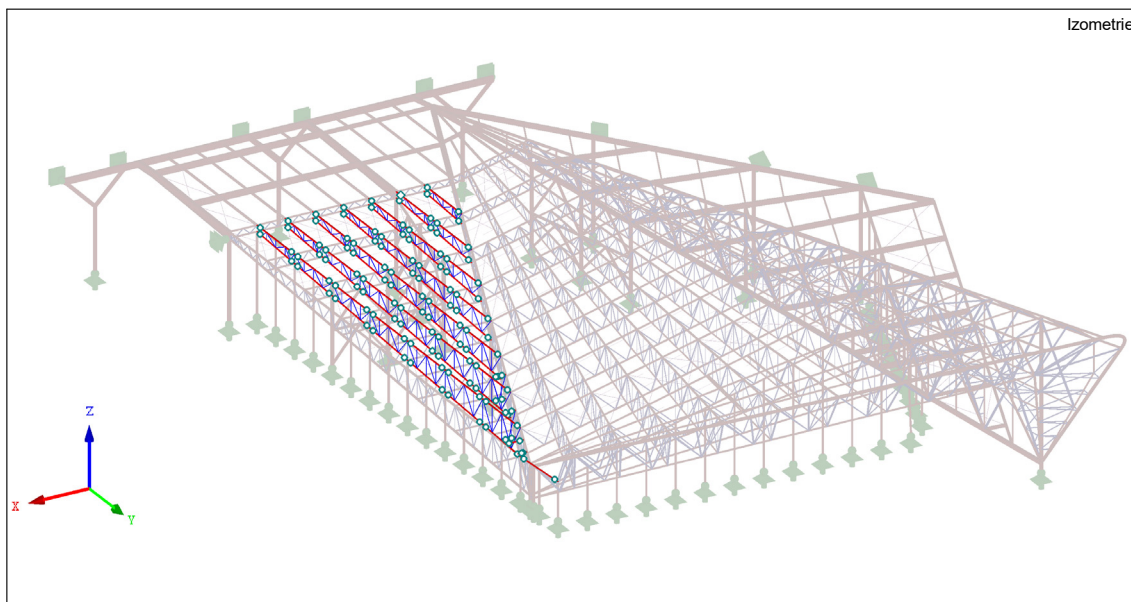
4.2.6.2 Posouzení únosnosti (prut č.622)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	M_T	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1068,5	1078,7	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	2330,9	0,46

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	7,3	0,9	6,57	88,8	1,16	0,55	1291,9	0,84
Z-Z	7,3	0,9	6,57	88,8	1,16	0,55		

Průřez TR 219/10 z oceli S355 vyhoví na MSÚ.

4.3 Příhradové vaznice – střecha 2

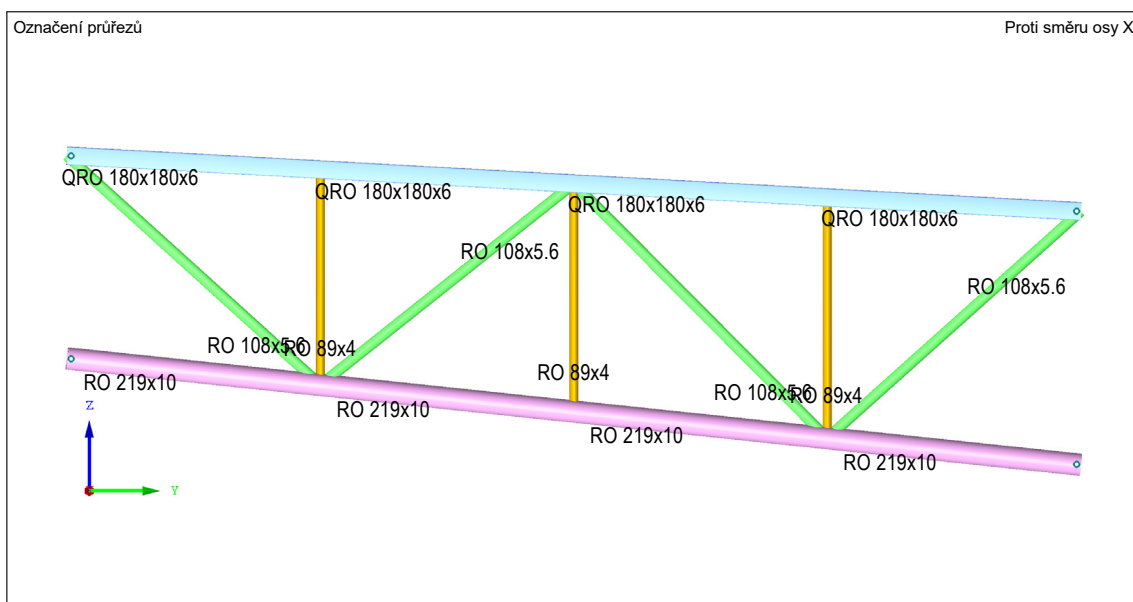


Svařované příhradové vaznice, tvořená dutými profily. Horní pás je tvořen čtvercovým profilem, ostatní pruty jsou poté tvořeny kruhovými dutými průřezy.

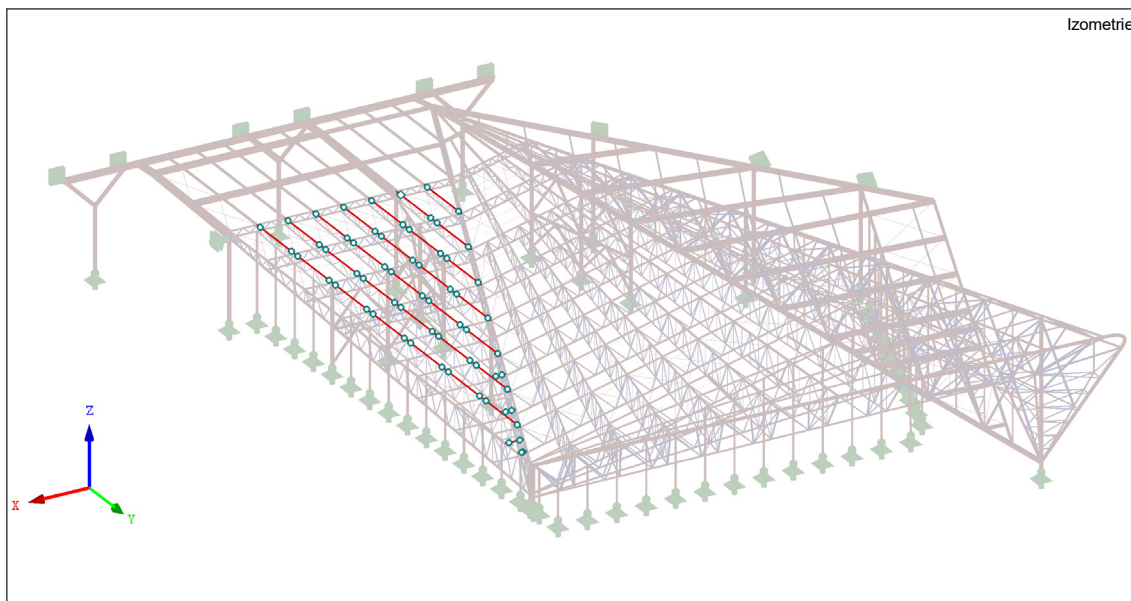
Délka příhrady prvku se pohybuje okolo 10,0 m, výška pak s postupným zvedáním střechy mezi 1,0 m až 4,5 m.

Vzpěrné délky prvků byly uvažovány jako systémové ve střešní rovině. V rovině vaznice pak jako vzdálenosti mezi diagonálami, popřípadě svislicemi.

Typická vaznice:



4.3.1 Horní pás



Vnitřní síly na prvku:

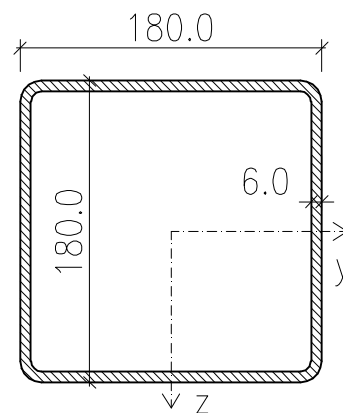
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
3011	0	max N	505,5	-0,2	-7,1	-0,5	-3,3	0,3	KZ 19
2778	1198	min N	-233,9	0,1	4,8	-0,2	-0,4	-0,2	KZ 15
3126	1355	max V_y	-27,7	0,6	-11,1	-0,7	-4,3	-2,3	KZ 19
3143	0	min V_y	-132,3	-0,6	-1,0	-0,6	1,1	-0,4	KZ 18
2603	1121	max V_z	-0,9	0,0	13,4	-0,5	-6,8	0,0	KZ 29
2593	1121	min V_z	-121,4	-0,1	-13,9	-0,7	-6,8	-0,1	KZ 17
3910	1712	max M_T	-99,9	-0,3	1,4	1,3	1,3	-0,4	KZ 17
2855	0	min M_T	106,7	0,4	-8,6	-1,1	-4,5	-0,8	KZ 17
3861	0	max M_y	-2,0	0,0	-0,2	-0,3	4,4	0,0	KZ 17
2603	1121	min M_y	-0,9	0,0	13,4	-0,5	-6,8	0,0	KZ 29
3463	1508	max M_z	-105,0	0,2	5,1	-0,2	-2,6	1,4	KZ 27
3126	1355	min M_z	-27,7	0,6	-11,1	-0,7	-4,3	-2,3	KZ 19

4.3.1.1 Průřezové charakteristiky

Profil: JÄCKEL 180/6

Průřezové charakteristiky:

$A =$	4080 mm ²
$A_{v,z} =$	2040 mm ²
$I_y =$	20,37E+06 mm ⁴
$i_y =$	70,60 mm
$W_{el,y} =$	226,0E+03 mm ³
$W_{pl,y} =$	264,0E+03 mm ³
$I_t =$	32,23E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{c_w}{t_w} = \frac{180 - 2 \times 6 - 2 \times 9}{6} = 25 < 33\varepsilon = 33 \times 0,814 = 26,8 \rightarrow \text{1. třída}$$

Třída průřezu 1.

4.3.1.2 Posouzení únosnosti (prut č.2778)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
505,5	233,9	0,1	4,8	0,2	5,2	0,3	1448,4	0,35

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	418,1	0,01	ANO	Y	93,7	0,06	0,06
Y	418,1	0,00	ANO	Z	93,7	0,00	

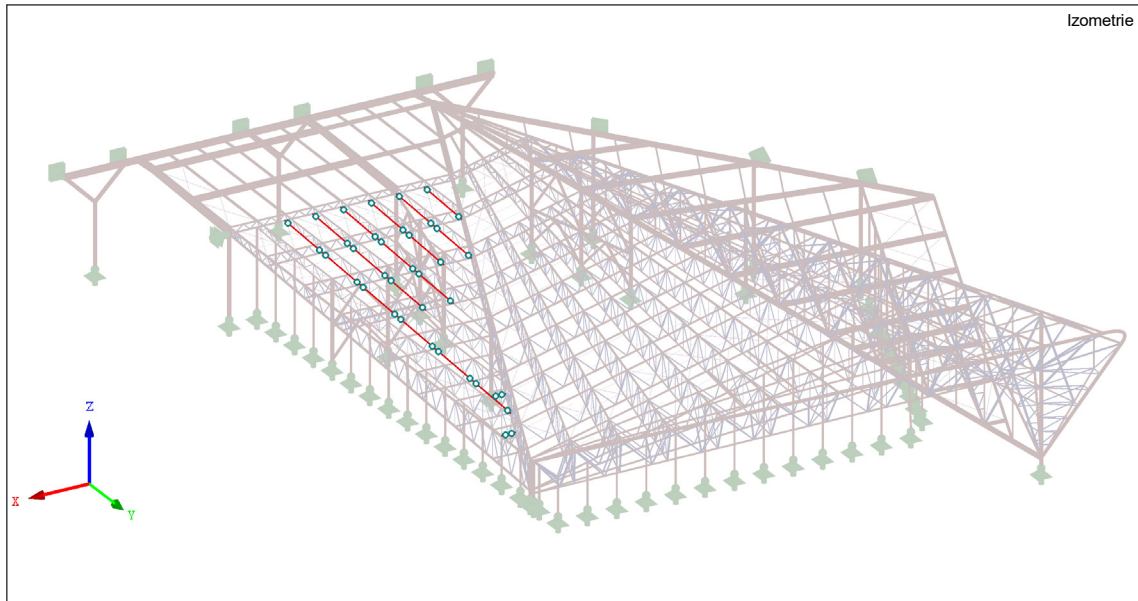
Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	2,5	1	2,5	35,4	0,46	0,86	323,3	0,72
Z-Z	10	1	10	141,6	1,85	0,22		

Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku										
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$				χ_y	χ_z	χ_{LT}		
[kNm]	[kNm]	[kNm]								
1448,4	93,7	93,7				0,86	0,22	1,00		
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s				ψ	$\alpha_{s/h}$	$c_{my/z/LT}$
		[kNm]	[kNm]	[kNm]						
Y	2	5,01	0,00	-2,08				0,000	-0,416	0,400
Z	1	0,00	0,00	0,25				0,000	0,000	0,600
klopení	3	0,00	0,00	5,01				0,000	0,000	0,900
Tabulka	k_{yy}	k_{zz}	k_{yz}	k_{zy}	Podm. 1		Podm. 2			
tab B.1	0,42	0,95	0,57	0,25	0,21		0,74			

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezní hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
1,8	10	L/200	50	ANO

Průřez JACKEL 180/6 z oceli S355 vyhoví na MSÚ a MSP.

4.3.2 Dolní pás



Vnitřní síly na prvku:

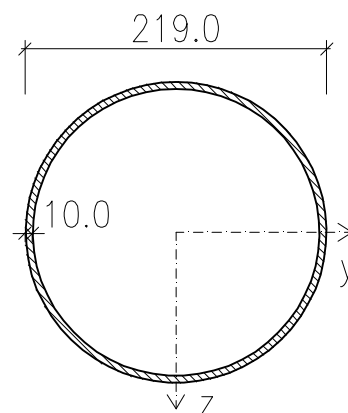
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
2546	0	max N	220,1	0,0	-3,3	1,0	-1,9	0,1	KZ 27
2608	1122	min N	-569,4	0,1	20,7	-1,9	-26,8	0,1	KZ 29
3561	0	max V_y	-422,0	1,3	-1,2	0,8	0,0	0,0	KZ 30
3571	1555	min V_y	-421,2	-1,5	0,3	0,4	0,0	0,0	KZ 30
2608	0	max V_z	-222,2	0,2	34,2	-2,4	-21,5	0,1	KZ 18
2601	1122	min V_z	-62,2	0,1	-34,1	-2,4	-43,0	0,2	KZ 18
3639	1585	max M_T	0,4	-0,3	-1,5	1,6	0,0	0,0	KZ 17
3600	1587	min M_T	3,6	0,0	0,4	-3,5	0,2	0,0	KZ 30
2591	1115	max M_y	-375,0	0,0	-4,0	-1,9	5,6	0,2	KZ 29
2601	1122	min M_y	-62,2	0,1	-34,1	-2,4	-43,0	0,2	KZ 18
3582	1560	max M_z	-245,1	-0,5	-1,5	0,4	-1,2	5,4	KZ 30
2546	1096	min M_z	-63,4	-0,3	3,1	1,4	-1,3	-2,1	KZ 17

4.3.2.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 219/10

Průřezové charakteristiky:

$A =$	6566 mm ²
$A_{v,z} =$	4180 mm ²
$I_y =$	35,93E+06 mm ⁴
$i_y =$	73,98 mm
$W_{el,y} =$	328,15E+03 mm ³
$W_{pl,y} =$	437,14E+03 mm ³
$I_t =$	71,87E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{219}{10} = 21,9 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,1$$

Třída průřezu 1.

4.3.2.2 Posouzení únosnosti (prut č.2608)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
262,8	486,8	0,9	1,8	0,9	0,9	2,7	2330,9	0,11

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	856,7	0,00	ANO	Y	155,2	0,01	0,02
Y	856,7	0,00	ANO	Z	155,2	0,02	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	2,5	1	2,5	33,8	0,44	0,94	649,9	0,75
Z-Z	10	1	10	135,2	1,77	0,28		

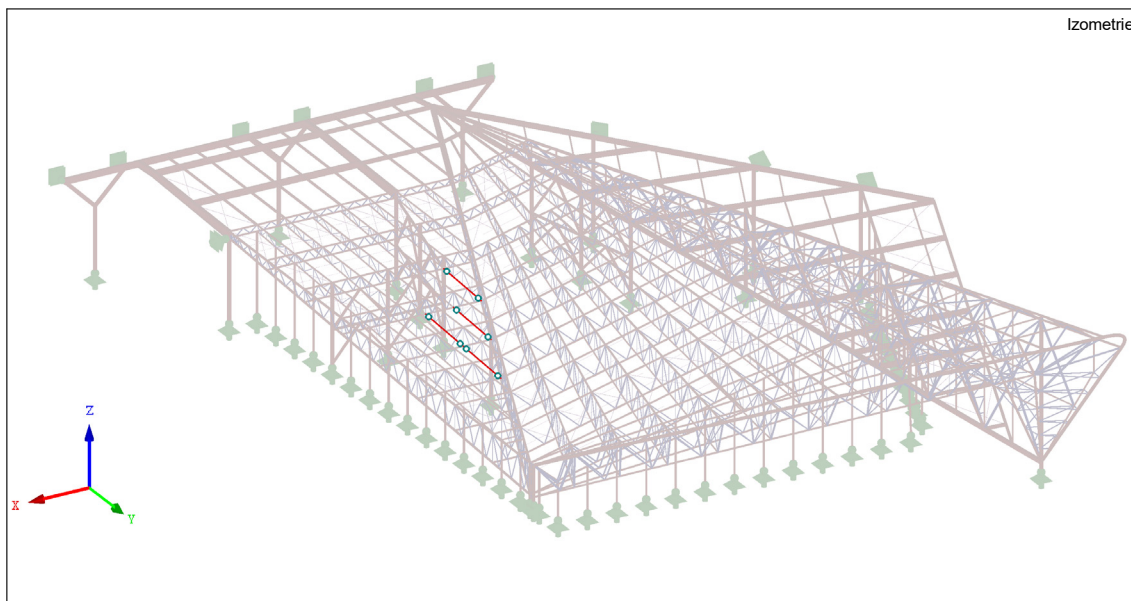
Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku									
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$				χ_y	χ_z	χ_{LT}	
[kNm]	[kNm]	[kNm]							
2330,9	155,2	155,2				0,94	0,28	1,00	
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s		ψ	$\alpha_{s/h}$	$c_{my/z/LT}$	
		[kNm]	[kNm]	[kNm]					
Y	1	0,90	0,00	0,00		0,000	0,000	0,600	
Z	3	0,00	0,00	2,70		0,000	0,000	0,900	
klopení	1	0,90	0,40	0,00		0,444	0,000	0,778	
Tabulka	k_{yy}	k_{zz}	k_{yz}	k_{zy}	Podm. 1		Podm. 2		
tab B.1	0,63	1,44	0,86	0,38	0,24		0,78		

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezní hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
13,95	10	L/200	50	ANO

Pos. na kroucení	
T_{Rd}	M_T/T_{Rd}
[kNm]	
134,5	0,01

Průřez TR 219/10 z oceli S355 vyhoví na MSÚ a MSP.

4.3.3 Silně namáhaný dolní pás



Vnitřní síly na prvku:

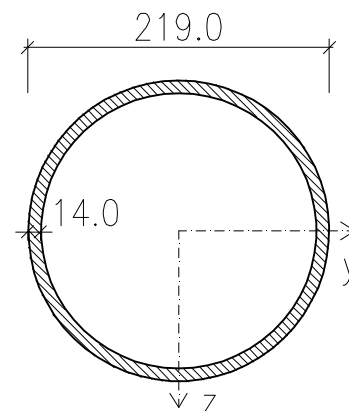
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
2765	0	max N	101,2	0,1	-2,0	-0,7	-1,4	-0,2	KZ 25
2998	1298	min N	-766,8	0,5	-0,7	0,5	0,0	0,0	KZ 19
3274	1425	max V_y	-314,9	1,1	-3,1	0,9	-2,5	2,4	KZ 30
3256	1413	min V_y	-496,0	-1,3	-0,1	0,9	0,0	0,0	KZ 30
3265	1417	max V_z	-364,9	0,0	4,5	0,8	-5,0	0,1	KZ 6
2776	1201	min V_z	-305,9	0,0	-4,1	-0,1	-3,7	-0,2	KZ 2
2998	1298	max M_T	-286,6	-0,5	0,7	1,0	0,0	0,0	KZ 27
3249	1407	min M_T	-470,1	0,2	2,2	-1,3	-1,0	0,7	KZ 29
2792	0	max M_y	-665,0	-0,1	-0,1	-0,6	2,8	-0,2	KZ 18
3265	1417	min M_y	-394,1	0,1	4,2	0,9	-5,0	0,1	KZ 19
3265	1421	max M_z	-315,1	-0,5	-0,8	0,9	-0,1	4,7	KZ 30
3009	0	min M_z	-458,4	0,1	3,5	0,5	-4,5	-1,1	KZ 19

4.3.3.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 219/14

Průřezové charakteristiky:

$A =$	9016 mm ²
$A_{v,z} =$	5740 mm ²
$I_y =$	47,59E+06 mm ⁴
$i_y =$	72,65 mm
$W_{el,y} =$	434,57E+03 mm ³
$W_{pl,y} =$	589,27E+03 mm ³
$I_t =$	95,17E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{219}{14} = 15,64 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,1$$

Třída průřezu 1.

4.3.3.2 Posouzení únosnosti (prut č.2998)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
101,2	766,8	0,5	3,5	0,5	4,5	1,1	3200,7	0,03

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	1176,5	0,00	ANO	Y	209,2	0,02	0,03
Y	1176,5	0,00	ANO	Z	209,2	0,01	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	2,5	1	2,5	34,4	0,45	0,94	863,6	0,89
Z-Z	10	1	10	137,7	1,80	0,27		

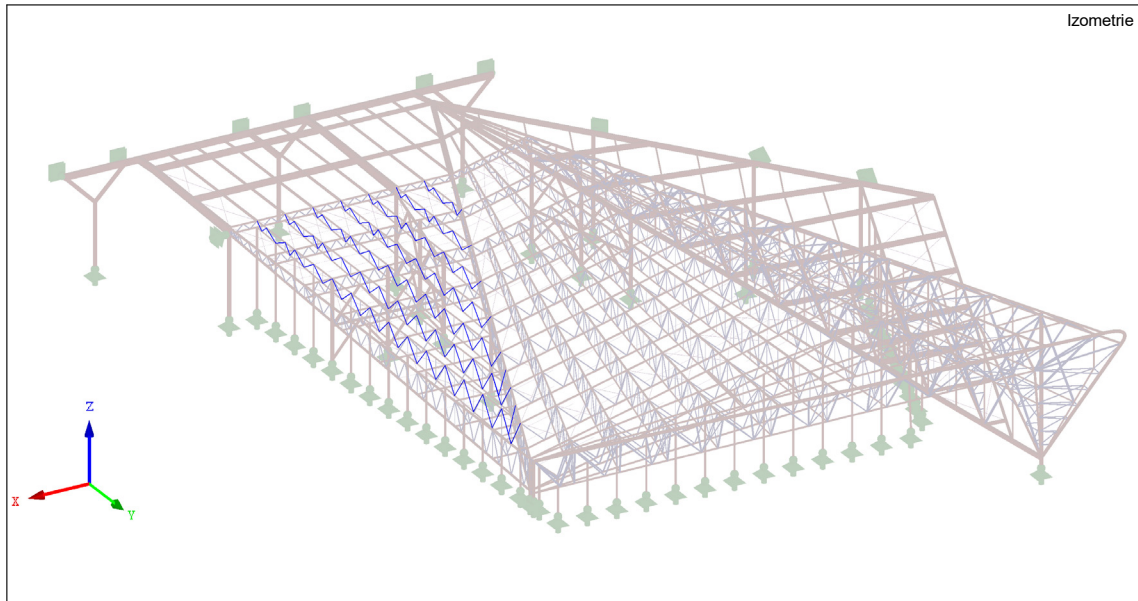
Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku										
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$				χ_y	χ_z	χ_{LT}		
[kNm]	[kNm]	[kNm]								
3200,7	209,2	209,2				0,94	0,27	1,00		
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s				ψ	$\alpha_{s/h}$	$c_{my/z/LT}$
		[kNm]	[kNm]	[kNm]						
Y	1	4,50	0,00	0,00				0,000	0,000	0,600
Z	3	0,00	0,00	1,15				0,000	0,000	0,900
klopení	2	0,00	0,00	4,50				0,000	0,000	0,400
Tabulka	k_{yy}	k_{zz}	k_{yz}	k_{zy}				Podm. 1	Podm. 2	
tab B.1	0,64	1,54	0,92	0,38				0,27	0,90	

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezní hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
-1	10	L/200	50	ANO

Pos. na kroucení	
T_{Rd}	M_T/T_{Rd}
[kNm]	
178,1	0,00

Průřez TR 219/14 z oceli S355 vyhoví na MSÚ a MSP.

4.3.4 Diagonály



Vnitřní síly na prvku:

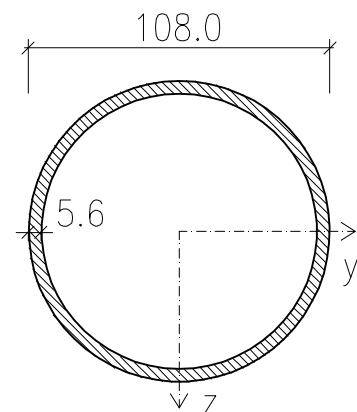
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
3250	1414	max N	282,7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	KZ 17
3010	1300	min N	-235,8	0,0	-0,7	0,0	0,0	0,0	KZ 19

4.3.4.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 108/5,6

Průřezové charakteristiky:

A =	1802 mm ²
A _{v,z} =	1147 mm ²
I _y =	2,37E+06 mm ⁴
i _y =	36,26 mm
W _{el,y} =	43858 mm ³
W _{pl,y} =	58779 mm ³
I _t =	4,74E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{108}{5,6} = 22,22 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,1$$

Třída průřezu 1.

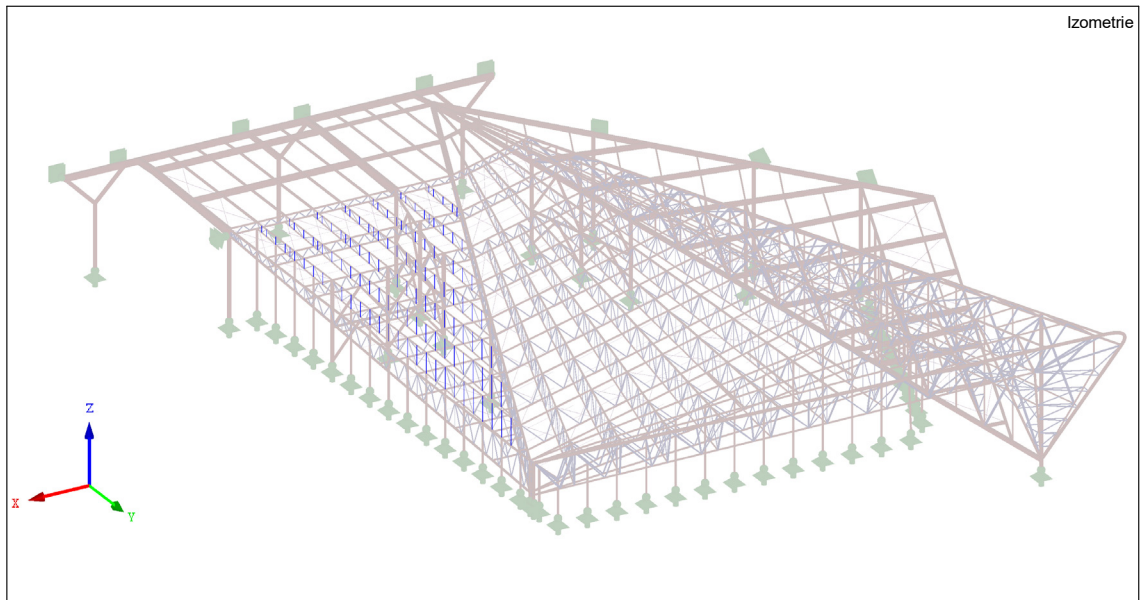
4.3.4.2 Posouzení únosnosti (prut č.3010)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	M_T	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
282,7	235,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	639,7	0,44

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	4,3	0,9	3,87	106,7	1,40	0,42	268,3	0,88
Z-Z	4,3	0,9	3,87	106,7	1,40	0,42		

Průřez TR 108/5,6 z oceli S355 vyhoví na MSÚ.

4.3.5 Svislice



Vnitřní síly na prvku:

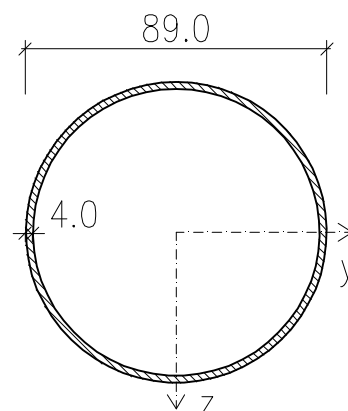
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
3068	1331	max N	25,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	KZ 22
3568	1555	min N	-80,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	KZ 18

4.3.5.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 89/4

Průřezové charakteristiky:

$A =$	1068 mm ²
$A_{v,z} =$	680,00 mm ²
$I_y =$	966,8E+03 mm ⁴
$i_y =$	30,09 mm
$W_{el,y} =$	21726 mm ³
$W_{pl,y} =$	28921 mm ³
$I_t =$	1,93E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{89}{4} = 22,25 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,1$$

Třída průřezu 1.

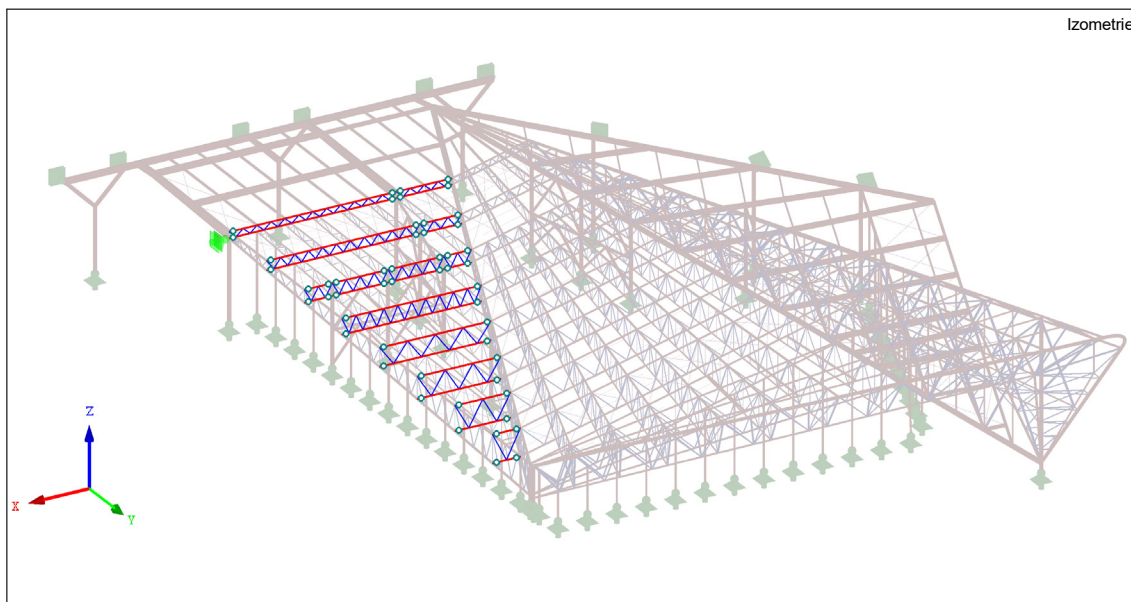
4.3.5.2 Posouzení únosnosti (prut č.3568)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
25,1	80,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	379,1	0,07

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	2	0,9	1,8	59,8	0,78	0,81	305,3	0,26
Z-Z	2	0,9	1,8	59,8	0,78	0,81		

Průřez TR 89/4 z oceli S355 vyhoví na MSÚ.

4.4 Příhradové vazníky – střecha 2

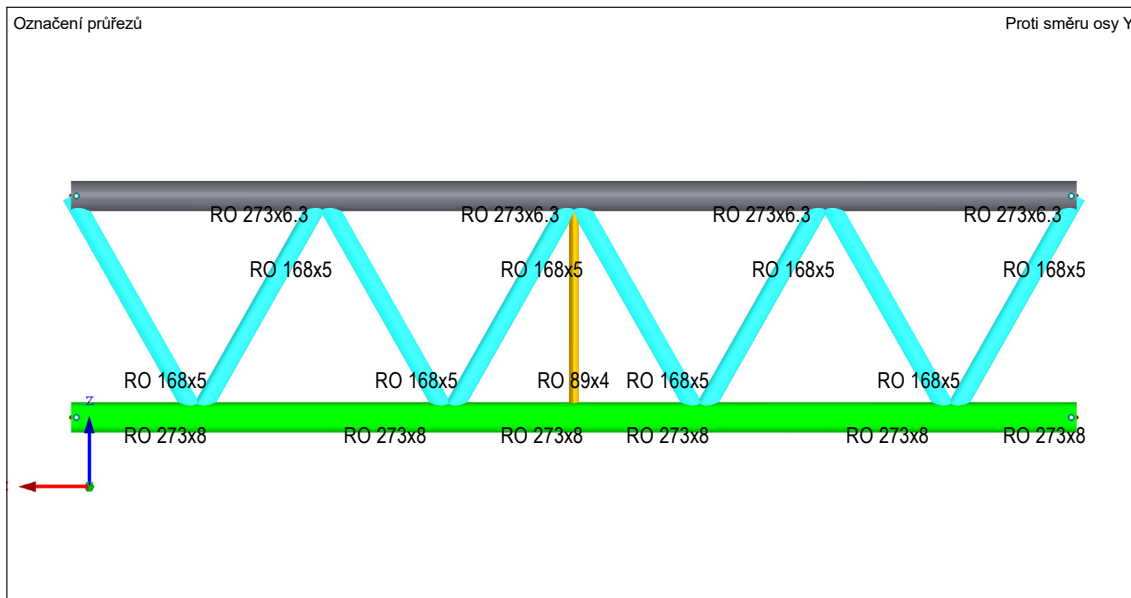


Svařované vazníky, rozděleny podle své délky až na 3 montážní celky. Příhradoviny mají proměnu výšky od 1,0 až 4,5 m a délku od 4,5 m až 27,3 m.

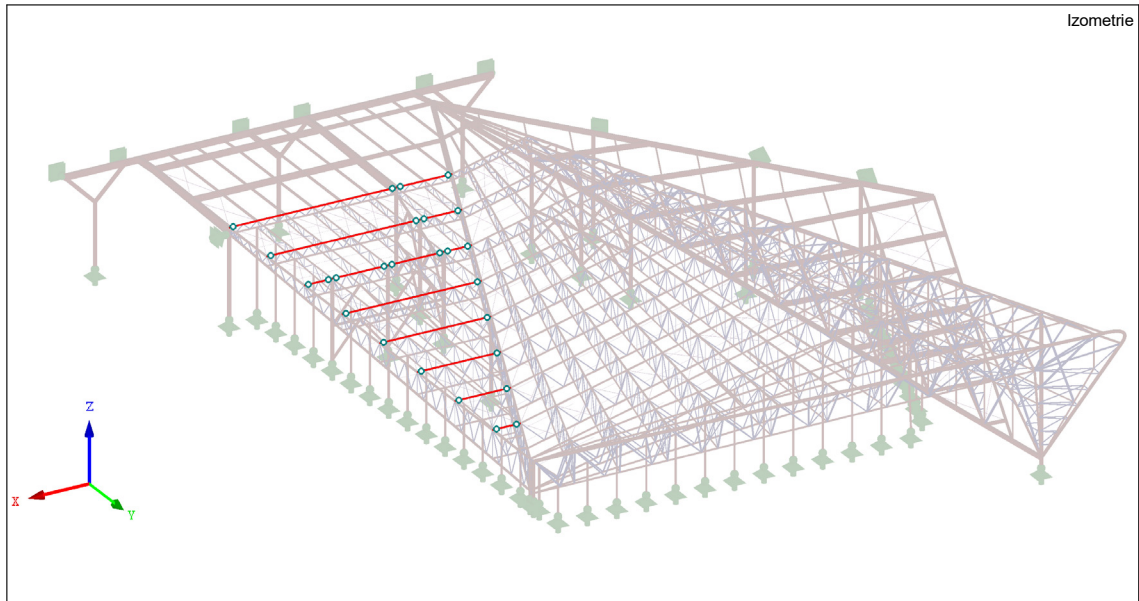
Horní a dolní pásy jsou tvořeny trubkami stejných průměrů s různými tloušťkami, podle umístění prvku. Půdorysné osové vzdálenosti vazníků jsou 10,0 m.

Vzpěrné délky ve střešní rovině jsou omezeny vzdáleností vaznic, v rovině vazníků poté diagonálami a svislicemi.

Část typického vazníku:



4.4.1 Horní pás



Vnitřní síly na prvku:

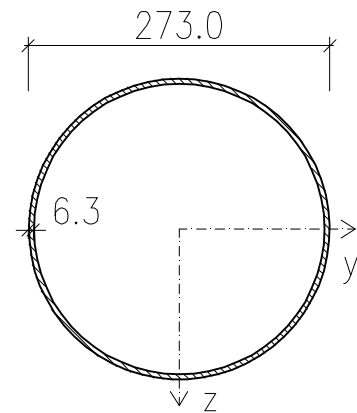
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
3152	0	max N	1496,0	-0,3	-4,6	1,0	0,0	0,0	KZ 17
3559	0	min N	-721,7	0,2	-9,5	-0,1	7,6	1,2	KZ 17
2649	1107	max V_y	804,1	4,2	-8,1	-0,3	-10,0	-8,3	KZ 30
2791	1250	min V_y	575,6	-3,2	-4,5	0,1	-4,3	-9,5	KZ 18
2673	1181	max V_z	1105,7	-1,2	24,6	0,0	-24,7	-2,2	KZ 17
2520	1064	min V_z	1166,0	0,1	-25,0	0,0	-24,8	-0,2	KZ 17
3618	1640	max M_T	234,5	0,8	9,3	3,0	-9,3	1,6	KZ 19
4012	0	min M_T	45,3	-0,1	-8,5	-1,3	-4,4	0,2	KZ 17
3818	0	max M_y	-49,5	0,0	0,4	0,3	14,1	0,1	KZ 17
2401	1064	min M_y	393,3	1,3	21,4	0,0	-24,8	-0,2	KZ 17
3058	1370	max M_z	-180,6	3,5	0,7	-0,1	4,6	7,1	KZ 15
2936	1250	min M_z	196,1	3,9	-7,0	0,0	-5,3	-9,6	KZ 18

4.4.1.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 273/6,3

Průřezové charakteristiky:

$A =$	5279 mm ²
$A_{v,z} =$	3360 mm ²
$I_y =$	46,96E+06 mm ⁴
$i_y =$	94,32 mm
$W_{el,y} =$	344,02E+03 mm ³
$W_{pl,y} =$	448,2E+03 mm ³
$I_t =$	93,92E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{273}{6,3} = 43,33 < 70 \times \varepsilon^2 = 70 \times 0,814^2 = 46,3$$

Třída průřezu 2.

4.4.1.2 Posouzení únosnosti (prut č.3559)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1496,0	721,7	0,2	9,5	0,1	13,4	1,3	1874,0	0,80

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	688,7	0,01	ANO	Y	159,1	0,08	0,09
Y	688,7	0,00	ANO	Z	159,1	0,01	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	4,5	1	4,5	47,7	0,62	0,88	1650,1	0,44
Z-Z	4,5	1	4,5	47,7	0,62	0,88		

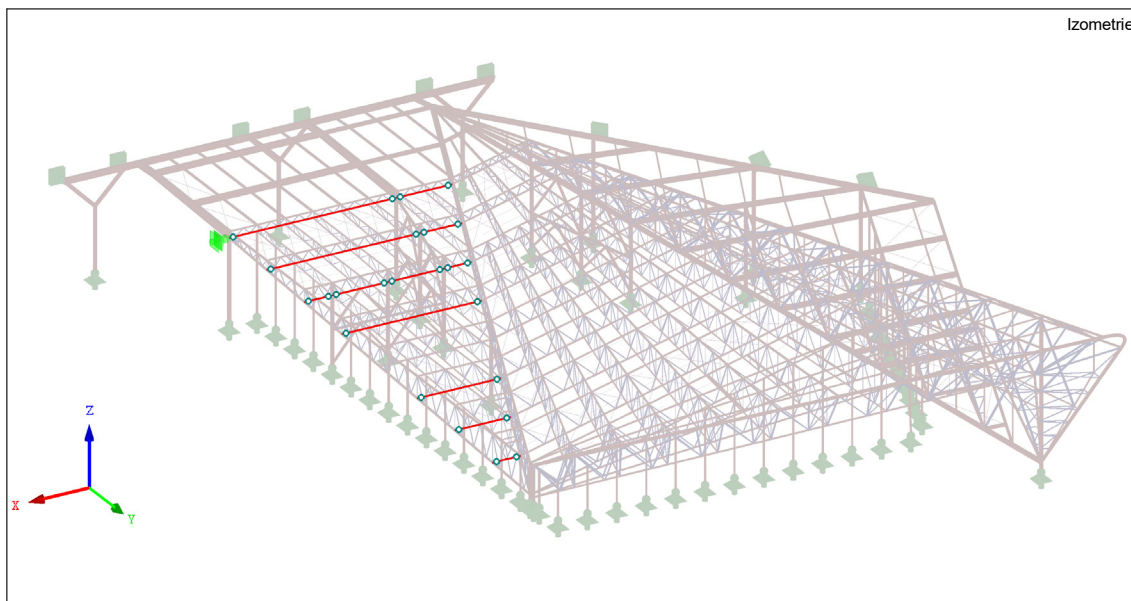
Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku								
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$				X_y	X_z	X_{LT}
[kNm]	[kNm]	[kNm]						
1874,0	159,1	159,1				0,88	0,88	1,00
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s				
		[kNm]	[kNm]	[kNm]	ψ	$\alpha_{s/h}$	$C_{my/z/LT}$	
Y	1	10,41	13,37	0,00	1,284	0,000	1,114	
Z	1	1,34	0,43	0,00	0,323	0,000	0,729	
klopení	1	10,41	10,28	0,00	0,988	0,000	0,995	
Tabulka	k_{yy}	k_{zz}	k_{yz}	k_{zy}	Podm. 1		Podm. 2	
tab B.1	1,32	0,86	0,52	0,79	0,55		0,51	

4.4.1.3 Posouzení použitelnosti

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezní hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
52,8	27,27	L/250	109,08	ANO

Průřez TR 273/6,3 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.4.2 Dolní pás



Vnitřní síly na prvku:

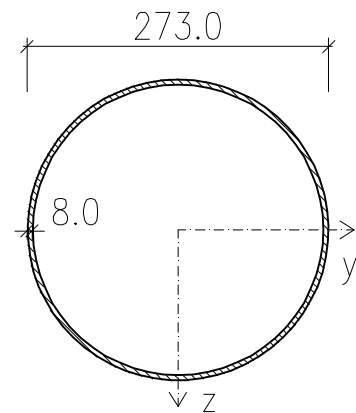
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
2107	0	max N	990,1	0,2	-13,3	0,0	1,9	0,0	KZ 19
2562	1084	min N	-1628,5	-2,2	-20,5	0,0	-24,5	2,6	KZ 17
3062	1345	max V_y	28,7	4,2	-1,6	-0,3	3,4	8,4	KZ 27
2730	0	min V_y	-701,6	-4,7	5,1	-0,3	0,0	0,0	KZ 27
2645	0	max V_z	-1529,8	0,1	20,8	0,0	-6,0	0,0	KZ 17
2562	1128	min V_z	-1551,7	-2,3	-21,7	0,0	0,0	0,0	KZ 19
3542	1577	max M_T	-416,6	0,6	4,0	2,9	-3,9	-0,6	KZ 17
3817	0	min M_T	54,8	0,0	-1,0	-4,3	0,0	0,0	KZ 30
2107	923	max M_y	989,2	0,3	-14,6	0,0	16,3	0,3	KZ 17
2463	1084	min M_y	-714,9	-0,6	5,5	0,0	-24,5	2,6	KZ 19
3062	1345	max M_z	4,9	4,1	-2,9	-0,3	4,4	8,7	KZ 15
2796	1227	min M_z	-346,4	-4,1	-4,4	-0,3	-0,7	-10,2	KZ 27

4.4.2.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 273/8

Průřezové charakteristiky:

$A =$	6660 mm ²
$A_{v,z} =$	4240 mm ²
$I_y =$	58,52E+06 mm ⁴
$i_y =$	93,73 mm
$W_{el,y} =$	428,7E+03 mm ³
$W_{pl,y} =$	561,97E+03 mm ³
$I_t =$	117,03E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{273}{8} = 34,13 < 70 \times \varepsilon^2 = 70 \times 0,814^2 = 46,3$$

Třída průřezu 2.

4.4.2.2 Posouzení únosnosti (prut č.2562)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
990,1	1628,5	2,2	20,5	0,0	24,5	2,6	2364,3	0,42

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	869,0	0,02	ANO	Y	199,5	0,12	0,14
Y	869,0	0,00	ANO	Z	199,5	0,01	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	4,5	1	4,5	48,0	0,63	0,88	2078,1	0,78
Z-Z	4,5	1	4,5	48,0	0,63	0,88		

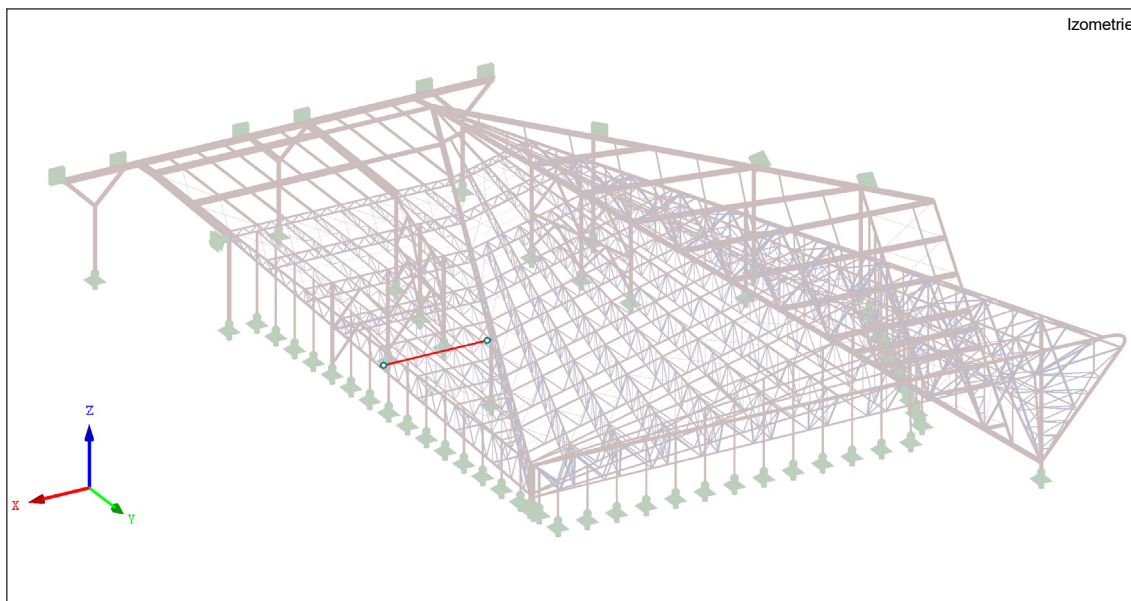
Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku								
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$				X_y	X_z	X_{LT}
[kNm]	[kNm]	[kNm]						
2364,3	199,5	199,5				0,88	0,88	1,00
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s				
		[kNm]	[kNm]	[kNm]	ψ	$\alpha_{s/h}$	$C_{my/z/LT}$	
Y	1	24,45	0,00	0,00	0,000	0,000	0,600	
Z	3	0,00	0,00	3,56	0,000	0,000	0,900	
klopení	2	0,00	-5,72	24,45	0,000	0,000	0,400	
Tabulka	k_{yy}	k_{zz}	k_{yz}	k_{zy}	Podm. 1		Podm. 2	
tab B.1	0,80	1,20	0,72	0,48	0,89		0,86	

4.4.2.3 Posouzení použitelnosti

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezní hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
53,45	27,27	L/200	136,35	ANO

Průřez TR 273/8 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.4.3 Silně namáhaný dolní pás



Vnitřní síly na prvku:

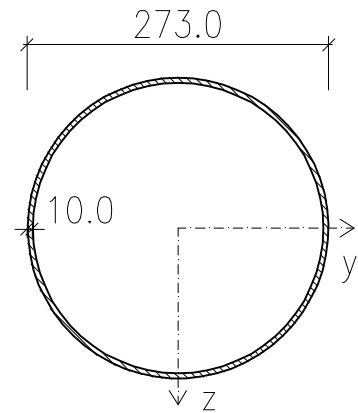
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
3708	0	max N	15,1	-3,4	-3,5	-0,5	-1,6	-2,0	KZ 21
3074	1372	min N	-2223,9	0,1	6,7	0,8	-16,1	0,2	KZ 17
3708	0	max V_y	-88,6	2,6	-5,1	0,4	-3,2	0,2	KZ 23
3574	0	min V_y	-119,4	-3,4	3,6	-0,4	-1,7	-1,9	KZ 27
3074	0	max V_z	-2071,3	0,0	6,8	0,7	-15,3	0,1	KZ 4
3444	1483	min V_z	-367,4	-0,2	-9,1	0,7	-8,3	-1,4	KZ 17
3197	0	max M_T	-993,1	0,1	-8,0	0,9	-15,8	0,8	KZ 19
3982	1768	min M_T	5,8	2,2	1,0	-0,5	0,0	0,0	KZ 21
3444	1527	max M_y	-367,4	-0,1	-6,2	0,7	8,9	-1,7	KZ 17
3074	1372	min M_y	-2223,9	0,1	6,7	0,8	-16,1	0,2	KZ 17
3708	1658	max M_z	-88,6	2,5	-2,2	0,4	4,6	6,1	KZ 23
3853	1658	min M_z	1,5	2,2	0,5	-0,4	3,5	-10,1	KZ 27

4.4.3.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 273/10

Průřezové charakteristiky:

$A =$	8262 mm ²
$A_{v,z} =$	5260 mm ²
$I_y =$	71,54E+06 mm ⁴
$i_y =$	93,05 mm
$W_{el,y} =$	524,11E+03 mm ³
$W_{pl,y} =$	692,02E+03 mm ³
$I_t =$	143,08E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{273}{10} = 27,3 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,1$$

Třída průřezu 1.

4.4.3.2 Posouzení únosnosti (prut č.3074)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
15,1	2223,9	0,1	6,7	0,8	16,1	0,2	2933,0	0,01

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	1078,1	0,01	ANO	Y	245,7	0,07	0,07
Y	1078,1	0,00	ANO	Z	245,7	0,00	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	4,5	1	4,5	48,4	0,63	0,88	2572,5	0,86
Z-Z	4,5	1	4,5	48,4	0,63	0,88		

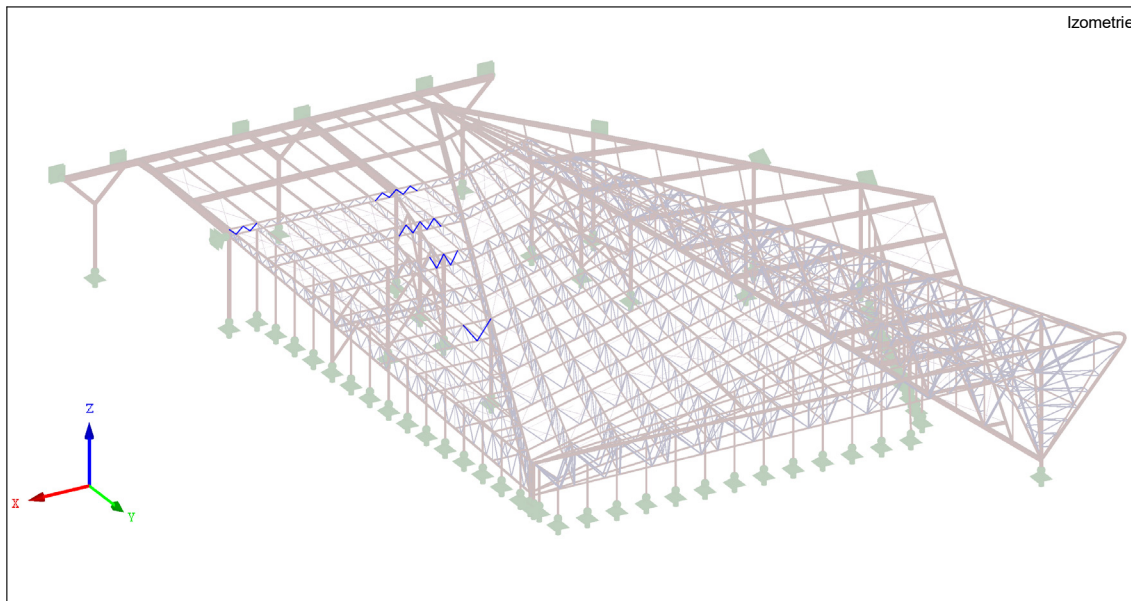
Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku										
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$				X_y	X_z	X_{LT}		
[kNm]	[kNm]	[kNm]								
2933,0	245,7	245,7				0,88	0,88	1,00		
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s				ψ	$\alpha_{s/h}$	$C_{my/z/LT}$
		[kNm]	[kNm]	[kNm]						
Y	1	16,08	0,00	0,00				0,000	0,000	0,600
Z	3	0,00	0,00	0,23				0,000	0,000	0,900
klopení	3	0,00	0,00	16,08				0,000	0,000	0,900
Tabulka	k_{yy}	k_{zz}	k_{yz}	k_{zy}	Podm. 1		Podm. 2			
tab B.1	0,82	1,24	0,74	0,49	0,92		0,90			

4.4.3.3 Posouzení použitelnosti

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezní hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
4,6	18,18	L/250	72,72	ANO

Průřez TR 273/10 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.4.4 Diagonály krajní



Vnitřní síly na prvku:

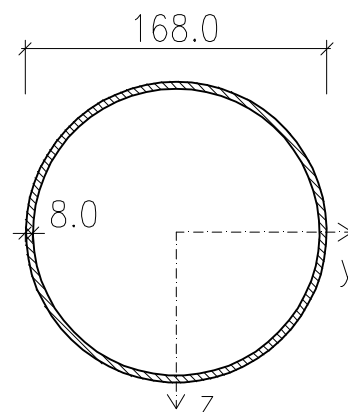
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
3075	1299	max N	1030,2	0,0	-0,3	0,0	0,0	0,0	KZ 17
3198	1372	min N	-1007,0	0,0	-0,8	0,0	0,0	0,0	KZ 17

4.4.4.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 168/8

Průřezové charakteristiky:

A =	4021 mm ²
A _{v,z} =	2560 mm ²
I _y =	12,9E+06 mm ⁴
i _y =	56,64 mm
W _{el,y} =	153,57E+03 mm ³
W _{pl,y} =	204,97E+03 mm ³
I _t =	25,8E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{168}{8} = 21,0 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,1$$

Třída průřezu 1.

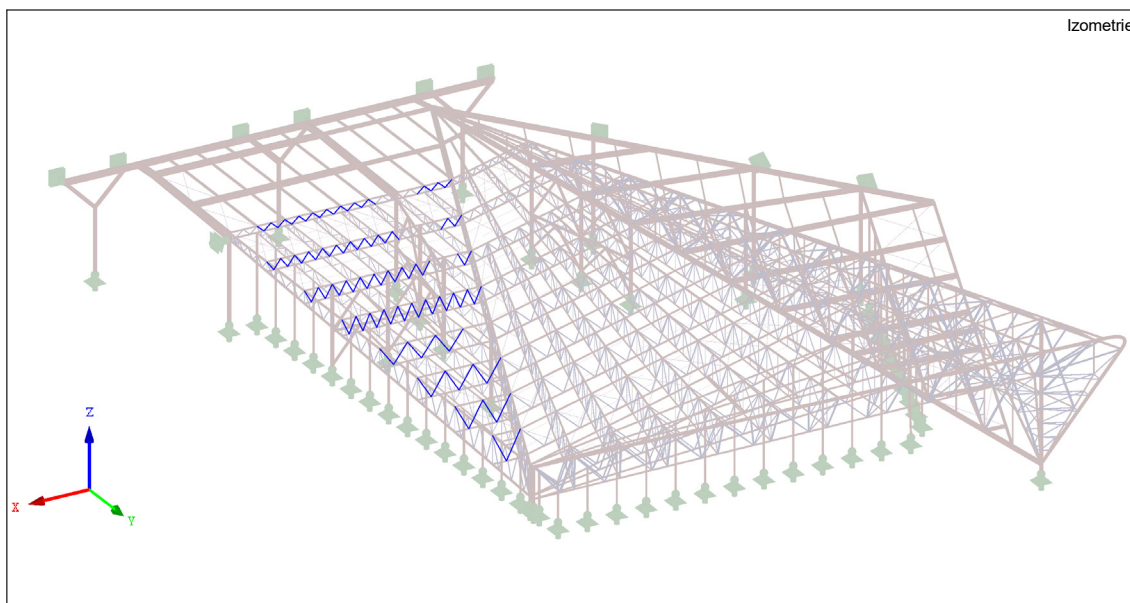
4.4.4.2 Posouzení únosnosti (prut č.3198)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{Ed,t}$	$N_{Ed,c}$	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	M_T	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1030,2	1007,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1427,5	0,72

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	3,7	0,9	3,33	58,8	0,77	0,81	1160,1	0,87
Z-Z	3,7	0,9	3,33	58,8	0,77	0,81		

Průřez TR 168/8 z oceli S355 vyhoví na MSÚ.

4.4.5 Diagonály vnitřní



Vnitřní síly na prvku:

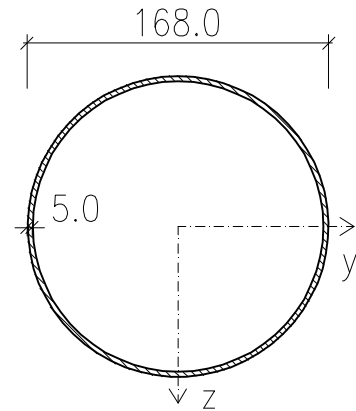
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
3331	1414	max N	528,0	0,0	-0,2	0,0	0,0	0,0	KZ 17
3445	1483	min N	-509,1	0,0	-0,4	0,0	0,0	0,0	KZ 17

4.4.5.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 168/5

Průřezové charakteristiky:

$A =$	2560 mm ²
$A_{v,z} =$	1630 mm ²
$I_y =$	8,51E+06 mm ⁴
$i_y =$	57,66 mm
$W_{el,y} =$	101,33E+03 mm ³
$W_{pl,y} =$	132,89E+03 mm ³
$I_t =$	17,02E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{168}{5} = 33,6 < 70 \times \varepsilon^2 = 70 \times 0,814^2 = 46,3$$

Třída průřezu 2.

4.4.5.2 Posouzení únosnosti (prut č.3445)

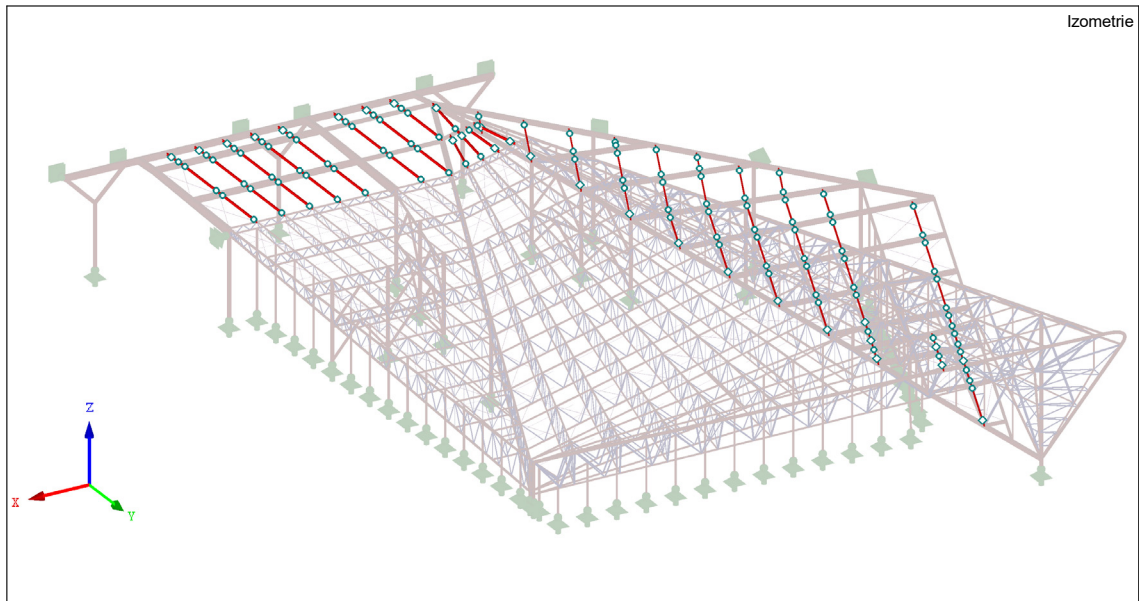
Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
528,0	509,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	908,8	0,58

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	2,3	0,9	2,07	35,9	0,47	0,93	848,2	0,60
Z-Z	2,3	0,9	2,07	35,9	0,47	0,93		

Průřez TR 168/5 z oceli S355 vyhoví na MSÚ.

4.5 Plnostěnné pruty

4.5.1 Vaznice



Vnitřní síly na prvku:

Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
218	83	max N	68,0	-2,7	1,5	0,0	0,0	0,0	KZ 27
306	161	min N	-29,3	4,7	-31,1	0,0	0,0	0,0	KZ 29
1765	729	max V_y	0,4	11,4	29,9	0,0	0,0	0,0	KZ 21
1581	668	min V_y	0,2	-10,0	-24,1	0,0	0,0	0,0	KZ 21
2387	1026	max V_z	-0,4	0,2	44,9	0,0	0,0	0,0	KZ 18
685	328	min V_z	-19,6	5,4	-46,3	-0,1	0,0	0,0	KZ 19
597	273	max M_T	7,3	0,5	-4,2	0,3	0,0	0,0	KZ 19
3976	1742	min M_T	-0,1	0,1	9,4	-0,1	0,0	0,0	KZ 17
2896	0	max M_y	16,3	0,1	-4,5	0,0	123,4	0,0	KZ 19
306	0	min M_y	-20,6	1,8	-12,0	0,0	-112,1	-16,0	KZ 17
1765	0	max M_z	0,0	1,6	1,5	0,0	-56,2	27,1	KZ 27
306	0	min M_z	-20,6	1,8	-12,0	0,0	-112,1	-16,0	KZ 17

4.5.1.1 Průřezové charakteristiky

Profil: IS 340/220/10/16/6

Průřezové charakteristiky:

$A =$	10120 mm ²	$A_{v,y} =$	7040 mm ²
$A_{v,z} =$	3080 mm ²	$I_z =$	28,42E+06 mm ⁴
$I_y =$	209,3E+06 mm ⁴	$i_z =$	53,00 mm
$i_y =$	143,80 mm	$W_{el,z} =$	258,37E+03 mm ³
$W_{el,y} =$	1,23E+06 mm ³	$W_{pl,z} =$	394,9E+03 mm ³
$W_{pl,y} =$	1,38E+06 mm ³	$I_w =$	745,2E+09 mm ⁶
$I_t =$	681,22E+03 mm ⁴		

Třída průřezu:

- stojina:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$z = \frac{N_{Ed}}{t_w \times f_y} = \frac{20,6 \times 10^3}{10 \times 355} = 5,79 \text{ mm}$$

$$\alpha c = \frac{c + z}{2} = \frac{(340 - 2 \times 16 - 2 \times 6) + 5,79}{2} = 150,9 \text{ mm}$$

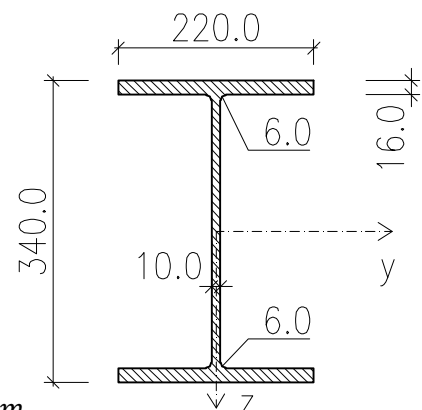
$$\alpha = \frac{\alpha c}{c} = \frac{150,9}{296} = 0,51 > 0,5$$

$$\frac{c_w}{t_w} = \frac{296}{10} = 29,6 < \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1} = \frac{396 \times 0,814}{13 \times 0,51 - 1} = 57,3 \rightarrow 1. \text{ třída}$$

- pásnice:

$$\frac{c_f}{t_f} = \frac{(220 - 10 - 6 \times 2)/2}{16} = 6,19 < 9\varepsilon = 9 \times 0,814 = 7,33 \rightarrow 1. \text{ třída}$$

Třída průřezu 1.



4.5.1.2 Posouzení MSÚ

4.5.1.2.1 Posouzení na tah (prut č.218)

$$N_{t,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{9000 \times 355 \times 10^3}{1,0} = 3592,6 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{68,0}{3592,6} = 0,02 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

4.5.1.2.2 Posouzení na smyk (prut č. 685)

$$V_{c,Rd,y} = \frac{A_{v,y} \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{6600 \times \frac{355}{\sqrt{3}}}{1,0} = 1442,9 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{c,Rd,y}} = \frac{5,4}{1442,9} = 0,01 < 1,0 \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

Smyková síla nepřesahuje 50 % únosnosti, nedojde k ovlivnění ohybové pevnosti.

$$V_{c,Rd,z} = \frac{A_{v,z} \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{2400 \times \frac{355}{\sqrt{3}}}{1,0} = 631,3 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,Rd,z}} = \frac{46,3}{631,3} = 0,07 < 1,0 \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

Smyková síla nepřesahuje 50 % únosnosti, nedojde k ovlivnění ohybové pevnosti.

4.5.1.2.3 Posouzení na ohyb (prut č. 1765)

$$M_{c,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,22 \times 10^6 \times 355 \times 10^3}{1,0} = 489,1 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{c,Rd,y}} = \frac{56,2}{489,1} = 0,12 < 1,0 \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

$$M_{c,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{367,8 \times 10^3 \times 355 \times 10^3}{1,0} = 140,2 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{c,Rd,z}} = \frac{27,1}{140,2} = 0,19 < 1,0 \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

Kombinace ohybu (součinitele α a β jsou konzervativně uvažovány 1):

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{c,Rd,y}} \right)^\alpha + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{c,Rd,z}} \right)^\beta = \left(\frac{56,2}{489,1} \right)^1 + \left(\frac{27,1}{140,2} \right)^1 = 0,31 \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

4.5.1.2.4 Posouzení na vzpěrnou únosnost (prut č.306)

Srovnávací štíhlost

$$\lambda_1 = \pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \times \sqrt{\frac{81000}{355}} = 76,41$$

Vybočení k ose Y

$$L_{cr,y} = 8800 \text{ mm}$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} \times \frac{1}{\lambda_1} = \frac{8800}{143,8} \times \frac{1}{76,41} = 0,801$$

$$\alpha = 0,34$$

křivka vzpěru b

$$\begin{aligned}\phi_y &= 0,5 \times [1 + \alpha \times (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] \\ \phi_y &= 0,5 \times [1 + 0,34 \times (0,801 - 0,2) + 0,801^2] = 0,9 \\ \chi_y &= \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,9 + \sqrt{0,9^2 - 0,801^2}} = 0,724\end{aligned}$$

Vybočení k ose Z

$$L_{cr,z} = 8800 \text{ mm}$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} \times \frac{1}{\lambda_1} = \frac{8800}{53,0} \times \frac{1}{76,41} = 2,173$$

$$\alpha = 0,49 \quad \text{křivka vzpěru c}$$

$$\begin{aligned}\phi_z &= 0,5 \times [1 + \alpha \times (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] \\ \phi_z &= 0,5 \times [1 + 0,49 \times (2,173 - 0,2) + 2,173^2] = 3,344 \\ \chi_z &= \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{3,344 + \sqrt{3,344^2 - 2,173^2}} = 0,17\end{aligned}$$

Kroucení

$$L_\omega = 8800 \text{ mm}$$

$$\bar{\lambda}_\omega = \sqrt{\frac{I_p}{\frac{I_\omega}{L_\omega^2} + \frac{G \times I_t}{\pi^2 \times E}}} \times \frac{1}{\lambda_1} = \sqrt{\frac{237,8 \times 10^6}{\frac{745,2 \times 10^9}{8800^2} + \frac{81000 \times 681,2 \times 10^3}{\pi^2 \times 210000}}} \times \frac{1}{76,41} = 1,06$$

$$\alpha = 0,49 \quad \text{křivka vzpěru c}$$

$$\begin{aligned}\phi_\omega &= 0,5 \times [1 + \alpha \times (\bar{\lambda}_\omega - 0,2) + \bar{\lambda}_\omega^2] \\ \phi_\omega &= 0,5 \times [1 + 0,49 \times (1,06 - 0,2) + 1,06^2] = 1,273 \\ \chi_\omega &= \frac{1}{\phi_\omega + \sqrt{\phi_\omega^2 - \bar{\lambda}_\omega^2}} = \frac{1}{1,273 + \sqrt{1,273^2 - 1,06^2}} = 0,506\end{aligned}$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_{min} \times A \times f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,17 \times 10120 \times 355}{1,0} = 610,3 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{29,3}{610,3} = 0,05 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

4.5.1.2.5 Kombinace ohybu a vzpěrného tlaku (prut č.306)

Pruty namáhané na kombinaci ohybu a osového tlaku mají splňovat podmínky:

$$A) \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \times N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \times \frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} \times M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \times \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$$

$$B) \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \times N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \times \frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} \times M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \times \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$$

$$N_{Rk} = A \times f_{yd} = 10120 \times 355 = 3592,6 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \times f_{yd} = 1,38 \times 10^6 \times 355 = 489,1 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \times f_{yd} = 397,9 \times 10^3 \times 355 = 140,2 \text{ kNm}$$

$$L_y = L_z = 8800 \text{ mm}$$

$$\bar{\lambda}_y = 0,801 \rightarrow \chi_y = 0,724$$

$$\bar{\lambda}_z = 2,173 \rightarrow \chi_z = 0,17$$

Klopení

$$M_{cr} = \mu_{cr} \times \frac{\pi \times \sqrt{E \times I_z \times G \times I_t}}{L}$$

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

$$\zeta_j = 0$$

průřez je symetrický

$$k_y = k_z = k_w = 1,0$$

součinitele vzpěrné délky

$$z_g = 170 \text{ mm}$$

souřadnice působíště zatížení (horní pásnice)
 vzhledem ke středu smyku

$$\zeta_g = \frac{\pi \times z_g}{k_z \times L} \times \sqrt{\frac{E \times I_z}{G \times I_t}} = \frac{\pi \times 170}{1,0 \times 8800} \times \sqrt{\frac{210000 \times 28,42 \times 10^6}{81000 \times 681,22 \times 10^3}} = 0,631$$

$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w \times L} \times \sqrt{\frac{E \times I_w}{G \times I_t}} = \frac{\pi}{1,0 \times 8800} \times \sqrt{\frac{210000 \times 745,2 \times 10^9}{81000 \times 681,22 \times 10^3}} = 0,601$$

Součinitele dle tabulky NB.3.2, podle druhu zatížení a okrajových podmínek:

$$C_{1,0} = 1,13; C_{1,1} = 1,13$$

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) = 1,13 \text{ (pro } \kappa_{wt} \leq 1,0)$$

$$C_2 = 0,46$$

$$\mu_{cr} = \frac{1,13}{1,0} \times \left[\sqrt{1 + 0,601^2 + (0,46 \times 0,631)^2} - 0,46 \times 0,631 \right] = 1,031$$

$$M_{cr} = 1,031 \times \frac{\pi \times \sqrt{210000 \times 28,42 \times 10^3 \times 81000 \times 681,2 \times 10^3}}{8800} = 211,1 \text{ kNm}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \times f_{yd}}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1,38 \times 10^6 \times 355}{211,1 \times 10^6}} = 1,522$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \times [1 + \alpha \times (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2]$$

$$h/b = 340/220 = 1,55 < 2; \alpha = 0,49 \quad \text{vzpěrná křivka c, svařovaný průřez}$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (1,522 - 0,2) + 1,522^2] = 1,982$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{1,982 + \sqrt{1,982^2 - 1,522^2}} = 0,308$$

Interakční součinitele; příloha B, metoda 2:

tabulka B.2 – pruty, které jsou náchylné ke zkroucení

$$k_{yy} = C_{my} \times \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \times \frac{N_{Ed}}{\chi_y \times N_{Rk}} \right) \leq C_{my} \times \left(1 + 0,8 \times \frac{N_{Ed}}{\chi_y \times N_{Rk}} \right)$$

$$k_{zz} = C_{mz} \times \left(1 + (2 \times \bar{\lambda}_z - 0,6) \times \frac{N_{Ed}}{\chi_z \times N_{Rk}} \right) \leq C_{mz} \times \left(1 + 1,4 \times \frac{N_{Ed}}{\chi_z \times N_{Rk}} \right)$$

$$k_{zy} = 0,6 + \bar{\lambda}_z \leq 1 - \frac{0,1 \times \bar{\lambda}_z}{C_{mLT} - 0,25} \times \frac{N_{Ed}}{\chi_z \times N_{Rk}}$$

$$k_{yz} = 0,6 \times k_{zz}$$

tabulka B.3 součinitel c_{my} – průběh momentu typ 3) $M_{Ed,1} = M_{Ed,2} = 0$ kNm

$$C_{my} = 0,9; C_{mLT} = 0,9$$

$$(\bar{\lambda}_y - 0,2) = 0,801 - 0,2 = 0,601 \leq 0,8$$

$$k_{yy} = 0,9 \times \left(1 + 0,601 \times \frac{20,6}{\frac{0,724 \times 3592,6}{1,0}} \right) = 0,904 \leq 1,8$$

$$k_{zy} = 0,6 + 2,173 = 2,773 \leq 1 - \frac{0,1 \times 2,173}{0,9 - 0,25} \times \frac{20,6}{\frac{0,724 \times 3592,6}{1,0}} = 0,995$$

tabulka B.3 součinitel c_{mz} – průběh momentu typ 3) $M_{Ed,1} = M_{Ed,2} = 0$ kNm

$$C_{mz} = 0,9$$

$$(2 \times \bar{\lambda}_z - 0,2) = 2 \times 2,173 - 0,6 = 3,746 \geq 1,4$$

$$k_{zz} = 0,9 \times \left(1 + 1,4 \times \frac{20,6}{\frac{0,17 \times 3592,6}{1,0}} \right) = 0,942$$

$$k_{yz} = 0,6 \times k_{zz} = 0,6 \times 0,924 = 0,565$$

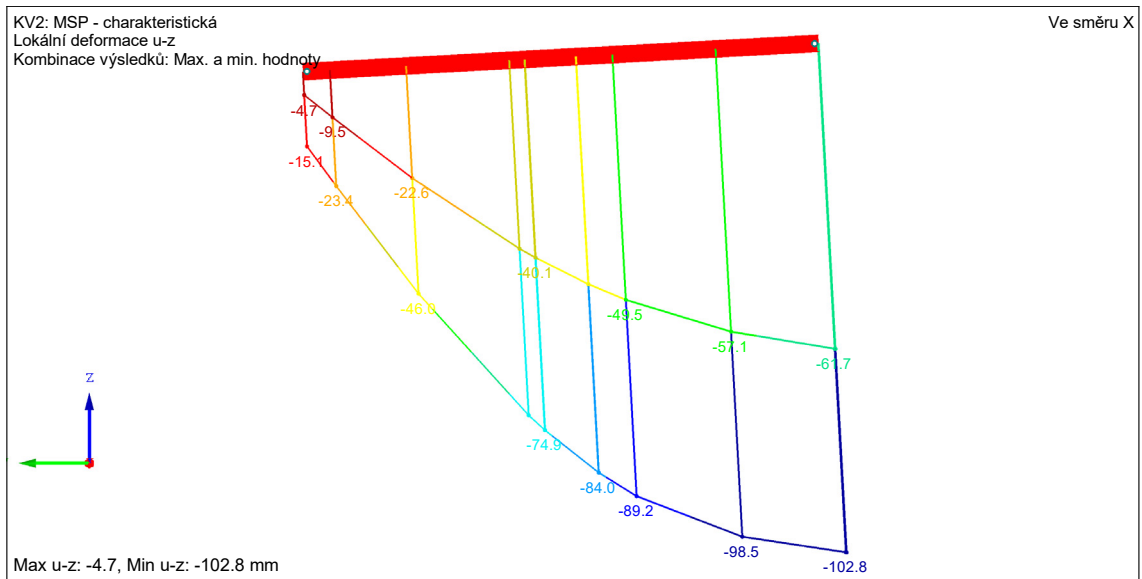
Podmínky:

$$A) \frac{20,6}{\frac{0,724 \times 3592,6}{1,0}} + 0,904 \times \frac{112,1}{\frac{0,38 \times 489,1}{1,0}} + 0,565 \times \frac{16,0}{\frac{140,2}{1,0}} = 0,75 < 1,0 \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

$$B) \frac{20,6}{\frac{0,17 \times 3592,6}{1,0}} + 0,995 \times \frac{112,1}{\frac{0,38 \times 489,1}{1,0}} + 0,942 \times \frac{16,0}{\frac{140,2}{1,0}} = 0,88 < 1,0 \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

4.5.1.3 Posouzení MSP

Deformace prvku:

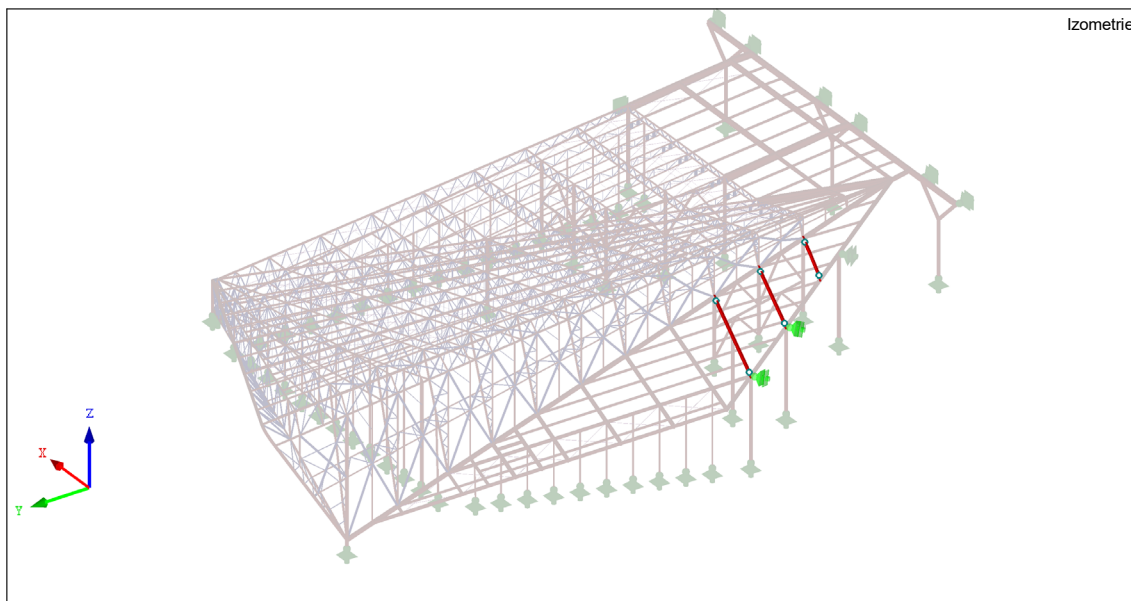


$$\delta_{max} \leq \delta_{lim} = \frac{L}{200}$$

$$\delta_{max} = 15,9 \text{ mm} \leq \frac{10000}{200} = 50 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Svařovaný průřez IS 340/220/10/16/6 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.5.2 Plnostěnný nosník – střecha 2



Vnitřní síly na prvku:

Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
140	0	max N	110,6	-47,0	-43,8	-0,1	0,0	0,0	KZ 21
188	121	min N	-794,6	1,4	148,5	-1,7	-661,0	-5,5	KZ 19
242	155	max V_y	67,3	21,8	-40,2	0,8	476,0	11,1	KZ 27
140	0	min V_y	76,8	-47,2	-87,5	-0,3	39,0	-20,9	KZ 27
915	462	max V_z	-289,5	3,1	235,1	-0,5	0,0	0,0	KZ 19
140	0	min V_z	-192,5	0,5	-222,2	-0,5	0,0	0,0	KZ 18
242	155	max M_T	-248,3	-0,2	-130,6	4,4	1318,8	14,6	KZ 19
1075	383	min M_T	-103,6	5,1	68,7	-9,6	616,3	-24,5	KZ 18
430	235	max M_y	-256,8	8,0	-30,6	-2,3	1633,3	61,3	KZ 17
188	121	min M_y	-794,6	1,4	148,5	-1,7	-661,0	-5,5	KZ 19
430	235	max M_z	-260,9	8,9	-30,4	-2,3	1632,3	65,8	KZ 19
242	83	min M_z	72,1	19,4	-65,3	-0,5	184,3	-102,0	KZ 27

4.5.2.1 Průřezové charakteristiky

Profil: HEM 800

Průřezové charakteristiky:

$A =$	40430 mm ²	$A_{v,y} =$	25311 mm ²
$A_{v,z} =$	19430 mm ²	$I_z =$	186,3E+06 mm ⁴
$I_y =$	4,43E+09 mm ⁴	$I_z =$	67,90 mm
$i_y =$	330,90 mm	$W_{el,z} =$	1,23E+06 mm ³
$W_{el,y} =$	10,87E+06 mm ³	$W_{pl,z} =$	1,93E+06 mm ³
$W_{pl,y} =$	12,49E+06 mm ³	$I_w =$	27,78E+12 mm ⁶
$I_t =$	16,46E+06 mm ⁴		

Třída průřezu:

- stojina:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$z = \frac{N_{Ed}}{t_w \times f_y} = \frac{12,3 \times 10^3}{21 \times 355} = 1,65 \text{ mm}$$

$$\alpha c = \frac{c + z}{2} = \frac{(814 - 2 \times 40 - 2 \times 30) + 1,65}{2} = 337,82 \text{ mm}$$

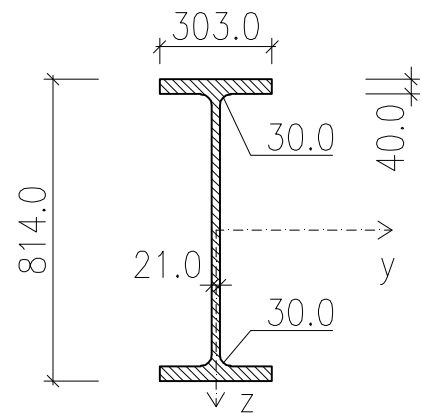
$$\alpha = \frac{\alpha c}{c} = \frac{337,82}{674} = 0,501 > 0,5$$

$$\frac{c_w}{t_w} = \frac{674}{21} = 32,1 < \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1} = \frac{396 \times 0,814}{13 \times 0,501 - 1} = 58,4 \rightarrow 1. \text{ třída}$$

- pásnice:

$$\frac{c_f}{t_f} = \frac{(303 - 21 - 2 \times 30)/2}{40} = 2,775 < 9\varepsilon = 9 \times 0,814 = 7,3 \rightarrow 1. \text{ třída}$$

Třída průřezu 1.



4.5.2.2 Posouzení únosnosti a použitelnosti

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
110,6	260,9	8,9	30,4	2,3	1632,3	65,8	14352,7	0,01

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	3982,4	0,01	ANO	Y	4434,0	0,37	0,46
Y	5187,7	0,00	ANO	Z	685,2	0,10	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	24,85	1	24,85	75,1	0,98	0,68	8029,2	0,03
Z-Z	5,5	1	5,5	81,0	1,06	0,56		
kroucení	5,5	1	5,5		0,71	0,84		

Ohyb prutů náchylných ke klopení								
C_1	C_2	μ_{cr}	k_{wt}	M_{cr}	$\bar{\lambda}_{LT}$	χ_{LT}	$M_{b,Rd}$	$M_{ed}/M_{b,Rd}$
				[kNm]			[kNm]	
1,14	1,15	0,78	1,19	3230,9	1,17	0,49	2189,7	0,75

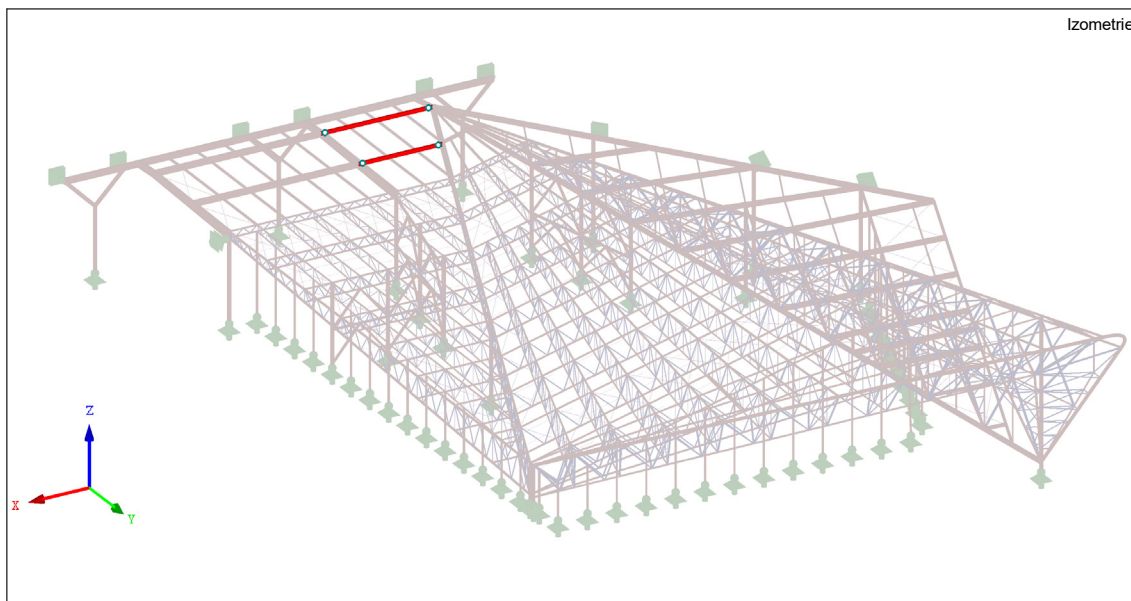
Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku										
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$				χ_y	χ_z	χ_{LT}		
[kNm]	[kNm]	[kNm]								
14352,7	4434,0	685,2				0,68	0,56	0,49		
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s				ψ	$\alpha_{s/h}$	$C_{my/z/LT}$
		[kNm]	[kNm]	[kNm]						
Y	3	0,00	0,00	1632,30				0,000	0,000	0,950
Z	1	65,78	14,52	0,00				0,221	0,000	0,688
klopení	1	1632,29	1318,59	0,00				0,808	0,000	0,923
Tabulka	k_{yy}	k_{yz}	k_{zz}	k_{zy}	Podm. 1		Podm. 2			
tab B.1	0,97	0,99	0,60	1,00	0,81		0,87			

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezní hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
85,95	24,85	L/250	99,4	ANO

Pos. na kroucení	
T_{Rd}	M_T/T_{Rd}
[kNm]	
84,3	0,03

Průřez HEM 800 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.5.3 Plnostěnný nosník 1 – střecha



Vnitřní síly na prvku:

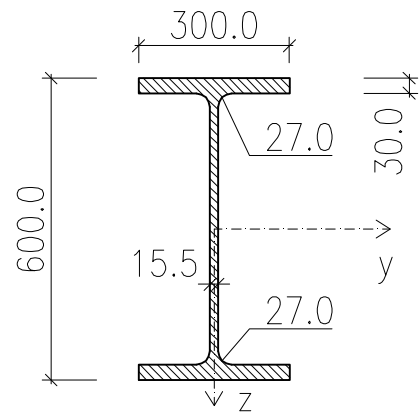
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
2266	1153	max N	32,2	1,5	149,8	0,1	0,0	0,0	KZ 17
2231	0	min N	-38,9	0,5	-4,7	0,1	368,5	-5,1	KZ 27
1768	803	max V_y	-13,4	5,9	-74,5	-0,2	271,2	17,5	KZ 27
2006	0	min V_y	-14,2	-6,9	-48,8	-0,2	271,2	17,5	KZ 27
2430	1137	max V_z	-18,0	0,5	158,8	0,0	0,0	0,0	KZ 18
1971	789	min V_z	-18,8	0,4	-148,9	-0,2	0,0	0,0	KZ 18
1768	803	max M_T	30,9	0,4	-102,9	0,6	539,6	1,4	KZ 17
2231	1025	min M_T	-14,9	-1,8	9,7	-0,7	469,3	-0,8	KZ 29
2014	922	max M_y	17,8	-0,5	18,4	-0,1	747,4	-4,5	KZ 18
1971	789	min M_y	-36,0	-1,4	-66,4	-0,5	0,0	0,0	KZ 21
2006	803	max M_z	-14,2	-6,9	-48,8	-0,2	271,2	17,5	KZ 27
2006	922	min M_z	-18,2	-6,7	-19,4	-0,2	298,9	-13,9	KZ 21

4.5.3.1 Průřezové charakteristiky

Profil: HEB 600

Průřezové charakteristiky:

$A =$	27000 mm ²	$A_{v,y} =$	18659 mm ²
$A_{v,z} =$	11085 mm ²	$I_z =$	135,3E+06 mm ⁴
$I_y =$	6,43E+12 mm ⁴	$i_z =$	70,80 mm
$i_y =$	251,70 mm	$W_{el,z} =$	902,0E+03 mm ³
$W_{el,y} =$	5,7E+06 mm ³	$W_{pl,z} =$	1,39E+06 mm ³
$W_{pl,y} =$	6,43E+06 mm ³	$I_w =$	10,97E+12 mm ⁶
$I_t =$	6,67E+06 mm ⁴		



Třída průřezu:

- stojina:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{c_w}{t_w} = \frac{600 - 2 \times 30 - 2 \times 27}{15,5} = 31,35 < 14\varepsilon = 14 \times 0,814 = 58,6 \rightarrow 1. \text{ třída}$$

- pásnice:

$$\frac{c_f}{t_f} = \frac{(300 - 15,5 - 2 \times 27)/2}{30} = 3,842 < 9\varepsilon = 9 \times 0,814 = 7,3 \rightarrow 1. \text{ třída}$$

Třída průřezu 1.

4.5.3.2 Posouzení únosnosti a použitelnosti (prut č.2014)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
32,2	0,0	0,5	18,4	0,1	747,4	4,5	9585,0	0,00

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	2272,0	0,01	ANO	Y	2280,9	0,33	0,34
Y	3824,3	0,00	ANO	Z	493,8	0,01	

Ohyb prutů náchylných ke klopení								
C_1	C_2	μ_{cr}	K_{wt}	M_{cr}	$\bar{\lambda}_{LT}$	χ_{LT}	$M_{b,Rd}$	$M_{ed}/M_{b,Rd}$
				[kNm]			[kNm]	
1,14	1,15	0,83	1,43	2237,5	1,01	0,66	1502,8	0,50

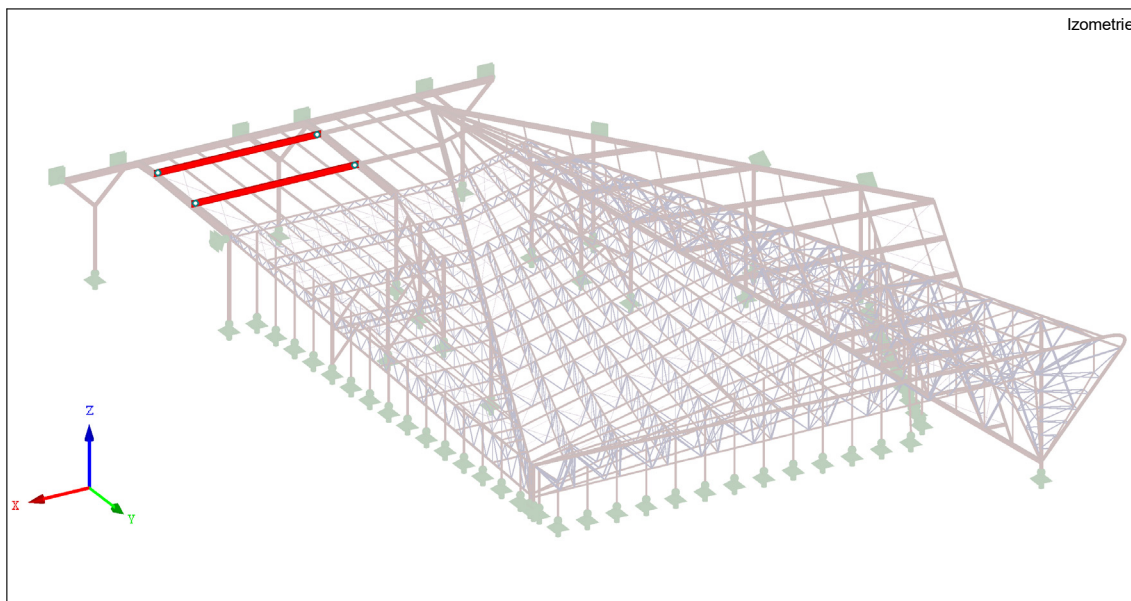
Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku											
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$					χ_y	χ_z	χ_{LT}		
[kNm]	[kNm]	[kNm]									
9585,0	2280,9	493,8					0,70	0,70	0,66		
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s					ψ	$\alpha_{s/h}$	$c_{my/z/LT}$
		[kNm]	[kNm]	[kNm]							
Y	3	0,00	0,00	747,36					0,000	0,000	0,950
Z	1	6,30	4,50	0,00					0,714	0,000	0,886
klopení	1	747,36	584,88	0,00					0,783	0,000	0,913
Tabulka	k_{yy}	k_{zz}	k_{yz}	k_{zy}					Podm. 1	Podm. 2	
tab B.1	0,95	0,95	0,57	1,00					0,59	0,62	

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezí hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
55,8	18,18	L/250	72,72	ANO

Pos. na kroucení	
T_{Rd}	M_T/T_{Rd}
[kNm]	
45,6	0,00

Průřez HEB 600 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.5.4 Plnostěnný nosník 2 – střecha 1



Vnitřní síly na prvku:

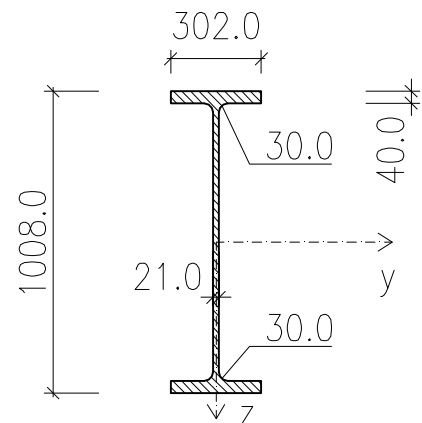
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
2749	1137	max N	1,0	-1,0	-230,8	0,0	0,0	0,0	KZ 25
3528	0	min N	-36,5	-2,5	24,1	-0,6	1641,2	16,9	KZ 27
3020	1376	max V _y	-35,6	5,8	-99,6	4,6	1472,4	12,1	KZ 27
2749	1137	min V _y	-25,6	-6,1	-306,4	0,0	0,0	0,0	KZ 15
4025	1810	max V _z	-16,3	2,4	348,1	0,9	0,0	0,0	KZ 18
2749	1137	min V _z	-8,3	-2,8	-343,8	0,0	0,0	0,0	KZ 17
3020	1376	max M _T	-14,1	5,8	-149,0	5,3	2185,5	12,2	KZ 18
3798	1595	min M _T	-14,4	-5,0	155,1	-4,3	2149,7	7,9	KZ 18
3528	1487	max M _y	-15,4	-1,9	38,9	-1,1	2430,7	13,9	KZ 18
4025	1810	min M _y	-14,1	-0,8	298,8	-0,5	0,0	0,0	KZ 29
3020	1376	max M _z	-11,8	4,8	-149,0	3,0	2185,3	17,8	KZ 17
2749	1259	min M _z	-26,8	-5,2	-250,6	2,7	1250,3	-25,5	KZ 15

4.5.4.1 Průřezové charakteristiky

Profil: HEM 1000

Průřezové charakteristiky:

$A =$	44420 mm ²	$A_{v,y} =$	25231 mm ²
$A_{v,z} =$	23500 mm ²	$I_z =$	184,6E+06 mm ⁴
$I_y =$	7,22E+09 mm ⁴	$i_z =$	64,50 mm
$i_y =$	403,20 mm	$W_{el,z} =$	1,22E+06 mm ³
$W_{el,y} =$	14,33E+06 mm ³	$W_{pl,z} =$	1,94E+06 mm ³
$W_{pl,y} =$	16,57E+06 mm ³	$I_w =$	43,02E+12 mm ⁶
$I_t =$	17,01E+06 mm ⁴		



Třída průřezu:

- stojina:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{c_w}{t_w} = \frac{(1008 - 2 \times 40 - 2 \times 30)}{21} = 41,33 < 9\varepsilon = 9 \times 0,814 = 58,6 \rightarrow 1. \text{ třída}$$

- pásnice:

$$\frac{c_f}{t_f} = \frac{(303 - 21 - 2 \times 30)/2}{40} = 2,775 < 9\varepsilon = 9 \times 0,814 = 7,3 \rightarrow 1. \text{ třída}$$

Třída průřezu 1.

- boulení:

$$\frac{c_w}{t_w} = \frac{(1008 - 2 \times 40 - 2 \times 30)}{21} = 41,33 < \frac{72}{\eta} \varepsilon = \frac{72}{1,2} \times 0,814 = 48,84 \rightarrow \text{stojina neboulí}$$

4.5.4.2 Posouzení únosnosti a použitelnosti (prut č.3528)

Vnitřní síly						
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
0,0	15,4	1,9	38,9	1,1	2430,7	13,9

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	4816,5	0,01	ANO	Y	5882,4	0,41	0,43
Y	5171,3	0,00	ANO	Z	688,7	0,02	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	27,27	1	27,27	67,6	0,89	0,74	10293,6	0,00
Z-Z	4,5	1	4,5	69,8	0,91	0,65		
kroucení	4,5	1	4,5		0,67	0,74		

Ohyb prutů náchylných ke klopení									
C_1	C_2	μ_{cr}	k_{wt}	M_{cr}	$\bar{\lambda}_{LT}$	χ_{LT}	$M_{b,Rd}$	$M_{ed}/M_{b,Rd}$	
				[kNm]			[kNm]		
1,14	1,15	1,10	1,79	5587,7	1,03	0,58	3415,3	0,71	

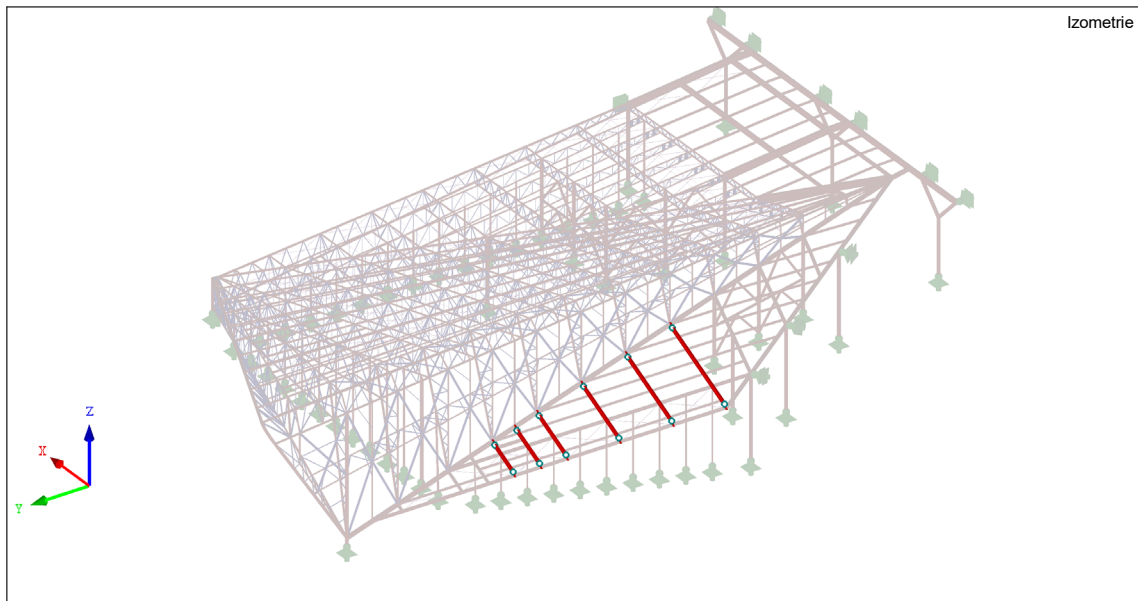
Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku											
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$					χ_y	χ_z	χ_{LT}		
[kNm]	[kNm]	[kNm]									
15769,1	5882,4	688,7					0,74	0,65	0,58		
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s					ψ	$\alpha_{s/h}$	$c_{my/z/LT}$
		[kNm]	[kNm]	[kNm]							
Y	3	0,00	0,00	2430,69					0,000	0,000	0,950
Z	1	7,86	13,90	0,00					1,768	0,000	1,307
klopení	1	2430,69	2149,75	0,00					0,884	0,000	0,954
Tabulka	k_{yy}	k_{zz}	k_{yz}	k_{zy}					Podm. 1	Podm. 2	
tab B.1	0,95	0,95	0,57	1,00					0,76	0,81	

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezí hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
97,85	27,27	L/250	109,08	ANO

Pos. na kroucení	
T_{Rd}	M_T/T_{Rd}
[kNm]	
87,2	0,01

Průřez HEM 1000 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.5.5 Plnostěnný nosník vykonzolovaný – střecha 2



Vnitřní síly na prvku:

Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
2	0	max N	298,7	-5,8	19,6	0,0	0,0	0,0	KZ 21
9	13	min N	-353,9	-3,2	151,5	0,7	-1048,6	-18,3	KZ 29
3827	0	max V _y	57,7	21,6	-134,7	-2,3	-784,2	-60,6	KZ 29
3827	0	min V _y	9,9	-17,1	-46,6	-0,1	-224,2	48,3	KZ 21
100	98	max V _z	-311,6	-3,4	311,9	-7,4	-2435,9	-38,5	KZ 17
3777	0	min V _z	-57,1	-3,4	-473,4	-7,4	-2435,9	-38,5	KZ 17
298	118	max M _T	-155,9	1,1	-59,2	3,2	1398,8	0,9	KZ 19
3777	98	min M _T	-57,1	-3,4	-473,4	-7,4	-2435,9	-38,5	KZ 17
444	0	max M _y	-175,0	2,1	41,7	2,5	1518,9	6,8	KZ 17
100	98	min M _y	-311,6	-3,4	311,9	-7,4	-2435,9	-38,5	KZ 17
2643	80	max M _z	15,9	16,1	43,0	-0,1	-224,2	48,3	KZ 21
450	161	min M _z	-23,1	15,2	44,2	2,3	365,0	-84,5	KZ 29

4.5.5.1 Průřezové charakteristiky

Profil: HEM 800

Průřezové charakteristiky:

$A =$	40430 mm ²	$A_{v,y} =$	25311 mm ²
$A_{v,z} =$	19430 mm ²	$I_z =$	186,3E+06 mm ⁴
$I_y =$	4,43E+09 mm ⁴	$I_z =$	67,90 mm
$i_y =$	330,90 mm	$W_{el,z} =$	1,23E+06 mm ³
$W_{el,y} =$	10,87E+06 mm ³	$W_{pl,z} =$	1,93E+06 mm ³
$W_{pl,y} =$	12,49E+06 mm ³	$I_w =$	27,78E+12 mm ⁶
$I_t =$	16,46E+06 mm ⁴		

Třída průřezu:

- stojina:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$z = \frac{N_{Ed}}{t_w \times f_y} = \frac{256 * 10^3}{21 \times 355} = 34,34 \text{ mm}$$

$$\alpha c = \frac{c + z}{2} = \frac{(814 - 2 \times 40 - 2 \times 30) + 34,34}{2} = 354,17 \text{ mm}$$

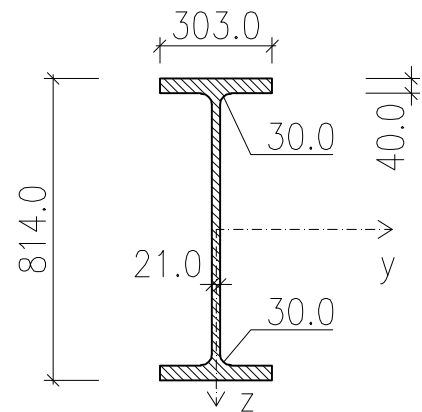
$$\alpha = \frac{\alpha c}{c} = \frac{354,17}{674} = 0,525 > 0,5$$

$$\frac{c_w}{t_w} = \frac{674}{21} = 32,1 < \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1} = \frac{396 \times 0,814}{13 \times 0,525 - 1} = 55,3 \rightarrow 1. \text{ třída}$$

- pásnice:

$$\frac{c_f}{t_f} = \frac{(303 - 21 - 2 \times 30)/2}{40} = 2,775 < 9\varepsilon = 9 \times 0,814 = 7,3 \rightarrow 1. \text{ třída}$$

Třída průřezu 1.



4.5.5.2 Posouzení únosnosti a použitelnosti (prut č.100)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
298,7	311,6	3,4	311,9	7,4	2435,9	38,5	14352,7	0,02

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	3982,4	0,08	ANO	Y	4434,0	0,55	0,61
Y	5187,7	0,00	ANO	Z	685,2	0,06	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	9,4	2	18,8	56,81	0,74	0,83	11860,1	0,03
Z-Z	3,16	1	3,16	46,54	0,61	0,83		
kroucení	3,16	1	3,16		0,48	0,85		

Ohyb prutů náchylných ke klopení								
C_1	C_2	μ_{cr}	K_{wt}	M_{cr}	$\bar{\lambda}_{LT}$	χ_{LT}	$M_{b,Rd}$	$M_{ed}/M_{b,Rd}$
				[kNm]			[kNm]	
1,55	1,15	1,55	2,08	11110,8	0,63	0,82	3639,5	0,67

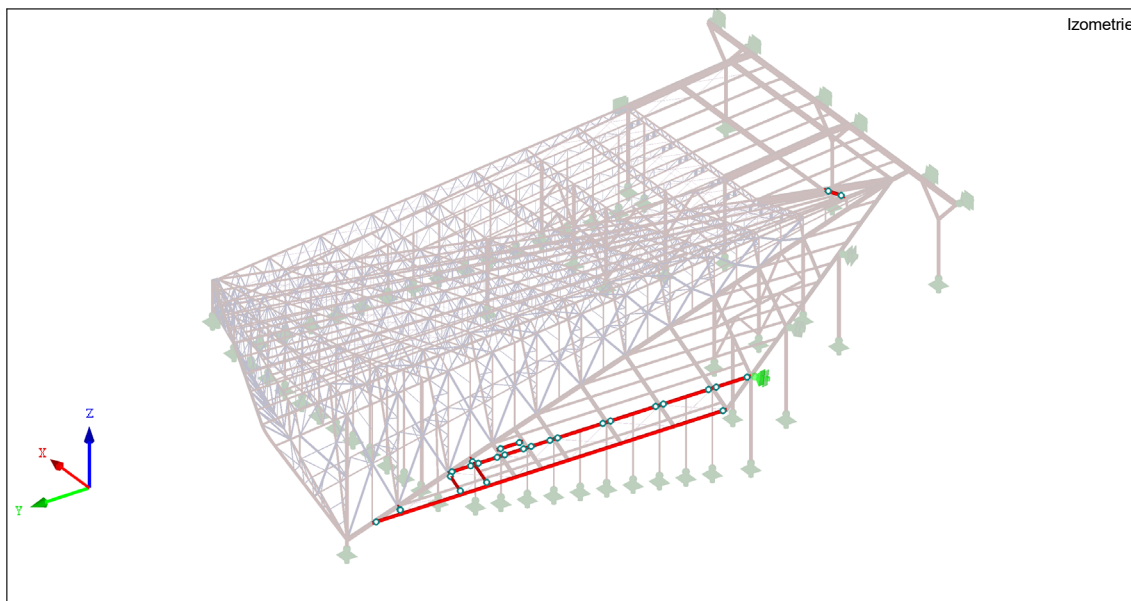
Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku										
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$				χ_y	χ_z	χ_{LT}		
[kNm]	[kNm]	[kNm]								
14352,7	4434,0	685,2				0,83	0,83	0,82		
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s				ψ	$\alpha_{s/h}$	$c_{my/z/LT}$
		[kNm]	[kNm]	[kNm]						
Y	1	2435,94	0,00	0,00				0,000	0,000	0,600
Z	1	38,53	22,40	0,00				0,581	0,000	0,833
klopení	1	2435,94	1492,99	0,00				0,613	0,000	0,845
Tabulka	k_{yy}	k_{zz}	k_{yz}	k_{zy}	Podm. 1		Podm. 2			
tab B.1	0,61	0,61	0,37	1,00	0,48		0,78			

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezní hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
87,8	27,5	L/250	110	ANO

Pos. na kroucení	
T_{Rd}	M_T/T_{Rd}
[kNm]	
84,3	0,09

Průřez HEM 800 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.5.6 Plnostěnný nosník krajní – střecha 2



Vnitřní síly na prvku:

Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
33	0	max N	1330,2	9,6	-2,1	0,0	0,0	0,0	KZ 21
63	45	min N	-2019,0	-10,1	31,7	0,2	-43,7	-95,0	KZ 29
26	19	max V_y	-1967,2	35,9	-1,7	-0,1	0,0	0,0	KZ 29
21	0	min V_y	-1967,7	-35,9	3,2	-0,1	0,0	0,0	KZ 29
30	16	max V_z	-76,0	0,6	166,1	-0,5	-512,6	3,0	KZ 17
44	22	min V_z	4,0	2,7	-71,7	0,0	0,0	0,0	KZ 17
3642	16	max M_T	-86,3	-1,4	-27,8	0,7	-414,2	0,9	KZ 30
141	0	min M_T	-96,6	0,0	-0,3	-1,2	7,9	0,0	KZ 18
36	26	max M_y	-95,1	6,4	61,4	-0,7	487,0	-28,3	KZ 17
30	16	min M_y	-51,2	1,4	165,8	-0,3	-512,6	4,1	KZ 19
21	15	max M_z	-282,2	13,6	35,4	-0,1	-68,1	64,6	KZ 30
21	15	min M_z	-1974,7	-13,4	35,2	0,1	-69,2	-123,3	KZ 29

4.5.6.1 Průřezové charakteristiky

Profil: HEB 500

Průřezové charakteristiky:

$A =$	23860 mm ²	$A_{v,y} =$	17402 mm ²
$A_{v,z} =$	8978 mm ²	$I_z =$	126,2E+06 mm ⁴
$I_y =$	4,82E+12 mm ⁴	$i_z =$	72,70 mm
$i_y =$	212,00 mm	$W_{el,z} =$	841,33E+03 mm ³
$W_{el,y} =$	4,29E+06 mm ³	$W_{pl,z} =$	1,29E+06 mm ³
$W_{pl,y} =$	4,82E+06 mm ³	$I_w =$	7,02E+12 mm ⁶
$I_t =$	5,38E+06 mm ⁴		

Třída průřezu:

- stojina:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$z = \frac{N_{Ed}}{t_w \times f_y} = \frac{1974,7 \times 10^3}{14,5 \times 355} = 383,63 \text{ mm}$$

$$\alpha c = \frac{c + z}{2} = \frac{(500 - 2 \times 28 - 2 \times 27) + 383,63}{2} = 386,81 \text{ mm}$$

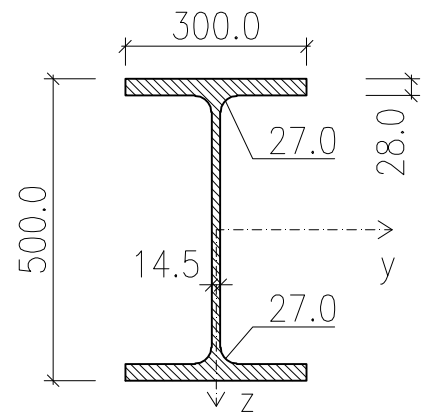
$$\alpha = \frac{\alpha c}{c} = \frac{386,81}{390} = 0,992 > 0,5$$

$$\frac{c_w}{t_w} = \frac{390}{14,5} = 26,9 < \frac{356\varepsilon}{13\alpha - 1} = \frac{356 \times 0,814}{13 \times 0,992 - 1} = 27,1 \rightarrow 1. \text{ třída}$$

- pásnice:

$$\frac{c_f}{t_f} = \frac{(303 - 21 - 2 \times 30)/2}{40} = 4,13 < 9\varepsilon = 9 \times 0,814 = 7,3 \rightarrow 1. \text{ třída}$$

Třída průřezu 1.



4.5.6.2 Posouzení únosnosti a použitelnosti (prut č.21)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1330,2	1974,7	13,4	35,2	0,1	69,2	123,3	8470,3	0,16

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	1840,1	0,02	ANO	Y	1709,3	0,04	0,31
Y	3566,7	0,00	ANO	Z	458,7	0,27	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	4,4	1	4,4	20,8	0,27	0,98	3940,4	0,50
Z-Z	6,8	1	6,8	93,5	1,22	0,47		
kroucení	6,8	1	6,8		0,75	0,69		

Ohyb prutů náchylných ke klopení								
C_1	C_2	μ_{cr}	K_{wt}	M_{cr}	$\bar{\lambda}_{LT}$	χ_{LT}	$M_{b,Rd}$	$M_{ed}/M_{b,Rd}$
				[kNm]			[kNm]	
1,36	0,55	1,23	0,85	1935,5	0,94	0,71	1209,0	0,06

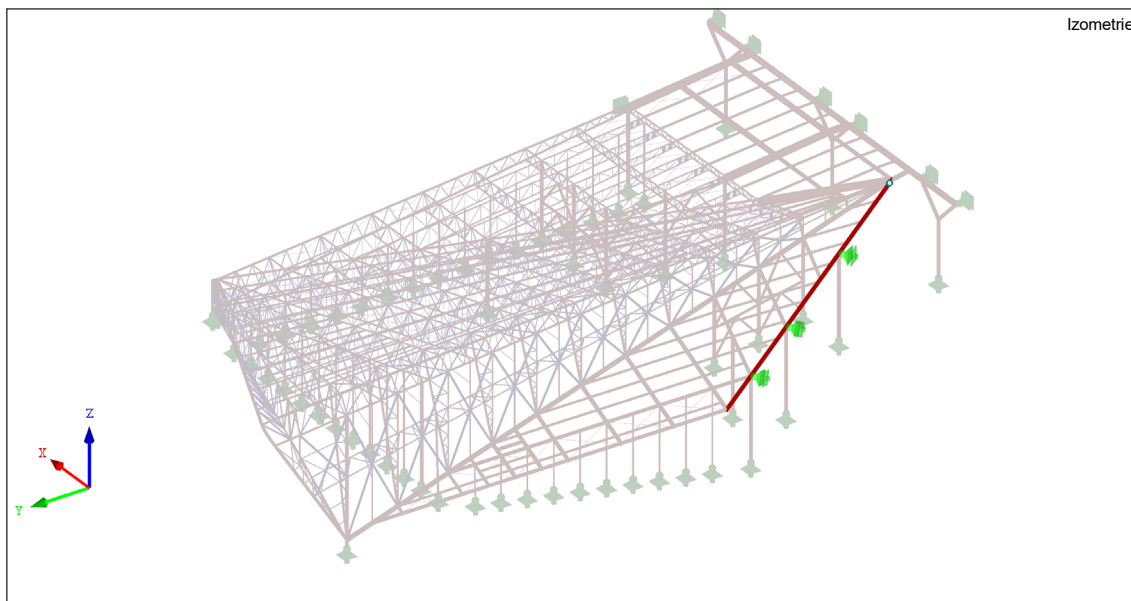
Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku										
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$				χ_y	χ_z	χ_{LT}		
[kNm]	[kNm]	[kNm]								
8470,3	1709,3	458,7				0,98	0,47	0,71		
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s				ψ	$\alpha_{s/h}$	$c_{my/z/LT}$
		[kNm]	[kNm]	[kNm]						
Y	1	69,20	0,00	0,00			0,000	0,000	0,600	
Z	3	0,00	0,00	123,26			0,000	0,000	0,900	
klopení	3	0,00	0,00	69,20			0,000	0,000	0,900	
Tabulka	k_{yy}	k_{zz}	k_{yz}	k_{zy}	Podm. 1		Podm. 2			
tab B.2	0,61	1,02	0,61	0,92	0,44		0,84			

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezí hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
90,35	23,6	L/250	94,4	ANO

Pos. na kroucení	
T_{Rd}	M_T/T_{Rd}
[kNm]	
39,4	0,01

Průřez HEB 500 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.5.7 Hlavní nosník



Vnitřní síly na prvku:

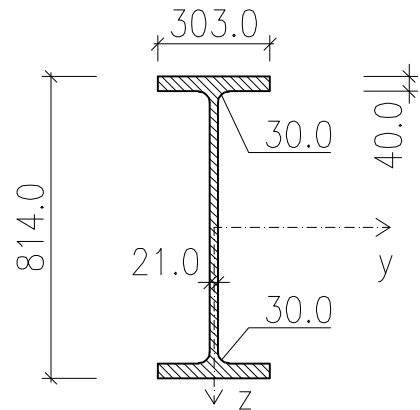
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
718	0	max N	409,4	9,1	132,0	-0,4	-420,9	-2,6	KZ 18
3	0	min N	-558,9	2,5	-17,7	0,0	45,8	-35,1	KZ 21
80	0	max V_y	174,0	42,1	-69,4	-0,4	-284,8	-97,0	KZ 27
191	67	min V_y	141,0	-19,0	62,8	-0,3	-284,9	-97,0	KZ 27
718	285	max V_z	409,0	10,2	154,5	1,3	-961,6	35,8	KZ 18
620	285	min V_z	298,9	-7,3	-193,2	1,3	-966,0	38,1	KZ 17
341	136	max M_T	214,9	2,5	51,9	1,9	270,9	-14,4	KZ 19
508	197	min M_T	295,0	-14,9	-140,5	-1,6	451,1	-60,7	KZ 17
429	190	max M_y	235,4	36,0	-24,7	1,2	475,7	-32,3	KZ 19
620	285	min M_y	298,9	-7,3	-193,2	1,3	-966,0	38,1	KZ 17
25	37	max M_z	148,0	-6,8	-44,4	0,0	-49,9	62,6	KZ 27
80	67	min M_z	174,0	42,1	-69,4	-0,4	-284,8	-97,0	KZ 27

4.5.7.1 Průřezové charakteristiky

Profil: HEM 800

Průřezové charakteristiky:

$A =$	40430 mm ²	$A_{v,y} =$	25311 mm ²
$A_{v,z} =$	19430 mm ²	$I_z =$	186,3E+06 mm ⁴
$I_y =$	4,43E+09 mm ⁴	$i_z =$	67,90 mm
$i_y =$	330,90 mm	$W_{el,z} =$	1,23E+06 mm ³
$W_{el,y} =$	10,87E+06 mm ³	$W_{pl,z} =$	1,93E+06 mm ³
$W_{pl,y} =$	12,49E+06 mm ³	$I_w =$	27,78E+12 mm ⁶
$I_t =$	16,46E+06 mm ⁴		



Třída průřezu:

- stojina:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{c_w}{t_w} = \frac{814 - 2 \times 40 - 2 \times 30}{21} = 32,09 < 14\varepsilon = 14 \times 0,814 = 58,6 \rightarrow 1. \text{ třída}$$

- pásnice:

$$\frac{c_f}{t_f} = \frac{(303 - 21 - 2 \times 30)/2}{40} = 2,78 < 9\varepsilon = 9 \times 0,814 = 7,3 \rightarrow 1. \text{ třída}$$

Třída průřezu 1.

4.5.7.2 Posouzení únosnosti a použitelnosti (prut č.620)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
298,9	0,0	7,3	193,2	1,3	966,0	38,1	14352,7	0,02

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	3982,4	0,05	ANO	Y	4434,0	0,22	0,27
Y	5187,7	0,00	ANO	Z	685,2	0,06	

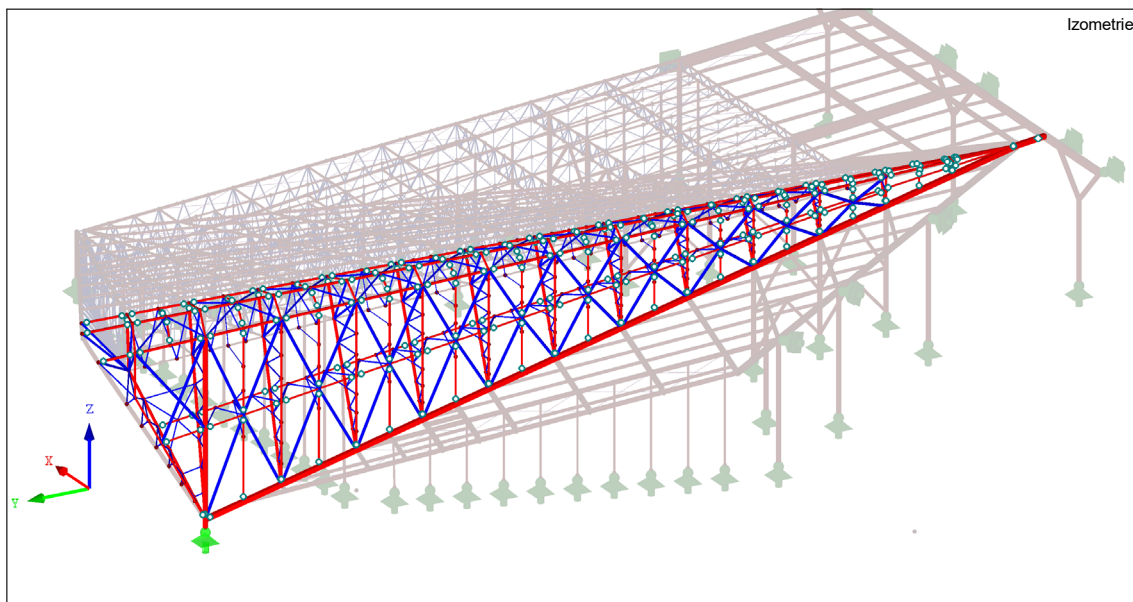
Ohyb prutů náchylných ke klopení									
C_1	C_2	μ_{cr}	K_{wt}	M_{cr}	$\bar{\lambda}_{LT}$	χ_{LT}	$M_{b,Rd}$	$M_{ed}/M_{b,Rd}$	
				[kNm]			[kNm]		
1,55	1,56	0,82	0,94	2650,3	1,29	0,39	1736,3	0,56	

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezní hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
44,2	24,5	L/250	98	ANO

Pos. na kroucení	
T_{Rd}	M_T/T_{Rd}
[kNm]	
84,3	0,02

Průřez HEM 800 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.6 Hlavní vazník prostorový

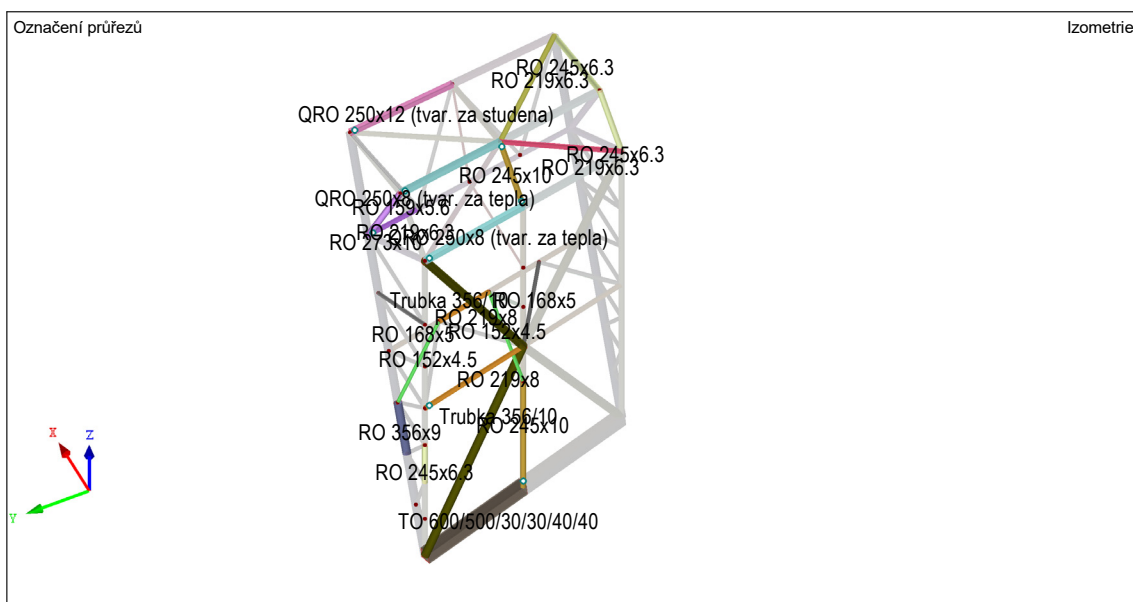


Montovaný prostorový vazník s masivním svařovaným dolním pásem, dutého pravoúhlého průřezu. Příhradové sloupy vazníku jsou proměnné výšky 1,9 až 22,9 m. Délka vazníku je 147,7 m a je zároveň celkovou délkou haly.

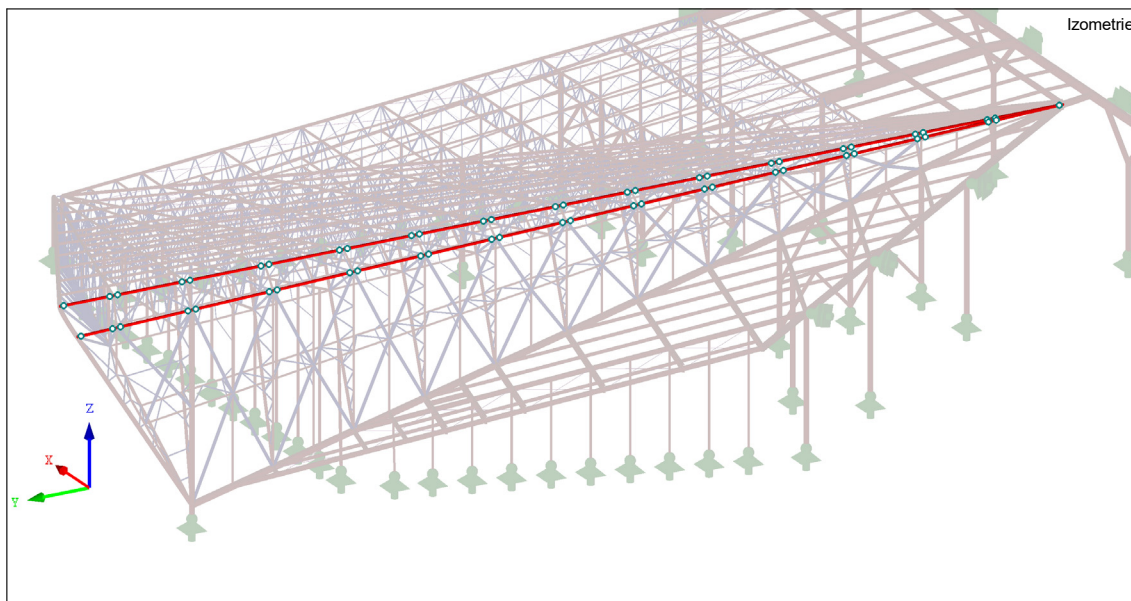
Jednotlivé pruty vazníku jsou tvořeny dutými průřezy kruhových nebo pravoúhlých průřezů. Osově vzdálenosti sloupů jsou 10,0 m.

Vzperné délky byly nejčastěji uvažovány jako systémové, popřípadě mezi místy držení.

Část typického vazníku:



4.6.1 Horní pás



Vnitřní síly na prvku:

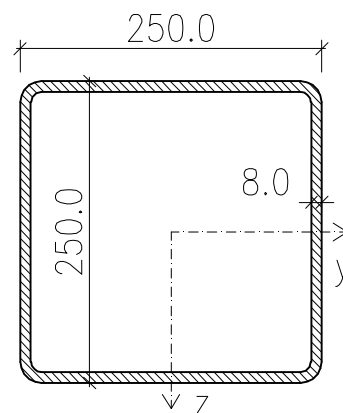
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
1060	438	max N	840,4	-12,1	6,1	-2,0	-11,7	-37,3	KZ 18
489	0	min N	-1301,0	2,2	-6,0	-0,5	-2,7	18,4	KZ 18
82	42	max V_y	66,5	13,7	10,9	1,3	-27,4	-2,2	KZ 20
59	42	min V_y	57,7	-15,7	-10,1	1,4	-27,6	-3,4	KZ 23
167	99	max V_z	-197,0	9,2	20,4	0,1	0,0	0,0	KZ 19
139	69	min V_z	104,9	-8,5	-16,9	1,4	0,0	0,0	KZ 19
1534	0	max M_T	556,1	0,0	-4,0	7,3	0,0	0,0	KZ 19
89	69	min M_T	94,3	-0,1	15,5	-5,2	0,0	0,0	KZ 19
167	81	max M_y	-195,9	7,8	3,7	0,2	59,5	-45,5	KZ 19
651	297	min M_y	-1275,9	0,1	8,3	1,1	-36,3	3,2	KZ 17
59	0	max M_z	91,9	0,7	5,1	1,0	41,9	32,7	KZ 21
139	81	min M_z	103,3	-9,4	-4,4	1,5	57,5	-45,6	KZ 19

4.6.1.1 Průřezové charakteristiky

Profil: JÄCKEL 250x8

Průřezové charakteristiky:

$A =$	7520 mm ²
$A_{v,z} =$	3760 mm ²
$I_y =$	72,29E+06 mm ⁴
$i_y =$	98,00 mm
$W_{el,y} =$	578,0E+03 mm ³
$W_{pl,y} =$	676,0E+03 mm ³
$I_t =$	116,0E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{c_w}{t_w} = \frac{250 - 2 \times 8 - 2 \times 12}{8} = 26,25 < 33\varepsilon = 33 \times 0,814 = 26,8$$

Třída průřezu 1.

4.6.1.2 Posouzení únosnosti (prut č.489)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
840,4	1301,0	2,2	6,0	0,4	7,3	19,7	2669,6	0,31

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	770,6	0,01	ANO	Y	240,0	0,03	0,11
Y	770,6	0,00	ANO	Z	240,0	0,08	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	5,2	1	5,2	53,1	0,69	0,73	1943,8	0,67
Z-Z	5,2	1	5,2	53,1	0,69	0,73		

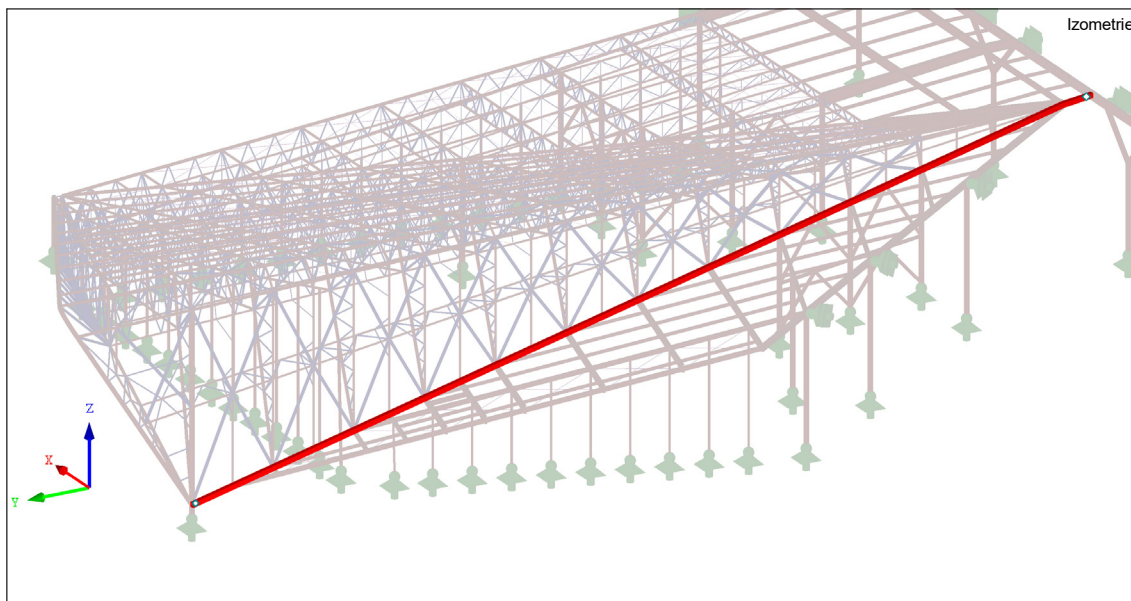
Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku											
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$					X_y	X_z	X_{LT}		
[kNm]	[kNm]	[kNm]									
2669,6	240,0	240,0					0,73	0,73	1,00		
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s					ψ	$\alpha_{s/h}$	$c_{my/z/LT}$
		[kNm]	[kNm]	[kNm]							
Y	2	0,00	-2,78	7,27					0,000	0,000	0,400
Z	3	0,00	18,05	19,74					0,000	0,000	0,900
klopení	2	0,00	-2,78	7,27					0,000	0,000	0,400
Tabulka	k_{yy}	k_{zz}	k_{yz}	k_{zy}					Podm. 1	Podm. 2	
tab B.1	0,53	1,20	0,72	0,32					0,74	0,78	

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezní hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
25,65	8,4	L/250	33,6	ANO

Pos. na kroucení	
T_{Rd}	M_T/T_{Rd}
[kNm]	
180,0	0,00

Průřez JACKEL 250/8 z oceli S355 vyhoví na MSÚ a MSP.

4.6.2 Dolní pás



Vnitřní síly na prvku:

Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
531	0	max N	4390,6	1,6	-39,0	0,0	40,5	-73,1	KZ 19
974	398	min N	-2721,8	1,6	157,4	1,1	-768,4	114,7	KZ 17
289	127	max V_y	3073,6	110,0	9,5	0,8	122,7	568,6	KZ 29
244	0	min V_y	380,9	-115,2	-0,5	0,6	131,3	568,3	KZ 31
1316	532	max V_z	-2120,8	10,6	277,4	-6,8	-1425,9	-37,5	KZ 4
1220	0	min V_z	-2118,1	14,3	-321,8	-2,2	-1432,0	-36,2	KZ 4
1598	0	max M_T	1,6	19,3	-191,1	27,6	0,0	0,2	KZ 19
1598	0	min M_T	0,1	-3,7	-58,1	-9,7	0,0	0,0	KZ 21
1528	0	max M_y	-2069,8	-15,8	-0,3	-6,0	985,3	-56,6	KZ 4
1220	532	min M_y	-2118,1	14,3	-321,8	-2,2	-1432,0	-36,2	KZ 4
289	127	max M_z	2949,0	97,8	6,3	0,8	131,0	568,7	KZ 31
159	0	min M_z	-604,6	5,7	-13,0	-1,2	37,8	-557,9	KZ 29

4.6.2.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TO 600/500/30/30/40/40

Průřezové charakteristiky:

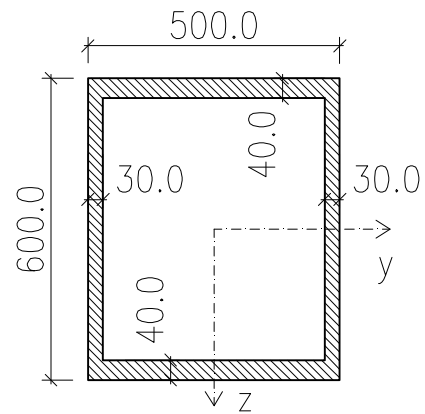
$A =$	71200 mm ²	$A_{v,y} =$	40000 mm ²
$A_{v,z} =$	31200 mm ²	$I_z =$	2,56E+09 mm ⁴
$I_y =$	3,84E+09 mm ⁴	$i_z =$	189,60 mm
$i_y =$	232,40 mm	$W_{el,z} =$	10,23E+06 mm ³
$W_{el,y} =$	12,81E+06 mm ³	$W_{pl,z} =$	12,33E+06 mm ³
$W_{pl,y} =$	15,26E+06 mm ³	$I_w =$	5,31E+12 mm ⁶
$I_t =$	4,59E+09 mm ⁴		

Třída průřezu:

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

$$\frac{d}{t} = \frac{140}{8} = 17,5 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,13$$

Třída 1



4.6.2.2 Posouzení MSÚ

4.6.2.2.1 Posouzení na tah (prut č.531)

$$N_{t,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{71200 \times 235 \times 10^3}{1,0} = 16732 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{4390,6}{16732} = 0,26 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

4.6.2.2.2 Posouzení na smyk (prut č. 1220)

$$V_{c,Rd,y} = \frac{A_{v,y} \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{4000 \times \frac{235}{\sqrt{3}}}{1,0} = 5427,1 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{c,Rd,y}} = \frac{14,3}{5427,1} = 0,01 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Smyková síla nepřesahuje 50 % únosnosti, nedojde k ovlivnění ohybové pevnosti.

$$V_{c,Rd,z} = \frac{A_{v,z} \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{31200 \times \frac{235}{\sqrt{3}}}{1,0} = 4233,1 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,Rd,z}} = \frac{321,8}{4233,1} = 0,08 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Smyková síla nepřesahuje 50 % únosnosti, nedojde k ovlivnění ohybové pevnosti.

4.6.2.2.3 Posouzení na ohyb (prut č. 1220)

$$M_{c,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{15,26 \times 10^6 \times 235 \times 10^3}{1,0} = 3586,1 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{c,Rd,y}} = \frac{1432,0}{3586,1} = 0,40 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$M_{c,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{12,33 \times 10^6 \times 355 \times 10^3}{1,0} = 2897,6 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{c,Rd,z}} = \frac{36,2}{2897,6} = 0,01 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Kombinace ohybu (součinitele α a β jsou konzervativně uvažovány 1):

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{c,Rd,y}}\right)^\alpha + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{c,Rd,z}}\right)^\beta = \left(\frac{1432,0}{3586,1}\right)^1 + \left(\frac{36,2}{2897,6}\right)^1 = 0,41 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

4.6.2.2.4 Posouzení na vzpěrnou únosnost (prut č.974)

Srovnávací štíhlost

$$\lambda_1 = \pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \times \sqrt{\frac{81000}{235}} = 93,91$$

Vybočení k ose Y:

$$L_{cr,y} = 5200 \text{ mm}$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} \times \frac{1}{\lambda_1} = \frac{10500}{232,4} \times \frac{1}{93,91} = 0,238$$

$$\alpha = 0,49 \quad \text{křivka vzpěru c}$$

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

$$\phi_y = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (0,238 - 0,2) + 0,238^2] = 0,5$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,5 + \sqrt{0,5^2 - 0,238^2}} = 0,981$$

Vybočení k ose Z:

$$L_{cr,z} = 10400 \text{ mm}$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} \times \frac{1}{\lambda_1} = \frac{10500}{189,6} \times \frac{1}{93,91} = 0,584$$

$$\alpha = 0,49 \quad \text{křivka vzpěru c}$$

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

$$\phi_z = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (0,584 - 0,2) + 0,584^2] = 0,8$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{0,8 + \sqrt{0,8^2 - 0,584^2}} = 0,795$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_{min} \times A \times f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,795 \times 71200 \times 235}{1,0} = 13298,3 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{2721,76}{13298,3} = 0,20 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

4.6.2.2.5 Kombinace ohybu a vzpěrného tlaku (prut č.1220)

Pruty namáhané na kombinaci ohybu a osového tlaku mají splňovat podmínky:

$$A) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \times N_{Rk}} + k_{yy} \times \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \times M_{y,Rk}} + k_{yz} \times \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1,0$$

$$B) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \times N_{Rk}} + k_{zy} \times \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \times M_{y,Rk}} + k_{zz} \times \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1,0$$

Pro pruty necitlivé na distorzní deformace: $\chi_{LT} = 1,0$

$$N_{Rk} = A \times f_{yd} = 7520 \times 235 = 16732,0 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \times f_{yd} = 15,26 \times 10^6 \times 235 = 3586,1 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \times f_{yd} = 12,33 \times 10^6 \times 235 = 2897,6 \text{ kNm}$$

$$\bar{\lambda}_z = 0,584 \rightarrow \chi_z = 0,795$$

$$\bar{\lambda}_y = 0,238 \rightarrow \chi_y = 0,981$$

Interakční součinitele; příloha B, metoda 2:

tabulka B.1 – pruty, které nejsou náchylné ke zkroucení

$$k_{yy} = C_{my} \times \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \times \frac{N_{Ed}}{\chi_y \times N_{Rk}} \right) \leq C_{my} \times \left(1 + 0,8 \times \frac{N_{Ed}}{\chi_y \times N_{Rk}} \right)$$

$$k_{zz} = C_{mz} \times \left(1 + (\bar{\lambda}_z - 0,2) \times \frac{N_{Ed}}{\chi_z \times N_{Rk}} \right) \leq C_{mz} \times \left(1 + 0,8 \times \frac{N_{Ed}}{\chi_z \times N_{Rk}} \right)$$

$$k_{yz} = 0,6 \times k_{zz}$$

$$k_{zy} = 0,6 \times k_{yy}$$

tabulka B.3 součinitel c_{my} – průběh momentu typ 1)

$$M_{Ed,1} = 1432,03 \text{ kNm}; M_{Ed,2} = -139,075 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0,561$$

$$(\bar{\lambda}_y - 0,2) = 0,293 - 0,2 = 0,093 < 0,8$$

$$k_{yy} = 0,561 \times \left(1 + 0,093 \times \frac{2118,1}{\frac{0,981 \times 16732}{1,0}} \right) = 0,564 \leq 1,8$$

$$k_{zy} = 0,6 \times k_{yy} = 0,6 \times 0,561 = 0,338 \leq 1,4$$

tabulka B.3 součinitel c_{mz} – průběh momentu typ 1)

$$M_{Ed,1} = 110,73 \text{ kNm}; M_{Ed,2} = 36,217 \text{ kNm}$$

$$C_{mz} = 0,731$$

$$(\bar{\lambda}_z - 0,2) = 0,718 - 0,2 = 0,518 < 0,8$$

$$k_{zz} = 0,731 \times \left(1 + 0,518 \times \frac{2118,1}{\frac{0,795 \times 16732}{1,0}} \right) = 0,776 \leq 1,8$$

$$k_{yz} = 0,6 \times k_{zz} = 0,6 \times 0,775 = 0,465 \leq 1,4$$

Podmínky:

$$A) \frac{2118,1}{\frac{0,981 \times 16732}{1,0}} + 0,564 \times \frac{1432,0}{\frac{1,0 \times 3586,1}{1,0}} + 0,465 \times \frac{36,2}{\frac{2897,6}{1,0}} = 0,36 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

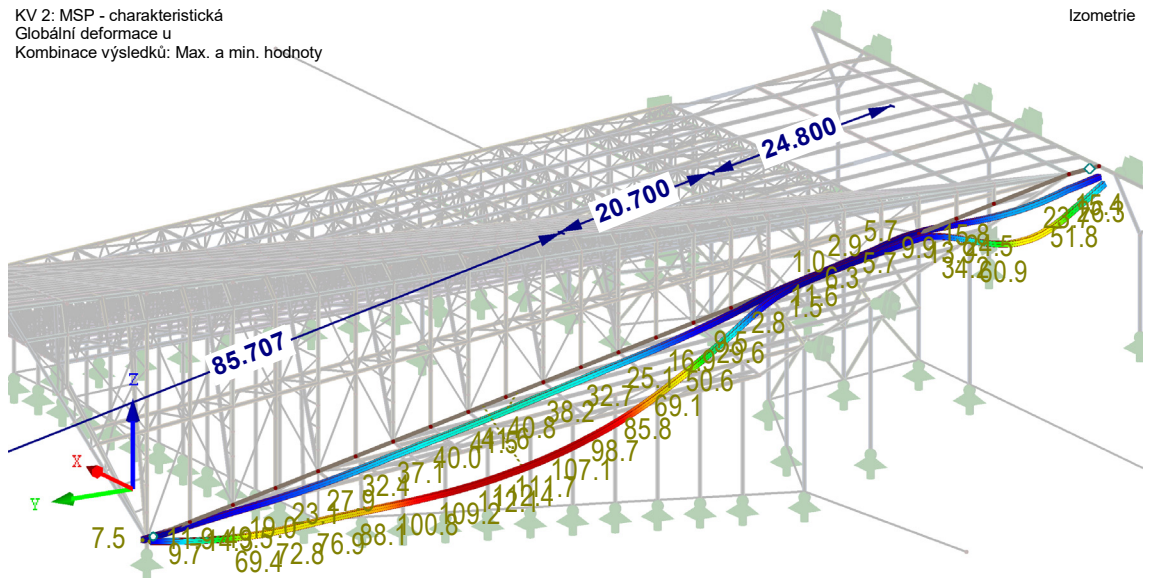
$$B) \frac{2118,1}{\frac{0,795 \times 16732}{1,0}} + 0,338 \times \frac{1432,0}{\frac{1,0 \times 3586,1}{1,0}} + 0,776 \times \frac{36,2}{\frac{2897,6}{1,0}} = 0,30 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

4.6.2.3 Posouzení MSP

Deformace prvku:

KV 2: MSP - charakteristická
 Globální deformace u
 Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Izometrie



Max u: 112.4, Min u: 1.0 mm
 Součinitel pro deformace: 68.00

$$\delta_{max} \leq \delta_{lim} = \frac{L}{300}$$

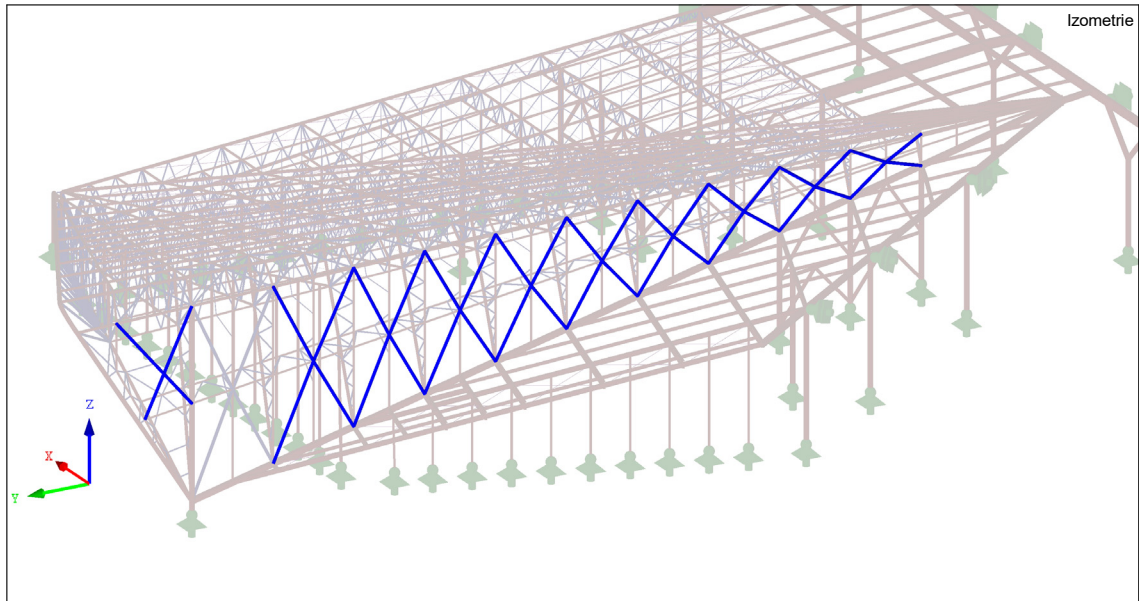
$$\delta_{max} = 60,9 \text{ mm} \leq \frac{24800}{300} = 82,67 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\delta_{max} \leq \delta_{lim} = \frac{L}{300}$$

$$\delta_{max} = 112,4 \text{ mm} \leq \frac{85707}{300} = 285,7 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Svařovaný průřez TO 600/500/30/30/40/40 z oceli S235 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.6.3 Hlavní diagonály 1



Vnitřní síly na prvku:

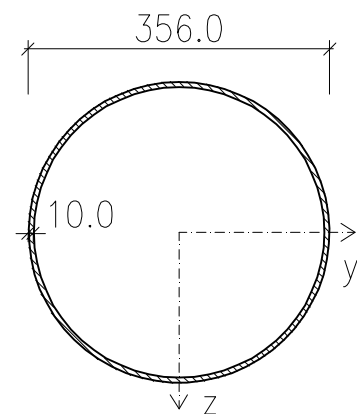
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
828	369	max N	2370,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	KZ 17
897	398	min N	-2885,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	KZ 17

4.6.3.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 356/10

Průřezové charakteristiky:

A =	10870 mm ²
A _{v,z} =	6920 mm ²
I _y =	162,8E+06 mm ⁴
i _y =	122,38 mm
W _{el,y} =	914,6E+03 mm ³
W _{pl,y} =	1,2E+06 mm ³
I _t =	325,6E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{356}{10} = 35,6 < 70 \times \varepsilon^2 = 70 \times 0,814^2 = 46,3$$

Třída průřezu 1.

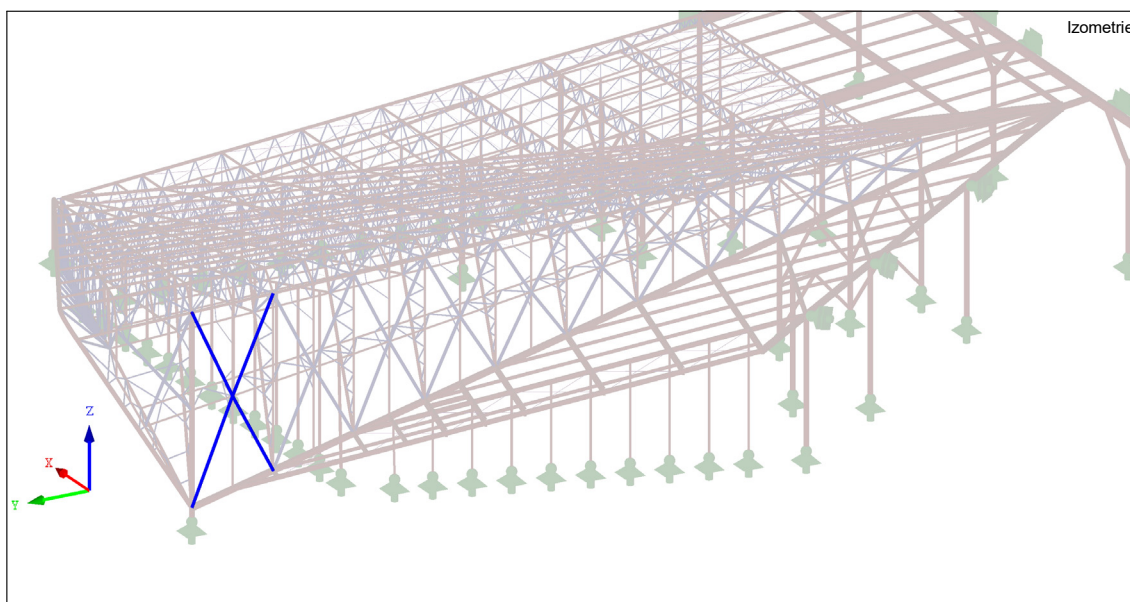
4.6.3.2 Posouzení únosnosti (prut č.3010)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	M_T	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
2370,6	2885,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3858,9	0,61

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	6,3	1	6,3	51,5	0,67	0,86	3317,6	0,87
Z-Z	6,3	1	6,3	51,5	0,67	0,86		

Průřez TR 356/10 z oceli S355 vyhoví na MSÚ.

4.6.4 Hlavní diagonály 2



Vnitřní síly na prvku:

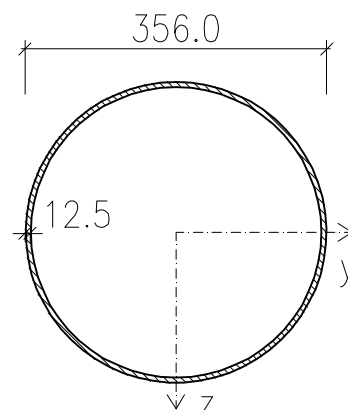
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
160	74	max N	1799,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	KZ 19
121	54	min N	-1807,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	KZ 5

4.6.4.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 356/12,5

Průřezové charakteristiky:

A =	13489 mm ²
A _{v,z} =	8588 mm ²
I _y =	199,22E+06 mm ⁴
i _y =	121,53 mm
W _{el,y} =	1,12E+06 mm ³
W _{pl,y} =	1,48E+06 mm ³
I _t =	398,43E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{356}{12,5} = 28,48 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,1$$

Třída průřezu 1.

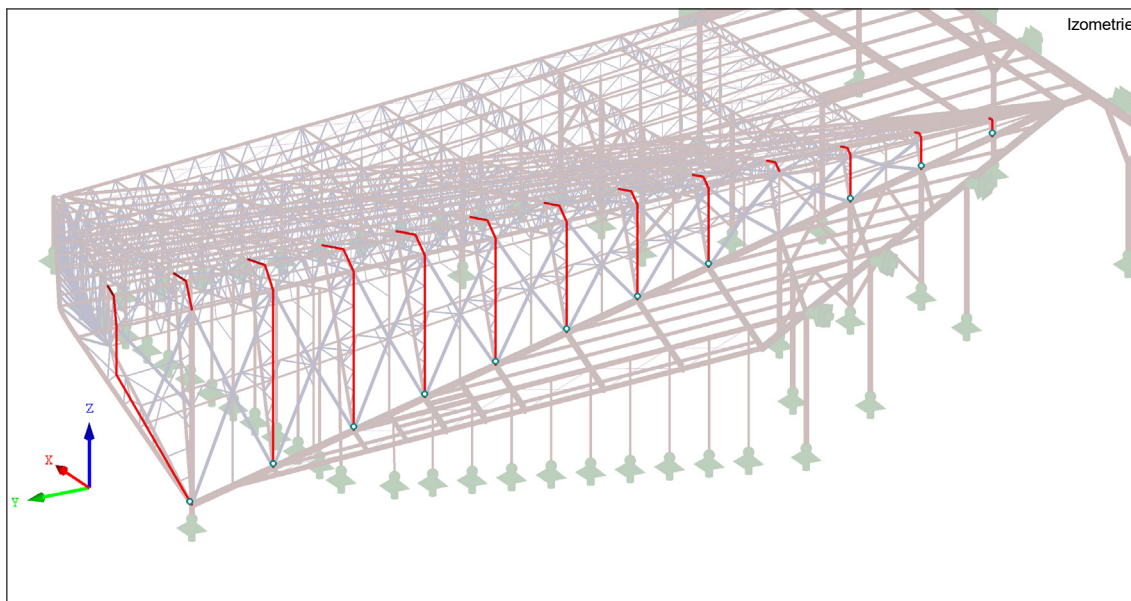
4.6.4.2 Posouzení únosnosti (prut č.3010)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
N _{ed,t}	N _{ed,c}	V _{Ed,y}	V _{Ed,z}	M _T	M _{Ed,y}	M _{Ed,z}	N _{t,Rd}	N _{Ed} /N _{t,Rd}
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1799,7	1807,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4788,6	0,38

Vzpěrná únosnost								
osa	L _{toer}	k _{y/z/w}	L _{cr}	λ	λ̄	χ	N _{b,Rd}	N _{Ed} /N _{b,Rd}
	[m]						[kN]	
Y-Y	12,7	1	12,7	104,5	1,37	0,43	2078,5	0,87
Z-Z	12,7	1	12,7	104,5	1,37	0,43		

Průřez TR 356/12,5 z oceli S355 vyhoví na MSÚ.

4.6.5 Vnější pás svislic



Vnitřní síly na prvku:

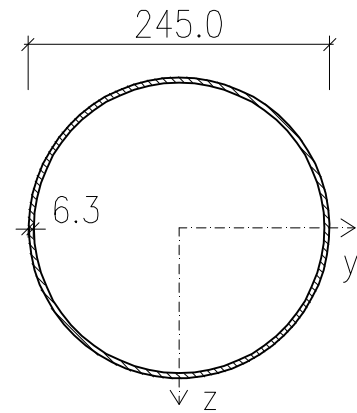
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
278	99	max N	997,2	-1,6	15,3	-0,4	-15,7	-3,9	KZ 19
937	404	min N	-829,6	-3,5	-1,6	-2,2	1,0	3,4	KZ 19
1478	623	max V _y	5,3	17,4	-17,8	0,3	3,4	2,5	KZ 21
53	36	min V _y	58,1	-15,3	-1,4	-0,2	-3,0	6,8	KZ 29
1478	623	max V _z	-6,1	7,6	30,6	6,1	-5,9	1,4	KZ 19
223	69	min V _z	30,1	-2,7	-35,5	2,6	44,5	-3,2	KZ 21
1478	623	max M _T	-5,3	9,7	28,3	6,1	-5,4	1,6	KZ 6
224	0	min M _T	58,9	-1,8	0,4	-3,9	3,2	2,1	KZ 21
223	69	max M _y	30,1	-2,7	-35,5	2,6	44,5	-3,2	KZ 21
223	0	min M _y	27,3	0,0	-0,4	2,6	-43,5	3,3	KZ 21
178	0	max M _z	-87,9	1,2	-8,1	0,9	0,2	17,1	KZ 21
180	91	min M _z	-24,2	13,1	-8,3	0,9	-5,2	-26,0	KZ 21

4.6.5.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 245/6,3

Průřezové charakteristiky:

$A =$	4724 mm ²
$A_{v,z} =$	3008 mm ²
$I_y =$	33,67E+06 mm ⁴
$i_y =$	84,42 mm
$W_{el,y} =$	274,87E+03 mm ³
$W_{pl,y} =$	359,04E+03 mm ³
$I_t =$	67,34E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{245}{6,3} = 38,89 < 70 \times \varepsilon^2 = 70 \times 0,814^2 = 46,3$$

Třída průřezu 2.

4.6.5.2 Posouzení únosnosti (prut č.937)

Vnitřní síly						
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
0,0	824,7	2,7	1,2	2,3	1,0	8,7

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	616,4	0,00	ANO	Y	127,5	0,01	0,08
Y	616,5	0,00	ANO	Z	127,5	0,07	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	1	1	1	11,8	0,16	1,00	1513,5	0,54
Z-Z	3,65	1	3,65	43,2	0,57	0,90		

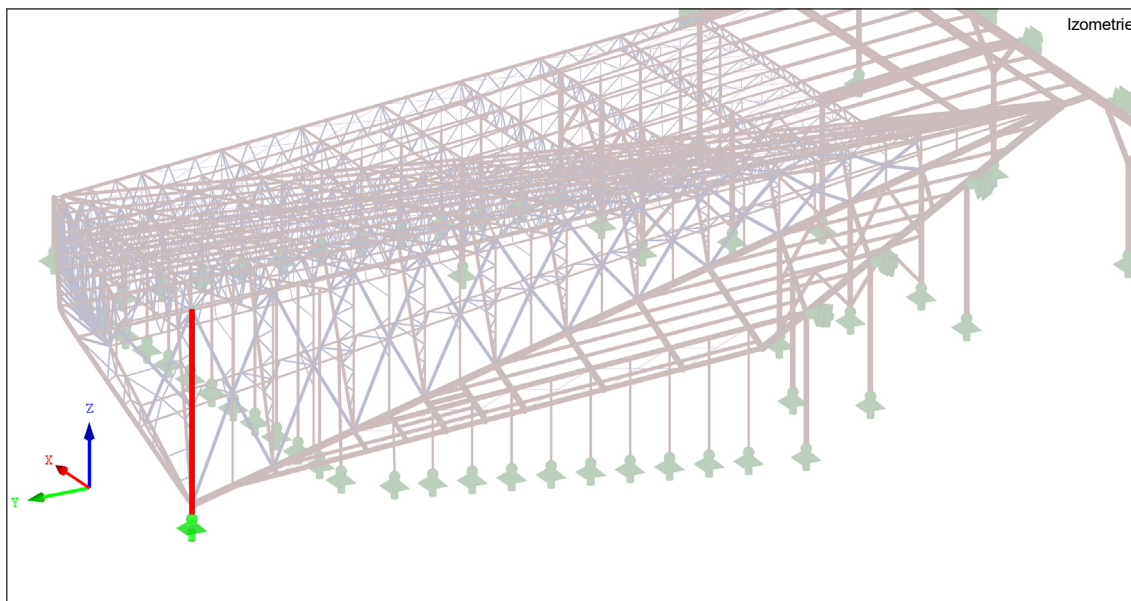
Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku										
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$				X_y	X_z	X_{LT}		
[kNm]	[kNm]	[kNm]								
1677,0	127,5	127,5				1,00	0,90	1,00		
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s				ψ	$\alpha_{s/h}$	$C_{my/z/LT}$
		[kNm]	[kNm]	[kNm]						
Y	3	3,97	-2,98	-8,05				-0,749	-0,494	0,925
Z	2	2,07	0,08	-4,06				0,037	-1,960	1,568
klopení	3	3,97	-2,98	-8,05				-0,749	-0,494	0,925
Tabulka	k_{yy}	k_{zz}	k_{yz}	k_{zy}				Podm. 1	Podm. 2	
tab B.1	0,90	1,80	1,13	0,54				0,58	0,67	

4.6.5.3 Posouzení použitelnosti

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezní hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
20,85	20,9	L/250	83,6	ANO

Průřez TR 245/6,3 z oceli S355 vyhoví na MSÚ a MSP.

4.6.6 Hlavní sloup



Vnitřní síly na prvku:

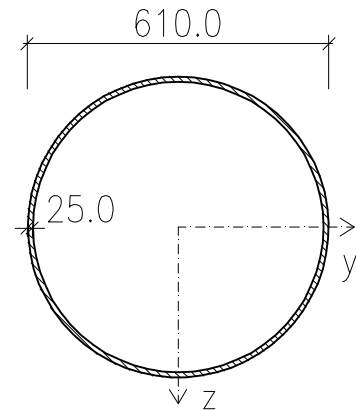
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
93	56	max N	455,7	108,0	116,6	-3,2	-224,7	176,4	KZ 29
91	54	min N	-5478,0	-1467,2	-1664,8	-6,0	-1677,3	1478,2	KZ 6
92	54	max V_y	214,4	266,2	439,6	-10,3	-1742,0	1537,5	KZ 19
91	53	min V_y	-5464,4	-1537,1	-1741,1	0,0	0,0	0,0	KZ 19
92	54	max V_z	214,4	266,2	439,6	-10,3	-1742,0	1537,5	KZ 19
91	53	min V_z	-5464,4	-1537,1	-1741,1	0,0	0,0	0,0	KZ 19
91	54	max M_T	-2216,6	-543,4	-244,9	0,8	-245,6	545,1	KZ 27
92	54	min M_T	282,8	237,5	412,2	-10,4	-1682,4	1308,3	KZ 17
92	55	max M_y	-692,0	38,3	30,5	-0,8	86,0	222,2	KZ 21
91	54	min M_y	-5466,9	-1526,9	-1729,5	-6,5	-1742,5	1538,4	KZ 19
91	54	max M_z	-5466,9	-1526,9	-1729,5	-6,5	-1742,5	1538,4	KZ 19
95	58	min M_z	-652,7	121,9	-10,9	-4,1	-116,2	-310,4	KZ 18

4.6.6.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 610/25

Průřezové charakteristiky:

$A =$	45946 mm ²
$A_{v,z} =$	29250 mm ²
$I_y =$	1,97E+09 mm ⁴
$i_y =$	207,02 mm
$W_{el,y} =$	6,46E+06 mm ³
$W_{pl,y} =$	8,56E+06 mm ³
$I_t =$	3,94E+09 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{610}{25} = 24,4 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,13$$

Třída průřezu 1.

4.6.6.2 Posouzení MSÚ

4.6.6.2.1 Posouzení na tah (prut č.93)

$$N_{t,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{45946 \times 355 \times 10^3}{1,0} = 16310,8 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{455,7}{16310,8} = 0,03 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

4.6.6.2.2 Posouzení na smyk (prut č. 91)

$$V_{c,Rd,y} = V_{c,Rd,z} = \frac{A_{v,y} \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{29250 \times \frac{355}{\sqrt{3}}}{1,0} = 5995,1 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,Rd,z}} = \frac{1729,5}{5995,1} = 0,29 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Smyková síla nepřesahuje 50 % únosnosti, nedojde k ovlivnění ohybové pevnosti.

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{c,Rd,y}} = \frac{1526,9}{5995,1} = 0,25 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Smyková síla nepřesahuje 50 % únosnosti, nedojde k ovlivnění ohybové pevnosti.

Kombinace:

$$\sqrt{\left(\frac{V_{y,Ed}}{V_{c,Rd,y}}\right)^2 + \left(\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,Rd,z}}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{1526,9}{5995,1}\right)^2 + \left(\frac{1729,5}{5995,1}\right)^2} = 0,39 < 1,0 \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

Smyková síla nepřesahuje 50 % únosnosti, nedojde k ovlivnění ohybové pevnosti.

4.6.6.2.3 Posouzení na ohyb (prut č. 91)

$$M_{c,Rd,y} = M_{c,Rd,z} = \frac{W_{pl} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{8,56 \times 10^6 \times 355 \times 10^3}{1,0} = 3039,1 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{c,Rd,y}} = \frac{1742,5}{3039,1} = 0,57 < 1,0 \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{c,Rd,z}} = \frac{1538,4}{3039,1} = 0,51 < 1,0 \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

Kombinace ohybu (pro kruhové a duté průřezy $\alpha = \beta = 2$):

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{c,Rd,y}}\right)^\alpha + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{c,Rd,z}}\right)^\beta = \left(\frac{1742,5}{3039,1}\right)^2 + \left(\frac{1538,4}{3039,1}\right)^2 = 0,59 \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

4.6.6.2.4 Posouzení na vzpěrnou únosnost (prut č.91)

Srovnávací štiřlost

$$\lambda_1 = \pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \times \sqrt{\frac{81000}{355}} = 76,41$$

Vybočení k ose Y a Z:

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

$$\bar{\lambda}_y = \frac{L_{cr,y}}{i} \times \frac{1}{\lambda_1} = \frac{100}{207,2} \times \frac{1}{76,41} = 0,063 < 0,2$$

Nevzniká vzpěrný tlak, prut lze posoudit pouze na prostý tlak.

4.6.6.2.5 Kombinace ohybu a tlaku (prut č.91)

Pruty namáhané na kombinaci ohybu a osového tlaku mají splňovat podmínky:

$$A) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \times N_{Rk}} + k_{yy} \times \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \times M_{y,Rk}} + k_{yz} \times \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1,0$$

$$B) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \times N_{Rk}} + k_{zy} \times \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \times M_{y,Rk}} + k_{zz} \times \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1,0$$

Pro pruty necitlivé na distorzní deformace: $\chi_{LT} = 1,0$

$$N_{Rk} = A \times f_{yd} = 45976 \times 355 = 16310,8 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = M_{z,Rk} = W_{pl} \times f_{yd} = 8,56 \times 10^6 \times 355 = 3039,1 \text{ kNm}$$

$$\bar{\lambda}_z = \bar{\lambda}_y = 0,063 < 0,2 \rightarrow \chi_z = \chi_y = 1,0$$

Interakční součinitele; příloha B, metoda 2:

tabulka B.1 – pruty, které nejsou náchylné ke zkroucení

$$k_{yy} = C_{my} \times \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \times \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \times N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \leq C_{my} \times \left(1 + 0,8 \times \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \times N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right)$$

$$k_{zz} = C_{mz} \times \left(1 + (\bar{\lambda}_z - 0,2) \times \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \times N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \leq C_{mz} \times \left(1 + 0,8 \times \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \times N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right)$$

$$k_{yz} = 0,6 \times k_{zz}$$

$$k_{zy} = 0,6 \times k_{yy}$$

tabulka B.3 součinitel c_{my} – průběh momentu typ 1)

$$M_{Ed,1} = 1742,5 \text{ kNm}; M_{Ed,2} = 0 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0,6$$

$$(\bar{\lambda}_y - 0,2) = 0,063 - 0,2 = -0,137 < 0,8$$

$$k_{yy} = 0,6 \times \left(1 - 0,137 \times \frac{5466,9}{\frac{1,0 \times 16310,8}{1,0}} \right) = 0,572 < 1,8$$

$$k_{zy} = 0,6 \times k_{yy} = 0,6 \times 0,572 = 0,343 < 1,4$$

tabulka B.3 součinitel c_{mz} – průběh momentu typ 1)

$$M_{Ed,1} = 1538,35 \text{ kNm}; M_{Ed,2} = 0 \text{ kNm}$$

$$C_{mz} = 0,6$$

$$(\bar{\lambda}_z - 0,2) = 0,063 - 0,2 = -0,137 < 0,8$$

$$k_{zz} = 0,6 \times \left(1 - 0,137 \times \frac{5466,9}{\frac{1,0 \times 16310,8}{1,0}} \right) = 0,572 < 1,8$$

$$k_{yz} = 0,6 \times k_{zz} = 0,6 \times 0,572 = 0,343 < 1,4$$

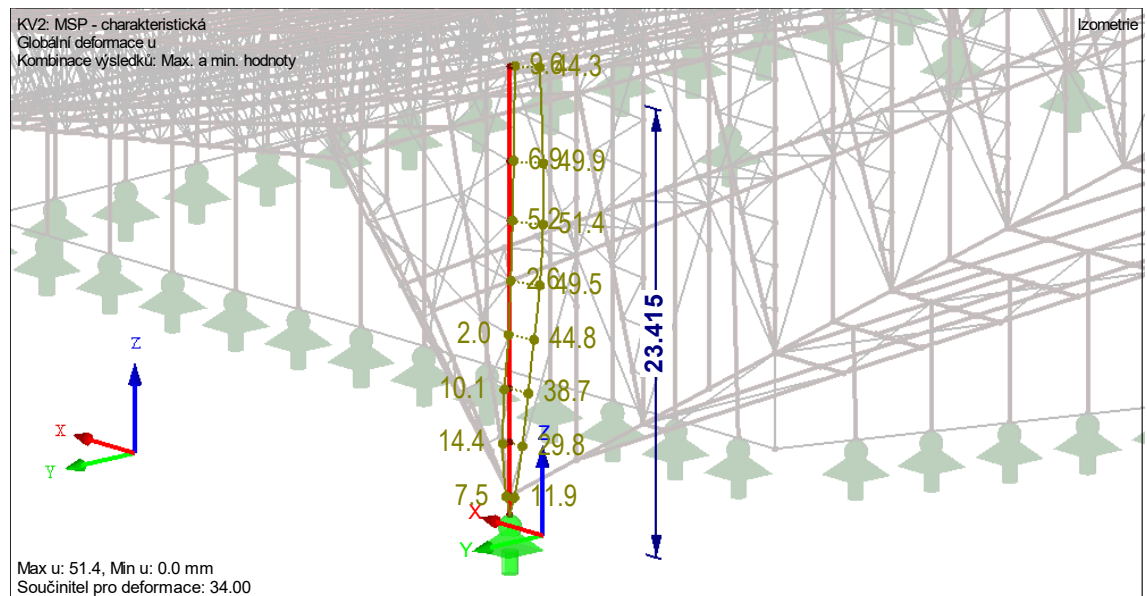
Podmínky:

$$A) \frac{5466,9}{\frac{1,0 \times 16310,8}{1,0}} + 0,572 \times \frac{1742,5}{\frac{1,0 \times 3039,1}{1,0}} + 0,343 \times \frac{1538,4}{\frac{3039,1}{1,0}} = 0,84 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$B) \frac{5466,9}{\frac{1,0 \times 16310,8}{1,0}} + 0,343 \times \frac{1742,5}{\frac{1,0 \times 3039,1}{1,0}} + 0,572 \times \frac{1538,4}{\frac{3039,1}{1,0}} = 0,82 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

4.6.6.3 Posouzení MSP

Deformace prvku:

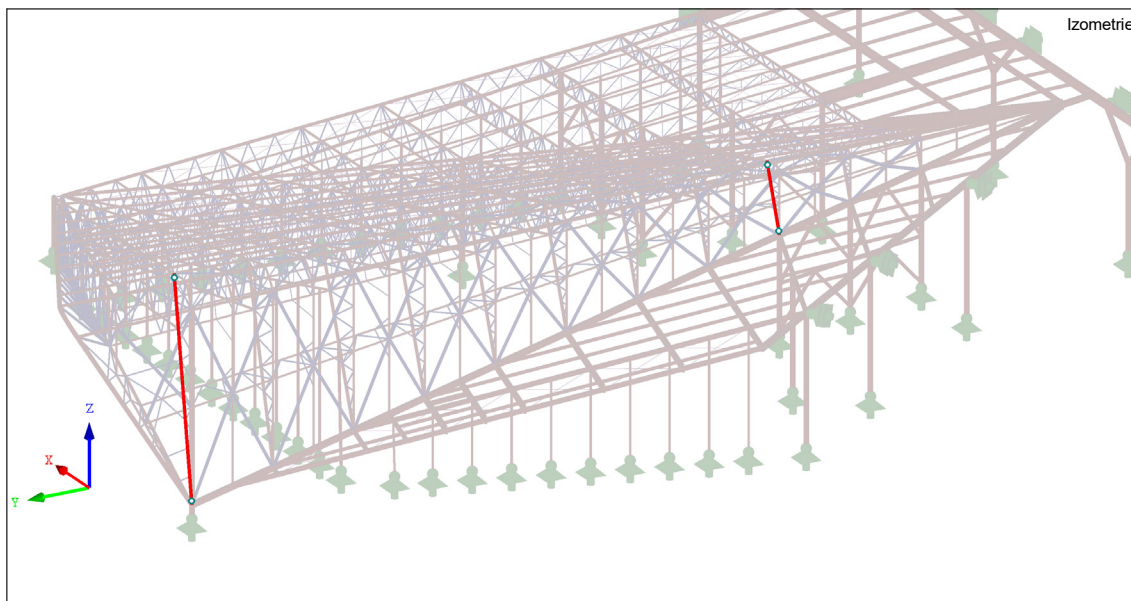


$$\delta_{max} \leq \delta_{lim} = \frac{L}{300}$$

$$\delta_{max} = 51,4 \text{ mm} \leq \frac{23400}{300} = 78 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Průřez TR 610/25 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.6.7 Vnitřní pás sloupu



Vnitřní síly na prvku:

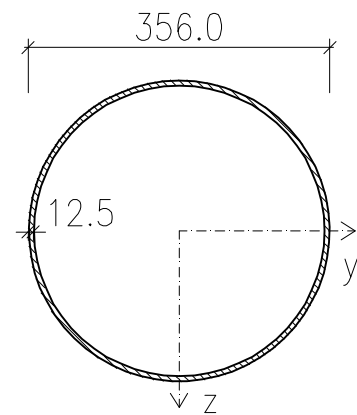
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
219	114	max N	-47,8	0,9	2,2	1,2	3,8	1,4	KZ 21
113	0	min N	-3259,5	10,1	38,8	2,9	0,0	0,0	KZ 19
1064	447	max V_y	-1549,9	125,3	-27,3	1,9	2,0	-25,0	KZ 17
1092	478	min V_y	-839,7	-83,4	13,4	0,1	0,0	0,0	KZ 17
113	0	max V_z	-3259,5	10,1	38,8	2,9	0,0	0,0	KZ 19
152	82	min V_z	-2545,6	-16,2	-39,1	1,4	-8,7	3,7	KZ 29
294	152	max M_T	-2245,5	-65,0	2,3	3,0	-14,7	-100,2	KZ 19
1092	454	min M_T	-842,2	-80,2	13,7	-0,3	-26,6	-161,1	KZ 17
950	420	max M_y	-1515,2	-8,0	14,3	0,0	30,8	16,4	KZ 5
113	71	min M_y	-3255,4	5,5	25,0	2,6	-104,5	26,0	KZ 19
251	135	max M_z	-2177,9	37,5	-6,3	2,3	-0,7	125,0	KZ 19
1064	454	min M_z	-1548,7	121,5	-27,3	1,5	-28,2	-161,3	KZ 17

4.6.7.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 356/12,5

Průřezové charakteristiky:

$A =$	13489 mm ²
$A_{v,z} =$	8588 mm ²
$I_y =$	199,22E+06 mm ⁴
$i_y =$	121,53 mm
$W_{el,y} =$	1,12E+06 mm ³
$W_{pl,y} =$	1,48E+06 mm ³
$I_t =$	398,43E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{356}{12,5} = 28,48 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,1$$

Třída průřezu 1.

4.6.7.2 Posouzení únosnosti (prut č.113)

Vnitřní síly						
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
0,0	3255,4	5,5	25,0	2,6	104,5	26,0

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	1760,1	0,01	ANO	Y	523,8	0,20	0,25
Y	1760,2	0,00	ANO	Z	523,8	0,05	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	3	1	3	24,7	0,32	0,97	4654,7	0,70
Z-Z	3	1	3	24,7	0,32	0,97		

Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku										
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$				χ_y	χ_z	χ_{LT}		
[kNm]	[kNm]	[kNm]								
4788,6	523,8	523,8				0,97	0,97	1,00		
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s				ψ	$\alpha_{s/h}$	$C_{my/z/LT}$
		[kNm]	[kNm]	[kNm]						
Y	1	104,53	0,00	0,00				0,000	0,000	0,600
Z	1	26,00	0,00	0,00				0,000	0,000	0,600
klopení	1	104,53	0,00	0,00				0,000	0,000	0,600
Tabulka	k_{yy}	k_{zz}	k_{yz}	k_{zy}				Podm. 1	Podm. 2	
tab B.1	0,65	0,65	0,39	0,39				0,85	0,81	

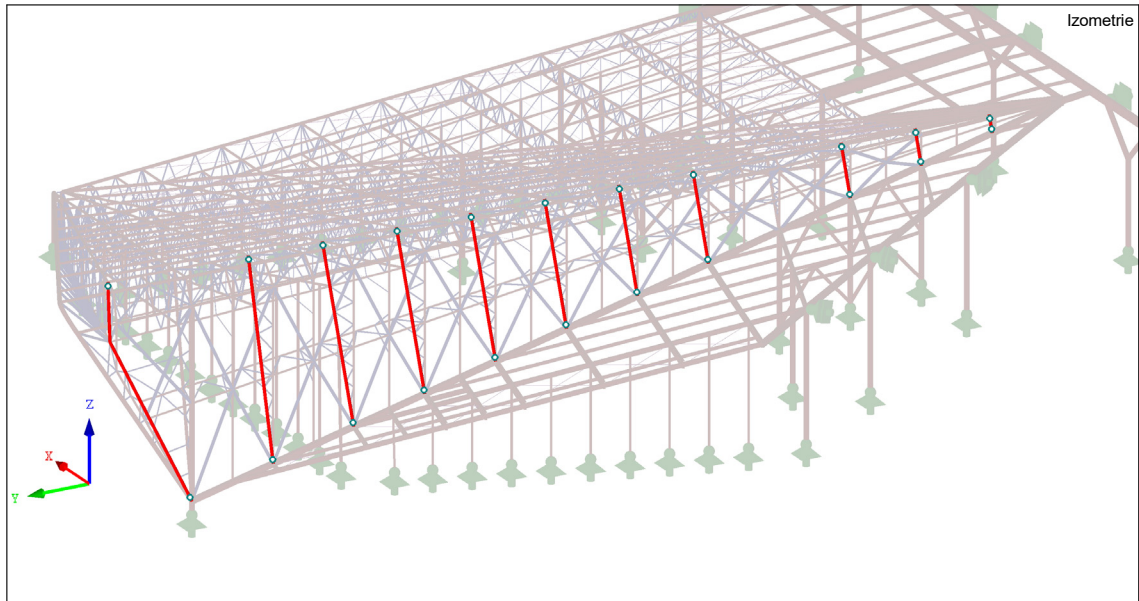
4.6.7.3 Posouzení použitelnosti

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezní hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
23,95	24,9	L/250	99,6	ANO

Pos. na kroucení	
T_{Rd}	M_T/T_{Rd}
[kNm]	
458,8	0,01

Průřez TR 356/12,5 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.6.8 Vnitřní pás svislic



Vnitřní síly na prvku:

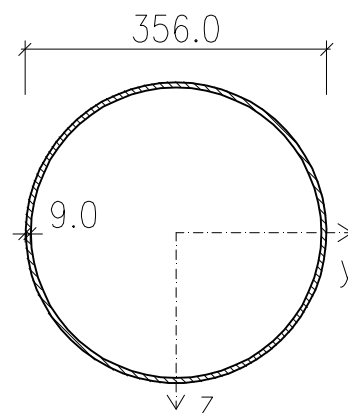
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
877	0	max N	317,4	-2,6	-0,8	0,0	12,2	0,5	KZ 21
135	70	min N	-1441,4	8,9	-12,2	-0,1	-2,7	30,1	KZ 17
1510	646	max V_y	-65,4	140,5	15,1	-0,4	0,0	0,0	KZ 19
1498	635	min V_y	-84,7	-95,8	-12,3	-0,2	0,5	16,0	KZ 19
1368	570	max V_z	-18,6	-11,9	36,4	0,1	-35,4	-11,6	KZ 27
1113	0	min V_z	-485,1	-10,1	-20,4	0,1	-29,7	14,9	KZ 17
906	381	max M_T	-311,7	75,6	2,3	0,4	-8,6	94,2	KZ 19
236	104	min M_T	-1159,6	-17,8	25,5	-0,7	-71,3	-19,0	KZ 31
236	117	max M_y	-1267,9	-14,3	28,5	-0,4	38,4	44,7	KZ 19
213	104	min M_y	-1336,1	4,8	-9,0	-0,7	-71,3	-19,4	KZ 19
906	381	max M_z	-305,5	79,5	2,6	0,4	-9,4	98,8	KZ 17
970	409	min M_z	-272,3	-49,2	3,3	-0,5	-7,4	-122,2	KZ 17

4.6.8.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 356/9

Průřezové charakteristiky:

$A =$	9811 mm ²
$A_{v,z} =$	6246 mm ²
$I_y =$	147,77E+06 mm ⁴
$i_y =$	122,72 mm
$W_{el,y} =$	830,16E+03 mm ³
$W_{pl,y} =$	1,08E+06 mm ³
$I_t =$	295,54E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{356}{9} = 39,56 < 70 \times \varepsilon^2 = 70 \times 0,814^2 = 46,3$$

Třída průřezu 2.

4.6.8.2 Posouzení únosnosti (prut č.213)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
317,4	1336,1	4,8	9,0	0,7	71,3	19,4	3482,9	0,09

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	1280,2	0,01	ANO	Y	384,8	0,19	0,24
Y	1280,2	0,00	ANO	Z	384,8	0,05	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	3,7	1	3,7	30,1	0,39	0,95	3323,4	0,40
Z-Z	3,7	1	3,7	30,1	0,39	0,95		

Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku										
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$					χ_y	χ_z	χ_{LT}	
[kNm]	[kNm]	[kNm]								
3482,9	384,8	384,8					0,95	0,95	1,00	
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s				ψ	$\alpha_{s/h}$	$c_{my/z/LT}$
		[kNm]	[kNm]	[kNm]						
Y	1	71,33	22,76	0,00				0,319	0,000	0,728
Z	1	19,40	1,36	0,00				0,070	0,000	0,628
klopení	1	71,33	22,76	0,00				0,319	0,000	0,728
Tabulka	k_{yy}	k_{zz}	k_{yz}	k_{zy}				Podm. 1	Podm. 2	
tab B.1	0,78	0,68	0,41	0,47				0,57	0,52	

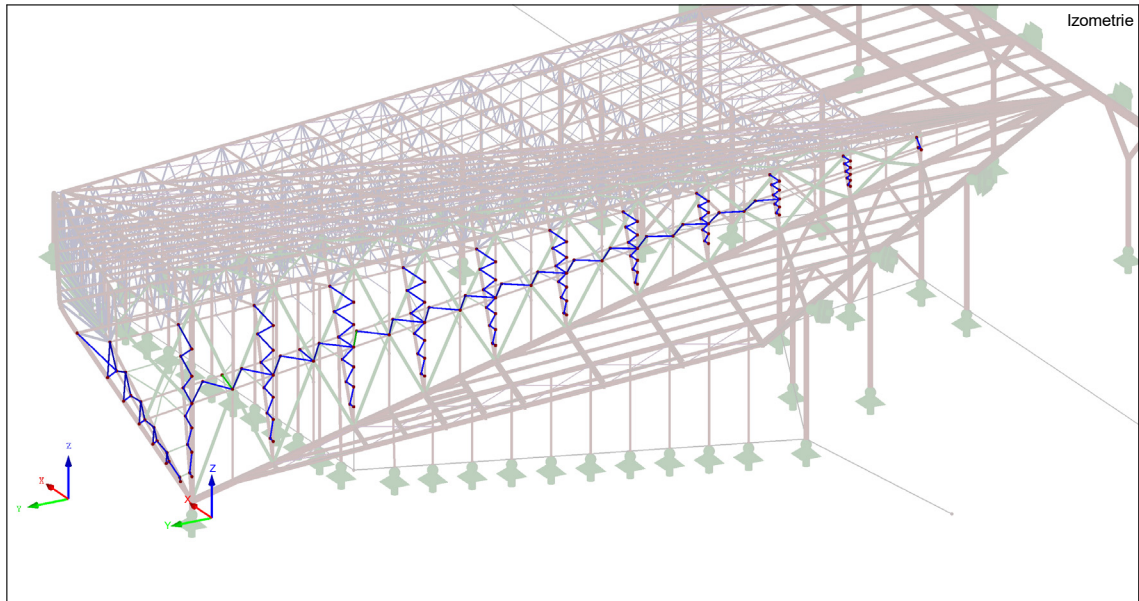
4.6.8.3 Posouzení použitelnosti

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezní hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
21,45	19,92	L/250	79,68	ANO

Pos. na kroucení	
T_{Rd}	M_T/T_{Rd}
[kNm]	
340,3	0,00

Průřez TR 356/9 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.6.9 Diagonály svislic



Vnitřní síly na prvku:

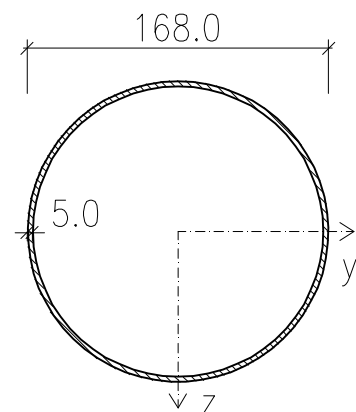
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
114	71	max N	336,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	KZ 19
115	71	min N	-362,1	0,0	-0,2	0,0	0,0	0,0	KZ 19

4.6.9.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 168/5

Průřezové charakteristiky:

A =	2560 mm ²
A _{v,z} =	1630 mm ²
I _y =	8,51E+06 mm ⁴
i _y =	57,66 mm
W _{el,y} =	101,33E+03 mm ³
W _{pl,y} =	132,89E+03 mm ³
I _t =	17,02E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{168}{5} = 33,6 < 70 \times \varepsilon^2 = 70 \times 0,814^2 = 46,3$$

Třída průřezu 2.

4.6.9.2 Posouzení únosnosti (prut č.186 – rozhodující délka)

Vnitřní síly						
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
0,0	248,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	6,72	0,9	6,048	104,9	1,37	0,43	392,1	0,63
Z-Z	6,72	0,9	6,048	104,9	1,37	0,43		

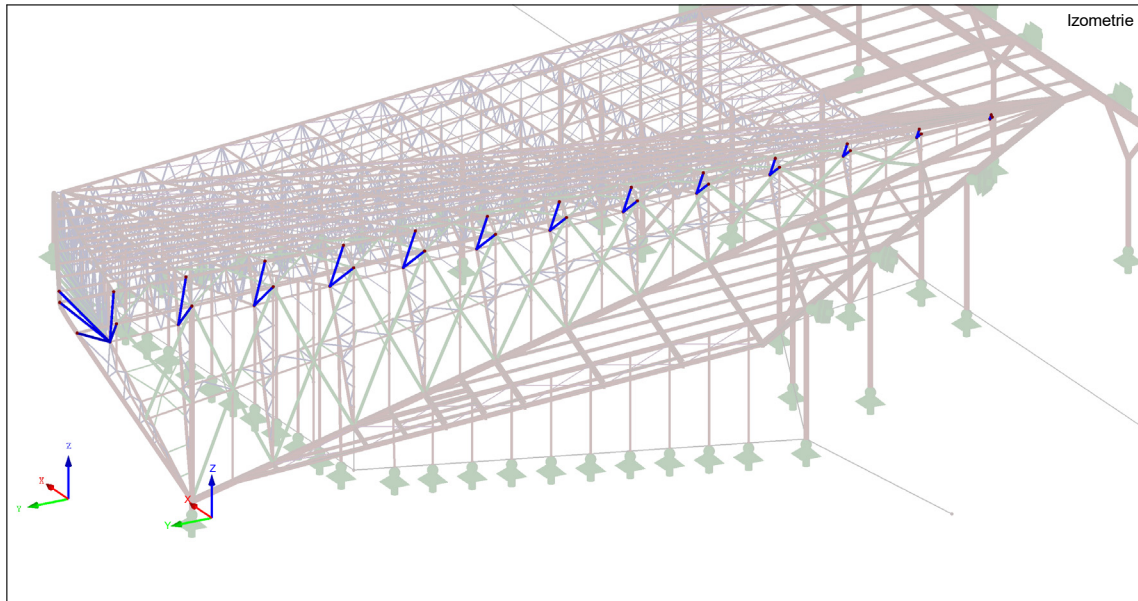
4.6.9.3 Posouzení únosnosti (prut č.115)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
336,3	362,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	908,8	0,37

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	3	0,9	2,7	46,8	0,61	0,89	804,3	0,45
Z-Z	3	0,9	2,7	46,8	0,61	0,89		

Průřez TR 168/5 z oceli S355 vyhoví na MSÚ.

4.6.10 Rohové diagonály



Vnitřní síly na prvku:

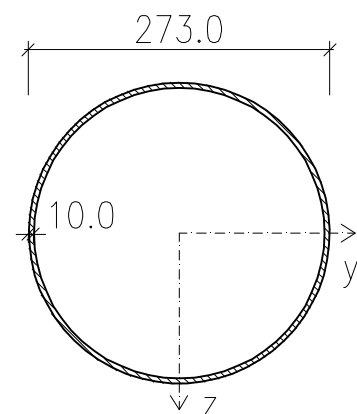
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
778	320	max N	378,9	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	KZ 17
249	152	min N	-793,4	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	KZ 19

4.6.10.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 273/10

Průřezové charakteristiky:

A =	8262 mm ²
A _{v,z} =	5260 mm ²
I _y =	71,54E+06 mm ⁴
i _y =	93,05 mm
W _{el,y} =	524,11E+03 mm ³
W _{pl,y} =	692,02E+03 mm ³
I _t =	143,08E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{273}{10} = 27,3 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,1$$

Třída průřezu 2.

4.6.10.2 Posouzení únosnosti (prut č.156 – rozhodující délka)

Vnitřní síly						
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
0,0	490,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	14	0,9	12,6	135,4	1,77	0,28	815,2	0,60
Z-Z	14	0,9	12,6	135,4	1,77	0,28		

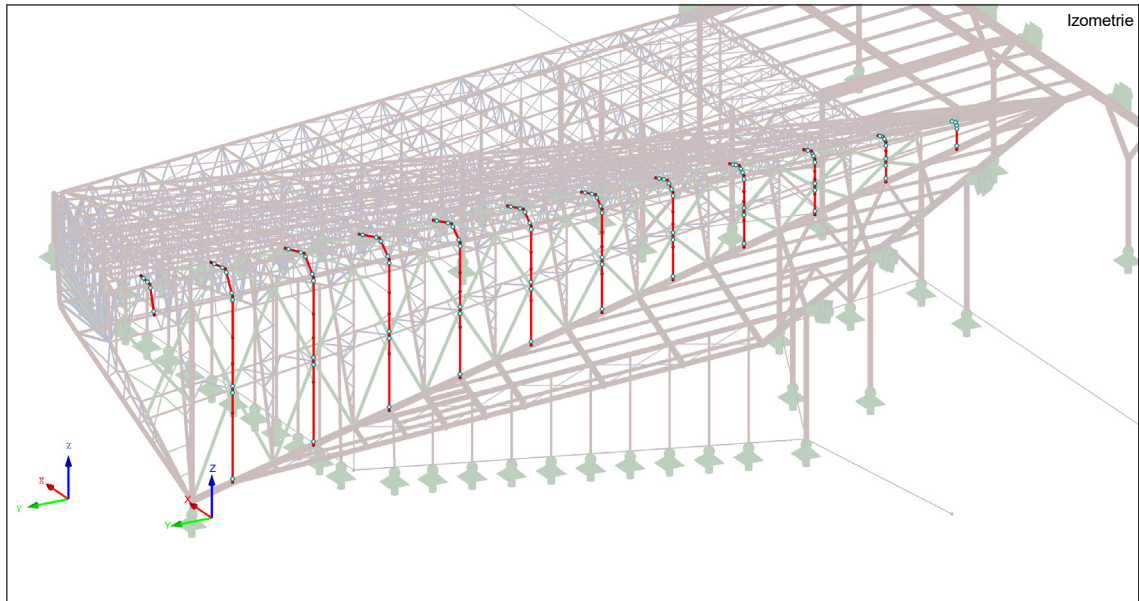
4.6.10.3 Posouzení únosnosti (prut č.249)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
378,9	792,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2933,0	0,13

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	8,2	0,9	7,38	79,3	1,04	0,64	1874,3	0,42
Z-Z	8,2	0,9	7,38	79,3	1,04	0,64		

Průřez TR 273/10 z oceli S355 vyhoví na MSÚ.

4.6.11 Mezilehlé svislíce



Vnitřní síly na prvku:

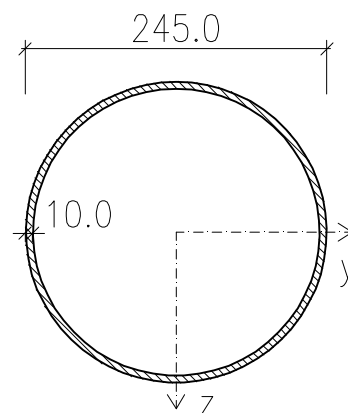
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
312	0	max N	159,7	-1,2	2,5	0,0	0,0	0,0	KZ 19
1013	433	min N	-154,8	0,3	-3,4	0,0	0,0	0,0	KZ 4
143	74	max V_y	89,1	14,0	1,3	0,0	0,0	0,0	KZ 21
143	74	min V_y	43,5	-23,0	3,8	0,0	0,0	0,0	KZ 23
142	73	max V_z	79,8	-1,7	41,8	-0,9	23,9	-53,3	KZ 23
229	108	min V_z	-11,9	2,0	-29,4	0,5	8,8	-21,5	KZ 20
324	0	max M_T	12,5	-0,1	-11,4	2,4	0,0	0,0	KZ 19
253	81	min M_T	8,6	-1,5	-24,6	-4,7	0,0	-0,1	KZ 21
146	0	max M_y	-53,0	3,5	4,4	0,4	36,0	31,2	KZ 30
142	0	min M_y	65,4	7,4	-0,5	-0,5	-59,8	-42,6	KZ 23
144	75	max M_z	-34,5	-10,5	-15,0	0,6	-19,3	38,3	KZ 30
142	0	min M_z	78,8	-1,1	38,6	-0,9	11,6	-53,7	KZ 23

4.6.11.1 Průřezové charakteristiky

TR 245/10

Průřezové charakteristiky:

7383 mm²
4700 mm²
51,06E+06 mm⁴
83,16 mm
416,79E+03 mm³
552,58E+03 mm³
102,11E+06 mm⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{245}{10} = 24,5 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,1$$

Třída průřezu 1.

4.6.11.2 Posouzení únosnosti (prut č.142)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
65,4	0,0	7,4	0,5	0,5	59,8	42,6	2621,0	0,02

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	963,3	0,00	ANO	Y	196,2	0,31	0,52
Y	963,3	0,01	ANO	Z	196,2	0,22	

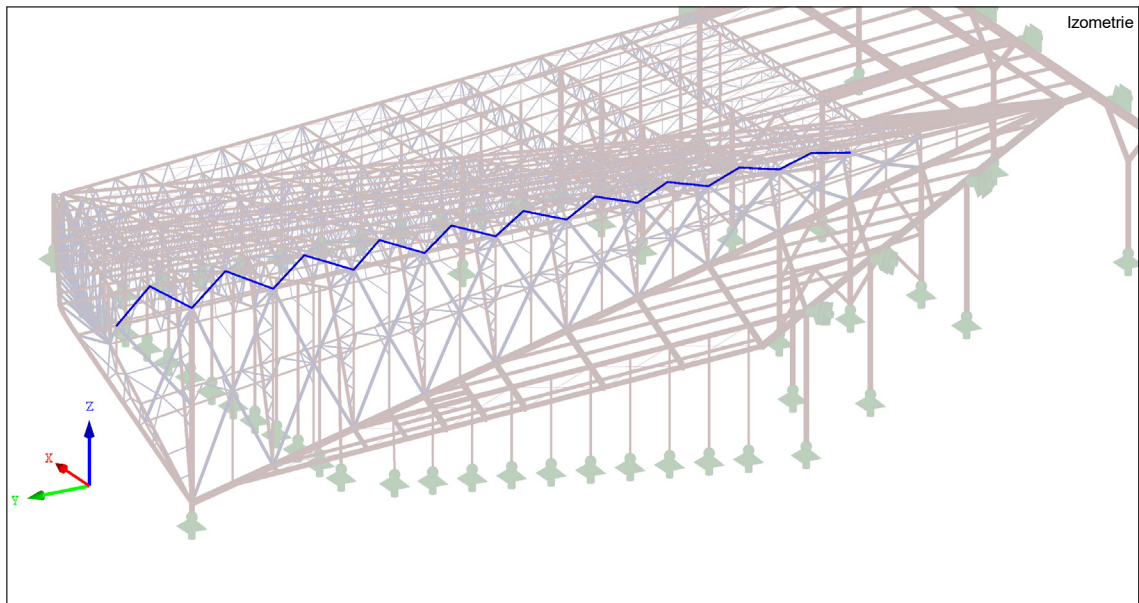
Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku								
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$				X_y	X_z	X_{LT}
[kNm]	[kNm]	[kNm]						
2621,0	196,2	196,2				0,49	0,31	1,00
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s				
		[kNm]	[kNm]	[kNm]	ψ	$\alpha_{s/h}$	$C_{my/z/LT}$	
Y	2	23,93	0,00	-59,85	0,000	-2,501	2,001	
Z	3	0,00	0,00	53,65	0,000	0,000	0,900	
klopení	3	0,00	0,00	-59,85	0,000	0,000	0,900	
Tabulka	k_{yy}	k_{zz}	k_{yz}	k_{zy}	Podm. 1		Podm. 2	
tab B.1	1,80	0,90	0,54	1,20	0,67		0,56	

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezí hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
40,5	10,6	L/250	42,4	ANO

Pos. na kroucení	
T_{Rd}	M_T/T_{Rd}
[kNm]	
170,8	0,00

Průřez TR 245/10 z oceli S355 vyhoví na MSÚ a MSP.

4.6.12 Vrchní diagonály



Vnitřní síly na prvku:

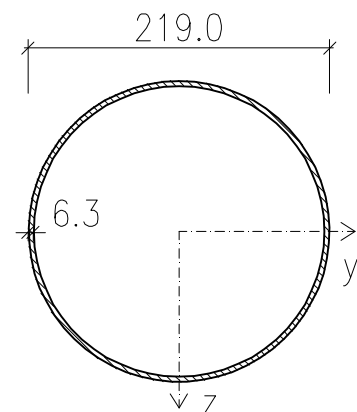
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
855	393	max N	655,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	KZ 17
924	405	min N	-812,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	KZ 17

4.6.12.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 219/6,3

Průřezové charakteristiky:

A =	4210 mm ²
A _{v,z} =	2680 mm ²
I _y =	23,83E+06 mm ⁴
i _y =	75,23 mm
W _{el,y} =	217,61E+03 mm ³
W _{pl,y} =	285,1E+03 mm ³
I _t =	47,66E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{219}{6,3} = 34,76 < 70 \times \varepsilon^2 = 70 \times 0,814^2 = 46,3$$

Třída průřezu 2.

4.6.12.2 Posouzení únosnosti (prut č.158 – rozhodující délka)

Vnitřní síly						
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
0,0	507,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	7,85	1	7,85	104,3	1,37	0,44	650,3	0,78
Z-Z	7,85	1	7,85	104,3	1,37	0,44		

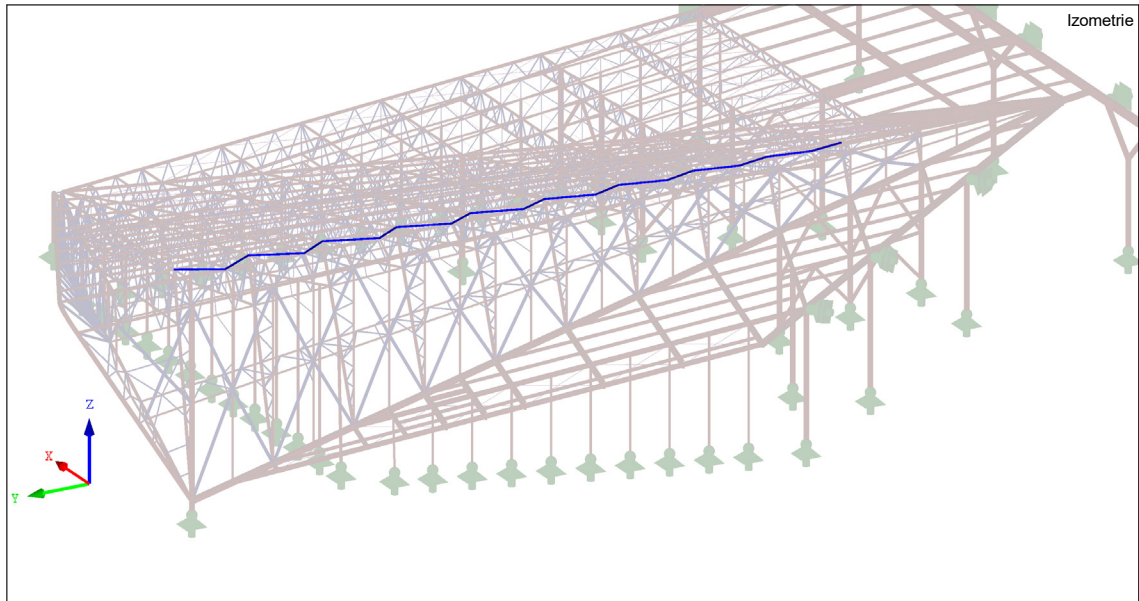
4.6.12.3 Posouzení únosnosti (prut č.924)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
655,7	812,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1494,6	0,44

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	5,15	1	5,15	68,5	0,90	0,74	1101,0	0,74
Z-Z	5,15	1	5,15	68,5	0,90	0,74		

Průřez TR 219/6,3 z oceli S355 vyhoví na MSÚ.

4.6.13 Střešní diagonály



Vnitřní síly na prvku:

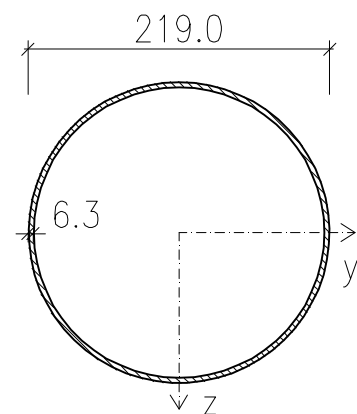
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
1022	393	max N	426,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	KZ 29
424	239	min N	-470,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	KZ 18

4.6.13.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 219/6,3

Průřezové charakteristiky:

A =	4210 mm ²
A _{v,z} =	2680 mm ²
I _y =	23,83E+06 mm ⁴
i _y =	75,23 mm
W _{el,y} =	217,61E+03 mm ³
W _{pl,y} =	285,1E+03 mm ³
I _t =	47,66E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{219}{6,3} = 34,76 < 70 \times \varepsilon^2 = 70 \times 0,814^2 = 46,3$$

Třída průřezu 2.

4.6.13.2 Posouzení únosnosti (prut č.338 – rozhodující délka)

Vnitřní síly						
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
0,0	467,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	9,3	1	9,3	124,6	1,63	0,32	607,0	0,77
Z-Z	9,3	1	9,3	124,6	1,63	0,32		

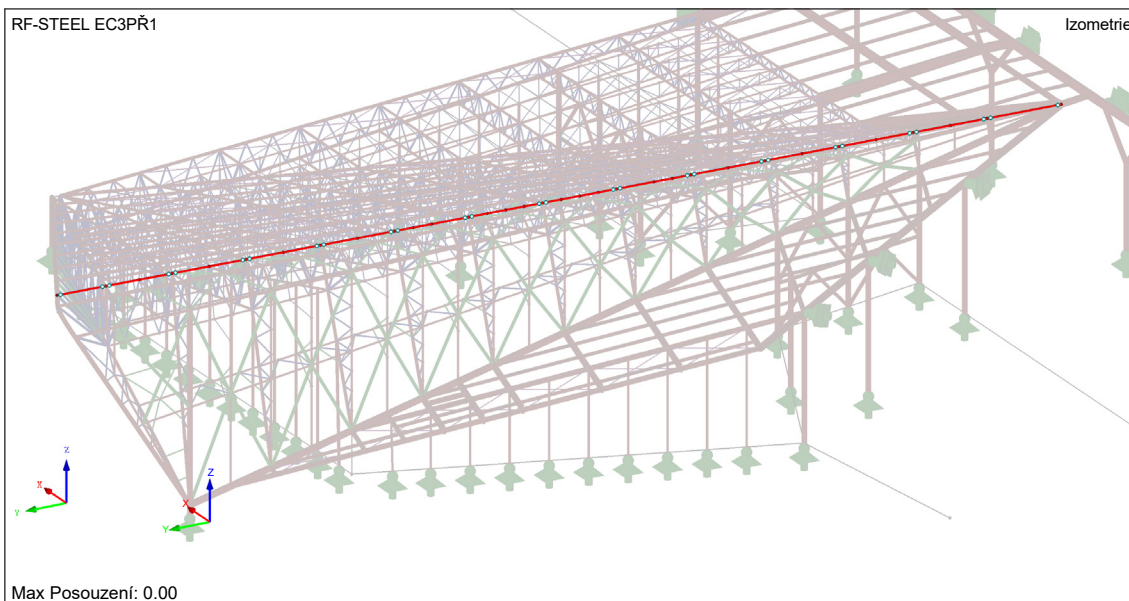
4.6.13.3 Posouzení únosnosti (prut č.424)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
426,3	470,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1882,6	0,23

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	8,2	1	8,2	109,8	1,44	0,40	753,1	0,62
Z-Z	8,2	1	8,2	109,8	1,44	0,40		

Průřez TR 219/8 z oceli S355 vyhoví na MSÚ.

4.6.14 Vrchní ztužující pás



Vnitřní síly na prvku:

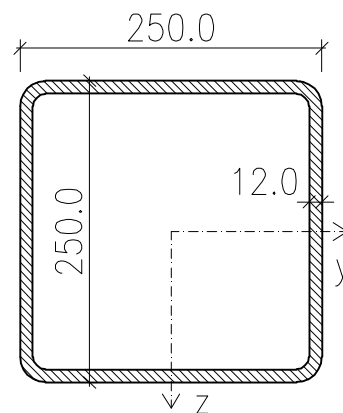
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
1152	478	max N	668,7	-1,8	4,2	-1,3	0,0	0,0	KZ 17
1127	0	min N	-993,3	3,2	-13,3	-0,2	-12,8	-7,0	KZ 29
380	182	max V_y	347,5	9,2	-7,8	-0,9	0,0	0,0	KZ 19
349	157	min V_y	191,1	-9,3	7,0	-1,9	0,0	0,0	KZ 19
319	0	max V_z	-82,8	1,9	22,6	0,0	0,0	0,0	KZ 20
319	140	min V_z	-81,3	-1,9	-23,1	0,0	0,0	0,0	KZ 20
1540	646	max M_T	617,3	-2,2	9,0	4,6	0,0	0,0	KZ 19
1271	0	min M_T	497,3	0,1	-2,0	-2,5	18,2	5,8	KZ 17
319	0	max M_y	107,4	0,0	-0,1	0,0	31,2	6,9	KZ 19
319	0	min M_y	-82,3	0,0	0,2	0,0	-46,2	3,9	KZ 20
380	173	max M_z	349,4	7,2	14,8	-0,8	-8,9	36,4	KZ 19
349	173	min M_z	37,2	4,9	16,7	4,5	13,6	-16,6	KZ 21

4.6.14.1 Průřezové charakteristiky

Profil: JÄCKEL 250x12

Průřezové charakteristiky:

$A =$	10800 mm ²
$A_{v,z} =$	5400 mm ²
$I_y =$	98,59E+06 mm ⁴
$i_y =$	95,50 mm
$W_{el,y} =$	789,0E+03 mm ³
$W_{pl,y} =$	944,0E+03 mm ³
$I_t =$	166,9E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{c_w}{t_w} = \frac{250 - 2 \times 12 - 2 \times 12}{12} = 16,83 < 33\varepsilon = 33 \times 0,814 = 26,8 \rightarrow 1. \text{ třída}$$

Třída průřezu 1.

4.6.14.2 Posouzení únosnosti (prut č.1127)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
668,7	993,3	3,2	13,3	0,2	12,8	7,0	3834,0	0,17

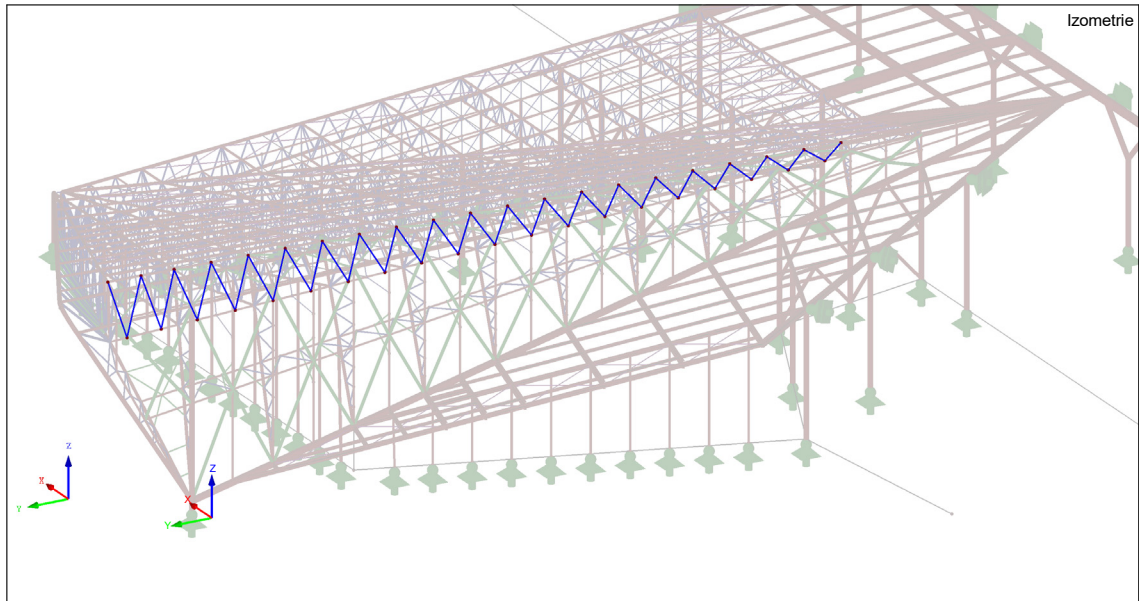
Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	1106,8	0,01	ANO	Y	335,1	0,04	0,06
Y	1106,8	0,00	ANO	Z	335,1	0,02	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	5,1	1	5,1	53,4	0,70	0,73	1342,0	0,74
Z-Z	10,2	1	10,2	106,8	1,40	0,35		

Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku										
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$					X_y	X_z	X_{LT}	
[kNm]	[kNm]	[kNm]								
3834,0	335,1	335,1					0,73	0,35	1,00	
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s				ψ	$\alpha_{s/h}$	$C_{my/z/LT}$
		[kNm]	[kNm]	[kNm]						
Y	2	-13,09	0,00	9,15				0,000	-0,699	0,559
Z	3	0,00	0,00	7,02				0,000	0,000	0,900
klopení	3	0,00	0,00	-13,09				0,000	0,000	0,900
Tabulka	k_{yy}	k_{zz}	k_{yz}	k_{zy}				Podm. 1	Podm. 2	
tab B.1	0,66	1,43	0,86	0,40				0,40	0,79	

Průřez JACKEL 250/12 z oceli S355 vyhoví na MSÚ.

4.6.15 Diagonály vrchního pasu



Vnitřní síly na prvku:

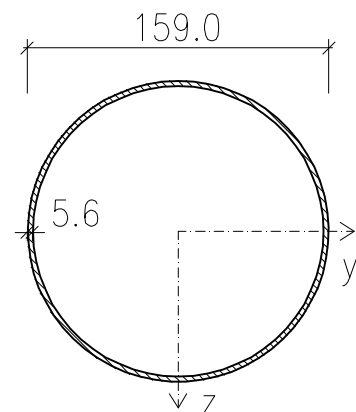
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
345	182	max N	286,9	0,0	-0,3	0,0	0,0	0,0	KZ 19
381	156	min N	-255,2	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	KZ 17

4.6.15.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 159/5,6

Průřezové charakteristiky:

A =	2699 mm ²
A _{v,z} =	1718 mm ²
I _y =	7,95E+06 mm ⁴
i _y =	54,27 mm
W _{el,y} =	99985 mm ³
W _{pl,y} =	131,84E+03 mm ³
I _t =	15,9E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{159}{5,6} = 28,39 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,1$$

Třída průřezu 1.

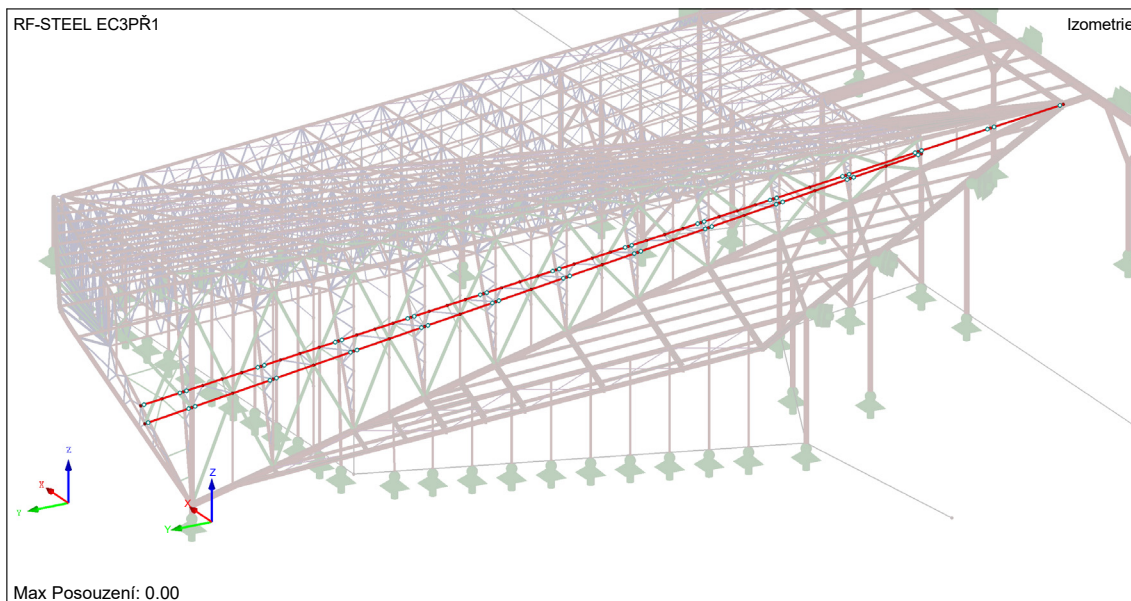
4.6.15.2 Posouzení únosnosti (prut č.381)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	M_T	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
286,9	255,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	958,1	0,30

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	6,5	0,9	5,85	107,8	1,41	0,41	395,4	0,65
Z-Z	6,5	0,9	5,85	107,8	1,41	0,41		

Průřez TR 159/5,6 z oceli S355 vyhoví na MSÚ.

4.6.16 Střední pásy



Vnitřní síly na prvku:

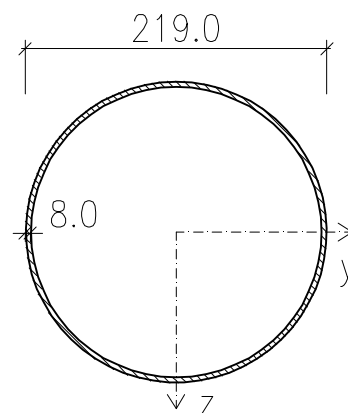
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
1005	0	max N	397,7	-1,4	8,1	0,6	0,0	0,0	KZ 17
605	262	min N	-394,4	6,3	14,4	-0,1	-13,8	5,7	KZ 29
4098	0	max V _y	-26,3	21,6	3,8	-1,8	0,0	0,0	KZ 29
4098	58	min V _y	-26,3	-21,0	-4,6	-1,8	0,0	0,0	KZ 29
255	0	max V _z	-110,9	-6,7	37,2	-1,4	4,2	-7,4	KZ 29
238	0	min V _z	53,9	-3,8	-19,7	-1,4	-53,7	-0,7	KZ 29
1536	635	max M _T	173,4	0,0	2,3	3,9	0,0	0,0	KZ 19
1238	0	min M _T	135,0	0,0	-3,6	-2,6	0,0	0,0	KZ 17
255	125	max M _y	-111,1	-6,8	34,3	-1,4	42,8	-0,1	KZ 29
238	116	min M _y	53,9	-3,8	-19,7	-1,4	-53,7	-0,7	KZ 29
428	196	max M _z	-159,9	-20,2	4,1	-0,3	3,5	34,6	KZ 30
4098	0	min M _z	-26,7	-0,6	0,5	-1,8	9,6	-46,6	KZ 29

4.6.16.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 219/8

Průřezové charakteristiky:

$A =$	5303 mm ²
$A_{v,z} =$	3376 mm ²
$I_y =$	29,55E+06 mm ⁴
$i_y =$	74,65 mm
$W_{el,y} =$	269,9E+03 mm ³
$W_{pl,y} =$	356,34E+03 mm ³
$I_t =$	59,11E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{219}{8} = 27,38 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,1$$

Třída průřezu 1.

4.6.16.2 Posouzení únosnosti (prut č.605)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
397,7	394,4	6,3	14,4	0,1	18,7	10,6	1882,6	0,21

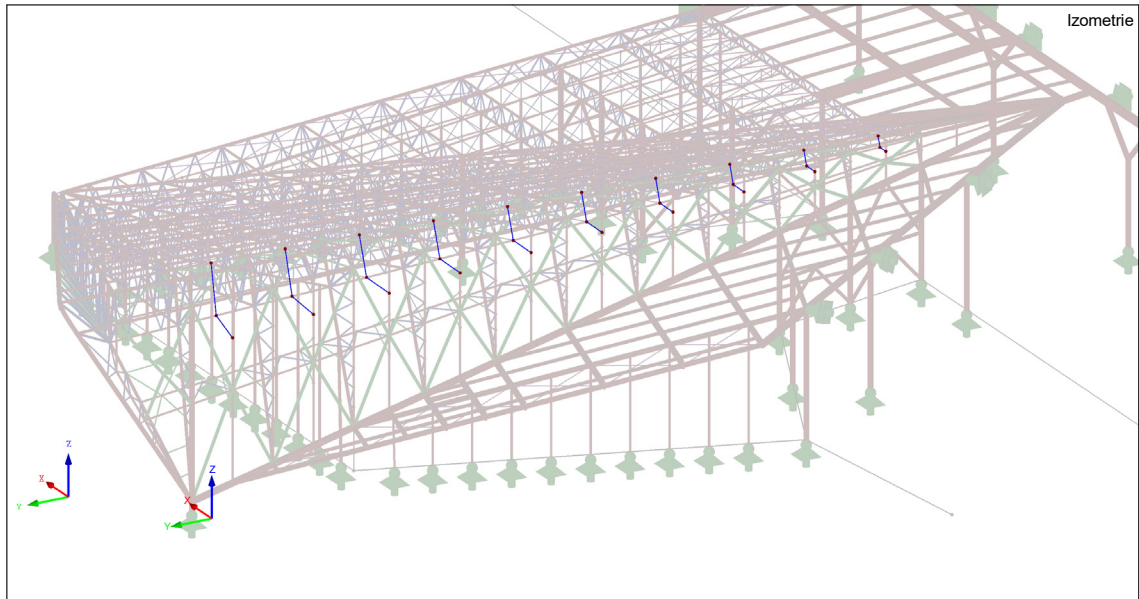
Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	691,9	0,02	ANO	Y	126,5	0,15	0,23
Y	691,9	0,01	ANO	Z	126,5	0,08	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	5,2	1	5,2	69,7	0,91	0,73	1367,2	0,29
Z-Z	5,2	1	5,2	69,7	0,91	0,73		

Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku											
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$					χ_y	χ_z	χ_{LT}		
[kNm]	[kNm]	[kNm]									
1882,6	126,5	126,5					0,73	0,73	1,00		
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s					ψ	$\alpha_{s/h}$	$C_{my/z/LT}$
		[kNm]	[kNm]	[kNm]							
Y	2	18,74	0,00	-13,75					0,000	-0,734	0,687
Z	1	-10,61	5,71	0,00					-0,538	0,000	0,400
klopení	1	18,74	-13,75	0,00					-0,734	0,000	0,400
Tabulka	k_{yy}	k_{zz}	k_{yz}	k_{zy}					Podm. 1	Podm. 2	
tab B.1	0,83	0,48	0,29	0,50					0,44	0,40	

Průřez TR 219/8 z oceli S355 vyhoví na MSÚ.

4.6.17 Vzpěry 1



Vnitřní síly na prvku:

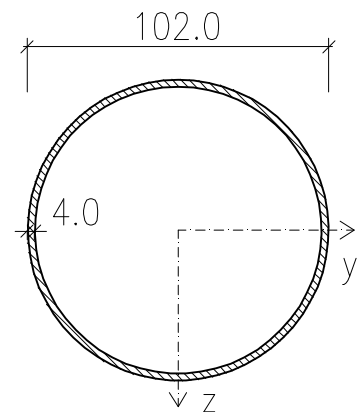
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
502	263	max N	26,6	0,0	-0,2	0,0	0,0	0,0	KZ 29
323	0	min N	-9,7	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	KZ 26

4.6.17.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 102/4

Průřezové charakteristiky:

A =	1232 mm ²
A _{v,z} =	784,00 mm ²
I _y =	1,48E+06 mm ⁴
i _y =	34,68 mm
W _{el,y} =	29037 mm ³
W _{pl,y} =	38437 mm ³
I _t =	2,96E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{102}{4} = 25,5 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,1$$

Třída průřezu 1.

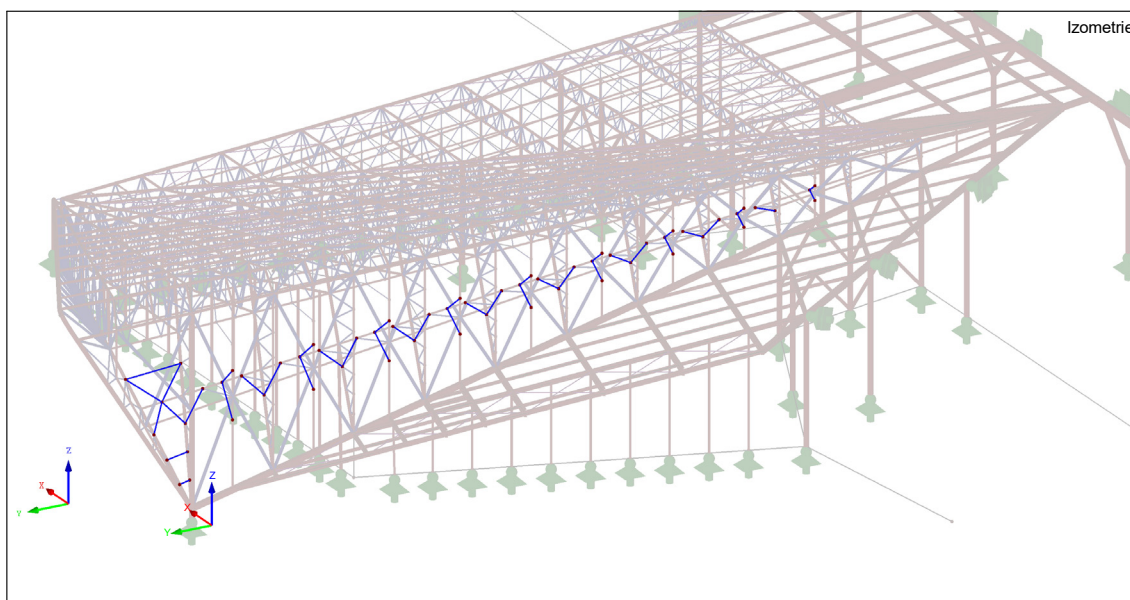
4.6.17.2 Posouzení únosnosti (prut č.323)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
26,6	9,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	437,4	0,06

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	5,73	1	5,73	165,2	2,16	0,19	84,3	0,12
Z-Z	5,73	1	5,73	165,2	2,16	0,19		

Průřez TR 102/4 z oceli S355 vyhoví na MSÚ.

4.6.18 Vzpěry 2



Vnitřní síly na prvu:

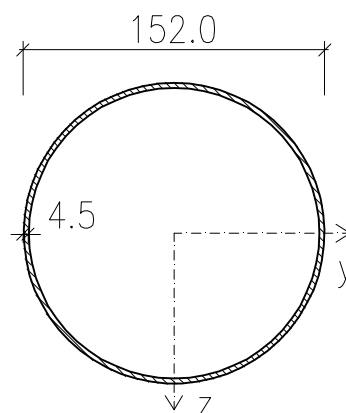
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
200	125	max N	77,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	KZ 23
4116	103	min N	-221,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	KZ 19

4.6.18.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 152/4,5

Průřezové charakteristiky:

A =	2085 mm ²
A _{v,z} =	1328 mm ²
I _y =	5,68E+06 mm ⁴
i _y =	52,17 mm
W _{el,y} =	74686 mm ³
W _{pl,y} =	97934 mm ³
I _t =	11,35E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{152}{4,5} = 33,78 < 70 \times \varepsilon^2 = 70 \times 0,814^2 = 46,3$$

Třída průřezu 2.

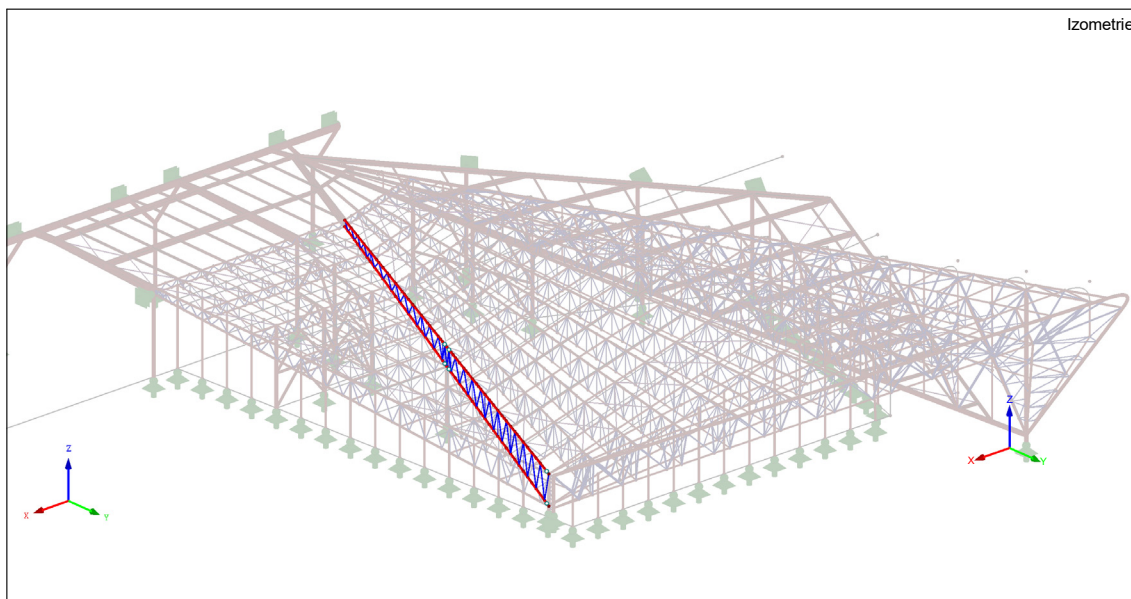
4.6.18.2 Posouzení únosnosti (prut č.4116)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
N _{ed,t}	N _{ed,c}	V _{Ed,y}	V _{Ed,z}	M _T	M _{Ed,y}	M _{Ed,z}	N _{t,Rd}	N _{Ed} /N _{t,Rd}
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
77,8	221,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	740,2	0,11

Vzpěrná únosnost								
osa	L _{toer}	k _{y/z/w}	L _{cr}	λ	λ̄	χ	N _{b,Rd}	N _{Ed} /N _{b,Rd}
	[m]						[kN]	
Y-Y	4,95	1	4,95	94,9	1,24	0,50	373,2	0,59
Z-Z	4,95	1	4,95	94,9	1,24	0,50		

Průřez TR 102/4 z oceli S355 vyhoví na MSÚ.

4.7 Hlavní úžlabní vazník

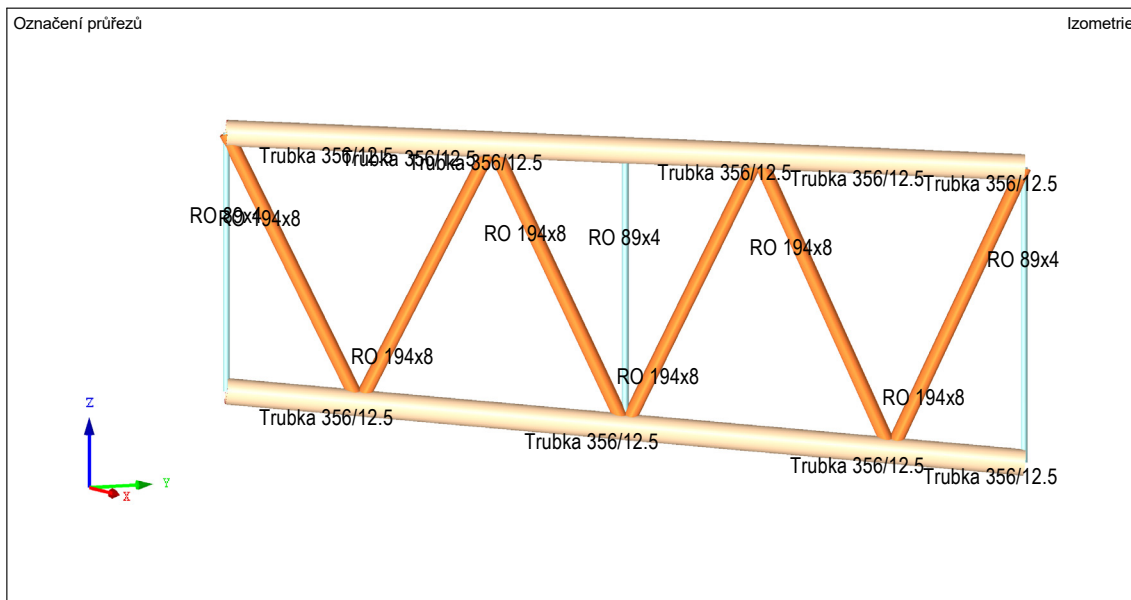


Svařovaný vazník, rozdělen na 8 montážních celků. Příhradoviny mají proměnou výšku od 1,0 až 5,0 m, délka celého vazníku je 86,3 m.

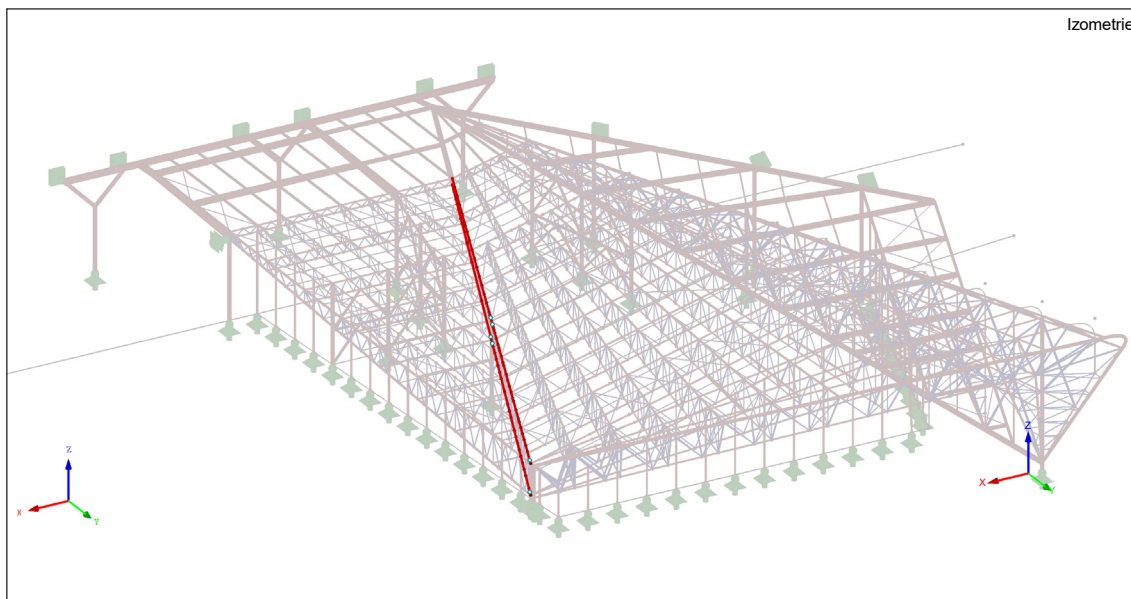
Veškeré prvky jsou tvořeny dutými kruhovými průřezy.

Vzpěrné délky ve střešní rovině jsou omezeny vzdáleností vazníků, popřípadě přidáním vzpěrných prutů, v rovině vazníků poté diagonálami a svislicemi.

Část typického vazníku:



4.7.1 Horní a dolní pás



Vnitřní síly na prvu:

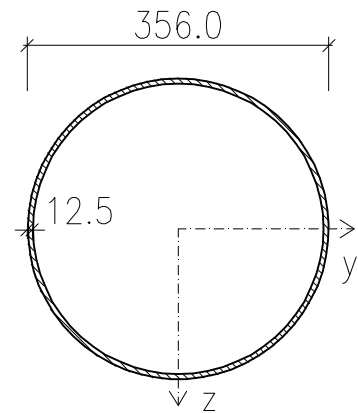
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
3007	1299	max N	1792,1	1,0	-37,2	2,4	0,0	0,0	KZ 17
3005	0	min N	-2027,1	-0,9	-2,8	0,7	-1,9	0,9	KZ 19
3662	1603	max V_y	802,9	11,9	4,1	-2,8	16,0	-34,3	KZ 29
3698	1603	min V_y	865,2	-12,4	-4,7	-1,7	15,9	-34,3	KZ 29
3205	1389	max V_z	619,3	2,6	58,1	0,7	-13,8	-6,0	KZ 19
3262	0	min V_z	498,4	-5,8	-57,4	-1,3	-14,5	-0,3	KZ 19
3785	0	max M_T	-228,2	0,2	-4,8	10,0	-2,5	0,1	KZ 30
3544	0	min M_T	1053,6	-8,5	-2,4	-3,1	7,3	25,7	KZ 29
3205	1400	max M_y	618,9	2,9	56,6	0,6	89,0	-10,9	KZ 19
3007	1307	min M_y	1760,4	0,8	-41,1	2,3	-35,0	-0,7	KZ 19
3785	1669	max M_z	622,6	-12,2	-4,6	-2,0	0,1	29,7	KZ 29
3698	1603	min M_z	865,2	-12,4	-4,7	-1,7	15,9	-34,3	KZ 29

4.7.1.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 356/12,5

Průřezové charakteristiky:

$A =$	13489 mm ²
$A_{v,z} =$	8588 mm ²
$I_y =$	199,22E+06 mm ⁴
$i_y =$	121,53 mm
$W_{el,y} =$	1,12E+06 mm ³
$W_{pl,y} =$	1,48E+06 mm ³
$I_t =$	398,43E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{356}{12,5} = 28,48 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,1$$

Třída průřezu 1.

4.7.1.2 Posouzení únosnosti (prut č.3005)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1792,1	2027,1	0,9	11,9	0,7	9,7	1,6	4788,6	0,37

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	1760,1	0,01	ANO	Y	523,8	0,02	0,02
Y	1760,2	0,00	ANO	Z	523,8	0,00	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	1	1	1	8,2	0,11	1,00	2651,6	0,76
Z-Z	10,8	1	10,8	88,9	1,16	0,55		

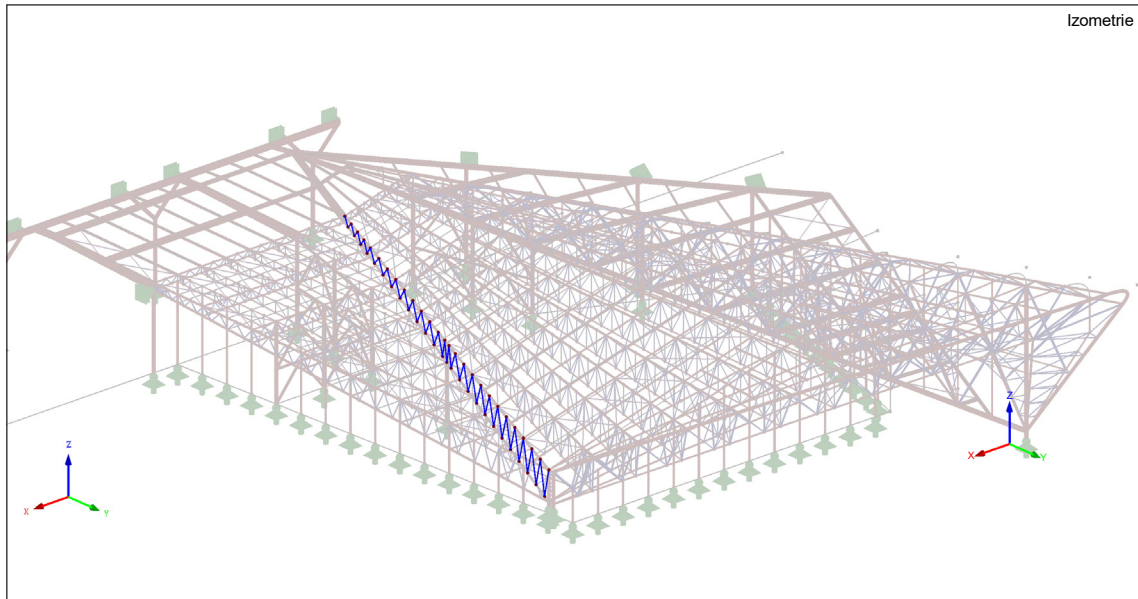
Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku										
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$					X_y	X_z	X_{LT}	
[kNm]	[kNm]	[kNm]								
4788,6	523,8	523,8					1,00	0,55	1,00	
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s				ψ	$\alpha_{s/h}$	$C_{my/z/LT}$
		[kNm]	[kNm]	[kNm]						
Y	2	9,72	0,00	-1,92				0,000	-0,197	0,400
Z	2	-10,88	0,00	3,70				0,000	-0,339	0,400
klopení	1	89,01	0,00	0,00				0,000	0,000	0,600
Tabulka	k_{yy}	k_{zz}	k_{yz}	k_{zy}				Podm. 1	Podm. 2	
tab B.1	0,38	0,64	0,39	0,23				0,43	0,77	

4.7.1.3 Posouzení použitelnosti

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezní hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
68,35	43,3	L/250	173,2	ANO

Průřez TR 356/12,5 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.7.2 Diagonály



Vnitřní síly na prvku:

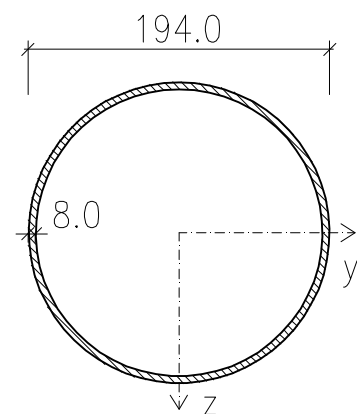
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
3121	1342	max N	1072,2	0,0	-0,3	0,0	0,0	0,0	KZ 19
3065	1321	min N	-1073,6	0,0	-0,5	0,0	0,0	0,0	KZ 19

4.7.2.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 194/8

Průřezové charakteristiky:

A =	4675 mm ²
A _{v,z} =	2976 mm ²
I _y =	20,25E+06 mm ⁴
i _y =	65,82 mm
W _{el,y} =	208,8E+03 mm ³
W _{pl,y} =	276,94E+03 mm ³
I _t =	40,51E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{194}{8} = 24,25 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,1$$

Třída průřezu 1.

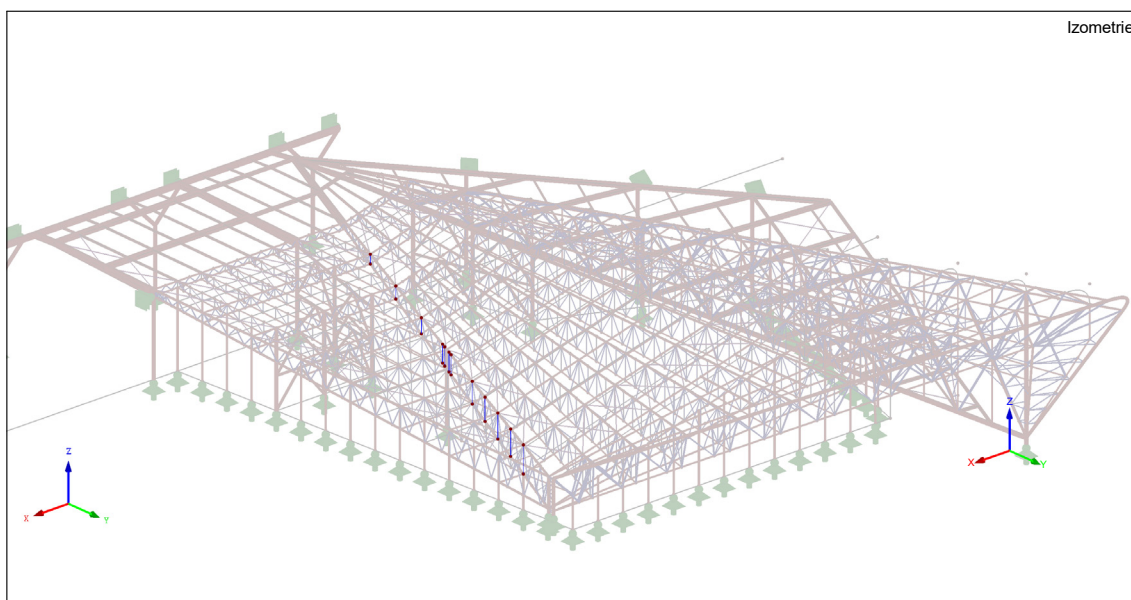
4.7.2.2 Posouzení únosnosti (prut č.3065)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	M_T	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1072,2	1073,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1659,6	0,65

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	3,5	0,9	3,15	47,9	0,63	0,88	1460,0	0,74
Z-Z	3,5	0,9	3,15	47,9	0,63	0,88		

Průřez TR 194/8 z oceli S355 vyhoví na MSÚ.

4.7.3 Svislice



Vnitřní síly na pruku:

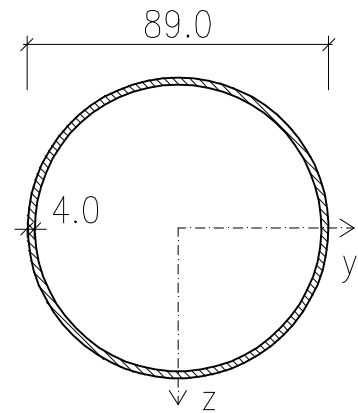
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
3216	1401	max N	84,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	KZ 19
2299	990	min N	-35,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	KZ 17

4.7.3.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 89/4

Průřezové charakteristiky:

$A =$	1068 mm ²
$A_{v,z} =$	680,00 mm ²
$I_y =$	966,8E+03 mm ⁴
$i_y =$	30,09 mm
$W_{el,y} =$	21726 mm ³
$W_{pl,y} =$	28921 mm ³
$I_t =$	1,93E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{89}{4} = 22,25 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,1$$

Třída průřezu 1.

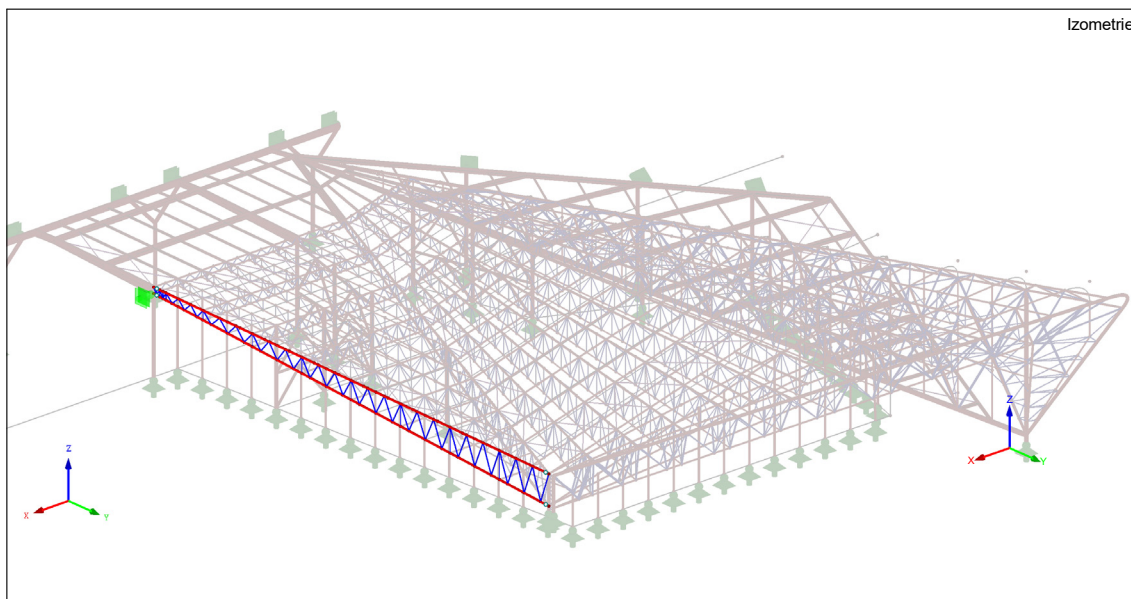
4.7.3.2 Posouzení únosnosti (prut č.3216)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	M_T	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
84,2	35,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	379,1	0,22

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	1,5	0,9	1,35	44,9	0,59	0,89	339,2	0,11
Z-Z	1,5	0,9	1,35	44,9	0,59	0,89		

Průřez TR 89/4 z oceli S355 vyhoví na MSÚ.

4.8 Hlavní okrajový vazník.

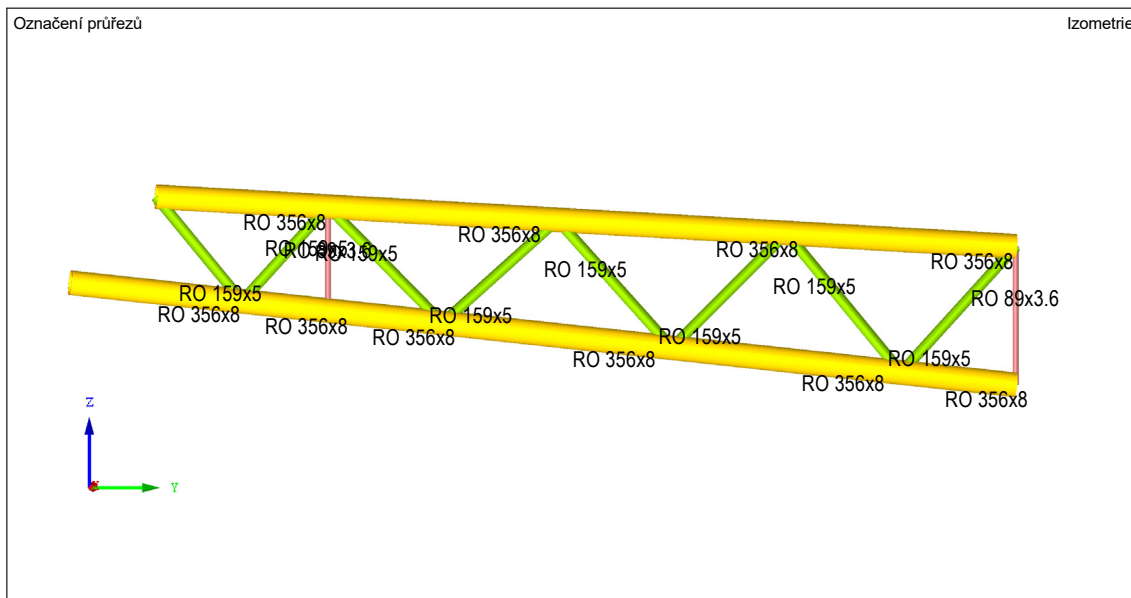


Svařovaný vazník, rozdělen do 8 montážních celků. Příhradoviny mají proměnou výšku od 1,0 až 5,0 m, délka celého vazníku je 80,0 m.

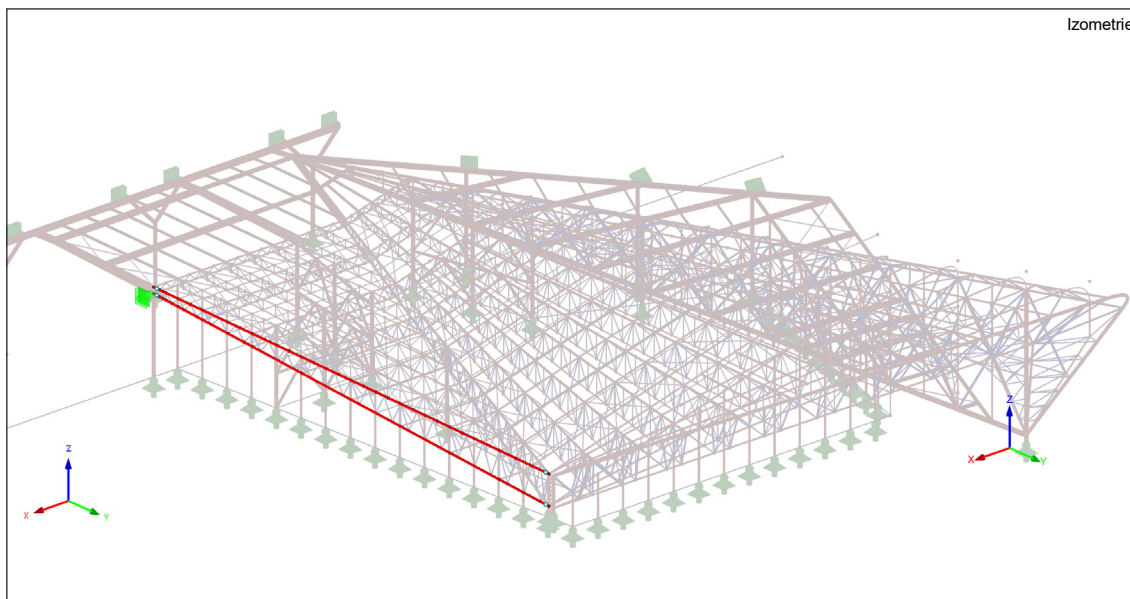
Veškeré prvky jsou tvořeny dutými kruhovými průřezy.

Vzpěrné délky ve střešní rovině jsou omezeny vzdáleností vazníků, popřípadě přidáním vzpěrných prutů, v rovině vazníků poté diagonálami a svislicemi.

Část vazníku:



4.8.1 Horní a dolní pás



Vnitřní síly na prvu:

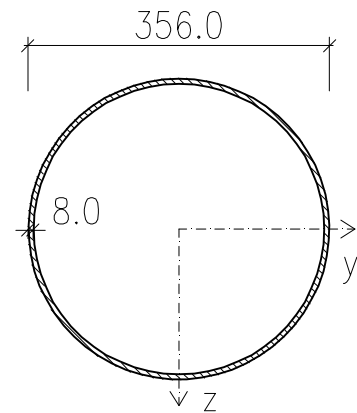
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
4083	1805	max N	918,5	-0,6	-10,6	-0,4	-15,9	0,4	KZ 17
4085	1804	min N	-1075,7	0,4	-19,1	2,5	-12,0	-0,3	KZ 18
354	1795	max V_y	-240,7	21,4	1,0	0,8	-3,2	26,4	KZ 31
4119	1791	min V_y	104,3	-19,0	-3,2	0,8	7,0	-51,9	KZ 31
4070	1799	max V_z	436,0	0,1	11,0	-0,5	-19,0	1,0	KZ 17
4087	1805	min V_z	917,7	-0,6	-26,0	-0,4	-15,9	0,4	KZ 17
3950	1735	max M_T	-111,9	1,3	3,9	3,4	-2,9	-6,0	KZ 27
3964	1740	min M_T	21,7	3,2	2,8	-1,2	1,2	8,9	KZ 5
3943	1730	max M_y	-298,8	-1,5	-4,4	2,7	8,8	-2,9	KZ 18
4083	1803	min M_y	898,5	0,0	-13,2	-1,0	-23,3	0,0	KZ 18
354	1818	max M_z	-240,6	20,9	1,9	0,8	-5,1	53,0	KZ 31
4119	1791	min M_z	104,3	-19,0	-3,2	0,8	7,0	-51,9	KZ 31

4.8.1.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 356/8

Průřezové charakteristiky:

$A =$	8746 mm ²
$A_{v,z} =$	5568 mm ²
$I_y =$	132,47E+06 mm ⁴
$i_y =$	123,07 mm
$W_{el,y} =$	744,21E+03 mm ³
$W_{pl,y} =$	969,0E+03 mm ³
$I_t =$	264,94E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{356}{8} = 44,5 < 70 \times \varepsilon^2 = 70 \times 0,814^2 = 46,3$$

Třída průřezu 2.

4.8.1.2 Posouzení únosnosti (prut č.4085)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
918,5	1075,7	0,4	19,1	2,5	12,0	0,3	3104,8	0,30

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	1141,2	0,02	ANO	Y	344,0	0,03	0,04
Y	1141,2	0,00	ANO	Z	344,0	0,00	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	1	1	1	8,1	0,11	1,00	1928,9	0,56
Z-Z	10	1	10	81,3	1,06	0,62		

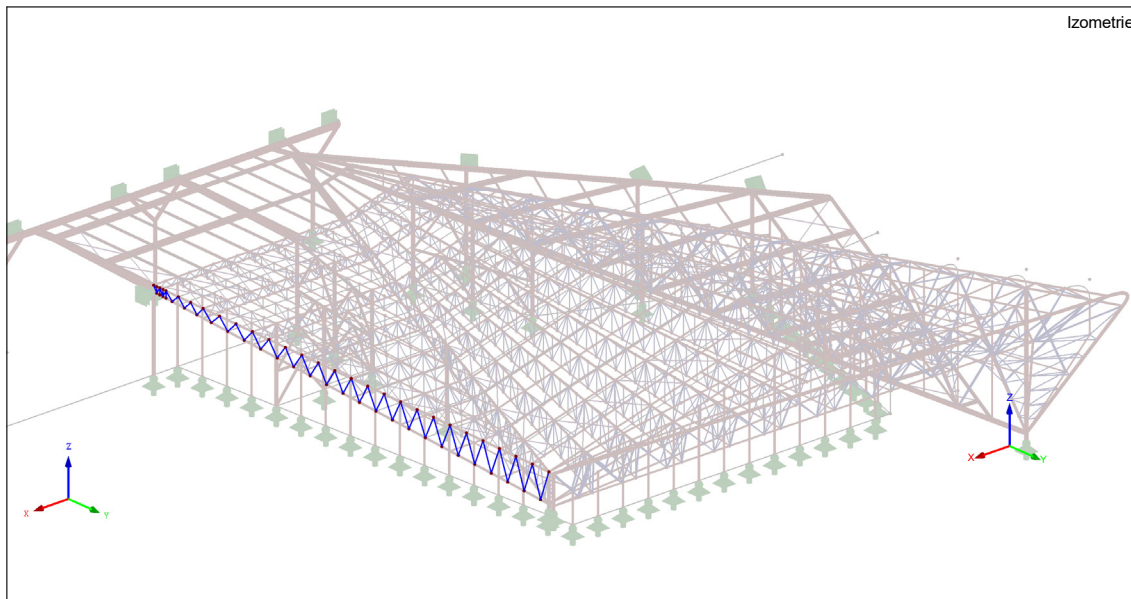
Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku										
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$				X_y	X_z	X_{LT}		
[kNm]	[kNm]	[kNm]								
3104,8	344,0	344,0				1,00	0,62	1,00		
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s				ψ	$\alpha_{s/h}$	$C_{my/z/LT}$
		[kNm]	[kNm]	[kNm]						
Y	1	11,96	0,00	0,00				0,000	0,000	0,600
Z	1	6,17	0,00	0,00				0,000	0,000	0,600
klopení	2	0,00	-7,31	19,91				0,000	0,000	0,400
Tabulka	k_{yy}	k_{zz}	k_{yz}	k_{zy}	Podm. 1		Podm. 2			
tab B.1	0,58	0,87	0,52	0,35	0,37		0,57			

4.8.1.3 Posouzení použitelnosti

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezní hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
35,95	79,6	L/250	318,4	ANO

Průřez TR 356/12,5 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.8.2 Diagonály



Vnitřní síly na prvku:

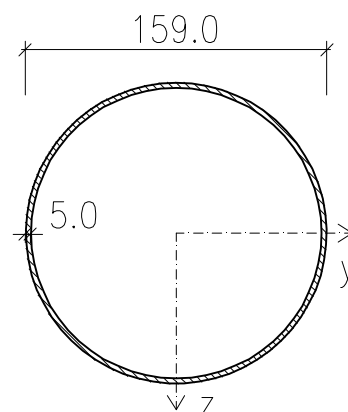
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
4086	1809	max N	299,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	KZ 17
4082	1804	min N	-243,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	KZ 18

4.8.2.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 159/5

Průřezové charakteristiky:

A =	2419 mm ²
A _{v,z} =	1540 mm ²
I _y =	7,18E+06 mm ⁴
i _y =	54,48 mm
W _{el,y} =	90299 mm ³
W _{pl,y} =	118,62E+03 mm ³
I _t =	14,36E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{159}{5} = 31,8 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,1$$

Třída průřezu 1.

4.8.2.2 Posouzení únosnosti (prut č.3948 – rozhodující délka)

Vnitřní síly						
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	M_T	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
0,0	218,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	5,3	0,9	4,77	87,6	1,15	0,57	485,2	0,45
Z-Z	5,3	0,9	4,77	87,6	1,15	0,57		

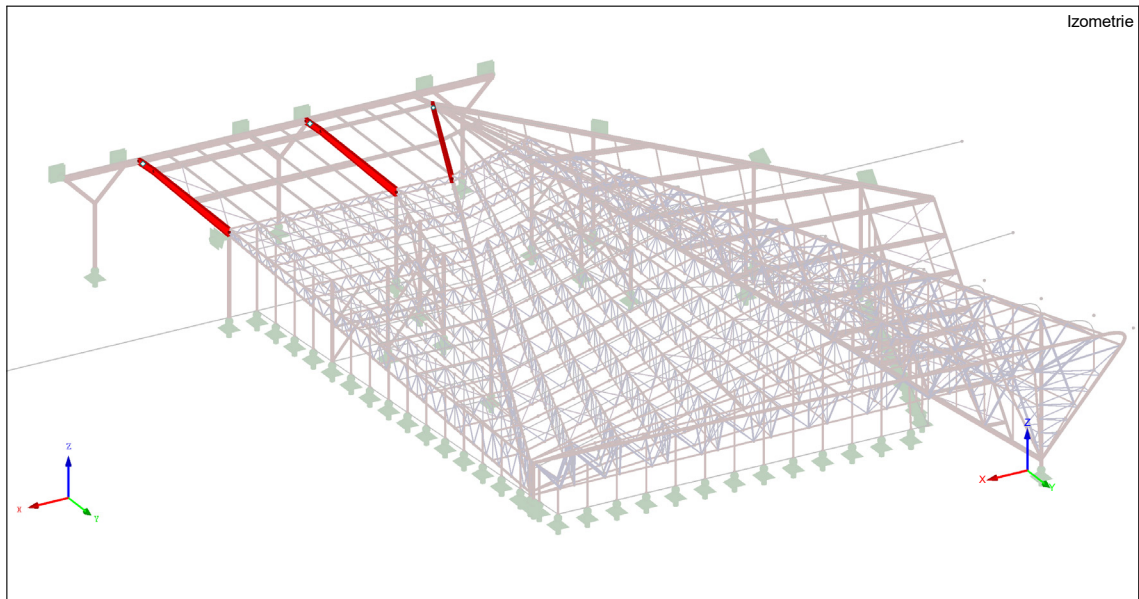
4.8.2.3 Posouzení únosnosti (prut č.4082)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	M_T	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
299,5	243,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	858,7	0,35

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	1,2	0,9	1,08	19,8	0,26	0,99	847,4	0,29
Z-Z	1,2	0,9	1,08	19,8	0,26	0,99		

Průřez TR 159/5 z oceli S355 vyhoví na MSÚ.

4.9 Plnostěnné zakončení hlavních vazníků



Vnitřní síly na prvu:

Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
1846	0	max N	205,5	1,3	-211,3	2,6	0,0	0,0	KZ 18
4091	1808	min N	-102,5	-0,9	299,7	-0,3	-939,4	3,6	KZ 27
4092	1811	max V_y	0,4	11,6	-213,1	3,6	917,2	46,4	KZ 21
4092	1811	min V_y	1,1	-12,4	-362,6	-4,1	1525,9	-49,9	KZ 17
2491	1129	max V_z	-45,0	-0,6	496,6	1,3	-967,1	1,7	KZ 18
2380	1162	min V_z	4,6	-11,3	-609,0	0,0	0,0	0,0	KZ 17
4092	1811	max M_T	0,4	11,6	-213,1	3,6	917,2	46,4	KZ 21
4092	1811	min M_T	1,1	-12,3	-359,5	-4,4	1512,3	-49,6	KZ 19
2491	0	max M_y	-37,7	1,2	413,5	4,1	3612,3	-9,1	KZ 17
4091	1808	min M_y	-36,3	0,8	395,9	-0,7	-1307,7	8,6	KZ 17
4091	1811	max M_z	2,8	-2,5	-77,8	-0,1	917,2	46,5	KZ 21
4091	1811	min M_z	0,1	5,6	-109,4	-0,2	1525,9	-50,1	KZ 17

4.9.1.1 Průřezové charakteristiky

Prut je proměnného svařovaného I průřezu, po délce se mění výška profilu z 1355 mm na 1000 mm. Posuzován bude prut č.2491 s maximálním momentem M_y , a pro tuto část zde budou uvedeny průřezové charakteristiky.

Profil: IS 1177,5/600/30/40/15

Průřezové charakteristiky:

$A =$	80925 mm ²	$A_{v,y} =$	48000 mm ²
$A_{v,z} =$	32925 mm ²	$I_z =$	1,44E+09 mm ⁴
$I_y =$	18,84E+09 mm ⁴	$i_z =$	133,51 mm
$i_y =$	482,48 mm	$W_{el,z} =$	4,81E+06 mm ³
$W_{el,y} =$	32,0E+06 mm ³	$W_{pl,z} =$	7,45E+06 mm ³
$W_{pl,y} =$	36,33E+06 mm ³	$I_w =$	465,8E+12 mm ⁶
$I_t =$	35,48E+06 mm ⁴		

Třída průřezu:

- stojina:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$z = \frac{N_{Ed}}{t_w \times f_y} = \frac{20,6 \times 10^3}{10 \times 355} = 5,79 \text{ mm}$$

$$\alpha c = \frac{c + z}{2} = \frac{(340 - 2 \times 16 - 2 \times 6) + 5,79}{2} = 150,9 \text{ mm}$$

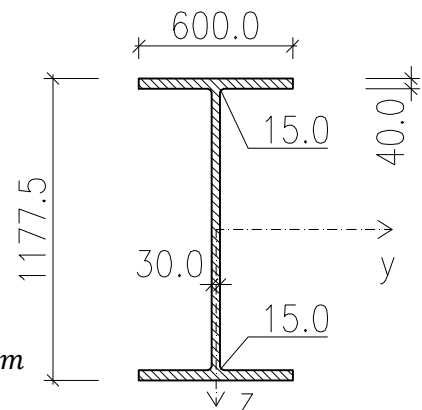
$$\alpha = \frac{\alpha c}{c} = \frac{150,9}{296} = 0,51 > 0,5$$

$$\frac{c_w}{t_w} = \frac{296}{10} = 29,6 < \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1} = \frac{396 \times 0,814}{13 \times 0,51 - 1} = 57,3 \rightarrow 1. \text{ třída}$$

- pásnice:

$$\frac{c_f}{t_f} = \frac{(220 - 10 - 6 \times 2)/2}{16} = 6,19 < 9\varepsilon = 9 \times 0,814 = 7,33 \rightarrow 1. \text{ třída}$$

Třída průřezu 1.



4.9.1.2 Posouzení MSÚ

4.9.1.2.1 Posouzení na smyk

$$V_{c,Rd,z} = \frac{A_{v,z} \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{32925 \times \frac{355}{\sqrt{3}}}{1,0} = 6748,3 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,Rd,z}} = \frac{373}{6748,3} = 0,06 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Smyková síla nepřesahuje 50 % únosnosti, nedojde k ovlivnění ohybové pevnosti.

4.9.1.2.2 Posouzení na ohyb

$$M_{c,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{36,33 \times 10^6 \times 355 \times 10^3}{1,0} = 12898,5 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{c,Rd,y}} = \frac{4117,3}{12898,5} = 0,32 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

4.9.1.2.3 Posouzení na vzpěr z roviny a klopení

Obecná metoda dle ČSN 1993-1-1, kapitola 6.3.4

Srovnávací štíhlost

$$\lambda_1 = \pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \times \sqrt{\frac{81000}{355}} = 76,41$$

$$\alpha_{ult,k} = \frac{M_{c,Rd,y}}{M_{y,Ed}} = \frac{12898,5}{4117,3} = 3,133$$

$\alpha_{cr,op} = 1,415$ (výsledek programu Dlubal RFEM)

$$\overline{\lambda}_{op} = \sqrt{\frac{\alpha_{ult,k}}{\alpha_{cr,op}}} = \sqrt{\frac{3,133}{1,415}} = 1,488$$

Vybočení k ose Z

$$\alpha = 0,49$$

křivka vzpěru c

$$\phi_{op,z} = 0,5 \times [1 + \alpha \times (\overline{\lambda}_{op} - 0,2) + \overline{\lambda}_{op}^2]$$

$$\phi_{op,z} = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (1,488 - 0,2) + 1,488^2] = 1,923$$

$$\chi_{op,z} = \frac{1}{\phi_{op,z} + \sqrt{\phi_{op,z}^2 - \overline{\lambda}_{op,z}^2}} = \frac{1}{1,923 + \sqrt{1,923^2 - 1,488^2}} = 0,318$$

Klopení

$$\frac{h}{b} = \frac{1177,5}{600} = 1,96 < 2,0 \rightarrow \alpha_{LT} = 0,49 \text{ (křivka vzpěru c)}$$

$$\overline{\lambda}_{LT,0} = 0,4; \beta = 0,75$$

$$\phi_{op,LT} = 0,5 \times [1 + \alpha_{LT} \times (\overline{\lambda}_{op} - \overline{\lambda}_{LT,0}) + \beta \times \overline{\lambda}_{op}^2]$$

$$\phi_{op,LT} = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (1,488 - 0,4) + 0,75 \times 1,488^2] = 1,597$$

$$\chi_{op,LT} = \frac{1}{\phi_{op,LT} + \sqrt{\phi_{op,LT}^2 - \overline{\lambda}_{op}^2}} = \frac{1}{1,597 + \sqrt{1,597^2 - 1,488^2}} = 0,394$$

$$N_{Rk} = A \times f_{yd} = 80925 \times 355 = 28728,8 \text{ kN}$$

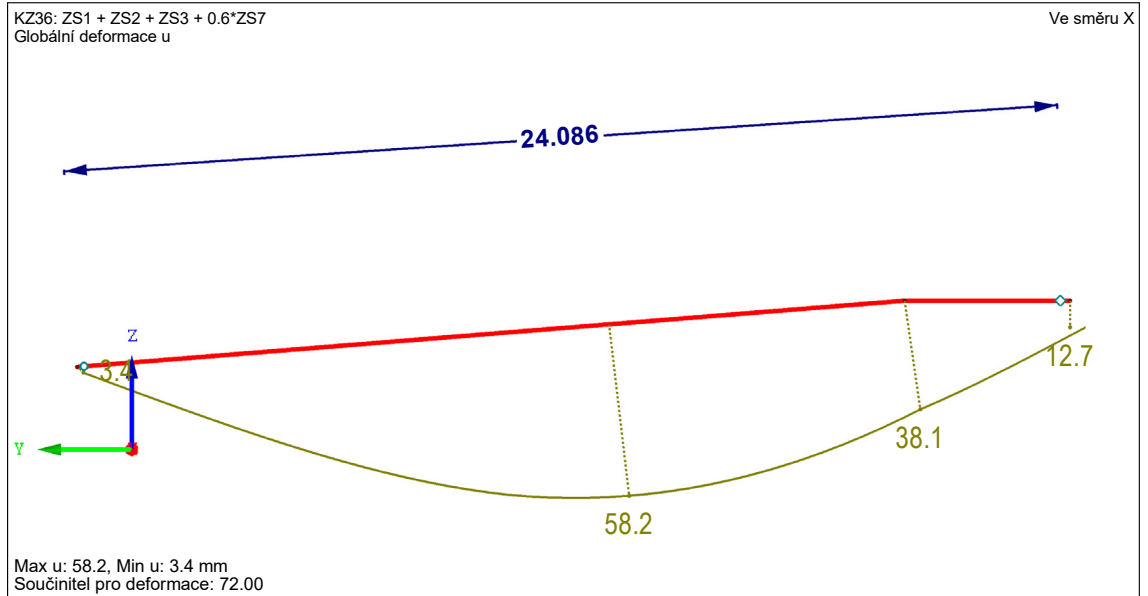
$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1 \rightarrow \frac{37,7}{0,318 \times \frac{28728,8}{1,0}} + \frac{4117,3}{0,394 \times \frac{12898,5}{1,0}} = 0,814 < 1,0$$

→ **VYHOVUJE**

4.9.1.3 Posouzení MSP

Maximální průhyb pro vaznice:

Deformace prvku:



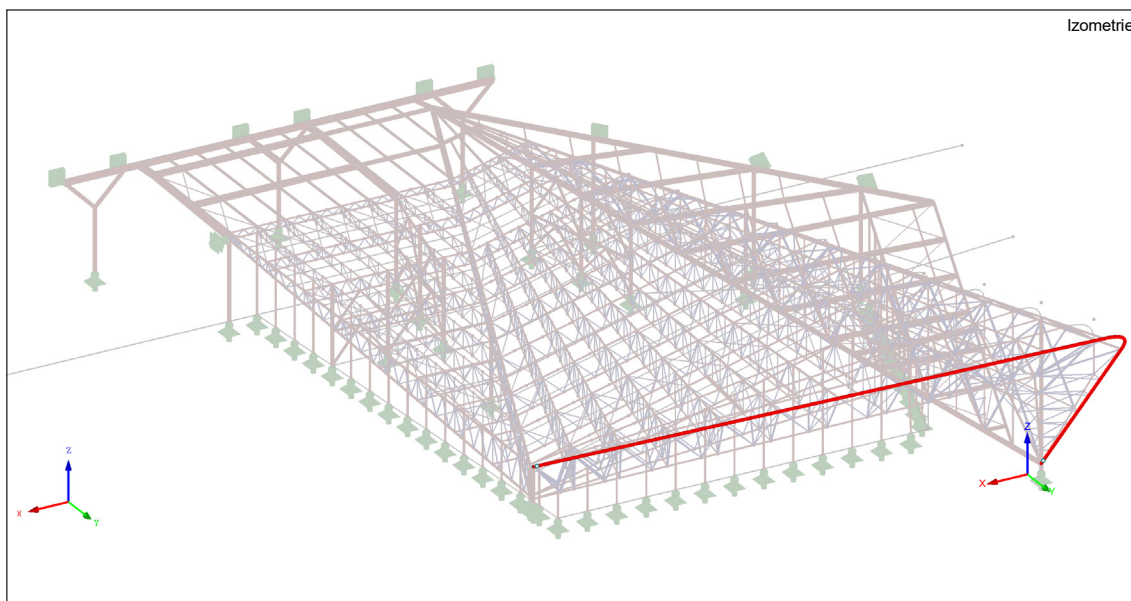
$$\delta_{max} \leq \delta_{lim} = \frac{L}{200}$$

$$\delta_{max} = 50,2 \text{ mm} \leq \frac{24000}{300} = 80 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Svařovaný průřez IS 1335-1000/600/30/40/15 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.10 Čelní vazník

4.10.1 Horní pás



Vnitřní síly na prvu:

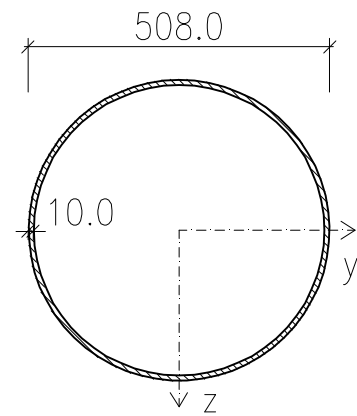
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
170	0	max N	413,7	5,2	-26,9	2,1	-125,0	-50,0	KZ 17
2252	1020	min N	-819,6	-3,1	16,5	1,8	0,3	-4,2	KZ 17
39	0	max V_y	109,8	163,4	-79,1	1,6	29,4	28,0	KZ 17
39	46	min V_y	97,0	-94,5	-170,1	-1,1	-128,8	50,0	KZ 17
39	0	max V_z	180,6	110,0	30,8	6,7	68,5	-189,0	KZ 17
39	46	min V_z	97,0	-94,5	-170,1	-1,1	-128,8	50,0	KZ 17
39	0	max M_T	208,9	38,1	27,2	8,1	170,2	-190,8	KZ 17
39	23	min M_T	35,0	70,5	-38,7	-1,9	27,5	47,9	KZ 20
39	0	max M_y	209,5	-22,6	-40,4	7,7	225,4	-162,6	KZ 17
39	46	min M_y	97,0	-94,5	-170,1	-1,1	-128,8	50,0	KZ 17
39	23	max M_z	95,0	160,1	-93,3	-0,1	71,6	104,6	KZ 29
39	0	min M_z	181,0	110,2	30,5	6,7	83,2	-241,9	KZ 17

4.10.1.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 508/10

Průřezové charakteristiky:

$A =$	15645 mm ²
$A_{v,z} =$	9960 mm ²
$I_y =$	485,2E+06 mm ⁴
$i_y =$	176,11 mm
$W_{el,y} =$	1,91E+06 mm ³
$W_{pl,y} =$	2,48E+06 mm ³
$I_t =$	970,4E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{508}{10} = 50,8 < 90 \times \varepsilon^2 = 90 \times 0,814^2 = 59,6$$

Třída průřezu 3.

4.10.1.2 Posouzení MSÚ

4.10.1.2.1 Posouzení prutu č.39

Normálové napětí od tahové síly:

$$\sigma_{x,T} = \frac{N_{t,Ed}}{A} = \frac{209,5 \times 10^3}{15645} = 13,39 \text{ MPa}$$

Vliv smykové síly:

$$V_{c,Rd,y} = \frac{A_{v,y} \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{9960 \times \frac{355}{\sqrt{3}}}{1,0} = 2041,4 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{c,Rd,y}} = \frac{94,5}{2041,4} = 0,05 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Smyková síla nepřesahuje 50 % únosnosti, nedojde k ovlivnění ohybové pevnosti.

$$V_{c,Rd,z} = \frac{A_{v,y} \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{31200 \times \frac{355}{\sqrt{3}}}{1,0} = 2041,4 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,Rd,z}} = \frac{170,1}{4233,1} = 0,08 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Smyková síla nepřesahuje 50 % únosnosti, nedojde k ovlivnění ohybové pevnosti.

Normálové napětí od momentu:

$$M_{Ed} = \sqrt{M_{y,Ed}^2 + M_{z,Ed}^2} = \sqrt{225,4^2 + 162,6^2} = 277,93 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{x,M} = \frac{M_{Ed}}{W_{el}} = \frac{277,93 \times 10^6}{1,91 \times 10^6} = 145,51 \text{ MPa}$$

$$\sigma_x = 145,51 + 13,39 = 158,9 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_x}{f_{yd}} = \frac{158,9}{355} = 0,45 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

4.10.1.2.2 Posouzení na vzpěrnou únosnost (prut č.2252)

Vnitřní síly						
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
0,0	819,6	2,8	16,5	1,8	49,9	7,3

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	2041,4	0,01	ANO	Y	880,5	0,06	0,07
Y	2041,4	0,00	ANO	Z	880,5	0,01	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	4,15	1	4,15	23,6	0,31	0,98	4923,0	0,17
Z-Z	8,2	1	8,2	46,6	0,61	0,89		

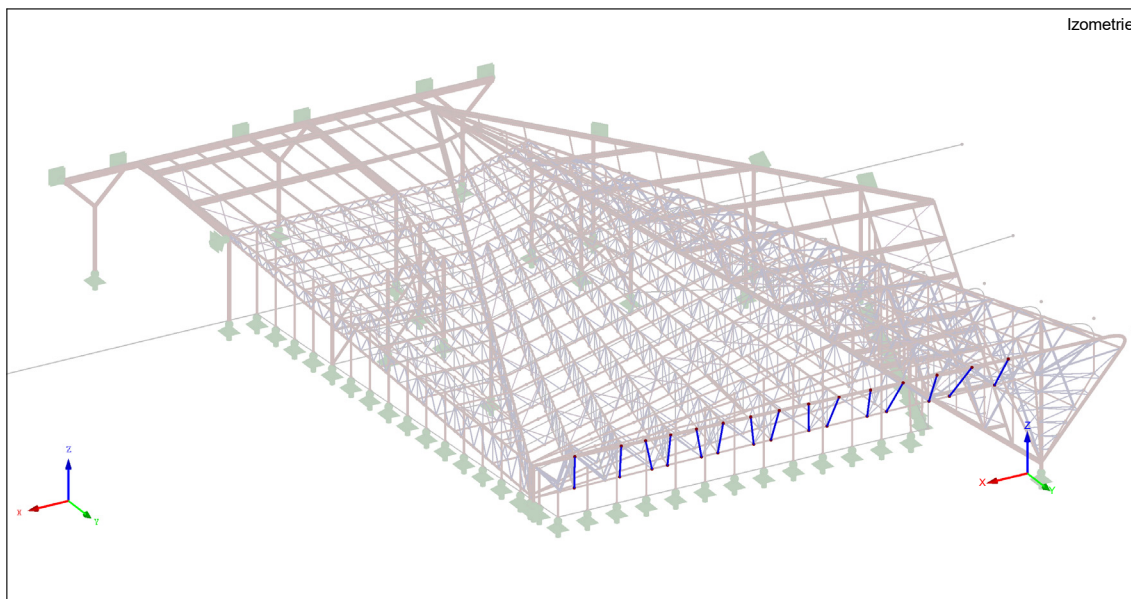
Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku										
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$				χ_y	χ_z	χ_{LT}		
[kNm]	[kNm]	[kNm]								
5554,0	880,5	880,5				0,98	0,89	1,00		
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s				ψ	$\alpha_{s/h}$	$c_{my/z/LT}$
		[kNm]	[kNm]	[kNm]						
Y	1	49,94	0,33	0,00				0,007	0,000	0,603
Z	2	7,35	8,88	-4,19				1,209	-0,571	0,456
klopení	1	49,94	40,57	0,00				0,812	0,000	0,925
Tabulka	k_{yy}	k_{zz}	k_{yz}	k_{zy}				Podm. 1	Podm. 2	
tab B.1	0,61	0,49	0,29	0,37				0,19	0,19	

4.10.1.3 Posouzení použitelnosti

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezní hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
82,95	83,5	L/250	334	ANO

Průřez TR 508/10 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.10.2 Svislice



Vnitřní síly na prvku:

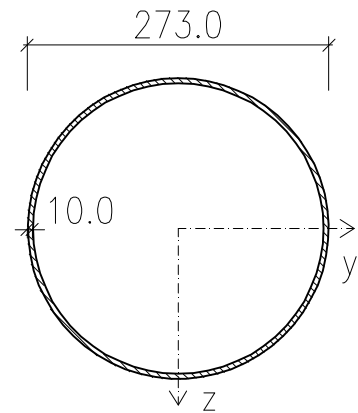
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
686	296	max N	71,3	0,7	-21,1	0,0	0,0	0,0	KZ 20
3280	1423	min N	-130,6	-0,1	8,7	0,0	0,0	0,0	KZ 17
686	296	max V_y	-13,9	0,8	-12,0	0,0	0,0	0,0	KZ 4
686	305	min V_y	-19,6	-0,8	12,1	0,0	0,0	0,0	KZ 4
686	296	max V_z	-115,5	0,6	44,6	0,0	0,0	0,0	KZ 30
686	305	min V_z	-120,4	-0,6	-44,7	0,0	0,0	0,0	KZ 30
464	215	max M_T	8,1	0,3	-11,5	0,0	0,0	0,0	KZ 1
464	215	min M_T	8,1	0,3	-11,5	0,0	0,0	0,0	KZ 1
686	0	max M_y	-119,2	-0,1	-9,2	0,0	93,6	-1,5	KZ 30
686	0	min M_y	19,0	-0,1	4,3	0,0	-44,6	-1,4	KZ 29
3087	0	max M_z	-29,8	0,1	-3,5	0,0	12,5	0,5	KZ 6
686	0	min M_z	-102,5	-0,2	-2,6	0,0	27,0	-1,7	KZ 6

4.10.2.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 273/10

Průřezové charakteristiky:

$A =$	8262 mm ²
$A_{v,z} =$	5260 mm ²
$I_y =$	71,54E+06 mm ⁴
$i_y =$	93,05 mm
$W_{el,y} =$	524,11E+03 mm ³
$W_{pl,y} =$	692,02E+03 mm ³
$I_t =$	143,08E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{273}{10} = 27,3 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,1$$

Třída průřezu 1.

4.10.2.2 Posouzení únosnosti (prut č.686)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
71,3	119,2	0,1	9,2	0,0	93,6	1,5	2933,0	0,02

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	1078,1	0,01	ANO	Y	245,7	0,38	0,39
Y	1078,1	0,00	ANO	Z	245,7	0,01	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	8,7	1	8,7	93,5	1,22	0,52	1511,3	0,08
Z-Z	8,7	1	8,7	93,5	1,22	0,52		

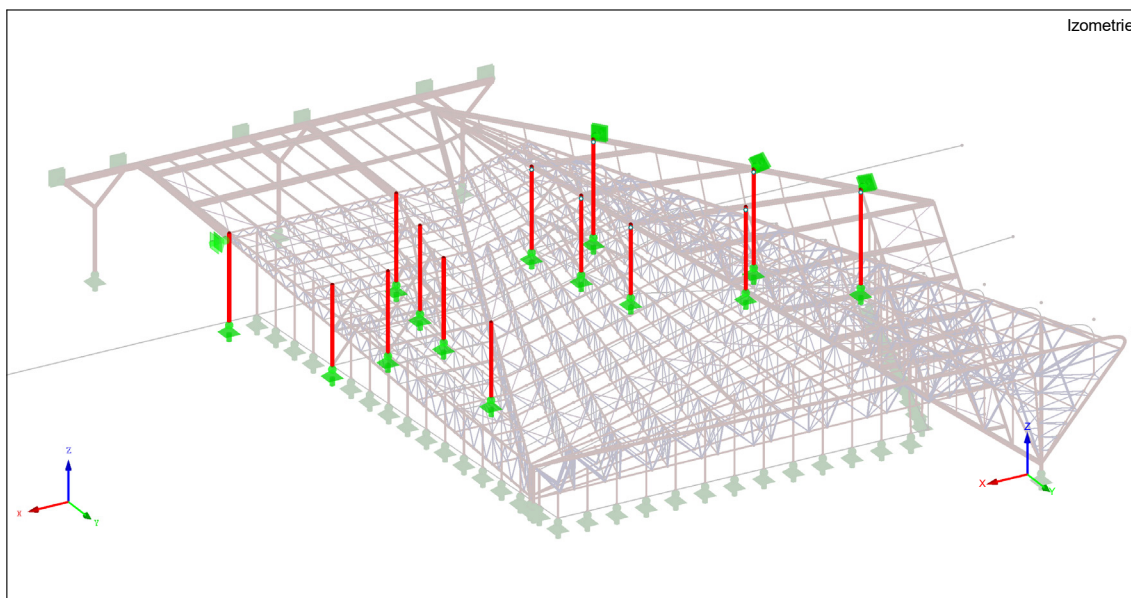
Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku											
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$					X_y	X_z	X_{LT}		
[kNm]	[kNm]	[kNm]									
2933,0	245,7	245,7					0,52	0,52	1,00		
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s					ψ	$\alpha_{s/h}$	$C_{my/z/LT}$
		[kNm]	[kNm]	[kNm]							
Y	3	0,00	0,00	97,54					0,000	0,000	0,900
Z	3	0,00	0,00	1,52					0,000	0,000	0,900
klopení	3	0,00	0,00	97,54					0,000	0,000	0,900
Tabulka	k_{yy}	k_{zz}	k_{yz}	k_{zy}					Podm. 1	Podm. 2	
tab B.1	0,96	0,96	0,57	0,57					0,45	0,30	

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezní hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
33,55	8,7	L/200	43,5	ANO

Průřez TR 273/10 z oceli S355 vyhoví na MSÚ a MSP.

4.11 Sloupy

4.11.1 Sloupy vnitřní



Vnitřní síly na prvu:

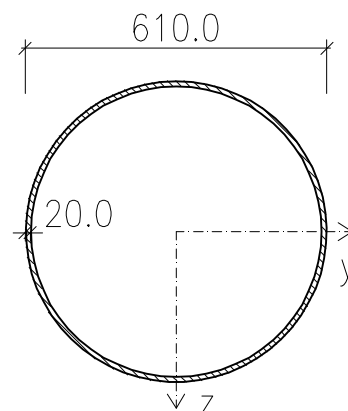
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
3324	1447	max N	16,6	19,7	-1,3	0,0	-0,1	-0,6	KZ 22
929	396	min N	-5166,3	-0,2	-0,4	0,0	0,0	0,0	KZ 19
3324	1447	max V_y	-120,9	47,9	2,0	0,0	-0,4	-1,6	KZ 29
2800	1214	min V_y	-932,2	-224,4	33,7	0,0	0,0	0,6	KZ 18
2799	0	max V_z	-931,5	19,6	109,4	-0,1	56,0	3,3	KZ 18
4089	1808	min V_z	-668,0	-114,6	-477,2	0,1	237,1	-21,1	KZ 18
946	477	max M_T	-188,7	-0,1	-24,3	2,5	231,7	-1,0	KZ 19
1284	634	min M_T	-310,8	0,1	30,3	-2,7	0,0	0,0	KZ 19
2996	1298	max M_y	-1771,4	-95,3	-212,6	-0,5	644,7	-287,8	KZ 18
2995	1298	min M_y	-3734,9	-23,2	52,3	-0,1	-646,8	-288,2	KZ 18
3324	1446	max M_z	-127,5	47,9	2,0	0,0	-4,4	94,1	KZ 29
2800	1213	min M_z	-939,1	-223,2	33,5	0,2	-67,3	-447,7	KZ 18

4.11.1.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 610/20

Průřezové charakteristiky:

$A =$	37071 mm ²
$A_{v,z} =$	23600 mm ²
$I_y =$	1,61E+09 mm ⁴
$i_y =$	208,72 mm
$W_{el,y} =$	5,29E+06 mm ³
$W_{pl,y} =$	6,96E+06 mm ³
$I_t =$	3,23E+09 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{610}{20} = 30,5 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,13$$

Třída průřezu 1.

4.11.1.2 Posouzení použitelnosti

Posouzení nosníku na průhyb				
δ	L	mezní hodnota	δ_{max}	vyhovuje
mm	m		mm	
34,8	11,7	L/300	39	ANO

4.11.1.3 Posouzení únosnosti (prut č.929)

Vnitřní síly						
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
0,0	5166,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	5,6	1	5,6	26,8	0,35	0,97	11219,1	0,46
Z-Z	11	1	11	52,7	0,69	0,85		

4.11.1.4 Posouzení únosnosti (prut č.2995)

Vnitřní síly						
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
0,0	3734,9	23,2	52,3	0,1	646,8	288,2

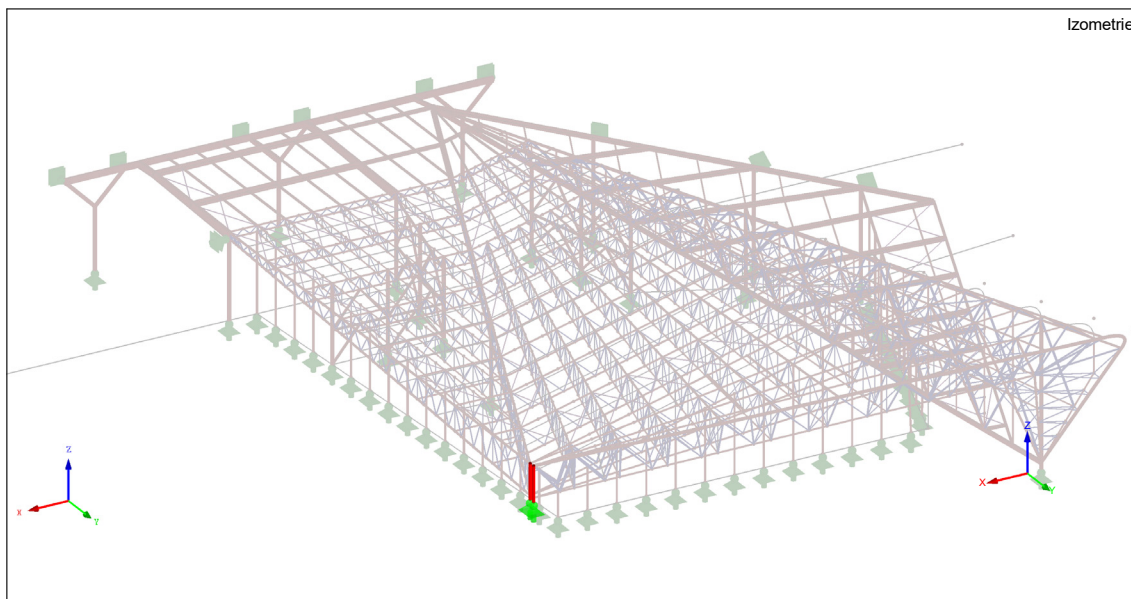
Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	4837,0	0,01	ANO	Y	2472,5	0,26	0,38
Y	4837,0	0,00	ANO	Z	2472,5	0,12	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	8,7	1	8,7	41,7	0,55	0,91	11969,4	0,31
Z-Z	8,7	1	8,7	41,7	0,55	0,91		

Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku								
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$				χ_y	χ_z	χ_{LT}
[kNm]	[kNm]	[kNm]						
13160,2	2472,5	2472,5				0,91	0,91	1,00
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s				
		[kNm]	[kNm]	[kNm]	ψ	$\alpha_{s/h}$	$c_{my/z/LT}$	
Y	1	646,77	0,00	0,00	0,000	0,000	0,600	
Z	1	288,19	0,00	0,00	0,000	0,000	0,600	
klopení	1	646,77	0,00	0,00	0,000	0,000	0,600	
Tabulka	k_{yy}	k_{zz}	k_{yz}	k_{zy}	Podm. 1		Podm. 2	
tab B.1	0,66	0,66	0,40	0,40	0,53		0,49	

Průřez TR 508/10 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.11.2 Příhradový sloup



Vnitřní síly na prvku:

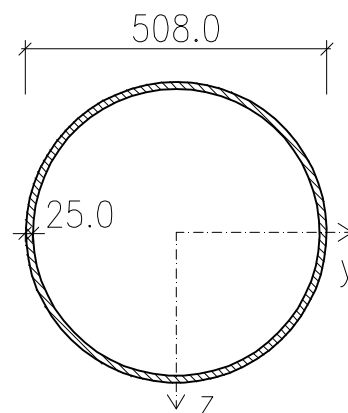
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
3938	1725	max N	334,2	84,0	-225,4	-0,2	140,8	52,5	KZ 20
3923	1719	min N	-2653,8	-297,3	-2177,8	1,1	1365,6	-186,4	KZ 18
3924	0	max V_y	-1691,2	107,8	-279,4	0,1	1088,0	50,9	KZ 30
3923	1718	min V_y	-2651,9	-298,1	-2182,7	0,0	0,0	0,0	KZ 18
3938	1724	max V_z	-736,2	-53,0	896,9	0,0	0,0	0,0	KZ 30
3923	1718	min V_z	-2350,2	-293,8	-2304,6	0,0	0,0	0,0	KZ 30
3923	1719	max M_T	-1820,7	-274,9	-2212,7	1,7	1386,1	-172,0	KZ 27
3927	1723	min M_T	-1575,0	19,4	-295,9	-0,6	-1,8	1,9	KZ 30
3923	1719	max M_y	-2352,6	-293,2	-2300,0	1,2	1441,7	-183,6	KZ 30
3938	1725	min M_y	-734,8	-53,0	896,3	0,1	-560,7	-33,1	KZ 30
3924	1719	max M_z	-1980,9	102,6	-251,4	0,6	1355,7	187,8	KZ 18
3923	1719	min M_z	-2653,8	-297,3	-2177,8	1,1	1365,6	-186,4	KZ 18

4.11.2.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 508/25

Průřezové charakteristiky:

$A =$	37935 mm ²
$A_{v,z} =$	24150 mm ²
$I_y =$	1,11E+09 mm ⁴
$i_y =$	170,99 mm
$W_{el,y} =$	4,37E+06 mm ³
$W_{pl,y} =$	5,84E+06 mm ³
$I_t =$	2,22E+09 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{508}{25} = 20,32 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,13$$

Třída průřezu 1.

4.11.2.2 Posouzení únosnosti (prut č.3923)

Vnitřní síly						
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{ed,y}$	$V_{ed,z}$	M_T	$M_{ed,y}$	$M_{ed,z}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
0,0	2352,6	293,2	2300,0	1,1	1441,7	183,6

Posouzení na smyk				Posouzení na ohyb			
směr	$V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd}$	$V_{ed}/V_{c,Rd} < 0,5$	směr	$M_{c,Rd}$	$M_{ed}/M_{c,Rd}$	komb.
	[kN]				[kNm]		
Z	4949,8	0,46	ANO	Y	2072,3	0,70	0,78
Y	4949,8	0,06	ANO	Z	2072,3	0,09	

Vzpěrná únosnost								
osa	L_{toer}	$k_{y/z/w}$	L_{cr}	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$	$N_{ed}/N_{b,Rd}$
	[m]						[kN]	
Y-Y	1,25	1	1,25	7,3	0,10	1,00	13466,9	0,17
Z-Z	1,25	1	1,25	7,3	0,10	1,00		

Posouzení na kombinaci ohybu a vzpěrného tlaku										
N_{Rk}	$M_{y,Rk}$	$M_{z,Rk}$				X_y	X_z	X_{LT}		
[kNm]	[kNm]	[kNm]								
13466,9	2072,3	2072,3				1,00	1,00	1,00		
směr	typ	$M_{h,1}$	$M_{h,2}$	M_s				ψ	$\alpha_{s/h}$	$C_{my/z/LT}$
		[kNm]	[kNm]	[kNm]						
Y	1	1441,70	0,00	0,00				0,000	0,000	0,600
Z	1	183,60	0,00	0,00				0,000	0,000	0,600
klopení	1	1441,70	0,00	0,00				0,000	0,000	0,600
Tabulka	k_{yy}	k_{zz}	k_{yz}	k_{zy}				Podm. 1	Podm. 2	
tab B.1	0,59	0,59	0,35	0,35				0,62	0,47	

Průřez TR 508/10 z oceli S355 vyhoví na MSÚ.

4.11.3 Diagonály příhradového sloupu

Vnitřní síly na prvku:

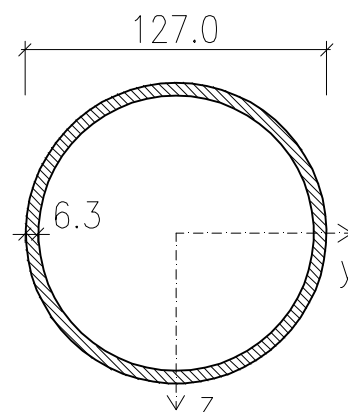
Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
3936	1723	max N	162,2	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	KZ 26
3929	1725	min N	-229,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	KZ 30

4.11.3.1 Průřezové charakteristiky

Profil: TR 127/6,3

Průřezové charakteristiky:

A =	2389 mm ²
A _{v,z} =	1521 mm ²
I _y =	4,36E+06 mm ⁴
i _y =	42,73 mm
W _{el,y} =	68696 mm ³
W _{pl,y} =	91865 mm ³
I _t =	8,72E+06 mm ⁴



Třída průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$\frac{d}{t} = \frac{127}{6,3} = 20,16 < 50 \times \varepsilon^2 = 50 \times 0,814^2 = 33,13$$

Třída průřezu 1.

4.11.3.2 Posouzení únosnosti (prut č.3929)

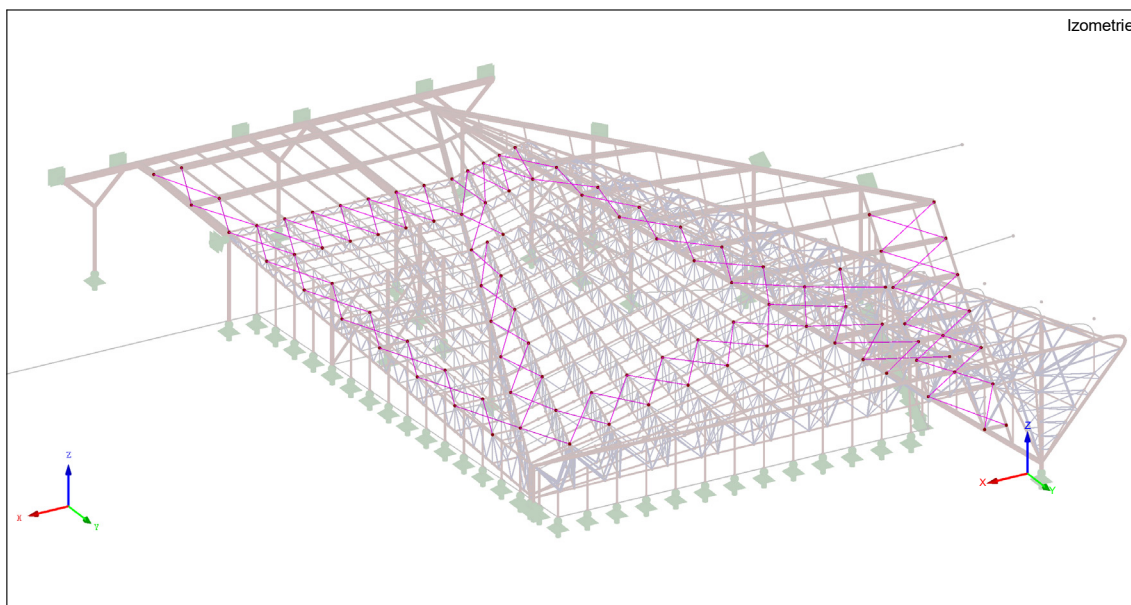
Vnitřní síly							Pos. na tah	
N _{Ed,t}	N _{Ed,c}	V _{Ed,y}	V _{Ed,z}	M _T	M _{Ed,y}	M _{Ed,z}	N _{t,Rd}	N _{Ed} /N _{t,Rd}
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
162,2	229,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	848,1	0,19

Vzpěrná únosnost								
osa	L _{toer}	k _{y/z/w}	L _{cr}	λ	λ̄	χ	N _{b,Rd}	N _{Ed} /N _{b,Rd}
	[m]						[kN]	
Y-Y	1,6	0,9	1,44	33,7	0,44	0,94	798,6	0,29
Z-Z	1,6	0,9	1,44	33,7	0,44	0,94		

Průřez TR 127/6,3 z oceli S355 vyhoví na MSÚ.

4.12 Ztužidla

4.12.1 Střešní



Vnitřní síly na prvku:

Pрут č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
45	16	max N	408,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	KZ 29
7	19	min N	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	KZ 1

4.12.1.1 Průřezové charakteristiky

Profil: RD 42

Průřezové charakteristiky:

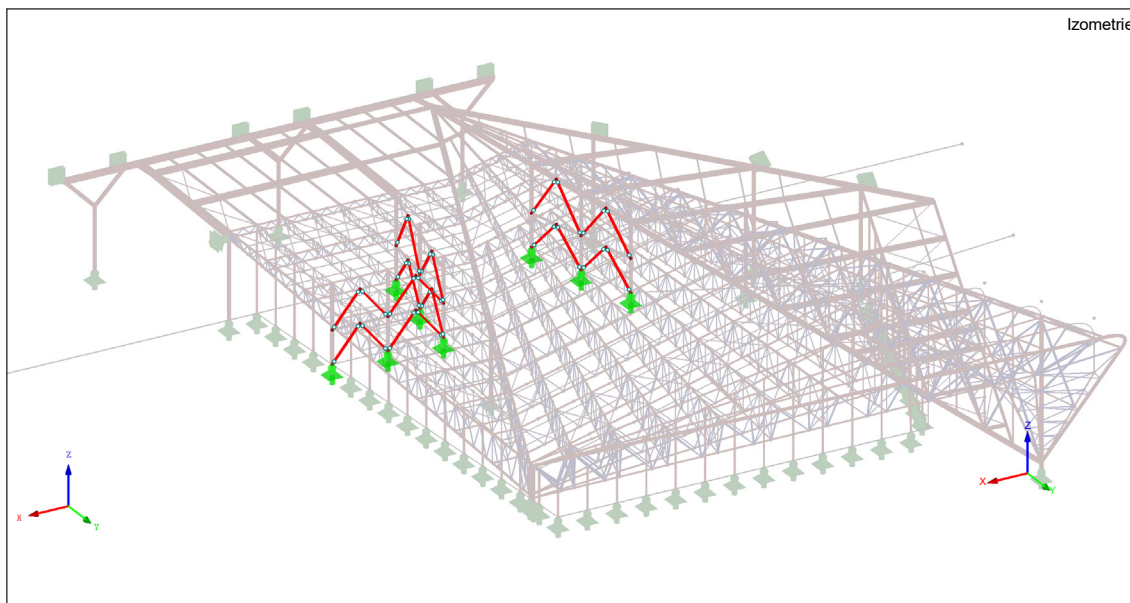
A = 1385 mm²

4.12.1.2 Posouzení únosnosti (prut č.45)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{Ed,t}$	$N_{Ed,c}$	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	M_T	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
470,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	637,3	0,74

Průřez táhla RD 45 z oceli S355 vyhoví na MSÚ.

4.12.2 Stěnová



Vnitřní síly na prvku:

Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
1219	498	max N	613,8	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	KZ 30
1055	461	min N	-566,7	0,0	-3,6	0,0	0,0	0,0	KZ 29

4.12.2.1 Průřezové charakteristiky

Profil: HEB 300

Průřezové charakteristiky:

A =	14910 mm ²	i _z =	75,80 mm
i _y =	129,90 mm	I _w =	1,69E+12 mm ⁶
I _t =	1,85E+06 mm ⁴		

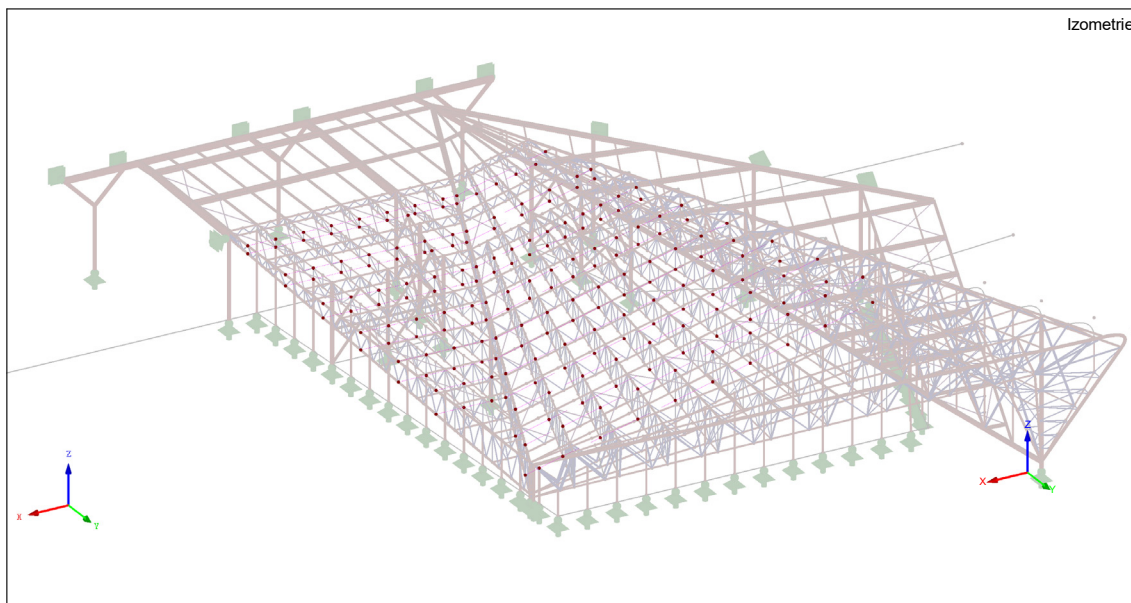
4.12.2.2 Posouzení únosnosti (prut č.1055)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
N _{ed,t}	N _{ed,c}	V _{Ed,y}	V _{Ed,z}	M _T	M _{Ed,y}	M _{Ed,z}	N _{t,Rd}	N _{Ed} /N _{t,Rd}
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
613,8	566,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5293,1	0,12

Vzpěrná únosnost								
osa	L _{toer}	k _{y/z/w}	L _{cr}	λ	λ̄	χ	N _{b,Rd}	N _{Ed} /N _{b,Rd}
	[m]						[kN]	
Y-Y	8	1	8	61,6	0,81	0,72	1885,7	0,30
Z-Z	8	1	8	105,5	1,38	0,36		
kroucení	8	1	8		0,77	0,68		

Průřez HEB 300 z oceli S355 vyhoví na MSÚ i MSP.

4.12.3 Vazníková



Vnitřní síly na prvku:

Prut č.	Místo x [m]		Síly [kN]			Momenty [kNm]			Stav
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
4122	323	max N	31,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	KZ 21
4142	997	min N	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	KZ 27

4.12.3.1 Průřezové charakteristiky

Profil: RD 20

Průřezové charakteristiky:

$A = 314,16 \text{ mm}^2$

4.12.3.2 Posouzení únosnosti (prut č.45)

Vnitřní síly							Pos. na tah	
$N_{ed,t}$	$N_{ed,c}$	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	M_T	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
31,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	111,5	0,28

Průřez táhla RD 20 z oceli S355 vyhoví na MSÚ.

5 Návrh spojů Návrh spojů

5.1 Detail A

Přípoj příhradové a plnostěnné vaznice na příhradový vazník. Přejechod mezi příhradovou částí střechy a střechy tvořené plnostěnnými profily. Spodní pás připojen pouze konstrukčně, síly v prvku jsou zanedbatelné.

Rozhodující zatížení v prvku:

Plnostěnná vaznice:

IS 340/220/10/16:

$$V_z = 42,1 \text{ kN (KZ 18)}$$

$$N_t = 20,2 \text{ kN}$$

Příhradová vaznice:

Horní pás – JÄKL 180/6:

$$N_{c,1} = 204,2 \text{ kN (KZ 30)}$$

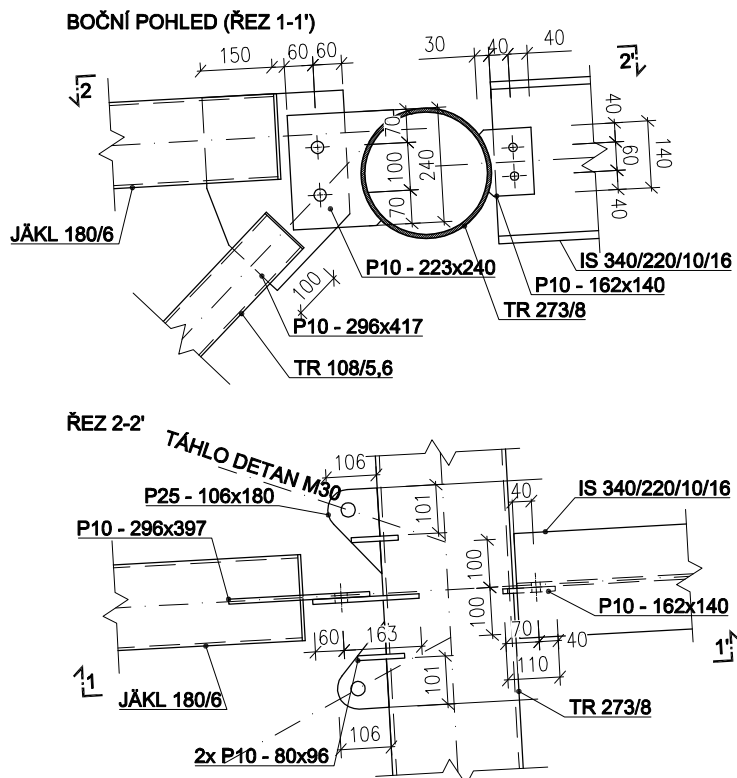
Diagonála – TR 108/5,6: $\alpha = 43,5^\circ$

$$N_{t,2} = 12,0 \text{ kN (KZ 30)}$$

Táhla:

Systémové HALFEN DETAN M30:

$$N_t = 205,4 \text{ kN (KZ 30)}$$



5.1.1 Připojení plnostěnné vaznice

Vaznice bude připojena pomocí dvou šroubů M16 na plech přivařený k hornímu pásu příčného vazníku.

$$V_z = 42,1 \text{ kN (KZ 18)}$$

$$N_t = 20,2 \text{ kN}$$

$$d = 16 \text{ mm}; A_s = 157 \text{ mm}^2; d_0 = 18 \text{ mm}; \text{materiál 8.8}$$

$$f_{yb} = 640 \text{ MPa}; f_{ub} = 800 \text{ MPa}$$

Plech, vaznice – ocel S355:

$$t_1 = 10 \text{ mm}; t_w = 10 \text{ mm}$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}; f_u = 510 \text{ MPa}, \beta_w = 0,9$$

Celková síla:

$$F_{Ed} = \sqrt{N_t^2 + V_z^2} = \sqrt{20,2^2 + 42,1^2} = 46,7 \text{ kN}$$

Únosnost na stříh:

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \times f_{ub} \times A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \times 800 \text{ 000} \times 157 \times 10^{-6}}{1,25} = 60,3 \text{ kN} > \frac{F_{Ed}}{2} = \frac{46,7}{2} = 23,35 \text{ kN}$$

→ **VYHOVUJE**

Únosnost v otláčení:

$$\alpha_b = \min \left\{ \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0; \frac{e_1}{3 \times d_0} \right\} = \min \left\{ \frac{800}{510}; 1,0; \frac{40}{3 \times 18} \right\} = \min \{1,569; 1,0; 0,741\} = 0,741$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,5; 2,8 \times \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \times \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \right\} = \min \left\{ 2,5; 2,8 \times \frac{40}{18} - 1,7; 1,4 \times \frac{60}{18} - 1,7 \right\} \\ = \min \{2,5; 4,52; 2,97\} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \times \alpha_b \times f_u \times d \times t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \times 0,741 \times 510 \text{ 000} \times 0,016 \times 0,01}{1,25} =$$

$$= 120,9 \text{ kN} > \frac{F_{Ed}}{2} = \frac{46,7}{2} = 23,35 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Únosnost ocelové desky:

$$A_{NET} = (140 - 18 \times 2) \times 10 = 1040 \text{ mm}^2$$

$$N_{t,Rd} = \frac{0,9 \times A_{NET} \times f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \times 1,04 \times 10^{-3} \times 510 \text{ 000}}{1,25} = 381,9 \text{ kN} > N_t = 20,2 \text{ kN}$$

→ **VYHOVUJE**

Koutový svar:

$$l_1 = 140 \text{ mm} \quad \text{délka svaru zjednodušeně}$$
$$a_1 = 3 \text{ mm} \quad \text{tloušťka svaru}$$
$$L = l_1 - 2 \times a_1 = 140 - 2 \times 3 = 136 \text{ mm} \quad \text{účinná délka svaru}$$

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u \times a \times L_w}{\sqrt{3} \times \beta_w \times \gamma_{M2}} = \frac{510\,000 \times 0,003 \times 2 \times 0,136}{\sqrt{3} \times 0,9 \times 1,25} = 213,6 \text{ kN} > F_{Ed} = 46,7 \text{ kN}$$

→ **VYHOVUJE**

5.1.2 Připojení příhradové vaznice

Diagonála a horní pás budou spojeny plechem, umístěným uvnitř profilu a svařeným s profily. Příhradová vaznice bude připojena pomocí dvojice šroubů M24 a plech přivařený k hornímu pásu příčného vazníku.

Horní pás – JÄKL 180/6:

$$N_{c,1} = 204,2 \text{ kN (KZ 30)}$$

Diagonála – TR 108/5,6: $\alpha = 43,5^\circ$

$$N_{t,2} = 12,0 \text{ kN (KZ 30)}$$

$d = 24 \text{ mm}; A_s = 353 \text{ mm}^2; d_0 = 26 \text{ mm}; \text{materiál 8.8}$

$$f_{yb} = 640 \text{ MPa}; f_{ub} = 800 \text{ MPa}$$

Plech, vaznice – ocel S355:

$$t_1 = 10 \text{ mm}; t_2 = 10 \text{ mm}$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}; f_u = 510 \text{ MPa}, \beta_w = 0,9$$

Celková síla:

$$F_{Ed} = \sqrt{N_{c,1}^2 + N_{t,2}^2 - 2 \times N_{c,1} \times N_{t,2} \times \cos(180 - \alpha)} =$$
$$= \sqrt{204,2^2 + 12^2 - 2 \times (-204,2) \times 12 \times \cos(180 - 43,5)} = 195,67 \text{ kN}$$

Únosnost na stříh:

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \times f_{ub} \times A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \times 800\,000 \times 353 \times 10^{-6}}{1,25} = 135,6 \text{ kN} > \frac{F_{Ed}}{2} = \frac{195,67}{2} = 97,84 \text{ kN}$$

→ **VYHOVUJE**

Únosnost v otačení:

$$\alpha_b = \min \left\{ \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0; \frac{e_1}{3 \times d_0} \right\} = \min \left\{ \frac{800}{510}; 1,0; \frac{60}{3 \times 26} \right\} = \min \{1,569; 1,0; 0,769\} = 0,769$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,5; 2,8 \times \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \times \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \right\} = \min \left\{ 2,5; 2,8 \times \frac{70}{26} - 1,7; 1,4 \times \frac{100}{26} - 1,7 \right\} \\ = \min \{2,5; 5,838; 3,685\} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \times \alpha_b \times f_u \times d \times t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \times 0,769 \times 510 \, 000 \times 0,024 \times 0,01}{1,25} =$$

$$= 188,3 \, \text{kN} > \frac{F_{Ed}}{2} = \frac{195,67}{2} = 97,84 \, \text{kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Koutový svar:

$$l_1 = 240 \, \text{mm}$$

délka svaru zjednodušeně

$$a_1 = 3 \, \text{mm}$$

tloušťka svaru

$$L = l_1 - 2 \times a_1 = 240 - 2 \times 3 = 234 \, \text{mm} \text{ účinná délka svaru}$$

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u \times a \times L_w}{\sqrt{3} \times \beta_w \times \gamma_{M2}} = \frac{510 \, 000 \times 0,003 \times 2 \times 0,234}{\sqrt{3} \times 0,9 \times 1,25} = 367,5 \, \text{kN} > F_{Ed} = 195,67 \, \text{kN}$$

→ VYHOVUJE

Rozměry svaru vloženého plechu u horního pasu, popřípadě diagonály, jsou větší než rozměry svaru na příčný vazník, proto svar není nutné posuzovat.

5.1.3 Připojení táhla

Táhla jsou vytvořena jako systémové s minimálními rozměry požadované výrobcem.

Systémové HALFEN DETAN M30:

$$N_t = 205,4 \, \text{kN} \text{ (KZ 30)}$$

Koutový svar:

$$l_1 = 180 \, \text{mm}$$

délka svaru zjednodušeně

$$a_1 = 5 \, \text{mm}$$

tloušťka svaru

$$L = l_1 - 2 \times a_1 = 180 - 2 \times 5 = 170 \, \text{mm} \text{ účinná délka svaru}$$

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u \times a \times L_w}{\sqrt{3} \times \beta_w \times \gamma_{M2}} = \frac{510 \, 000 \times 0,005 \times 2 \times 0,170}{\sqrt{3} \times 0,9 \times 1,25} = 444,9 \, \text{kN} > N_t = 195,67 \, \text{kN}$$

→ VYHOVUJE

5.1.4 Posouzení povrchu pásu

TR 273/8

$A = 6660 \text{ mm}^2$ průřezová plocha profilu

Porušení povrchu pásu – osová síla od příhradové vaznice:

$b_1 = 240 \text{ mm}$ šířka připojeného plechu

Rozsah platnosti:

$$\beta = \frac{b_1}{d_0} = \frac{200}{273} = 0,733 > 0,4$$

Síla v pásu (TR 273/8): $N_c = 539,2 \text{ kN}$

$$\sigma_{p,Ed} = \frac{N_c}{A_{TR}} = \frac{539,2 \times 10^3}{5278} = 80,96 \text{ MPa}$$

$$n_p = \frac{\frac{\sigma_{p,Ed}}{f_{y0}}}{\gamma_{M5}} = \frac{\frac{80,96}{355}}{1,0} = 0,228$$

$$k_p = 1 - 0,3 \times n_p \times (1 + n_p) = 1 - 0,3 \times 0,228 \times (1 + 0,228) = 0,916$$

$$N_{1,Rd} = \frac{5 \times k_p \times f_{y0} \times t_0^2}{1 - 0,81 \times \beta} / \gamma_{M5} = \frac{5 \times 0,916 \times 355 \times 0,008^2}{1 - 0,81 \times 0,733} / 1,0 = 255,9 \text{ kN} > F_{Ed} =$$
$$= 195,67 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Porušení povrchu pásu – smyk a osová síla od táhla:

$N_t = 205,4 \text{ kN}$ $\alpha = 64^\circ$ (odklon od pásu)

$b_1 = 2 \times 80 \text{ mm}$ šířka připojeného plechu

$h_1 = 180 \text{ mm}$ délka připojeného plechu

$t_1 = 25 \text{ mm}$ tloušťka připojeného plechu

Rozložení sil do jednotlivých směrů:

$$F_z = \sum_{i=1}^n F_i \times \cos(\alpha_i) = 205,4 \times \cos(64^\circ) = 90,0 \text{ kN}$$

$$F_x = \sum_{i=1}^n F_i \times \sin(\alpha_i) = 205,4 \times \sin(64^\circ) = 184,6 \text{ kN}$$

Smyková únosnost:

$$\sigma_{\max} t_i = \frac{F_z}{A} \times t_i = \frac{90 \times 10^3}{6660} \times 25 = 337,8 \text{ MPa/mm} < \frac{2 \times t_0 \times \left(\frac{f_{y0}}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{M5}} = \frac{2 \times 8 \times \left(\frac{355}{\sqrt{3}}\right)}{1,0} = 3279,4 \text{ MPa/mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Osová síla:

Rozsah platnosti:

$$\beta = \frac{b_1}{d_0} = \frac{160}{273} = 0,586 > 0,4$$

$$\eta = \frac{h_1}{d_0} = \frac{180}{273} = 0,659 < 4,0$$

Síla v pásu (TR 273/8): $N_c = 539,2 \text{ kN}$

$$\sigma_{p,Ed} = \frac{N_c}{A_{TR}} = \frac{539,2 \times 10^3}{6660} = 80,96 \text{ MPa}$$

$$n_p = \frac{\frac{\sigma_{p,Ed}}{f_{y0}}}{\gamma_{M5}} = \frac{\frac{80,96}{355}}{1,0} = 0,228$$

$$k_p = 1 - 0,3 \times n_p \times (1 + n_p) = 1 - 0,3 \times 0,228 \times (1 + 0,228) = 0,916$$

$$\begin{aligned} N_{1,Rd} &= \frac{k_p \times f_{y0} \times t_0^2 \times (4 + 20\beta^2) \times (5 + 1,25\eta)}{\gamma_{M5}} = \\ &= \frac{0,916 \times 355 \text{ 000} \times 0,008^2 \times ((4 + 20 \times 0,586^2) + (5 + 1,25 \times 0,659))}{1,0} \\ &= \mathbf{319,3 \text{ kN}} > F_{Ed} = \mathbf{184,6 \text{ kN}} \rightarrow \text{VYHOVUJE} \end{aligned}$$

5.2 Detail B

Připojení hlavního vazníku na sloup a jeho pokračování jako plnostěnného profilu. Připojení příčného vazníku a táhla. Všechny spoje provedeny jako šroubové na žiletku umístěnou na sloupu a v trubkových profilech.

Zatížení v prvku:

Hlavní vazník plnostěnný:

IS 1355-1000/600/30/40:

$$V_z = 331,4 \text{ kN (KZ 21)}$$

$$N_c = 83,4 \text{ kN}$$

Hlavní vazník příhradový:

Horní pás – TR 356/8:

$$N_{t,1} = 57,7 \text{ kN (KZ 17)}$$

Diagonála – TR 159/5:

$$(\alpha = 46,4^\circ)$$

$$N_{t,2} = 98,6 \text{ kN (KZ 18)}$$

Dolní pás – TR 356/8:

$$N_{c,3} = 163,7 \text{ kN (KZ 18)}$$

Příčný vazník:

Horní pás – TR 273/8:

$$N_{t,1} = 205,1 \text{ kN (KZ 19)}$$

$$N_{t,1} = 191,3 \text{ kN (KZ 18)}$$

Diagonála – TR 168/8:

$$(\alpha = 50,1^\circ)$$

$$N_{t,2} = 331,0 \text{ kN (KZ 19)}$$

$$N_{t,2} = 351,7 \text{ kN (KZ 18)}$$

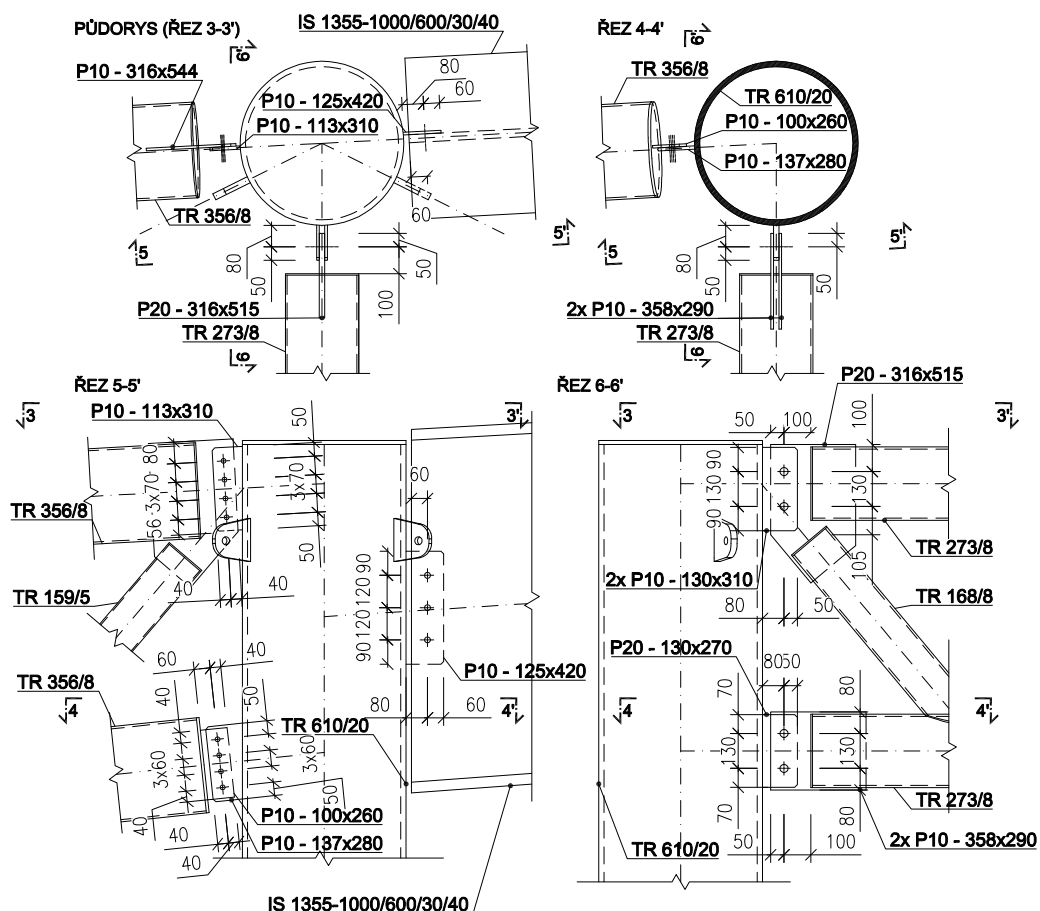
Dolní pás – TR 273/8:

$$N_{c,3} = 581,5 \text{ kN (KZ 15)}$$

Táhla:

Systémové HALFEN DETAN M30:

$$N_t = 49,5 \text{ kN (KZ 19)}$$



5.2.1 Připojení hlavního plnostěnného vazníku

Vazník bude připojen na žiletku navařenou ke sloupu pomocí trojice šroubů.

$$V_z = 331,4 \text{ kN (KZ 21)}$$

$$N_c = 83,4 \text{ kN}$$

$$d = 24 \text{ mm}; A_s = 353 \text{ mm}^2; d_0 = 26 \text{ mm}; \text{materiál 8.8}$$

$$f_{yb} = 640 \text{ MPa}; f_{ub} = 800 \text{ MPa}$$

Plech, vazník – ocel S355:

$$t_1 = 10 \text{ mm}; t_w = 30 \text{ mm}$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}; f_u = 510 \text{ MPa}, \beta_w = 0,9$$

Celková síla:

$$F_{Ed} = \sqrt{N_c^2 + V_z^2} = \sqrt{331,4^2 + 83,4^2} = 341,7 \text{ kN}$$

Moment vlivem excentricity:

$$M_{Ed} = V_z \times e = 331,4 \times 0,08 = 26,5 \text{ kNm}$$

Únosnost na stříh:

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \times f_{ub} \times A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \times 800 \text{ 000} \times 353 \times 10^{-6}}{1,25} = 133,6 \text{ kN} > \frac{F_{Ed}}{3} = \frac{341,7}{3} = 113,9 \text{ kN}$$

→ VYHOVUJE

Únosnost v otláčení:

$$\alpha_b = \min \left\{ \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0; \frac{e_1}{3 \times d_0} \right\} = \min \left\{ \frac{800}{510}; 1,0; \frac{60}{3 \times 26} \right\} = \min \{1,569; 1,0; 0,769\} = 0,769$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,5; 2,8 \times \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \times \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \right\} = \min \left\{ 2,5; 2,8 \times \frac{60}{26} - 1,7; 1,4 \times \frac{120}{26} - 1,7 \right\}$$
$$= \min \{2,5; 4,762; 4,762\} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \times \alpha_b \times f_u \times d \times t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \times 0,769 \times 510 \text{ 000} \times 0,024 \times 0,01}{1,25} =$$
$$= 188,3 \text{ kN} > \frac{F_{Ed}}{3} = \frac{341,7}{3} = 113,9 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Únosnost ocelové desky:

Oslabená plocha přenášející tahovou sílu:

$$A_{nt} = \left(60 - \frac{26}{2} \right) \times 10 = 470 \text{ mm}^2$$

Oslabená plocha přenášející smykovou sílu:

$$A_{nv} = \left(120 + 120 + 90 - 2 \times 26 - \frac{26}{2} \right) \times 10 = 2650 \text{ mm}^2$$

Únosnost desky při vytržení skupiny šroubů:

$$V_{eff2,Rd} = \frac{0,5 \times A_{nt} \times f_u}{\gamma_{M2}} + \frac{A_{nv} \times f_y}{\sqrt{3} \times \gamma_{M0}} = \frac{0,5 \times 470 \times 510}{1,25} + \frac{2650 \times 355}{\sqrt{3} \times 1,0} = \mathbf{639,0 \text{ kN} > F_{Ed}}$$
$$= \mathbf{341,7 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}}$$

Ohybová únosnost desky:

$$M_{Rd} = \frac{W_{el} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{\frac{10 \times 420^2}{6} \times 355}{1,0} = \mathbf{104,4 \text{ kNm} > M_{Ed} = 26,5 \text{ kNm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}}$$

Koutový svar:

$$l_1 = 420 \text{ mm}$$

délka svaru

$$a_1 = 5 \text{ mm}$$

tloušťka svaru

$$L = l_1 - 2 \times a_1 = 420 - 2 \times 5 = 410 \text{ mm} \text{ účinná délka svaru}$$

Napětí ve svaru od posouvající síly:

$$\tau_{\parallel} = \frac{V_z}{2 \times a \times L} = \frac{331,4 \times 10^3}{2 \times 5 \times 410} = 80,8 \text{ MPa}$$

Napětí od momentu způsobené excentricitou přípoje:

$$\sigma_w = \frac{M_{Ed}}{W_{el}} = \frac{26,5 \times 10^6}{\frac{2 \times 5 \times 420^2}{6}} = 90,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma_w}{\sqrt{2}} = \frac{90,2}{\sqrt{2}} = \mathbf{64,1 \text{ MPa}} < \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{510}{1,25} = \mathbf{408 \text{ MPa} \rightarrow \text{VYHOVUJE}}$$

Podmínka:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \times \tau_{\parallel}^2 + 3 \times \tau_{\perp}^2} = \sqrt{64,1^2 + 3 \times (80,8^2 + 64,1^2)} =$$

$$= \mathbf{189,8 \text{ MPa}} < \frac{f_u}{\beta_w \times \gamma_{M2}} = \frac{510}{0,9 \times 1,25} = \mathbf{453,3 \text{ MPa} \rightarrow \text{VYHOVUJE}}$$

5.2.2 Připojení hlavního příhradového vazníku

Diagonála a horní pás budou spojeny plechem, umístěným uvnitř profilu a svařeným s profily. Horní i dolní pás bude připojen ke sloupu pomocí čtyř šroubů M16 a žiletce přivařené ke sloupu.

Horní pás – TR 356/8:

$$N_{t,1} = 57,7 \text{ kN (KZ 17)}$$

Diagonála – TR 159/5: $\alpha = 46,4^\circ$

$$N_{t,2} = 98,3 \text{ kN (KZ 17)}$$

Dolní pás – TR 356/8:

$$N_{c,3} = 163,7 \text{ kN (KZ 18)}$$

$d = 16 \text{ mm}; A_s = 157 \text{ mm}^2; d_0 = 18 \text{ mm}; \text{materiál 8.8}$

$f_{yb} = 640 \text{ MPa}; f_{ub} = 800 \text{ MPa}$

Plech, vaznice – ocel S355:

$t_1 = 10 \text{ mm}; t_2 = 10 \text{ mm}$

$f_y = 355 \text{ MPa}; f_u = 510 \text{ MPa}, \beta_w = 0,9$

Celková síla – horní pás + diagonála:

$$F_{Ed} = \sqrt{N_{t,1}^2 + N_{t,2}^2 - 2 \times N_{t,1} \times N_{t,2} \times \cos(180 - \alpha)} = \\ = \sqrt{57,7^2 + 98,3^2 - 2 \times 57,7 \times 98,3 \times \cos(180 - 46,4)} = 144,3 \text{ kN}$$

Dále je posuzován pouze spoj dolního pasu se sloupem, jelikož horní i dolní přípoj je téměř identický a dolní pás je více namáhaný.

Únosnost na stříh:

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \times f_{ub} \times A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \times 800 \text{ 000} \times 157 \times 10^{-6}}{1,25} = 60,3 \text{ kN} > \frac{F_{Ed}}{4} = \frac{163,7}{4} = 40,9 \text{ kN} \\ \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Únosnost v otláčení:

$$\alpha_b = \min \left\{ \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0; \frac{e_1}{3 \times d_0} \right\} = \min \left\{ \frac{800}{510}; 1,0; \frac{50}{3 \times 18} \right\} = \min \{1,569; 1,0; 0,926\} = 0,926$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,5; 2,8 \times \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \times \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \right\} = \min \left\{ 2,5; 2,8 \times \frac{50}{18} - 1,7; 1,4 \times \frac{60}{18} - 1,7 \right\} \\ = \min \{2,5; 6,078; 2,967\} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \times \alpha_b \times f_u \times d \times t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \times 0,926 \times 510 \text{ 000} \times 0,016 \times 0,01}{1,25} = \\ = 151,1 \text{ kN} > \frac{F_{Ed}}{4} = \frac{163,7}{4} = 40,9 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Koutový svar:

$$\begin{aligned}l_1 &= 280 \text{ mm} && \text{délka svaru} \\a_1 &= 4 \text{ mm} && \text{tloušťka svaru} \\L &= l_1 - 2 \times a_1 = 310 - 2 \times 4 = 272 \text{ mm} && \text{účinná délka svaru}\end{aligned}$$

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u \times a \times L_w}{\sqrt{3} \times \beta_w \times \gamma_{M2}} = \frac{510\,000 \times 0,004 \times 2 \times 0,272}{\sqrt{3} \times 0,9 \times 1,25} = 569,5 \text{ kN} > F_{Ed} = 163,7 \text{ kN}$$

→ **VYHOVUJE**

5.2.3 Připojení příhradového vazníku

Diagonála a horní pás budou spojeny dvojicí plechů umístěných uvnitř profilu a svařeným s profily. Horní i dolní pás bude připojen ke sloupu pomocí dvou šroubů M27 a žiletce přivařené ke sloupu.

Horní pás – TR 273/8:

$$N_{t,1} = 205,1 \text{ kN (KZ 19)}$$

$$N_{t,1} = 191,3 \text{ kN (KZ 18)}$$

Diagonála – TR 168/8: $\alpha = 50,1^\circ$

$$N_{t,2} = 331,0 \text{ kN (KZ 19)}$$

$$N_{t,2} = 351,7 \text{ kN (KZ 18)}$$

Dolní pás – TR 273/8:

$$N_{c,3} = 581,5 \text{ kN (KZ 15)}$$

$d = 27 \text{ mm}; A_s = 459 \text{ mm}^2; d_0 = 30 \text{ mm}; \text{materiál 8.8}$

$$f_{yb} = 640 \text{ MPa}; f_{ub} = 800 \text{ MPa}$$

Plech, vaznice – ocel S355:

$$t_1 = 20 \text{ mm}; t_2 = 2 \times 10 \text{ mm}$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}; f_u = 510 \text{ MPa}, \beta_w = 0,9$$

Celková síla – horní pás + diagonála:

$$F_{Ed} = \sqrt{N_{t,1}^2 + N_{t,2}^2 - 2 \times N_{t,1} \times N_{t,2} \times \cos(180 - \alpha)} =$$

$$\text{KZ 19./} = \sqrt{205,1^2 + 331^2 - 2 \times 205,1 \times 331,1 \times \cos(180 - 50,1)} = 488,6 \text{ kN}$$

$$\text{KZ 18./} = \sqrt{191,3^2 + 351,7^2 - 2 \times 191,3 \times 351,7 \times \cos(180 - 50,1)} = 496,6 \text{ kN}$$

Dále je posuzován pouze spoj dolního pasu se sloupem, jelikož horní i dolní přípoj je téměř identický a dolní pas je více namáhaný.

Únosnost na stříh:

$$F_{v,Rd} = 2 \times \frac{0,6 \times f_{ub} \times A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \times 800\,000 \times 459 \times 10^{-6}}{1,25} = 352,5 \text{ kN} > \frac{F_{Ed}}{2} = \frac{581,5}{2} = 290,8 \text{ kN}$$

→ **VYHOVUJE**

Únosnost v otláčení:

$$\alpha_b = \min \left\{ \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0; \frac{e_1}{3 \times d_0} \right\} = \min \left\{ \frac{800}{510}; 1,0; \frac{70}{3 \times 30} \right\} = \min \{1,569; 1,0; 0,778\} = 0,778$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,5; 2,8 \times \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \times \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \right\} = \min \left\{ 2,5; 2,8 \times \frac{70}{30} - 1,7; 1,4 \times \frac{130}{30} - 1,7 \right\}$$
$$= \min \{2,5; 4,833; 4,367\} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \times \alpha_b \times f_u \times d \times t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \times 0,778 \times 510\,000 \times 0,03 \times 0,02}{1,25} =$$
$$= 428,4 \text{ kN} > \frac{F_{Ed}}{2} = \frac{581,5}{2} = 290,8 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Koutový svar:

$$l_1 = 270 \text{ mm}$$

délka svaru

$$a_1 = 5 \text{ mm}$$

tloušťka svaru

$$L = l_1 - 2 \times a_1 = 270 - 2 \times 5 = 260 \text{ mm} \text{ účinná délka svaru}$$

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u \times a \times L_w}{\sqrt{3} \times \beta_w \times \gamma_{M2}} = \frac{510\,000 \times 0,005 \times 2 \times 0,260}{\sqrt{3} \times 0,9 \times 1,25} = 680,5 \text{ kN} > F_{Ed} = 581,5 \text{ kN}$$

→ **VYHOVUJE**

5.2.4 Připojení táhla

Táhla jsou vytvořeny jako systémové s minimálními rozměry požadované výrobcem.

Systémové HALFEN DETAN M30:

$$N_t = 49,5 \text{ kN (KZ 19)}$$

Koutový svar:

$$l_1 = 160 \text{ mm}$$

délka svaru zjednodušeně

$$a_1 = 5 \text{ mm}$$

tloušťka svaru

$$L = l_1 - 2 \times a_1 = 160 - 2 \times 5 = 150 \text{ mm} \text{ účinná délka svaru}$$

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u \times a \times L_w}{\sqrt{3} \times \beta_w \times \gamma_{M2}} = \frac{510\,000 \times 0,005 \times 2 \times 0,150}{\sqrt{3} \times 0,9 \times 1,25} = 785,2 \text{ kN} > N_t = 49,5 \text{ kN}$$

→ **VYHOVUJE**

5.2.5 Posouzení povrchu sloupu

TR 610/20

$$A = 37\,071 \text{ mm}^2$$

průřezová plocha profilu

Porušení povrchu sloupu – smyková a osová síla plnostěnného vazníku:

$$V_z = 331,4 \text{ kN (KZ 21)}$$

$$N_c = 83,4 \text{ kN}$$

$$h_1 = 420 \text{ mm}$$

délka připojeného plechu

$$t_1 = 12 \text{ mm}$$

tloušťka připojeného plechu

Smyková únosnost:

$$\begin{aligned} \sigma_{\max} t_i &= \frac{F_z}{A} \times t_i = \frac{331\,400}{37\,071} \times 12 = 107,3 \text{ MPa/mm} < \frac{2 \times t_0 \times \left(\frac{f_{y0}}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{M5}} = \frac{2 \times 20 \times \left(\frac{355}{\sqrt{3}}\right)}{1,0} = \\ &= 8198,4 \text{ MPa/mm} \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE} \end{aligned}$$

Osová síla:

Rozsah platnosti:

$$\eta = \frac{h_1}{d_0} = \frac{420}{610} = 0,689 < 4,0$$

Síla ve sloupu: $N_c = 611,0 \text{ kN}$

$$\sigma_{p,Ed} = \frac{N_c}{A_{TR}} = \frac{611,0 \times 10^3}{37\,071} = 16,48 \text{ MPa}$$

$$n_p = \frac{\frac{\sigma_{p,Ed}}{f_{y0}}}{\gamma_{M5}} = \frac{\frac{16,48}{355}}{1,0} = 0,046$$

$$k_p = 1 - 0,3 \times n_p \times (1 + n_p) = 1 - 0,3 \times 0,046 \times (1 + 0,046) = 0,985$$

$$\begin{aligned} N_{1,Rd} &= \frac{5 \times k_p \times f_{y0} \times t_0^2 \times (1 + 0,25\eta)}{\gamma_{M5}} = \frac{5 \times 0,985 \times 355\,000 \times 0,02^2 \times (1 + 0,25 \times 0,689)}{1,0} = \\ &= \mathbf{820,1 \text{ kN} > F_{Ed} = 83,4 \text{ kN} \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}} \end{aligned}$$

Porušení povrchu pásu – osová síla od příčného vazníku:

$$N_{c,3} = 581,5 \text{ kN (KZ 15)}$$

$$h_1 = 270 \text{ mm}$$

délka připojeného plechu

$$t_1 = 20 \text{ mm}$$

tloušťka připojeného plechu

Rozsah platnosti:

$$\eta = \frac{h_1}{d_0} = \frac{270}{610} = 0,443 < 4,0$$

Síla ve sloupu: $N_c = 611,0 \text{ kN}$

$$\sigma_{p,Ed} = \frac{N_c}{A_{TR}} = \frac{611,0 \times 10^3}{37\,071} = 16,48 \text{ MPa}$$

$$n_p = \frac{\frac{\sigma_{p,Ed}}{f_{y0}}}{\gamma_{M5}} = \frac{\frac{16,48}{355}}{1,0} = 0,046$$

$$k_p = 1 - 0,3 \times n_p \times (1 + n_p) = 1 - 0,3 \times 0,046 \times (1 + 0,046) = 0,985$$

$$N_{1,Rd} = \frac{5 \times k_p \times f_{y0} \times t_0^2 \times (1 + 0,25\eta)}{\gamma_{M5}} = \frac{5 \times 0,985 \times 355\,000 \times 0,02^2 \times (1 + 0,25 \times 0,443)}{1,0}$$
$$= 777,1 \text{ kN} > F_{Ed} = 581,5 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

5.3 Detail D

Oboustranný přípoj dvou příhradových vaznic na příčný vazník. Spoje jsou provedeny jako šroubové na dvojici plech obepínající příhradový vazník. Připojení příhradových vaznic je identické, proto bude dále posuzována pouze ta s největšími silami.

Zatížení v prvku:

Příhradová vaznice 1:

Horní pás – JÄKL 180/6:

$$N_{t,1} = 427,2 \text{ kN (KZ 19)}$$

Diagonála – TR 108/5,6: $\alpha = 50,7^\circ$

$$N_{t,2} = 180,3 \text{ kN (KZ 19)}$$

Dolní pás – TR 219/14:

$$N_{c,3} = 607,2 \text{ kN (KZ 19)}$$

Příhradová vaznice 2:

Horní pás – JÄKL 180/6:

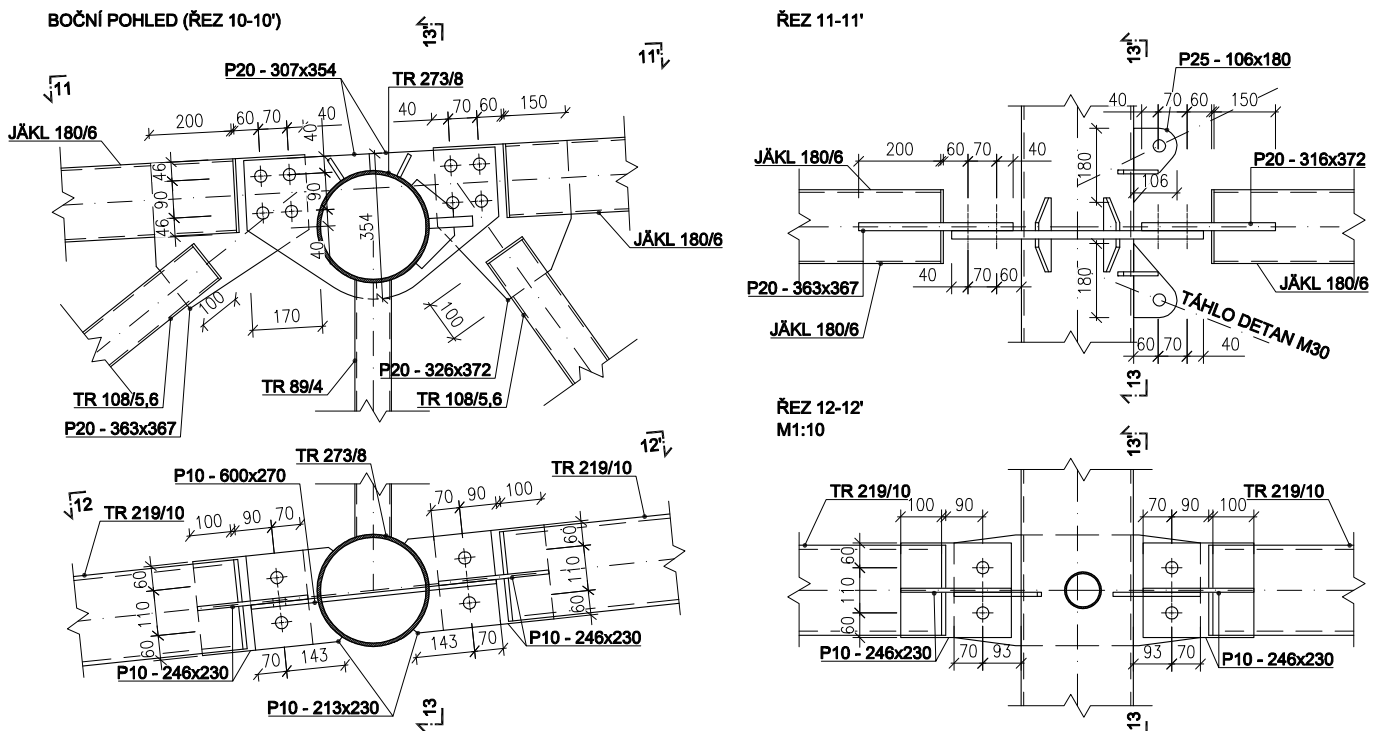
$$N_{t,1} = 379,5 \text{ kN (KZ 19)}$$

Diagonála – TR 108/5,6: $\alpha = 49,4^\circ$

$$N_{t,2} = 277,8 \text{ kN (KZ 19)}$$

Dolní pás – TR 219/14:

$$N_{c,3} = 608,8 \text{ kN (KZ 19)}$$



Spoje jsou šroubové se čtyřmi šrouby M27 pro horní pás a diagonálu i spodní pás.

Horní pás – JÄKL 180/6:

$$N_{t,1} = 379,5 \text{ kN (KZ 19)}$$

Diagonála – TR 108/5,6: $\alpha = 49,4^\circ$

$$N_{t,2} = 277,8 \text{ kN (KZ 19)}$$

Dolní pás – TR 219/14:

$$N_{c,3} = 608,8 \text{ kN (KZ 19)}$$

$d = 27 \text{ mm}; A_s = 459 \text{ mm}^2; d_0 = 30 \text{ mm}; \text{materiál 8.8}$

$f_{yb} = 640 \text{ MPa}; f_{ub} = 800 \text{ MPa}$

Horní pás a diagonála:

Plech, profily – ocel S355:

$t_1 = 20 \text{ mm}; t_2 = 20 \text{ mm}$

$f_y = 355 \text{ MPa}; f_u = 510 \text{ MPa}, \beta_w = 0,9$

Celková síla:

$$F_{Ed} = \sqrt{N_{t,1}^2 + N_{t,2}^2 - 2 \times N_{t,1} \times N_{t,2} \times \cos(180 - \alpha)} = \\ = \sqrt{379,5^2 + 277,8^2 - 2 \times 379,5 \times 277,8 \times \cos(180 - 49,4)} = 598,7 \text{ kN}$$

Únosnost na stříh:

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \times f_{ub} \times A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \times 800 \text{ 000} \times 459 \times 10^{-6}}{1,25} = 176,3 \text{ kN} > \frac{F_{Ed}}{4} = \frac{598,7}{4} = 149,7 \text{ kN} \\ \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Únosnost v otláčení:

$$\alpha_b = \min \left\{ \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0; \frac{e_1}{3 \times d_0}; \frac{p_1}{3 \times d_0} - \frac{1}{4} \right\} = \min \left\{ \frac{800}{510}; 1,0; \frac{40}{3 \times 30}; \frac{70}{3 \times 30} - \frac{1}{4} \right\} = \\ = \min \{1,569; 1,0; 0,444; 0,528\} = 0,444$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,5; 2,8 \times \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \times \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \right\} = \min \left\{ 2,5; 2,8 \times \frac{40}{30} - 1,7; 1,4 \times \frac{90}{30} - 1,7 \right\} \\ = \min \{2,5; 2,033; 2,5\} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \times \alpha_b \times f_u \times d \times t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,033 \times 0,444 \times 510 \text{ 000} \times 0,027 \times 0,02}{1,25} = \\ = 199,1 \text{ kN} > \frac{F_{Ed}}{4} = \frac{598,7}{4} = 149,7 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Únosnost plechu v tahu:

$$A_{NET} = (2 \times 40 + 2 \times 70 + 90 - 2 \times 30) \times 20 = 5000 \text{ mm}^2$$

$$N_{t,Rd} = \frac{0,9 \times A_{NET} \times f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \times 5,0 \times 10^{-3} \times 510\,000}{1,25} =$$
$$= \mathbf{1836 \text{ kN}} > N_t = \mathbf{598,7 \text{ kN}} \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

Plech obepínající TR 273/8 samostatně:

$$A_{NET} = (354 - 273) \times 20 = 1620 \text{ mm}^2$$

$$N_{t,Rd} = \frac{0,9 \times A_{NET} \times f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \times 5,0 \times 10^{-3} \times 510\,000}{1,25} =$$
$$= 594,9 \text{ kN}$$

Samostatně nevyhovuje, ale spolupůsobí s TR 273/8, dochází ovšem k minimálnímu namáhání ve stěnách profilu. Nedochází tedy k porušení pásu vlivem vysokého zatížení tahem.

Dolní pás:

Plech, profily – ocel S355:

$$t_1 = 2 \times 10 \text{ mm}; t_2 = 2 \times 10 \text{ mm}$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}; f_u = 510 \text{ MPa}, \beta_w = 0,9$$

Únosnost na stříh:

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \times f_{ub} \times A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \times 800\,000 \times 459 \times 10^{-6}}{1,25} = \mathbf{176,3 \text{ kN}} > \frac{F_{Ed}}{4} = \frac{608,8}{4} = \mathbf{152,2 \text{ kN}}$$

$\rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$

Únosnost v otláčení:

$$\alpha_b = \min \left\{ \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0; \frac{e_1}{3 \times d_0} \right\} = \min \left\{ \frac{800}{510}; 1,0; \frac{70}{3 \times 30} \right\} = \min \{1,569; 1,0; 0,778\} = 0,778$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,5; 2,8 \times \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \times \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \right\} = \min \left\{ 2,5; 2,8 \times \frac{60}{30} - 1,7; 1,4 \times \frac{110}{30} - 1,7 \right\}$$
$$= \min \{2,5; 3,9; 3,433\} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \times \alpha_b \times f_u \times d \times t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \times 0,778 \times 510\,000 \times 0,027 \times 0,01}{1,25} =$$
$$= \mathbf{214,2 \text{ kN}} > \frac{F_{Ed}}{4} = \frac{608,8}{4} = \mathbf{152,2 \text{ kN}} \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

Příhradový vazník není posuzován na porušení stěny tlakem, plech je veden skrz pás a spojuje oba tlačené nosníky.

5.4 Montážní spoje

Montážní spoje uzavřených průřezů jsou buďto prováděny jako svařovaná tupým svarem nebo pomocí dvojice čelních desek na sraz, opatřených šrouby. Pro posouzení montážních spojů příhradových vazníků vybrány prvky s největšími silami.

Zatížení v prvku:

Příhradová vauníky:

Horní pás – TR 273/6,3:

$$N_{c,1} = 582,5 \text{ kN (KZ 17)}$$

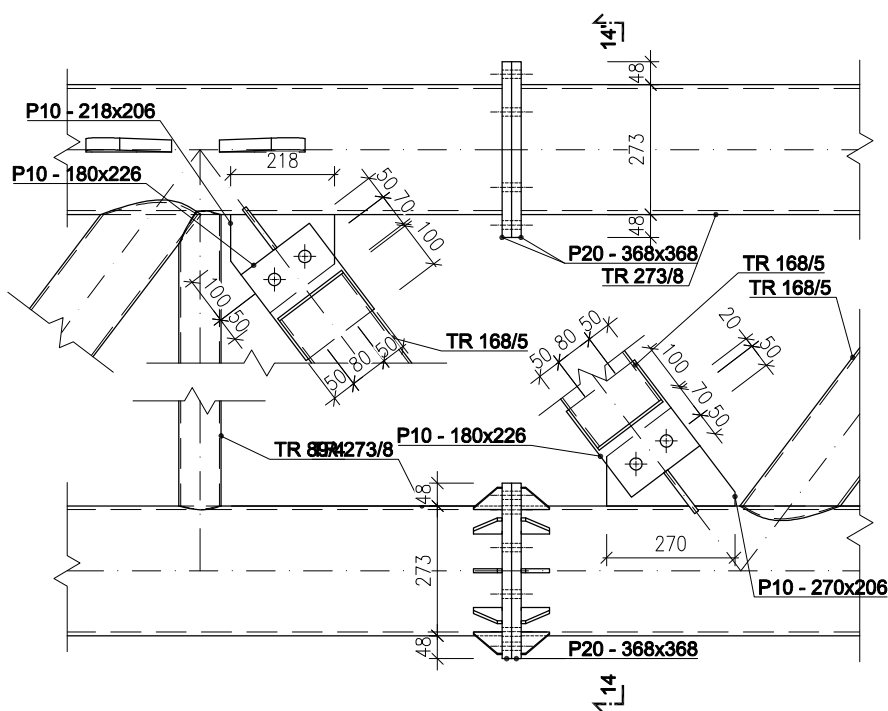
Diagonála – TR 108/5,6:

$$N_{t,2} = 253,9 \text{ kN (KZ 17)}$$

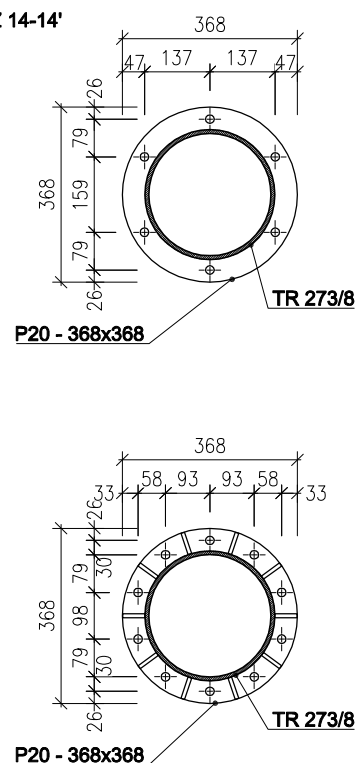
Dolní pás – TR 273/8:

$$N_{t,3} = 533,2 \text{ kN (KZ 19)}$$

ŘEZ 13-13'



ŘEZ 14-14'



5.4.1 Napojení příhradových vazníků

Příhradové vazníky budou spojeny čelními plechy a skupinou šroubů M16. Tlak ve spoji bude přenášen dotykem.

Horní pás – TR 273/8:

$$N_{c,1} = 582,5 \text{ kN (KZ 17)}$$

Diagonála – TR 108/5,6:

$$N_{t,2} = 253,9 \text{ kN (KZ 17)}$$

Dolní pás – TR 273/8:

$$N_{t,3} = 533,2 \text{ kN (KZ 19)}$$

$d = 16 \text{ mm}; A_s = 157 \text{ mm}^2; d_0 = 18 \text{ mm}; \text{materiál 8.8}$

$f_{yb} = 640 \text{ MPa}; f_{ub} = 800 \text{ MPa}$

Dolní pás:

Plech, profily – ocel S355:

$t_1 = 20 \text{ mm}; t_2 = 20 \text{ mm}$

$f_y = 355 \text{ MPa}; f_u = 510 \text{ MPa}, \beta_w = 0,9$

Únosnost v tahu:

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \times f_{ub} \times A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \times 800 \text{ 000} \times 157 \times 10^{-6}}{1,25} = 60,3 \text{ kN} > \frac{N_{t,3}}{10} = \frac{533,2}{10} = 53,3 \text{ kN}$$

→ **VYHOVUJE**

Únosnost v protlačení:

$d_m = 25,85 \text{ mm}$

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6 \times \pi \times d_m \times t_p \times f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \times \pi \times 0,02585 \times 0,02 \times 510 \text{ 000}}{1,25} =$$
$$= 397,6 \text{ kN} > \frac{N_{t,3}}{10} = \frac{533,2}{10} = 53,3 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení náhradního T profilu:

$$m = e_1 - 0,8 \times a_w \times \sqrt{2} = 22 - 0,8 \times 4 \times \sqrt{2} = 17,47 \text{ mm}$$

$$n = \min\{e_{min}; 1,25 \times m\} = \min\{26; 1,25 \times 17,47\} = 21,84 \text{ mm}$$

Koncová řada šroubů – samostatně:

$$l_{eff,cp} = \min\{2 \times \pi \times m; \pi \times m + 2 \times e_1\} = \min\{2 \times \pi \times 17,47; \pi \times 17,47 + 2 \times 22\} =$$

$$\min\{109,8; 98,9\} = 98,9 \text{ mm} \quad \text{kruhové porušení}$$

$$l_{eff,nc} = \min\{4 \times m + 1,25 \times e; 2 \times m + 0,625 \times e + e_1\} = \min\{4 \times 17,47 + 1,25 \times 26; 2 \times$$

$$17,47 + 0,625 \times 26 + 26\} = \min\{102,4; 73,2\} = 73,2 \text{ mm} \quad \text{neokruhové porušení}$$

$$l_{eff,1} = \min\{l_{eff,cp}; l_{eff,nc}\} = \min\{98,9; 73,2\} = 73,2 \text{ mm}$$

$$l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 73,2 \text{ mm}$$

$$M_{pl,1,Rd} = M_{pl,2,Rd} = \frac{0,25 \times l_{eff} \times t^2 \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,25 \times 0,073 \times 0,02^2 \times 355\,000}{1,0} = 2,6 \text{ kNm}$$

1) Porušení desky

$$F_{T,a,Rd} = \frac{4 \times M_{pl,1,Rd}}{V_m} = \frac{4 \times 2,6}{0,01747} = 594,8 \text{ kN} > N_{t,3} = 533,2 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

2) Porušení šroubu a desky

$$F_{T,b,Rd} = \frac{2 \times M_{pl,2,Rd} + n \times F_{t,Rd}}{m + n} = \frac{2 \times 2,6 + 0,02184 \times 10 \times 90,4}{0,01747 + 0,02184} = 634,4 \text{ kN} > N_{t,3} = 533,2 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Koutový svar:

$$L_w = 2\pi \times r = 2\pi \times \frac{273}{2} = 857 \text{ mm} \quad \text{délka svaru}$$

$$a_1 = 4 \text{ mm} \quad \text{tloušťka svaru}$$

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u \times a \times L_w}{\sqrt{3} \times \beta_w \times \gamma_{M2}} = \frac{510\,000 \times 0,004 \times 0,857}{\sqrt{3} \times 0,9 \times 1,25} = 897,2 \text{ kN} > N_{t,3} = 533,2 \text{ kN}$$

$\rightarrow \text{VYHOVUJE}$

Diagonála:

Plech, profily – ocel S355:

$$t_1 = 20 \text{ mm}; t_2 = 20 \text{ mm}$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}; f_u = 510 \text{ MPa}, \beta_w = 0,9$$

Únosnost na stříh:

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \times f_{ub} \times A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \times 800 \ 000 \times 353 \times 10^{-6}}{1,25} = 135,6 \text{ kN} > \frac{N_{t,2}}{2} = \frac{195,67}{2} = 97,84 \text{ kN}$$

→ VYHOVUJE

Únosnost v otláčení:

$$\alpha_b = \min \left\{ \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0; \frac{e_1}{3 \times d_0} \right\} = \min \left\{ \frac{800}{510}; 1,0; \frac{60}{3 \times 26} \right\} = \min \{1,569; 1,0; 0,769\} = 0,769$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,5; 2,8 \times \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \times \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \right\} = \min \left\{ 2,5; 2,8 \times \frac{70}{26} - 1,7; 1,4 \times \frac{100}{26} - 1,7 \right\}$$
$$= \min \{2,5; 5,838; 3,685\} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \times \alpha_b \times f_u \times d \times t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \times 0,769 \times 510 \ 000 \times 0,024 \times 0,01}{1,25} =$$
$$= 188,3 \text{ kN} > \frac{N_{t,2}}{2} = \frac{195,67}{2} = 97,84 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Koutový svar:

$$l_1 = 240 \text{ mm}$$

délka svaru zjednodušeně

$$a_1 = 3 \text{ mm}$$

tloušťka svaru

$$L = l_1 - 2 \times a_1 = 240 - 2 \times 3 = 234 \text{ mm} \text{ účinná délka svaru}$$

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u \times a \times L_w}{\sqrt{3} \times \beta_w \times \gamma_{M2}} = \frac{510 \ 000 \times 0,003 \times 2 \times 0,234}{\sqrt{3} \times 0,9 \times 1,25} = 367,5 \text{ kN} > N_{t,2} = 195,67 \text{ kN}$$

→ VYHOVUJE

Porušení povrchu pásu:

$N_i = 253,9 \text{ kN}$	$\alpha = 52,9^\circ$ (odklon od pásu)
$b_1 = 2 \times 50 \text{ mm}$	šířka připojeného plechu
$h_1 = 220 \text{ mm}$	délka připojeného plechu
$t_1 = 10 \text{ mm}$	tloušťka připojeného plechu

Rozložení sil do jednotlivých směrů:

$$F_z = \sum_{i=1}^n F_i \times \cos(\alpha_i) = 253,9 \times \cos(52,9^\circ) = 153,2 \text{ kN}$$

$$F_x = \sum_{i=1}^n F_i \times \sin(\alpha_i) = 253,9 \times \sin(52,9^\circ) = 202,5 \text{ kN}$$

Smyková únosnost:

$$\sigma_{\max} t_i = \frac{F_z}{A} \times V t_i = \frac{153\,200}{6660} \times 10 = 230,0 \text{ MPa/mm} < \frac{2 \times t_0 \times \left(\frac{f_{y0}}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{M5}} = \frac{2 \times 8 \times \left(\frac{355}{\sqrt{3}}\right)}{1,0} = 3279,4 \text{ MPa/mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Osová síla:

Rozsah platnosti:

$$\beta = \frac{b_1}{d_0} = \frac{100}{273} = 0,366 < 0,4 \rightarrow \beta = 0,4$$

$$\eta = \frac{h_1}{d_0} = \frac{220}{273} = 0,806 < 4,0$$

Síla v pásu (TR 273/8): $N_c = 101,4 \text{ kN}$

$$\sigma_{p,Ed} = \frac{N_c}{A_{TR}} = \frac{101,4 \times 10^3}{6660} = 15,22 \text{ MPa}$$

$$n_p = \frac{\sigma_{p,Ed}}{f_{y0}} = \frac{15,22}{355} = 0,043$$

$$k_p = 1 - 0,3 \times n_p \times (1 + n_p) = 1 - 0,3 \times 0,043 \times (1 + 0,043) = 0,987$$

$$\begin{aligned} N_{1,Rd} &= \frac{k_p \times f_{y0} \times t_0^2 \times (4 + 20\beta^2) \times (5 + 1,25\eta)}{\gamma_{M5}} = \\ &= \frac{0,987 \times 355\,000 \times 0,008^2 \times ((4 + 20 \times 0,4^2) + (5 + 1,25 \times 0,806))}{1,0} \\ &= 300,4 \text{ kN} > F_x = 202,5 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE} \end{aligned}$$

5.5 Detail E

Spojení nosníku je tvořeno výztuhou, která je na průběžném nosníku, k té je čtyřmi šrouby připevněna stojina připojovaného nosníku.

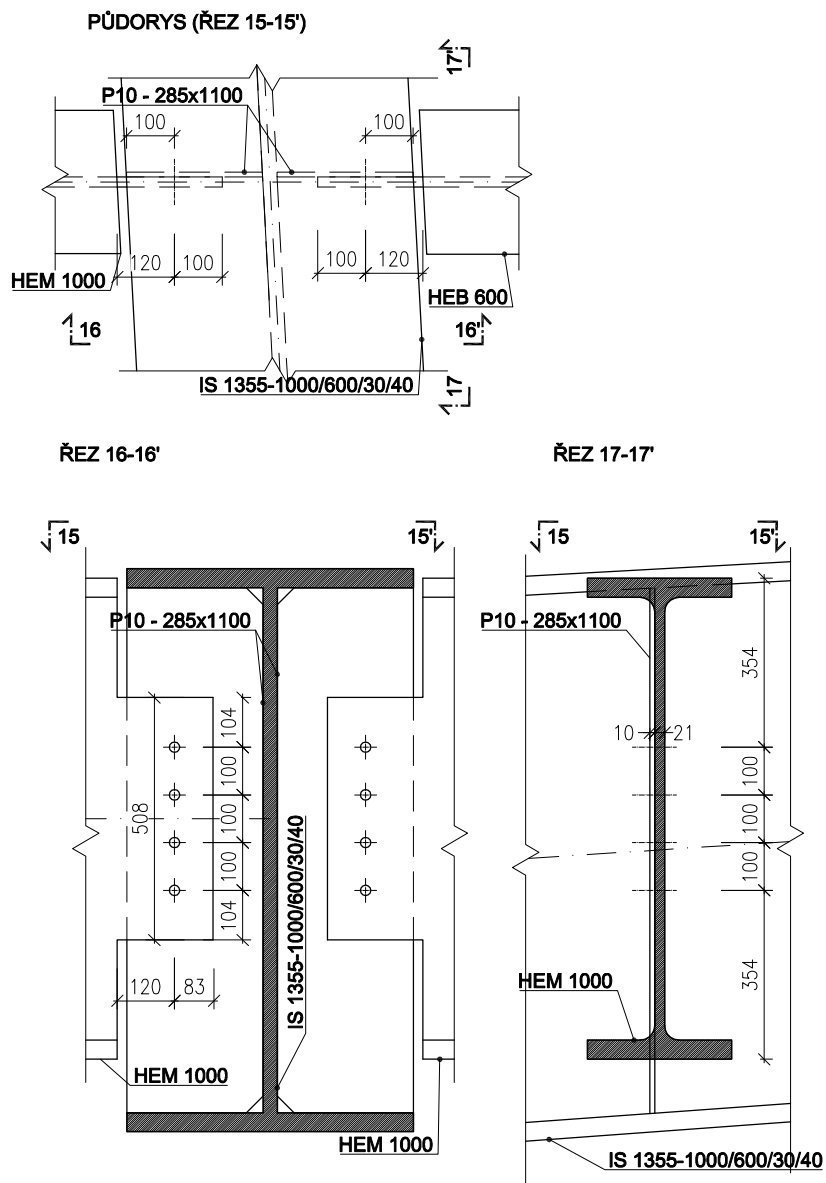
Zatížení v prvku:

Příčný vazník plnostěnný:

HEM 1000:

$$V_z = 347,0 \text{ kN (KZ 17)}$$

$$N_c = 35,4 \text{ kN}$$



$$d = 20 \text{ mm}; A_s = 245 \text{ mm}^2; d_0 = 22 \text{ mm}; \text{materiál 8.8}$$

$$f_{yb} = 640 \text{ MPa}; f_{ub} = 800 \text{ MPa}$$

Plech, vazník – ocel S355:

$$t_1 = 10 \text{ mm}; t_w = 21 \text{ mm}$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}; f_u = 510 \text{ MPa}, \beta_w = 0,9$$

Celková síla:

$$F_{Ed} = \sqrt{N_c^2 + V_z^2} = \sqrt{35,4^2 + 347^2} = 348,8 \text{ kN}$$

Únosnost na stříh:

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \times f_{ub} \times A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \times 800 \text{ 000} \times 245 \times 10^{-6}}{1,25} = 94,1 \text{ kN} > \frac{F_{Ed}}{4} = \frac{348,8}{4} = 87,2 \text{ kN}$$

→ VYHOVUJE

Únosnost v otláčení:

$$\alpha_b = \min \left\{ \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0; \frac{e_1}{3 \times d_0} \right\} = \min \left\{ \frac{800}{510}; 1,0; \frac{100}{3 \times 22} \right\} = \min \{1,569; 1,0; 1,515\} = 1,0$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,5; 2,8 \times \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \times \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \right\} = \min \left\{ 2,5; 2,8 \times \frac{80}{22} - 1,7; 1,4 \times \frac{100}{22} - 1,7 \right\}$$
$$= \min \{2,5; 8,482; 4,665\} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \times \alpha_b \times f_u \times d \times t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \times 1,0 \times 510 \text{ 000} \times 0,02 \times 0,01}{1,25} =$$
$$= 204 \text{ kN} > \frac{F_{Ed}}{4} = \frac{348,8}{4} = 87,2 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

5.6 Detail J

Detail stěnových ztužidel ve vnitřní vestavbě, připojených k hlavním sloupům a samotné střeše. Připojení přes čep a několik plechů.

Zatížení v prvku:

Stěnové ztužidlo:

HEB 300:

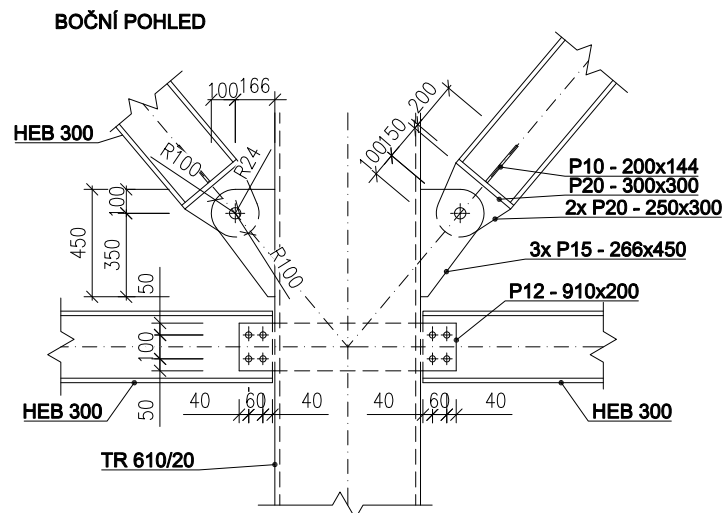
$$N_t = 602,6 \text{ kN (KZ 30)}$$

Stropní průvlak:

HEB 300:

$$N_c = 365,4 \text{ kN (KZ 29)}$$

$$V_z = 93,6 \text{ kN}$$



5.6.1 Napojení stěnových ztužidel na sloup

Detail stěnových ztužidel ve vnitřní vestavbě, připojených k hlavním sloupům a samotné střeše. Připojení přes čep a trojici plechů.

$$N_t = 602,6 \text{ kN (KZ 30)}$$

$$d = 45 \text{ mm}; A_s = 1590 \text{ mm}^2; d_0 = 48 \text{ mm}$$

Plech, čep – ocel S355:

$$t_1 = 2 \times 20 \text{ mm}; t_2 = 3 \times 15 \text{ mm}$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}; f_u = 510 \text{ MPa}, \beta_w = 0,9$$

Moment v čepu:

$$M_{Ed} = \frac{F}{4} \times \left(\frac{a}{2} + c + \frac{b}{2} \right) - \frac{F}{4} \times \frac{b}{4} = \frac{F}{16} \times (2a + 4c + b) = \frac{602,6}{16} \times (2 \times 15 + 4 \times 1 + 20) = 2,03 \text{ kNm}$$

Únosnost na střih:

$$F_{v,Rd} = 4 \times \frac{0,6 \times f_{ub} \times A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \times 510 \text{ 000} \times 1590 \times 10^{-6}}{1,25} = 1557,35 \text{ kN} > N_t = 602,6 \text{ kN}$$

→ **VYHOVUJE**

Únosnost v otláčení:

$$F_{b,Rd} = \frac{1,5 \times f_u \times d \times t}{\gamma_{M2}} = \frac{1,5 \times 510 \text{ 000} \times 0,045 \times 0,04}{1,25} = 1101,6 \text{ kN} > N_t = 602,6 \text{ kN}$$

→ **VYHOVUJE**

Únosnost oslabeného průřezu:

Na tah:

$$A_{NET} = \left(100 - \frac{48}{2} \right) \times 2 \times 20 = 3040 \text{ mm}^2$$

$$N_{t,Rd} = \frac{0,9 \times A_{NET} \times f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \times 3,04 \times 10^{-3} \times 510 \text{ 000}}{1,25} = 1116,3 \text{ kN} > N_t = 602,6 \text{ kN}$$

→ **VYHOVUJE**

Únosnost čepu v ohybu:

$$M_{Rd} = W_{el} \times f_y = \frac{\pi \times d^3}{32} \times f_y = \frac{\pi \times 45^3}{32} \times 355 = 3,17 \text{ kNm} > M_{Ed} = 2,03 \text{ kNm}$$

→ **VYHOVUJE**

Únosnost čepu při kombinaci stříhu a ohybu:

$$\left(\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}}\right)^2 + \left(\frac{N_t}{F_{v,Rd}}\right)^2 \leq 1,0$$

$$\left(\frac{2,03}{3,17}\right)^2 + \left(\frac{602,6}{1552,35}\right)^2 = 0,55 \leq 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Koutový svar:

$$l_1 = 450 \text{ mm}$$

délka svaru

$$a_1 = 4 \text{ mm}$$

tloušťka svaru

$$L = l_1 - 2 \times a_1 = 450 - 2 \times 4 = 442 \text{ mm} \text{ účinná délka svaru}$$

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u \times a \times L_w}{\sqrt{3} \times \beta_w \times \gamma_{M2}} = \frac{510\,000 \times 0,004 \times 2 \times 0,442}{\sqrt{3} \times 0,9 \times 1,25} = 925,5 \text{ kN} > F_{Ed} = 602,6 \text{ kN}$$

→ **VYHOVUJE**

Porušení povrchu sloupu – smyková a osová síla:

TR 610/20

$$A = 37\,071 \text{ mm}^2$$

průřezová plocha profilu

$$h_1 = 450 \text{ mm}$$

délka připojeného plechu

$$t_1 = 3 \times 15 \text{ mm}$$

tloušťka připojeného plechu

Rozložení sil do jednotlivých směrů:

$$F_z = \sum_{i=1}^n F_i \times \cos(\alpha_i) = 602,6 \times \sin(50^\circ) = 461,6 \text{ kN}$$

$$F_x = \sum_{i=1}^n F_i \times \sin(\alpha_i) = 602,6 \times \cos(50^\circ) = 387,6 \text{ kN}$$

Smyková únosnost:

$$\sigma_{\max} t_i = \frac{F_z}{A} \times t_i = \frac{461\,600}{37\,071} \times 3 \times 15 = 435,8 \text{ MPa/mm} < \frac{2 \times t_0 \times \left(\frac{f_{y0}}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{M5}} = \frac{2 \times 20 \times \left(\frac{355}{\sqrt{3}}\right)}{1,0} = 8198,4 \text{ MPa/mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Osová únosnost:

Rozsah platnosti:

$$\eta = \frac{h_1}{d_0} = \frac{450}{610} = 0,738 > 4,0$$

Síla ve sloupu: $N_c = 573,6 \text{ kN}$

$$\sigma_{p,Ed} = \frac{N_c}{A_{TR}} = \frac{573,6 \times 10^3}{37\,071} = 15,47 \text{ MPa}$$

$$n_p = \frac{\frac{\sigma_{p,Ed}}{f_{y0}}}{\gamma_{M5}} = \frac{\frac{15,47}{355}}{1,0} = 0,044$$

$$k_p = 1 - 0,3 \times n_p \times (1 + n_p) = 1 - 0,3 \times 0,044 \times (1 + 0,044) = 0,986$$

$$N_{1,Rd} = \frac{5 \times k_p \times f_{y0} \times t_0^2 \times (1 + 0,25\eta)}{\gamma_{M5}} = \frac{5 \times 0,986 \times 355\,000 \times 0,02^2 \times (1 + 0,25 \times 0,738)}{1,0} \\ = 829,5 \text{ kN} > F_x = 387,6 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

5.6.2 Připojení stropního průvlatu

Průvlat bude připojen na žiletku navařenou ke sloupu pomocí čtyř šroubů.

$$N_c = 365,4 \text{ kN (KZ 29)}$$

$$V_z = 93,6 \text{ kN}$$

$d = 24 \text{ mm}; A_s = 353 \text{ mm}^2; d_0 = 26 \text{ mm}; \text{materiál 8.8}$

$$f_{yb} = 640 \text{ MPa}; f_{ub} = 800 \text{ MPa}$$

Plech, sloup – ocel S355:

$$t_1 = 12 \text{ mm}; t_w = 11 \text{ mm}$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}; f_u = 510 \text{ MPa}, \beta_w = 0,9$$

Celková síla:

$$F_{Ed} = \sqrt{N_c^2 + V_z^2} = \sqrt{365,4^2 + 93,6^2} = 377,2 \text{ kN}$$

Moment vlivem excentricity:

$$M_{Ed} = V_z \times e = 93,6 \times 0,07 = 6,6 \text{ kNm}$$

Únosnost na stříh:

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \times f_{ub} \times A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \times 800\,000 \times 353 \times 10^{-6}}{1,25} = 135,6 \text{ kN} > \frac{F_{Ed}}{4} = \frac{377,2}{4} = 94,3 \text{ kN} \\ \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Únosnost v otláčení:

$$\alpha_b = \min \left\{ \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0; \frac{e_1}{3 \times d_0}; \frac{p_1}{3 \times d_0} - \frac{1}{4} \right\} = \min \left\{ \frac{800}{510}; 1,0; \frac{50}{3 \times 26}; \frac{60}{3 \times 26} - \frac{1}{4} \right\} =$$
$$= \min \{1,569; 1,0; 0,641; 0,519\} = 0,519$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,5; 2,8 \times \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \times \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \right\} = \min \left\{ 2,5; 2,8 \times \frac{40}{26} - 1,7; 1,4 \times \frac{100}{26} - 1,7 \right\}$$
$$= \min \{2,5; 2,608; 3,685\} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \times \alpha_b \times f_u \times d \times t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \times 0,519 \times 510 \, 000 \times 0,024 \times 0,011}{1,25} = 139,8 \, \text{kN} > \frac{F_{Ed}}{4} = \frac{377,2}{4} = 94,3 \, \text{kN}$$

\rightarrow **VYHOVUJE**

Únosnost ocelové desky:

Oslabená plocha přenášející tahovou sílu:

$$A_{nt} = (60 + 40 - 26) \times 11 = 814 \, \text{mm}^2$$

Oslabená plocha přenášející smykovou sílu:

$$A_{nv} = \left(120 + 50 - 26 - \frac{26}{2} \right) \times 11 = 1441 \, \text{mm}^2$$

Únosnost desky při vytržení skupiny šroubů:

$$V_{eff2,Rd} = \frac{0,5 \times A_{nt} \times f_u}{\gamma_{M2}} + \frac{A_{nv} \times f_y}{\sqrt{3} \times \gamma_{M0}} = \frac{0,5 \times 814 \times 510}{1,25} + \frac{1441 \times 355}{\sqrt{3} \times 1,0} = 461,4 \, \text{kN} > F_{Ed} =$$
$$= 377,2 \, \text{kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Ohybová únosnost desky:

$$M_{Rd} = \frac{W_{el} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{12 \times 200^2}{6} \times 355}{1,0} = 28,4 \, \text{kNm} > M_{Ed} = 6,6 \, \text{kNm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

5.7 Detail M

Připojení příhradového vazníku a příhradových vaznic na sloup. Spoje namáhané na tah provedeny jako šroubové na plechy umístěné v jednotlivých profilech a skrze sloupy. Spoje spodního pásu k sloupu jsou provedeny pomocí čelních desek, jelikož jsou namáhány převážně na tlak.

Zatížení v prvku:

Příčný vazník:

Horní pás – TR 273/8:

$$N_{t,1} = 1157,7 \text{ kN (KZ 19)}$$

Diagonála – TR 168/8:

$$(\alpha = 41,4^\circ)$$

$$N_{t,2} = 563,0 \text{ kN (KZ 19)}$$

Dolní pás – TR 273/8:

$$N_{c,3} = 1582,4 \text{ kN (KZ 17)}$$

Příhradová vaznice:

Horní pás – JÄKL 180/6:

$$N_{t,1} = 397,4 \text{ kN (KZ 15)}$$

Diagonála – TR 108/5,6:

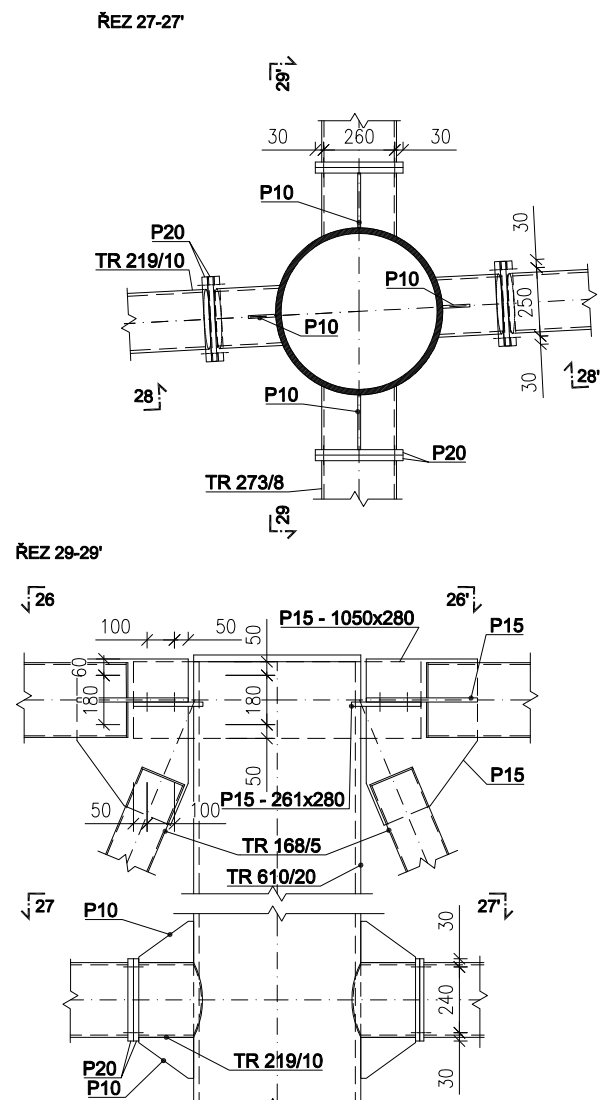
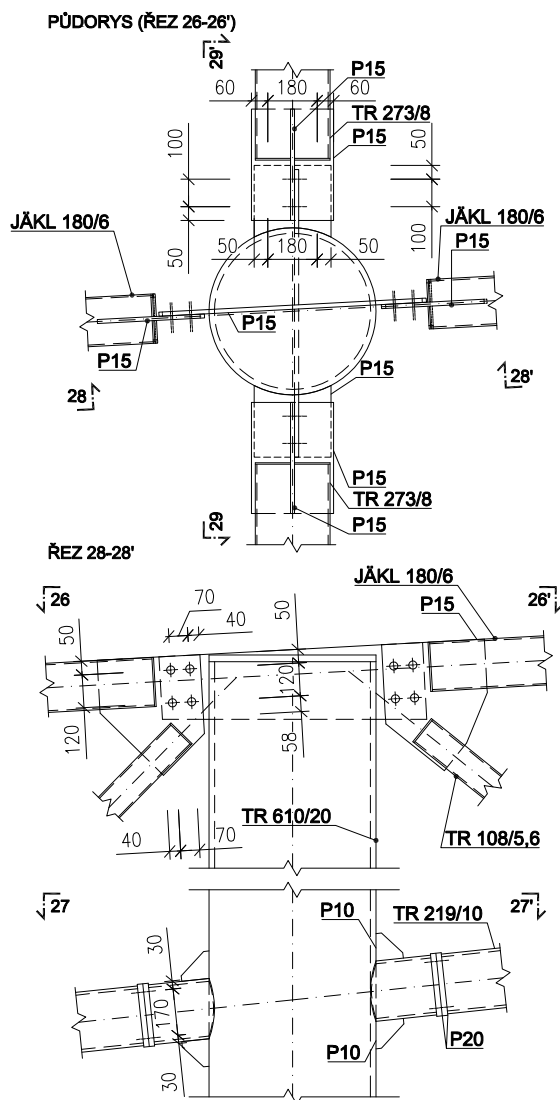
$$(\alpha = 37,9^\circ)$$

$$N_{t,2} = 182,0 \text{ kN (KZ 15)}$$

Dolní pás – TR 219/14:

$$N_{c,3} = 626,2 \text{ kN (KZ 18)}$$

$$N_{t,3} = 216,8 \text{ kN (KZ 21)}$$



5.7.1 Připojení příhradového vazníku

Diagonála a horní pás budou spojeny plechem, umístěným uvnitř profilu a svařeným s profily. Horní pás s diagonálou je namáhán tahem a bude připojen pomocí osmi šroubů M30 na křížovou konzolku ze sloupu, část plechu prochází skrze sloup do protějšího vazníku. Spodní pás bude připojen na sraz přes ocelovou čelní desku a čtyři šrouby M16.

Horní pás – TR 273/8:

$$N_{t,1} = 1157,7 \text{ kN (KZ 19)}$$

Diagonála – TR 168/8: $\alpha = 41,4^\circ$

$$N_{t,2} = 563,0 \text{ kN (KZ 19)}$$

Dolní pás – TR 273/8:

$$N_{c,3} = 1582,4 \text{ kN (KZ 17)}$$

$d = 30 \text{ mm}; A_s = 561 \text{ mm}^2; d_0 = 33 \text{ mm}; \text{materiál 8.8}$

$d = 16 \text{ mm}; A_s = 157 \text{ mm}^2; d_0 = 18 \text{ mm}; \text{materiál 8.8}$

$f_{yb} = 640 \text{ MPa}; f_{ub} = 800 \text{ MPa}$

Plech, sloup, vazník – ocel S355:

$t_1 = 15 \text{ mm}; t_2 = 15 \text{ mm}$

$f_y = 355 \text{ MPa}; f_u = 510 \text{ MPa}, \beta_w = 0,9$

Horní pás a diagonála:

Celková síla:

$$F_{Ed} = \sqrt{N_{t,1}^2 + N_{t,2}^2 - 2 \times N_{t,1} \times N_{t,2} \times \cos(180 - \alpha)} = \\ = \sqrt{1157,7^2 + 563^2 - 2 \times 1157,7 \times 563 \times \cos(180 - 41,4)} = 1623,3 \text{ kN}$$

Únosnost na stříh:

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \times f_{ub} \times A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \times 800 \text{ 000} \times 561 \times 10^{-6}}{1,25} = 215,4 \text{ kN} > \frac{F_{Ed}}{8} = \frac{1623,3}{8} = 202,9 \text{ kN} \\ \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Únosnost v otláčení:

$$\alpha_b = \min \left\{ \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0; \frac{e_1}{3 \times d_0}; \frac{p_1}{3 \times d_0} - \frac{1}{4} \right\} = \min \left\{ \frac{800}{510}; 1,0; \frac{50}{3 \times 33}; \frac{100}{3 \times 33} - \frac{1}{4} \right\} = \\ = \min \{1,569; 1,0; 0,505; 0,76\} = 0,505 \\ k_1 = \min \left\{ 2,5; 2,8 \times \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \times \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \right\} = \min \left\{ 2,5; 2,8 \times \frac{50}{33} - 1,7; 1,4 \times \frac{180}{33} - 1,7 \right\} \\ = \min \{2,5; 2,542; 5,963\} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \times \alpha_b \times f_u \times d \times t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \times 0,505 \times 510\,000 \times 0,03 \times 0,015}{1,25} =$$
$$= 231,8 \text{ kN} > \frac{F_{Ed}}{8} = \frac{1623,3}{8} = 202,9 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Koutový svar plech –diagonála:

$$l_1 = 2 \times 150 \text{ mm} \quad \text{délka svaru}$$
$$a_1 = 4 \text{ mm} \quad \text{tloušťka svaru}$$
$$L = l_1 - 2 \times a_1 = 150 - 2 \times 4 = 142 \text{ mm} \quad \text{účinná délka svaru}$$

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u \times a \times L_w}{\sqrt{3} \times \beta_w \times \gamma_{M2}} = 4 \times \frac{510\,000 \times 0,004 \times 0,142}{\sqrt{3} \times 0,9 \times 1,25} = 594,7 \text{ kN} > N_{t,1} = 563 \text{ kN}$$

→ **VYHOVUJE**

Koutový svar plech – horní pás:

$$l_1 = 4 \times 180 \text{ mm} \quad \text{délka svaru}$$
$$a_1 = 4 \text{ mm} \quad \text{tloušťka svaru}$$
$$L = l_1 - 2 \times a_1 = 180 - 2 \times 4 = 172 \text{ mm} \quad \text{účinná délka svaru}$$

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u \times a \times L_w}{\sqrt{3} \times \beta_w \times \gamma_{M2}} = 8 \times \frac{510\,000 \times 0,004 \times 0,172}{\sqrt{3} \times 0,9 \times 1,25} = 1440,6 \text{ kN} > N_{t,1} = 1157,7 \text{ kN}$$

→ **VYHOVUJE**

Dolní pás:

$$d = 16 \text{ mm}; A_s = 157 \text{ mm}^2; d_0 = 18 \text{ mm}; \text{materiál 8.8}$$
$$f_{yb} = 640 \text{ MPa}; f_{ub} = 800 \text{ MPa}$$
$$t_1 = 20 \text{ mm}; t_2 = 20 \text{ mm}$$
$$f_y = 355 \text{ MPa}; f_u = 510 \text{ MPa}, \beta_w = 0,9$$

Únosnost v tahu:

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \times f_{ub} \times A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \times 800\,000 \times 157 \times 10^{-6}}{1,25} = 90,4 \text{ kN} > \frac{N_{t,3}}{4} = \frac{216,8}{4} = 54,2 \text{ kN}$$

→ **VYHOVUJE**

Únosnost v protlačení:

$$d_m = 25,85 \text{ mm}$$
$$B_{p,Rd} = \frac{0,6 \times \pi \times d_m \times t_p \times f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \times \pi \times 0,02585 \times 0,02 \times 510\,000}{1,25} =$$
$$= 397,6 \text{ kN} > \frac{N_{t,3}}{4} = \frac{216,8}{4} = 54,2 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení náhradního T profilu:

$$m = e_1 - 0,8 \times a_w \times \sqrt{2} = 40 - 0,8 \times 4 \times \sqrt{2} = 35,47 \text{ mm}$$

$$n = \min\{e_{\min}; 1,25 \times m\} = \min\{30; 1,25 \times 35,47\} = 30 \text{ mm}$$

Koncová řada šroubů – samostatně

$$l_{\text{eff,cp}} = \min\{2 \times \pi \times m; \pi \times m + 2 \times e_1\} = \min\{2 \times \pi \times 35,47; \pi \times 35,47 + 2 \times 40\} = \\ = \min\{222,9; 191,4\} = 191,4 \text{ mm} \quad \text{kruhové porušení}$$

$$l_{\text{eff,nc}} = \min\{4 \times m + 1,25 \times e; 2 \times m + 0,625 \times e + e_1\} = \min\{4 \times 35,47 + 1,25 \times 40; 2 \times \\ 35,47 + 0,625 \times 30 + 40\} = \min\{179,4; 129,7\} = 129,7 \text{ mm} \quad \text{nekruhové porušení}$$

$$l_{\text{eff,1}} = \min\{l_{\text{eff,cp}}; l_{\text{eff,nc}}\} = \min\{191,4; 129,7\} = 129,7 \text{ mm}$$

$$l_{\text{eff,2}} = l_{\text{eff,nc}} = 129,7 \text{ mm}$$

$$M_{\text{pl,1,Rd}} = M_{\text{pl,2,Rd}} = \frac{0,25 \times l_{\text{eff}} \times t^2 \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,25 \times 0,1219 \times 0,02^2 \times 355\,000}{1,0} = 4,6 \text{ kNm}$$

1) Porušení desky

$$F_{\text{T,a,Rd}} = \frac{4 \times M_{\text{pl,1,Rd}}}{m} = \frac{4 \times 4,6}{0,0355} = 519,2 \text{ kN} < N_{\text{t,3}} = 216,8 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

2) Porušení šroubu a desky

$$F_{\text{T,b,Rd}} = \frac{2 \times M_{\text{pl,2,Rd}} + n \times F_{\text{t,Rd}}}{m + n} = \frac{2 \times 4,6 + 0,03 \times 4 \times 90,4}{0,01747 + 0,02184} = \\ = 306,3 \text{ kN} < N_{\text{t,3}} = 216,8 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Koutový svar:

$$L_w = 2\pi \times r = 2\pi \times \frac{273}{2} = 857 \text{ mm} \quad \text{délka svaru}$$

$$a_1 = 5 \text{ mm} \quad \text{tloušťka svaru}$$

$$F_{\text{w,Rd}} = \frac{f_u \times a \times L_w}{\sqrt{3} \times \beta_w \times \gamma_{M2}} = \frac{510\,000 \times 0,005 \times 0,857}{\sqrt{3} \times 0,9 \times 1,25} = 1121,5 \text{ kN} > N_{\text{t,3}} = 216,8 \text{ kN} \\ \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

5.7.2 Připojení příhradové vaznice

Diagonála a horní pás budou spojeny dvojicí plechů umístěných uvnitř profilu a svařeným s profily. Horní i dolní pás bude připojen ke sloupu pomocí dvou šroubů M27 a žiletce přivařené ke sloupu.

Příhradová vaznice bude připojena přes žiletku navařenou ke sloupu. Žiletka horního pásu obepíná celý průměr trubky vazníku, u spodního pásu žiletka prochází skrze vazník. Spoje jsou šroubové se čtyřmi šrouby M27.

Horní pás – JÄKL 180/6:

$$N_{t,1} = 397,4 \text{ kN (KZ 15)}$$

Diagonála – TR 108/5,6: $\alpha = 37,9^\circ$

$$N_{t,2} = 182,0 \text{ kN (KZ 15)}$$

Dolní pás – TR 219/14:

$$N_{c,3} = 626,2 \text{ kN (KZ 18)}$$

$$N_{t,3} = 216,8 \text{ kN (KZ 21)}$$

$d = 27 \text{ mm}; A_s = 459 \text{ mm}^2; d_0 = 30 \text{ mm}; \text{materiál 8.8}$

$$f_{yb} = 640 \text{ MPa}; f_{ub} = 800 \text{ MPa}$$

Plech, vaznice – ocel S355:

$$t_1 = 15 \text{ mm}; t_2 = 15 \text{ mm}$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}; f_u = 510 \text{ MPa}, \beta_w = 0,9$$

Horní pás a diagonála:

Celková síla:

$$F_{Ed} = \sqrt{N_{t,1}^2 + N_{t,2}^2 - 2 \times N_{t,1} \times N_{t,2} \times \cos(180 - \alpha)} = \\ = \sqrt{397,4^2 + 182^2 - 2 \times 397,4 \times 182 \times \cos(180 - 37,9)} = 552,4 \text{ kN}$$

Únosnost na stříh:

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \times f_{ub} \times A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \times 800 \text{ 000} \times 459 \times 10^{-6}}{1,25} = 176,3 \text{ kN} > \frac{F_{Ed}}{4} = \frac{552,4}{4} = 138,1 \text{ kN} \\ \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Únosnost v otláčení:

$$\alpha_b = \min \left\{ \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0; \frac{e_1}{3 \times d_0}; \frac{p_1}{3 \times d_0} - \frac{1}{4} \right\} = \min \left\{ \frac{800}{510}; 1,0; \frac{40}{3 \times 30}; \frac{70}{3 \times 30} - \frac{1}{4} \right\} = \\ = \min \{1,569; 1,0; 0,444; 0,528\} = 0,444$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,5; 2,8 \times \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \times \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \right\} = \min \left\{ 2,5; 2,8 \times \frac{60}{30} - 1,7; 1,4 \times \frac{120}{30} - 1,7 \right\} \\ = \min \{2,5; 3,9; 3,9\} = 3,9$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \times \alpha_b \times f_u \times d \times t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \times 0,444 \times 510\,000 \times 0,027 \times 0,015}{1,25} =$$
$$= 183,6 \text{ kN} > \frac{F_{Ed}}{4} = \frac{552,4}{4} = 138,1 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Únosnost plechu v tahu:

$$A_{NET} = (2 \times 50 + 1 \times 120 - 2 \times 30) \times 15 = 2400 \text{ mm}^2$$

$$N_{t,Rd} = \frac{0,9 \times A_{NET} \times f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \times 2,4 \times 10^{-3} \times 510\,000}{1,25} =$$
$$= 881,3 \text{ kN} > F_{Ed} = 552,4 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Dolní pás:

$$d = 16 \text{ mm}; A_s = 157 \text{ mm}^2; d_0 = 18 \text{ mm}; \text{materiál 8.8}$$

$$f_{yb} = 640 \text{ MPa}; f_{ub} = 800 \text{ MPa}$$

$$t_1 = 20 \text{ mm}; t_2 = 20 \text{ mm}$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}; f_u = 510 \text{ MPa}, \beta_w = 0,9$$

Únosnost v tahu:

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \times f_{ub} \times A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \times 800\,000 \times 157 \times 10^{-6}}{1,25} = 90,4 \text{ kN} > \frac{N_{t,3}}{4} = \frac{216,8}{4} = 54,2 \text{ kN}$$
$$\rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Únosnost v protlačení:

$$d_m = 25,85 \text{ mm}$$

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6 \times \pi \times d_m \times t_p \times f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \times \pi \times 0,02585 \times 0,02 \times 510\,000}{1,25} =$$
$$= 397,6 \text{ kN} > \frac{N_{t,3}}{4} = \frac{216,8}{4} = 54,2 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení náhradního T profilu:

$$m = e_1 - 0,8 \times a_w \times \sqrt{2} = 40 - 0,8 \times 4 \times \sqrt{2} = 35,47 \text{ mm}$$

$$n = \min\{e_{min}; 1,25 \times m\} = \min\{30; 1,25 \times 35,47\} = 30 \text{ mm}$$

Koncová řada šroubů – samostatně

$$l_{eff,cp} = \min\{2 \times \pi \times m; \pi \times m + 2 \times e_1\} = \min\{2 \times \pi \times 35,47; \pi \times 35,47 + 2 \times 40\} =$$

$$= \min\{222,9; 191,4\} = 191,4 \text{ mm} \quad \text{kruhové porušení}$$

$$l_{eff,nc} = \min\{4 \times m + 1,25 \times e; 2 \times m + 0,625 \times e + e_1\} = \min\{4 \times 35,47 + 1,25 \times 40; 2 \times$$

$$35,47 + 0,625 \times 30 + 40\} = \min\{179,4; 129,7\} = 129,7 \text{ mm} \quad \text{nekruhové porušení}$$

$$l_{eff,1} = \min\{l_{eff,cp}; l_{eff,nc}\} = \min\{191,4; 129,7\} = 129,7 \text{ mm}$$

$$l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 129,7 \text{ mm}$$

$$M_{pl,1,Rd} = M_{pl,2,Rd} = \frac{0,25 \times l_{eff} \times t^2 \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,25 \times 0,1219 \times 0,02^2 \times 355\,000}{1,0} = 4,6 \text{ kNm}$$

1) Porušení desky

$$F_{T,a,Rd} = \frac{4 \times M_{pl,1,Rd}}{m} = \frac{4 \times 4,6}{0,0355} = 519,2 \text{ kN} > N_{t,3} = 216,8 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

2) Porušení šroubu a desky

$$F_{T,b,Rd} = \frac{2 \times M_{pl,2,Rd} + n \times F_{t,Rd}}{m + n} = \frac{2 \times 4,6 + 0,03 \times 4 \times 90,4}{0,01747 + 0,02184} = 306,3 \text{ kN} > N_{t,3} = 216,8 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Koutový svar:

$$L_w = 2\pi \times r = 2\pi \times \frac{273}{2} = 857 \text{ mm} \quad \text{délka svaru}$$

$$a_1 = 5 \text{ mm} \quad \text{tloušťka svaru}$$

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u \times a \times L_w}{\sqrt{3} \times \beta_w \times \gamma_{M2}} = \frac{510\,000 \times 0,005 \times 0,857}{\sqrt{3} \times 0,9 \times 1,25} = 1121,5 \text{ kN} > N_{t,3} = 216,8 \text{ kN} \\ \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

5.7.3 Posouzení povrchu sloupu

TR 610/20

$$A = 37\,071 \text{ mm}^2 \quad \text{průřezová plocha profilu}$$

STYČNÍK XX

Síla ve sloupu: $N_c = 1205,9 \text{ kN}$

$$\sigma_{p,Ed} = \frac{N_c}{A_{TR}} = \frac{1205,9 \times 10^3}{37\,071} = 32,53 \text{ MPa}$$

$$n_p = \frac{\frac{\sigma_{p,Ed}}{f_{y0}}}{\gamma_{M5}} = \frac{\frac{32,53}{355}}{1,0} = 0,092$$

$$k_p = 1 - 0,3 \times n_p \times (1 + n_p) = 1 - 0,3 \times 0,092 \times (1 + 0,092) = 0,97$$

$$\beta = \frac{d_1}{d_0} = \frac{273}{610} = 0,448$$

Redukční součinitel pro styčník XX (tlak – tlak):

$$\mu = 1 + 0,33 \times \frac{N_{2c}}{N_{3c}} = 1 + 0,33 \times \frac{626,2}{1582,4} = 1,13$$

$$N_{1,Rd} = \frac{k_p \times f_{y0} \times t_0^2}{\sin(\theta_1)} \times \frac{\frac{5,2}{1 - 0,81 \times \beta}}{\gamma_{M5} \times \mu} = \frac{0,97 \times 355 \times 20^2}{\sin(90^\circ)} \times \frac{5,2}{1,0 \times 1,13} = \mathbf{994,7 \text{ kN}}$$
$$< N_{c3} = \mathbf{1582,4 \text{ kN}} \rightarrow \mathbf{NEVYHOVUJE}$$

Do spoje budou přidány výztuhy zajišťující roznos zatížení do stěny profilu sloupu.

Porušení povrchu sloupu – smyková a osová síla plnostěnného vazníku:

$$V_z = 331,4 \text{ kN (KZ 21)}$$

$$N_c = 83,4 \text{ kN}$$

$$h_1 = 420 \text{ mm}$$

délka připojeného plechu

$$t_1 = 12 \text{ mm}$$

tloušťka připojeného plechu

Smyková únosnost:

$$\sigma_{\max} t_i = \frac{F_z}{A} \times t_i = \frac{331\,400}{37\,071} \times 12 = \mathbf{107,3 \text{ MPa/mm}} < \frac{2 \times t_0 \times \left(\frac{f_{y0}}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{M5}} = \frac{2 \times 20 \times \left(\frac{355}{\sqrt{3}}\right)}{1,0} = \mathbf{8198,4 \text{ MPa/mm}} \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

Osová únosnost:

Rozsah platnosti:

$$\eta = \frac{h_1}{d_0} = \frac{420}{610} = 0,689 < 4,0$$

Síla ve sloupu: $N_c = 611,0 \text{ kN}$

$$\sigma_{p,Ed} = \frac{N_c}{A_{TR}} = \frac{611,0 \times 10^3}{37\,071} = 16,48 \text{ MPa}$$

$$n_p = \frac{\frac{\sigma_{p,Ed}}{f_{y0}}}{\gamma_{M5}} = \frac{\frac{16,48}{355}}{1,0} = 0,046$$

$$k_p = 1 - 0,3 \times n_p \times (1 + n_p) = 1 - 0,3 \times 0,046 \times (1 + 0,046) = 0,985$$

$$N_{1,Rd} = \frac{5 \times k_p \times f_{y0} \times t_0^2 \times (1 + 0,25\eta)}{\gamma_{M5}} = \frac{5 \times 0,985 \times 355\,000 \times 0,02^2 \times (1 + 0,25 \times 0,689)}{1,0}$$
$$= \mathbf{820,1 \text{ kN}} > F_{Ed} = \mathbf{83,4 \text{ kN}} \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

Porušení povrchu pásu – osová síla od příčného vazníku:

$$N_{c,3} = 581,5 \text{ kN (KZ 15)}$$

$$h_1 = 270 \text{ mm}$$

délka připojeného plechu

$$t_1 = 20 \text{ mm}$$

tloušťka připojeného plechu

Rozsah platnosti:

$$\eta = \frac{h_1}{d_0} = \frac{270}{610} = 0,443 < 4,0$$

Síla ve sloupu: $N_c = 611,0 \text{ kN}$

$$\sigma_{p,Ed} = \frac{N_c}{A_{TR}} = \frac{611,0 \times 10^3}{37\,071} = 16,48 \text{ MPa}$$

$$n_p = \frac{\frac{\sigma_{p,Ed}}{f_{y0}}}{\gamma_{M5}} = \frac{\frac{16,48}{355}}{1,0} = 0,046$$

$$k_p = 1 - 0,3 \times n_p \times (1 + n_p) = 1 - 0,3 \times 0,046 \times (1 + 0,046) = 0,985$$

$$N_{1,Rd} = \frac{5 \times k_p \times f_{y0} \times t_0^2 \times (1 + 0,25\eta)}{\gamma_{M5}} = \frac{5 \times 0,985 \times 355\,000 \times 0,02^2 \times (1 + 0,25 \times 0,443)}{1,0}$$
$$= 777,1 \text{ kN} > F_{Ed} = 581,5 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

5.8 Posouzení kotvení sloupu

Posouzení patní desky a smykové zarážky, pro vnitřní sloupy konstrukce. Sloupy jsou uloženy kloubově.

Plech – ocel S355 :

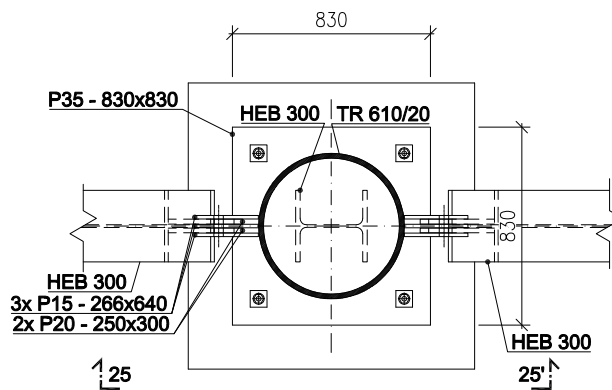
$$t_p = 35 \text{ mm}$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}; f_u = 510 \text{ MPa}$$

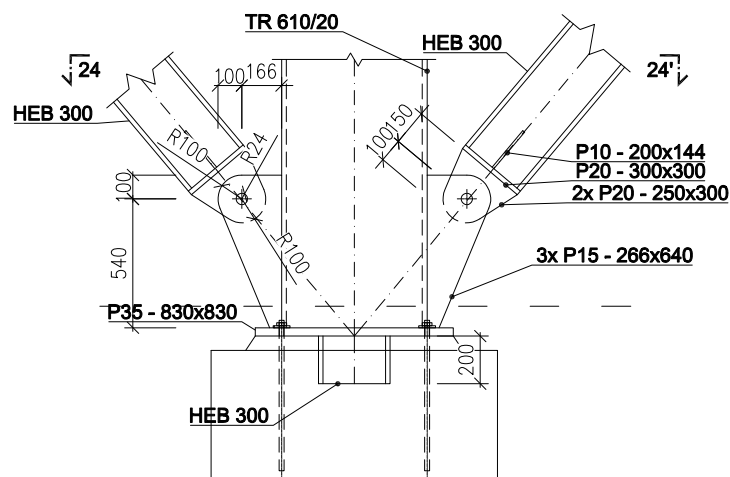
Zatížení samostatně stojícího sloupu:

- 1) KZ 19: $N_{c,Ed} = 5265,6 \text{ kN}$, $V_{y,Ed} = 98,6 \text{ kN}$, $V_{z,Ed} = 18,9 \text{ kN}$ ($V_{ed} = 100,4 \text{ kN}$)
- 2) KZ 20: $N_{c,Ed} = 1029 \text{ kN}$, $V_{y,Ed} = 400,9 \text{ kN}$, $V_{z,Ed} = 99,4 \text{ kN}$ ($V_{ed} = 413 \text{ kN}$)
- 3) KZ 27: $N_{c,Ed} = 836,7 \text{ kN}$, $V_{y,Ed} = 2,4 \text{ kN}$, $V_{z,Ed} = 392,9 \text{ kN}$ ($V_{ed} = 392,9 \text{ kN}$)

PŮDORYS (ŘEZ 24-24')



ŘEZ 25-25'



Patní plech:

Beton C20/25; $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_{MC}} = \frac{20}{1,5} = 13,33 \text{ MPa}$$

$$f_{jd} = \beta_j \times K_j \times f_{cd}$$

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

součinitel vlivu podlití, lze použít hodnotu 2/3
pokud pevnost malty $f_{md} > 0,2 \times f_{cd}$

Rozměry patky pouze odhadem pro velikost roznosu zatížení do betonu, velikost skutečných základů, by byla odlišná. Není ovšem předmětem řešení této práce.

$$a_c = b_c = 1200 \text{ mm}; h_c = 1000 \text{ mm}$$

Rozměry patního plechu

$$a = b = 830 \text{ mm}$$

$$a_1 = \min\{a_c; 5 \times b; 5 \times a; a + h\} = \min\{1200; 5 \times 830; 830 + 1000\} = 1200 \text{ mm}$$

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 \times b_1}{a \times b}} = \sqrt{\frac{1200 \times 1200}{830 \times 830}} = 1,446 < 3$$

$$f_{jd} = \frac{2}{3} \times 1,446 \times 13,33 = 12,85 \text{ MPa}$$

Efektivní plocha patky :

$$c = t_p \times \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 \times f_{jd}}} = 35 \times \sqrt{\frac{355}{3 \times 12,85}} = 106,2 \text{ mm}$$

$$A_{eff} = \pi \times ((D_{tr} + 2 \times c)^2 - (d_{TR} - 2 \times c)^2) \\ = \frac{\pi}{4} \times ((610 + 2 \times 106,2)^2 - (570 - 2 \times 106,2)^2) = 430\,782 \text{ mm}^2$$

$$N_{Rd} = A_{eff} \times f_{jd} = 430,8 \times 10^{-3} \times 12,85 \times 10^3 = \mathbf{5536,1 \text{ kN}} > N_{c,Ed} = \mathbf{5265,6 \text{ kN}} \\ \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

Kotevní zarážka:

Jako kotevní zarážka bude použit odřezek profilu HEB 300.

Posouvající síla přenášená třením:

$$\mu = 0,2$$

součinitel tření mezi betonem a ocelí

Vliv utažení šroubů:

$$N_{c+} = \frac{\%_{\text{utažení}} \times A_s \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,33 \times 245 \times 235}{1,0} = 19 \text{ kN}$$

$$\mu \times (N_{c+} + N_c) \geq V_{Ed}$$

$$0,2 \times (19 + 836,7) = \mathbf{171,14 \text{ kN}} < V_{Ed} = \mathbf{392,9 \text{ kN}} \rightarrow \mathbf{NEVYHOVUJE}$$

Nutno navrhnout smykovou zarážku.

Minimální výška smykové zarážky:

$$h_{\min} = \frac{V_{Ed}}{l \times f_{cd}} = \frac{392,2 \times 10^3}{300 \times 13,33} = 98,1 \text{ mm}$$

Návrh délky smykové zarážky = 100 mm.