

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
STAVEBNÍ**



**DIPLOMOVÁ
PRÁCE**

2023

**PAVEL
POLANSKÝ**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Polanský Jméno: Pavei Osobní číslo: 477234
 Zadávající katedra: Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí
 Studijní program: Stavební inženýrství
 Studijní obor/specializace: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Hořejova sportovní hala v Chomutově

Název diplomové práce anglicky: Ice-hockey sports hall in Chomutov

Pokyny pro vypracování:

Návrh nosné ocelové konstrukce haly s vnějším obloukem podporujícím konstrukci střechy. V konstrukci budou navrženy hlavní prvky a vybrané detaily. Stručná technická zpráva. Výkresová dokumentace (dispozice a navržené detaily).

Seznam doporučené literatury:

Návrh dle platných norem ČSN EN.

Jméno vedoucího diplomové práce: Michal Jandera

Datum zadání diplomové práce: 8.9.2022 Termín odevzdání DP v IS KOS: 9.1.2023

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

V 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“.

8.9.2022
Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Pavel Polanský

Název diplomové práce: Hokejova sportovní hala v Chomutově

Základní část: Ocelové konstrukce podíl: 100 %

Formulace úkolů: viz zadání

Podpis vedoucího DP:

Datum: 8.9.2024

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

2. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta:

Datum:

3. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta:

Datum:

4. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta:

Datum:

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Hokejová sportovní hala v Chomutově

Ice-hockey sports hall in Chomutov

Vypracoval: Bc. Pavel Polanský

Vedoucí práce: prof. Ing. Michal Jandera, Ph.D.

Leden 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Hokejová sportovní hala v Chomutově** zpracoval(a) samostatně za použití uvedené literatury a pramenů.

Dále prohlašuji, že nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 9.1.2023

.....

Jméno Příjmení

Poděkování

Děkuji prof. Ing. Michalu Janderovi, Ph.D. za vstřícnost při konzultacích, odborné vedení a užitečné rady při zpracování nejen této diplomové práce.

Anotace

Předmětem diplomové práce je návrh hlavních nosných prvků ocelové konstrukce hokejového stadionu, jehož vazníková střecha je zavěšena pomocí předepjatých táhel na konstrukci oblouku. V úvodu bylo stanoveno bylo zatížení konstrukce, na jehož účinky byly navrženy vybrané prvky konstrukce – opláštění haly, hlavní nosný oblouk, trubkové vazníky, předepjatá táhla, sloupy, ztužidla a také část vnitřní dispozice s tribunami. Součástí práce je technická zpráva a výkresová dokumentace konstrukce vybraných detailů, řezů a pohledů na ocelovou halu.

Klíčová slova:

Ocelová konstrukce, hokejový stadion, oblouková konstrukce, zavěšená konstrukce trubkový vazník

Annotation

The subject of the Diploma thesis is design of the main load-bearing elements of a hockey stadium steel structure whose truss roof is suspended by post tensioned bars from an arch structure. At first, the load acting on the structure was calculated. Selected elements of the structure were designed - the hall cladding, the main load-bearing arch, tubular trusses, prestressed beams, columns, the bracing of the hall and also part of the internal structure of stands.. Finally, drawing documentation of the structure was created, i.e. drawings of selected details, sections and views of the steel hall and a technical report was written.

Keywords:

Steel structure, hockey stadium, arch structure, suspended structures, tubulare truss

Obsah diplomové práce

I. TECHNICKÁ ZPRÁVA

II. STATICKÝ VÝPOČET

III. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

DIPLOMOVÁ PRÁCE

HOKEJOVÁ SPORTOVNÍ HALA V CHOMUTOVĚ

I. TECHNICKÁ ZPRÁVA

Vypracoval: Bc. Pavel Polanský

Vedoucí práce: prof. Ing. Michal Jandera, Ph.D.

Leden 2023

Základní charakteristika objektu

Jedná se o sportovní hokejový stadion situovaný v Chomutově. Hala má půdorysné rozměry 71,5x81,4 m a je zastřešena obloukovou střechou. Oblouková střecha má vzepětí oblouku 3,5 m na šířku haly a 5 m v podélné ose haly. Celá střešní konstrukce je zavěšena pomocí táhel na konstrukci oblouku, který je pnutý nad halou v její podélné ose. Oblouková konstrukce má rozpětí 120 metrů a výška oblouku je v nejvyšším bodě 34,5 m. Uvnitř haly se na příčné i podélné straně stadionu nacházejí tribuny a v každém rohu jsou umístěny obdélníkové věže s dvěma nadzemními podlažími, ve kterých jsou umístěny šatny se zázemím a s prostory pro diváky.

Popis nosné konstrukce

Zastřešení haly

Vazníky - Hlavní nosné prvky střešní konstrukce jsou obloukové vazníky ze svařovaných kruhových trubek, které jsou uloženy na sloupy ve vzdálenosti 7,4 metru. Konstrukční výška vazníků je 2,75 m. Vazníky jsou vyrobeny z oceli třídy S355JR. Celkem se na konstrukci nacházejí 3 druhy vazníků, které se liší podle použitých dimenzí spodního a horního pásu vazníku. Horní pásy vazníků jsou navrženy z ocelových kruhových trubek TRk 193,7,8 mm a TRk 177,8x8 mm. Jako dimenze spodních pásů jsou použity profily TRk 193,7,8 mm, TRk 177,8x8 mm a TRk 168,3x8 mm. Výplňové pruty tvoří svislice a diagonály, svislice jsou ve vzdálenosti 3,25m a jejich navržený profil je TRk 60,3x2,6 mm. Jako profily diagonál jsou navrženy ocelové kruhové trubky TRk 88,9x5 mm, TRk 114,3x5 mm a TRk 139,7x5 mm. Vazníky jsou rozděleny do pěti montážních dílů s délkami od 13,55 m do 15,2 m.

Oblouk – Oblouková konstrukce, na které jsou vazníky zavěšeny se pne nad podélnou osou stadionu. Oblouk je navržen z ocelové kruhové trubky TRk 1067x20 mm z oceli třídy S355J0. Rozpětí oblouku je 120 m a výška cca 34,5 m. Na obou koncích je oblouk uložen pomocí čepového šesti střižného spoje.

Táhla – Táhla jsou navržena ze systému Macalloy S460. Táhla jsou vyrobená z uhlíkaté oceli třídy S460. Navrženy jsou táhla průměru 52 a 45 mm

označením výrobce M56 a M48. Táhla M48 se nacházejí u štítových stěn stadionu a jsou připojena pomocí styčnickového plechu a čepu ke konstrukci oblouku a druhý konec k základové konstrukci u objektu. Táhla M56 jsou připojena přes styčnickový plech k trubce oblouku a na druhém konci jsou připojeny k vazníku. Styčnickové plechy, čepy, koncovky a veškeré další doplňky jsou navrženy dle technických listů výrobce předpínacího systému.

Vaznice – Vaznice jsou navrženy jako prosté nosníky z válcovaných profilů HEA 180, HEA 200 a HEA 220 na rozpon 7,4 m. Vaznice HEA 200 a HEA 220 jsou navrženy na přenos tlakových sil a působí současně jako součást příčného střešního ztužidla a spolu s vaznicemi HEA 180 je navržena pro přenos svislého zatížení.

Svislá střešní ztužidla – Svislá střešní ztužidla jsou navržena z ocelových kruhových trubek. Jeden segment ztužidla tvoří dolní pás a dvě diagonály. Profily jednotlivých trubek jsou patrné z výkresové dokumentace. Svislá ztužidla mají konstrukční výšku 2,75 m a nacházejí se v konstrukci po osových vzdálenostech 6,5 m. Jednotlivé montážní díly ztužidla budou šroubovány k dolnímu pásu vazníků a na spodní pásnici vaznic sloužících jako horní pás svislého ztužidla.

Ztužidla ve střešní rovině – Ztužidla ve střešní rovině sloužící pro přenos vodorovného zatížení jsou navržena z ocelových kruhových trubek TRk 139,7x4 mm. Ztužidla jsou kloubově připojena k vaznici a k hornímu pásu příhradového vazníku.

Střešní plášť - Jako střešní plášť jsou navrženy sendvičové izolační panely KS1000 X-DEK XM 140, které jsou pnuty mezi vaznicemi v příčném směru haly, navrženy jsou jako prostý nosník s rozponem 3,25 m. Návrhové tabulky jsou přiloženy v statickém výpočtu. Plošná hmotnost navrženého pláště je 0,26 kN/m².

Stěny

Sloupy – Všechny sloupy hokejového stadionu mají kloubovou patku a vodorovná tuhost konstrukce je zajištěna stěnovými a střešními ztužidly a nosníky tribun, které jsou kolmo připojené na sloupy po obvodě haly. Sloupy

jsou navzájem propojeny pomocí ocelových trubek TRk 101,6x4 mm na čelních stěnách haly a trubkami TRk 114,3x3,2 mm na podélné stěně. Sloupy podélné stěny jsou navrženy z válcovaných profilů HEA 240, Rohové sloupy z profilu HEA 180 a sloupy čelních stěn z profilu HEA 260. Vzdálenost sloupů v podélné stěně je 7,4 metru a v příčné stěně 6,5 m.

Stěnová ztužidla – Stěnová ztužidla jsou tvořena křížovými ocelovými trubkami. Ztužidla se nachází v každé krajní a prostřední vazbě všech stěn. Po výšce stěny jsou nad sebou ve čtyřech polích. Výška spodních tří polí je odvozena od výšky podlaží jednotlivých pater vnitřní dispozice a výška horního a geometrie horního pole je závislá na vzepětí střešní konstrukce. Profily ve všech polích jsou navrženy z kruhových trubek TRk 139,7x4 mm.

Vnitřní dispozice

Ocelobetonové stropy – Vnitřní dispozici tvoří 4 rohové věže, které mají dvě nadzemní podlaží a ochoz u hlavní tribuny, ze kterého vedou vstupy na tribunu. Vodorovné nosné konstrukce jsou navrženy jako ocelobetonové spřažené stropy. Jako ztracené bedněné desky je navržený trapézový plech TR 55/250 s tloušťkou stěny 0,8 mm. Smykové spřažení betonové desky o výšce 70 mm nad vlnu trapézového plechu s ocelovými nosíky je zajištěno díky spřahovacím trnům s průměrem dříku 22 mm. V rámci dispozice jsou navrženy stropnice 2.NP z profilu IPE 240 a stropnice 1.NP z profilu IPE 270, dále pak ocelobetonový spřažený průvlak IPE 330. U ochozu v 1.NP je to ocelový krajní nosník profilu IPE 400.

Sloupy – Sloupy vnitřní dispozice jsou z válcovaných profilů HEA. Střední sloupy mají dimenzi HEA 220, krajní sloupy HEA 180.

Ztužení vnitřní dispozice – Rohové věže jsou ztuženy svíslými stěnovými ztužidly, které se nachází na vnitřním rohu věží. Tvoří je křížová diagonální ztužidla z ocelových trubek TRk 101,6x4 mm. Dále jsou vnitřní věže ztuženy pomocí vnějších stěnových ztužidel na v rozích stadionu.

Tribuny

Vedlejší tribuna – Vedlejší tribuny se nacházejí na příčné straně haly. Tribuny jsou rozděleny do 5 polí s rozponem 6,5 m, tj. ve stejném rastru jako sloupy na čelní stěně. Tribunové nosníky jsou konstruovány ve sklonu 53,1 stupně a napojují se na sloupy příčné stěny ve výšce 6,6 m. Jako nosníky tribun jsou navrženy válcované profily HEA 280. Uprostřed rozpětí tribuny je nosník podepřen sloupem z profilu HEA 180. Ztužení tribuny je provedeno v krajních a středním poli pomocí diagonálních ztužidel, které jsou umístěny pod prefabrikovanými betonovými nosníky tribuny. Profily ztužidel jsou navrženy z ocelové trubky TRk 76,1x3,2 mm. Ztužidla v rovině pod nosníky jsou napojena na sloupy obvodové stěny. Jednotlivé nosníky jsou spolu propojeny pomocí ocelových trubek TRk 101,6x4 mm.

Hlavní tribuna – Hlavní tribuny se nacházejí na podélných stranách stadionu mezi rohovými věžemi. Tribuny rozděleny celkem do sedmi polí o rozponech 7,4 m, tři pole jsou celé vyplněny tribunovými nosníky, na 4 polích jsou na části vstupy na tribunu z ochozu v 1. NP. Tribunové nosníky jsou konstruovány ve sklonu 63,5 stupně a napojují se na sloupy podélné stěny ve výšce 9,8 m. Nosníky tribuny jsou navrženy jako spojitý nosník o třech polích s rozpory polí 6,5 m, 6,5 m a 6,2 m. Profil nosíku je profil HEA 400. Sloupy v první řadě tribuny jsou z profilu HEA 200, prostřední sloupy pod nosníky jsou navrženy z profilu HEA 220. Ztužení tribuny je provedeno v 2, 5 a 6 poli pomocí diagonálních ztužidel, které jsou umístěny pod prefabrikovanými betonovými nosníky tribuny. Profily ztužidel jsou navrženy z ocelových trubek TRk 88,9x3,2 mm. Ztužidla vedou v rovině pod nosníky jsou napojena a na sloupy obvodové stěny. Jednotlivé nosníky jsou spolu propojeny pomocí ocelových trubek TRk 114,3x3,2 mm. Nosník u vstupu na tribunu je z profilu HEA 320.

Údaje o zatížení

Klimatická zatížení:

Objekt je situován ve městě Chomutov, které se nachází ve II. sněhové oblasti, které dle ČSN EN 1991-1-3 náleží charakteristické zatížení sněhem na zemi $s_k = 1,0$ kPa.

Hala se nachází ve II. větrné oblasti. Charakteristická hodnota základní rychlosti větru pro II. oblast je dle ČSN EN 1991-1-4 rovna 25,0 m/s. Situace kolem. Vzhledem k umístění objektu v okrajové části města, je ve výpočtu uvažována kategorie terénu III.

Dále bylo na oblouk a táhla uvažováno se zatížením teplotou. Výsledná hodnota rovnoměrného oteplení konstrukce byla stanovena na 43 °C a pro rovnoměrné ochlazení bylo počítáno s teplotou -49 °C. Vliv nerovnoměrné teploty byl zohledněn ČSN EN 1995-1-5 (6.1.4.1) lineární rozdílovou složkou teploty pro ocelovou nosnou konstrukci při ochlazení horního povrchu o 11,7 °C a pro oteplením horního povrchu konstrukce o 12,6 °C. Nerovnoměrné složky teploty byly aplikovány pouze na konstrukci oblouku.

Užitné zatížení:

V souladu s ČSN EN 1991-1-1 pro vnitřní prostory zimního stadionu uvažována kategorie užitného zatížení C5. Velikost plošného zatížení 5 kN/m². Pro nepochozí střechu kategorie H je počítáno s plošným zatížením 0,75 kN/m². Užitné zatížení kategorie H není uvažováno v kombinaci se zatížením sněhem. Zatížení přemístitelnými příčkami bylo podle normy ČSN EN 1991-1-1 uvažováno jako 0,8 kN/m² pro příčky s vlastní tíhou ≤ 2,0 kN/m.

Stálá zatížení:

Mezi stálá zatížení uvažovaná na střechu patří zatížení vlastní tíhou střešních panelů KS1000 X-DEK XM 140 s plošnou tíhou 0,26 kN/m², vlastní tíhou stěnového pláště, pro který jsou navrženy sendvičové izolační panely KS1000/1150 NF 150 s plošnou tíhou 0,15 kN/m². Zatížení skladbou podlah a SDK podhledu je stanoveno na 0,65 kN/m². Pod vazníky je počítáno pro zavěšení technologie (světla, vzduchotechnika) plošná hmotnost 30 kg/m². Na střední vazníky působí vlastní tíha multimediální kostky, která váží 2 t.

Předpětí:

Velikost předpětí každého táhla je definována v statickém výpočtu. Síly pro předpětí se pohybují od 81 do 152 kN. Předpětí bude do konstrukce vnášeno podle předpínacího plánu (není řešeno v diplomové práci)

Materiály

Primárně nosné prvky ocelové konstrukce jsou navrženy z konstrukční oceli S355JR konkrétně to jsou všechny sloupy, tribunové nosníky, vazníky, ocelový oblouk, vaznice, nosníky spřažených konstrukcí. Ocelová táhla jsou z oceli S460. Na šroubové přípoje jsou navrženy šrouby pevnostní třídy 8.8 a 10.9. Trapézový plech je z oceli třídy S320GD s oboustranně pozinkovanou vrstvou Z200-275 g/m². Na betonové základové patky pod sloup je použit beton pevnostní třídy C20/25. Na základový blok u založení oblouku je použit beton třídy C30/37. Beton navržený na ocelobetonové konstrukce je třídy C20/25.

Použité normy

ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-1-3 – Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem

ČSN EN 1991-1-1-4 – Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem

ČSN EN 1991-1-5 - Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou

ČSN EN 1993-1 - Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1993-1 - Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků

ČSN EN 1994-1-1 - Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN ISO 12944 – Nátěrové hmoty – Protikorozi ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy

Výroba ocelové konstrukce

Ocelová konstrukce vyrobena v třídě provedení EXC3. Vazníky jsou rozděleny na pět montážních dílů, které budou na stavbě spojeny montážním spojem. Vazníky budou již z výroby opatřeny veškerými přivařenými styčnickovými plechy, ke kterým bude možné připojovat navazující konstrukce. Oblouk se skládá z přímých segmentů ocelových trubek, které budou vyrobeny na dílně a na stavbě se provede jejich svaření.

Montáž ocelové konstrukce

Vnitřní dispozice

Nejdříve bude pro provedení všech základových konstrukcí zhotovena vnitřní dispozice haly. Montáž začne vždy kotvením sloupů, a to od rohu haly, kde se nacházejí svislá stěnová ztužidla, poté se bude pokračovat s montáží dalších sloupů směrem ke středu haly. Vždy tak, že se sloup přikotví k patní desce (v tuto chvíli musí být montážně podepřen proti vybočení k oběma osám), poté bude pomocí trubek nebo průvlaků připojen k sousednímu sloupu. Během montáže sloupů na obvodu haly bude paralelně probíhat montáž tribunových nosníků, které při připojení na sloup pomůžou k prostorové tuhosti konstrukce během montáže. Tribuny se budou montovat rovněž od ztužených polí, ke kterým se budou připojovat další prvky. Rohové věže se budou stavět po patrech, nejdříve dojde k postavení sloupů stropnic a průvlaků 1.NP spolu se svislými ztužidly, do momentu připojení trapézového plechu a vytvoření tuhé roviny stropní konstrukce je nutné montovanou konstrukci montážně podepírat. Po spřažení konstrukce a vytvrdnutí betonu již bude konstrukce stabilní díky stěnovým ztužidlům na vnitřním a vnějším rohu věže. Poté se bude obdobně pokračovat s dalšími patry konstrukce.

Střešní konstrukce

Po montáži veškerých sloupů na obvodu haly bude možné začít s montáží střešní konstrukce. V první řadě bude zhotoven oblouk z navzájem spojených přímých segmentů. Oblouk je nutné vzhledem ke charakteru jeho

uložení stabilizovat proti vybočení z jeho roviny do chvíle kdy bude ukončeno vnášení předpětí do ocelových táhel, které budou nadále oblouk stabilizovat. Po zhotovení oblouku se začne s montáží vazníků. V úvodu se provede spojení montážních dílců vazníku. Následně se vazník pomocí jeřábu vyzvedne do určené výšky a uloží na sloupy haly, poté bude za stálé stabilizace připojen k táhlům na oblouku, následně bude pokračovat montáž dalšího vazníku. Postupovat se bude od středních vazníků směrem k okraji haly, Po aplikaci prostředních dvou vazníků bude provedeno jejich spojení pomocí svislých střešních ztužidel a diagonálních ztužidel ve střešní rovině, tím bude získána prostorově tuhá konstrukce, ke které budou postupně podle stejného postupu připojeny zbylé vazníky. Po upevnění všech vazníků na sloupy, dojde k aktivaci táhel a vnesení předpětí do konstrukce na síly dle statického výpočtu. Napínat se bude postupně dle předem stanoveného napínacího plánu, ze kterého je patrné, jak se navzájem táhla při předpínání ovlivňují, jen tak je možné dosáhnout požadovaného předpětí. Po aktivaci táhel se bude pokračovat s pokládkou střešních panelů.

Ochrana proti požáru

Požární odolnost a ochrana konstrukce proti požáru nebyla v rámci diplomové práce řešena.

Ochrana proti korozi

Protikorozní ochrana nadzemních částí ocelové konstrukce (bez styku se zeminou nebo betonovým základem) bude provedena povlakovým nátěrem v souladu s ČSN EN ISO 12944-2 pro stupeň korozní agresivity C3 (střední) s vysokou životností (H, dle ČSN EN ISO 12944-1). Bude použit odpovídající povlakový nátěr dle ČSN EN ISO 12944-5, např. systém C3.05 (epoxidový nátěr s 1 vrstvou základního nátěru tl. 80-120 μm a 1-2 vrstvami následujících nátěrů o celkové tloušťce 120 μm).



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

DIPLOMOVÁ PRÁCE

HOKEJOVÁ SPORTOVNÍ HALA V CHOMUTOVĚ

II. STATICKÝ VÝPOČET

Vypracoval: Bc. Pavel Polanský

Vedoucí práce: prof. Ing. Michal Jandera Ph.D.

Leden 2023

Obsah statického výpočtu

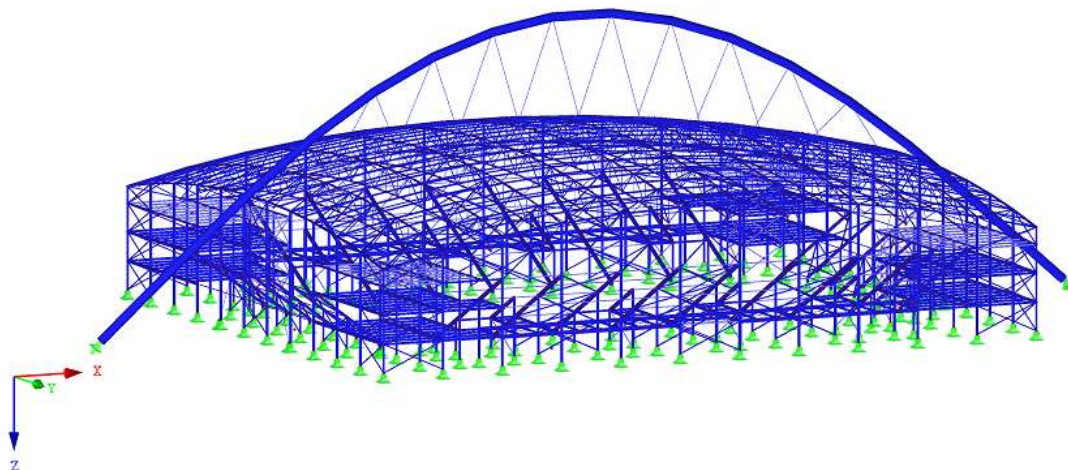
1. Úvod	- 4 -
2. Přehled zatížení.....	- 5 -
2.1 Přepočet zatížení na jednotlivé prvky konstrukce.....	- 12 -
3. Návrh obalových konstrukcí.....	- 15 -
3.1 Návrh střešního pláště	- 15 -
3.2 Návrh stěnového pláště.....	- 16 -
4. Návrh nosných prvků haly	- 17 -
4.1 Návrh oblouku	- 17 -
4.1.1 Stanovení tvaru oblouku	- 17 -
4.1.2 Stanovení vzpěrné délky.....	- 18 -
4.1.3 Posouzení oblouku.....	- 21 -
4.3 Návrh předpětí.....	- 27 -
4.3 Posouzení táhel.....	- 28 -
4.4 Návrh střešní konstrukce.....	- 30 -
4.4.1 Návrh vazníků – MSÚ	- 30 -
4.3.2 Návrh vazníků – MSP	- 52 -
4.3.3 Návrh ztužení střešní konstrukce	- 52 -
4.3.4 Návrh vaznic	- 62 -
4.3.5 Návrh paždíku štítové stěny	- 74 -
4.4 Návrh vnitřní dispozice	- 79 -
4.4.1 Stropní konstrukce 3.NP rohových věží	- 79 -
4.4.2 Strop 1. a 2.NP.....	- 83 -
4.4.3 Návrh vnitřních tribun	- 100 -
4.4.5 Návrh sloupů	- 115 -
4.4.6 Návrh dalších konstrukčních prvků	- 136 -
5. Návrh vybraných detailů	- 140 -
5.1 Přípoj táhla na oblouk.....	- 140 -
5.2 Styčník vazníku s napojením táhla	- 142 -
5.3 Návrh čepu oblouku	- 152 -
5.4. Návrh uložení vazníku.....	- 155 -
5.5. Návrh kotvení rohového sloupu.....	- 156 -
5.4 Návrh patního plechu nejvíce zatíženého sloupu	- 164 -

5.6 Montážní přípoj vazníku	- 165 -
5.7 Přípoj nosníku tribuny na sloup	- 167 -
5.8 Styčníky příhradových vazníků	- 179 -
5.8 Přípoj vaznice na ohyb	- 181 -
5.9 Přípoj spodního pásu podélného střešního ztužidla k vazníku	- 183 -

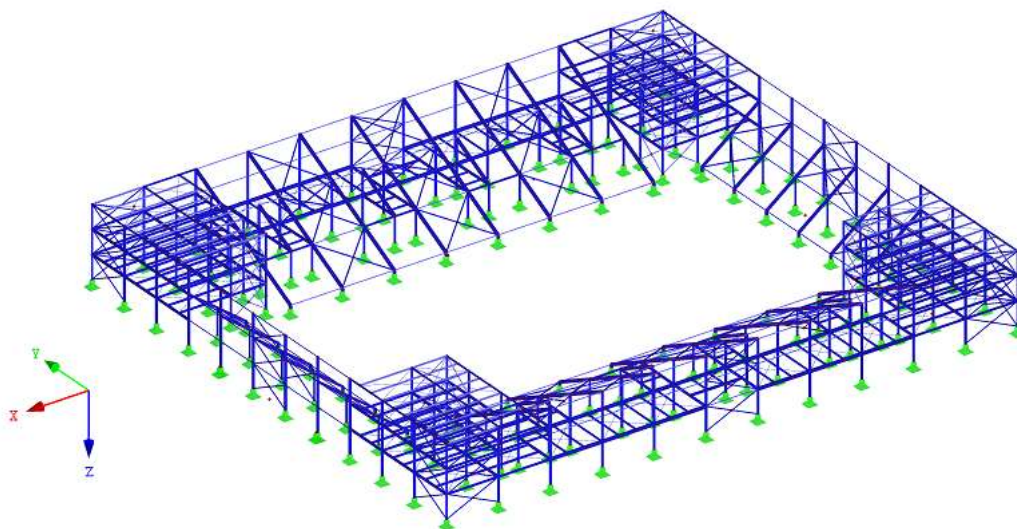
1. Úvod

Pro výpočet byl použit výpočetní software Dlubal RFEM 5v. V programu byl vytvořen prostorový model konstrukce hokejového stadionu včetně zázemí. Výpočty vnitřních sil na modelu jsou provedeny II. řádem. Pro posouzení oblouku, sloupů, ztužení haly, vazníků a táhel se použili vnitřní síly z globálního modelu, pro návrh dílčích prvků vnitřní dispozice z důvodu zjednodušení výpočtu byly vytvořeny 2D modely ve kterých byly posouzeny – nosníky rohových věží, nosníky hlavní a vedlejší tribuny. Tyto prvky byly následně do modelu přidány s veškerým zatížením. Spřažené konstrukce vnitřní dispozice byly v modelu zohledněny pomocí tuhých diagonálních prutů v rovině stropních konstrukcí. Dále byl použit dílčí model pro stanovení vzpěrné délky hlavního nosného oblouku ze stabilitní kombinace.

Model konstrukce v axonometrii



Vnitřní dispozice haly



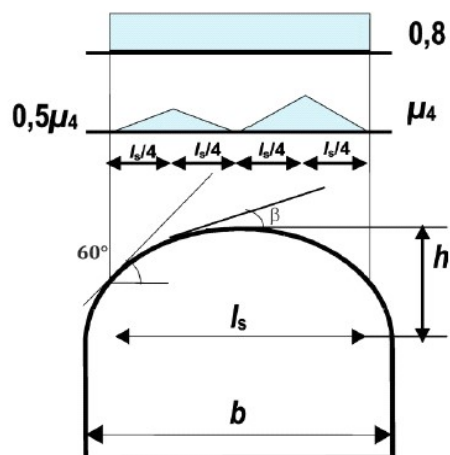
2. Přehled zatížení

Zatížení sněhem

Objekt se nachází ve městě Chomutov, které je ve II. sněhové oblasti. Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi $s_k = 1,0$ kPa.

Zatížení sněhem na střeše

Umístění objektu	Chomutov
Sněhová oblast	II
Char. hodnota zatížení	$s_k = 1,0$ kN/m ²
Typ krajiny	normální
Součinitel expozice	$C_e = 1,0$
Tepelný součinitel	$C_t = 1,0$
Tvar zastřešení	Válcová střecha
Je zbráněno sklouzávání sněhu	Ne
Vzepětí	$h = 5$ m
Úhel β	$\beta = 13^\circ$
Šířka objektu	$b = 81,9$ m
	$l_s = 81,9$ m
Tvarový součinitel zatížení	$\mu_1 = 0,80$
	$\mu_4 = 0,81$
	$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$
Zatížení sněhem	$s_1 = 0,80$ kN/m ²
	$s_4 = 0,81$ kN/m ²
	$0,5 s_4 = 0,41$ kN/m ²



Zatížení větrem

Objekt se nachází ve II. větrné oblasti. Základní rychlost větru $v_b = 25$ m/s.

Základní hodnoty

Umístění objektu	Chomutov
Referenční výška budovy	$z_{ref} = 20,4$ m
Součinitel směru větru	$C_{dir} = 1$
Součinitel ročního období	$C_{season} = 1$
Větrná oblast	II
Měrná hmotnost vzduchu	$\rho = 1,25$ kg/m ³
Výchozí základní rychlost	$v_{b0} = 25,0$ m/s
Základní rychlost větru	$v_b = 25,0$ m/s

Střední rychlost větru

Kategorie terénu	III
Parametr drsnosti terénu	$z_{0,i} = 0,3$ m
Minimální výška dle tab 4.1	$z_{min} = 5$
Maximální výška	$z_{max} = 200$ m
Součinitel terénu	$k_r = 0,22$
Součinitel drsnosti terénu	$c_r(z) = 0,91$
Součinitel orografie	$c_o(z) = 1$
Střední rychlost větru	$v_m(z) = 22,7$ m/s

Turbulence větru

Součinitel turbulence	$k_i = 1$
Intenzita turbulence	$I_v(z) = 0,24$

Maximální dynamický tlak $q_p = 0,86$ kPa

Zatížení větrem bude pro podélný vítr uvažováno, jako zatížení na válcovou střechu. Pro příčný vítr je uvažována plochá střecha, protože vzepětí oblouku ku šířce haly je menší než hodnota vymezená normou (0,05). Díky k tomu, že je zakřivení střechy relativně malé se tvar střechy blíží ploché střeše, bude bezpečně ověřena i možnost většího sání větru v rohových oblastech.

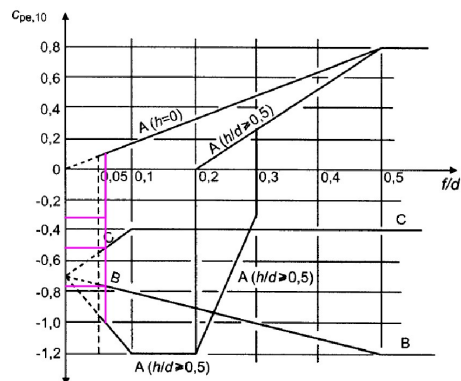
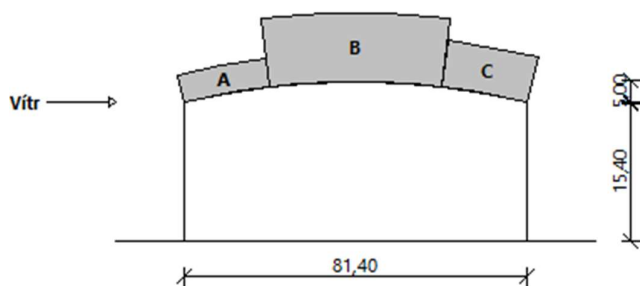
Zatížení podélným větrem na při uvážení válcové střechy

$h = 15,4$ m, $f = 5,0$ m, $d = 81,4$ m

$f/d = 0,189$; $h/d = 0,061$

Oblasti	Vítr podélný	
	$c_{pe,10}$	w_k (kN/m ²)
A	-0,31	-0,27
B	-0,76	-0,65
C	-0,51	-0,44

Rozdělení oblastí pro podélný vítr

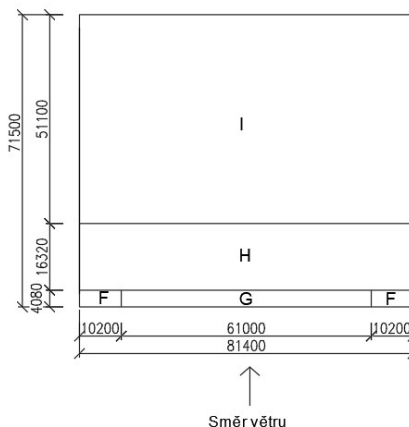


Zatížení příčným větrem při uvážení ploché střechy s ostrými hranami

$h = 16,9 \text{ m}$, $f = 3,5 \text{ m}$, $d = 71,5 \text{ m}$

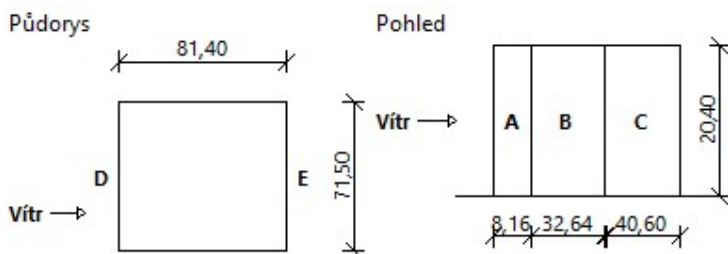
$f/d = 0,0489$; $h/d = 0,24$

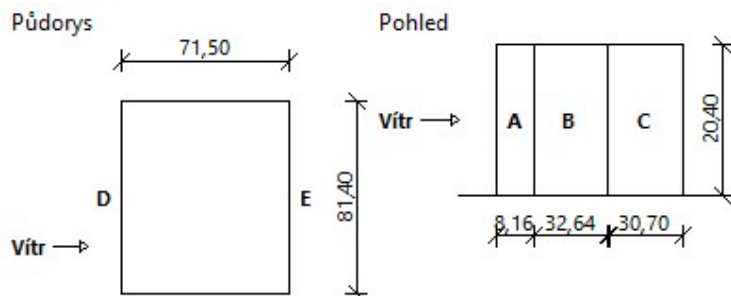
Oblasti	Vitr - příčný	
	$c_{pe,10}$	$w_k \text{ (kN/m}^2\text{)}$
F	-1,80	-1,54
G	-1,20	-1,03
H	-0,70	-0,60
I	0,2	0,17
	-0,2	-0,17



Zatížení větrem na svislé stěny

Oblasti	Vitr - podélný		Vitr příčný	
	$c_{pe,10}$	$w_k \text{ (kN/m}^2\text{)}$	$c_{pe,10}$	$w_k \text{ (kN/m}^2\text{)}$
A	-1,20	-1,03	-1,20	-1,03
B	-0,80	-0,69	-0,80	-0,69
C	-0,50	-0,43	-0,50	-0,43
D	0,70	0,60	0,71	0,61
E	-0,30	-0,26	-0,33	-0,28





Zatížení příčným větrem na oblouk

Zatížení je uvažováno jako liniové zatížení na střednici ve směru větru, tedy kolmo na rozpětí oblouku, maximální dynamický tlak je uvažován pro výšku oblouku.

Maximální dynamický tlak	$q_p = 1,01 \text{ kPa}$
Průměr válce	$b = 1,068 \text{ m}$
Kinematická vizkozita vzduchu	$\nu = 1,5E-05 \text{ m}^2/\text{s}$
Maximální rychlost větru	$v = 40,20 \text{ m/s}$
	$Re = \frac{b \cdot v}{\nu}$
Reynoldsovo číslo	$Re = 2,9E+06$
Povrch konstrukce	lesklá ocel
Ekvivalentní drsnost povrchu	$k = 0,05 \text{ mm}$

$$c_{f,0} = 1,2 + \frac{0,18 \cdot \log(10 \cdot k/b)}{1 + 0,4 \cdot \log(Re/10^6)}$$

Součinitel síly	$c_{f,0} = 0,693$
	$f_{lin.} = c_{f,0} \cdot q_p \cdot b$
Zatížení na jednotku délky	$f_{lin.} = 0,748 \text{ kN/m}$

Zatížení teplotou

Rovnoměrná složka teploty

Výchozí teplota konstrukce	$T_0 = 15,0 \text{ °C}$
Povrch konstrukce	jasně světlý
Orientace prvku	jih-západně
Hodnota max. teploty vzduchu	$T_{max} = 40,0 \text{ °C}$
Hodnota min. teploty vzduchu	$T_{min} = -34,0 \text{ °C}$
Teplota vnějšího prostředí	
Vliv slunečního záření	$T_3 = 18 \text{ °C}$
letní období	$T_{out} = 58,0 \text{ °C}$
zimní období	$T_{out} = -34,0 \text{ °C}$
Rovnoměrná složka teploty	$\Delta T_u = T - T_0$
letní období	$\Delta T_u = 43,0 \text{ °C}$
zimní období	$\Delta T_u = -49,0 \text{ °C}$

Pro výpočet bude uvažováno s rovnoměrným oteplením konstrukce o 43 °C a s rovnoměrným ochlazením o 49 °C.

Nerovnoměrná složka teploty

Pro stanovení nerovnoměrné svislé složky teploty byl použit Postup 1 dle ČSN EN 1995-1-5 (6.1.4.1). Lineární rozdílová složka teploty pro ocelovou nosnou konstrukci při ochlazení horního povrchu konstrukce je $\Delta T_{M,cool} = 13 \text{ }^\circ\text{C}$. Při použití součinitele $k_{sur} = 0,9$ pro konstrukci bez svršku vychází výsledná lineární složka teploty.

$$\Delta T_{M,cool} \times k_{sur} = 13 \times 0,9 = 11,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

Obdobně je stanovena rozdílová složka teploty pro situaci s oteplením horního povrchu konstrukce, při $\Delta T_{M,heat} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ a $k_{sur} = 0,7$ vychází výsledná lineární složka teploty.

$$\Delta T_{M,heat} \times k_{sur} = 18 \times 0,7 = 12,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

Kombinace rovnoměrné a nerovnoměrné složky teploty

V modelu bude uvažována neredukovaná velikost rovnoměrné složky teploty s redukovanou rozdílovou složkou bude koeficientem $\omega_N = 0,35$ a neredukovaná rozdílová složka s redukovanou rovnoměrnou složkou koeficientem $\omega_M = 0,75$.

Užitné zatížení

V souladu s ČSN EN 1991-1-1 pro vnitřní prostory zimního stadionu uvažována kategorie C5. Velikost plošného zatížení 5 kN/m^2 . Pro nepochozí střechu kategorie H je počítáno s plošným zatížením $0,75 \text{ kN/m}^2$. Užitné zatížení kategorie H není uvažováno v kombinaci se zatížením sněhem. Pro vnitřní dispozici je uvažováno zatížení pro přemístitelné příčky do tíhy 2 kN/m a to plošnou hodnotou zatížení $0,8 \text{ kN/m}^2$.

Stálé zatížení

Vlastní tíha ocelové konstrukce vygenerovaná pomocí softwaru Dlubal RFEM 5.23.02.

Vlastní tíha střešního pláště – $0,26 \text{ kN/m}^2$.

Vlastní tíha stěnových panelů – $0,15 \text{ kN/m}^2$.

Vlastní tíha stropních konstrukcí skladbou a SDK podhledem - $0,65 \text{ kN/m}^2$.

Zavěšená technologie, pod střešní konstrukcí (světla, vzduchotechnika, ...) – $0,3 \text{ kN/m}^2$, pro kombinace s minimálním stálým zatížením, je počítáno se zatížením $0,1 \text{ kN/m}^2$, z důvodu neznalosti, jak a v jaké míře bude ve skutečnost zatížení aplikováno.

Vlastní tíha multimediální kostky zavěšené nad ledem – $2,0 \text{ t}$ aplikována do modelu jako 4 síly velikosti 5 kN do styčnicku spodního pásu středových vazníků.

Předpětí

Předpětí vnášeno do konstrukce pomocí systému konstrukčních táhel S460 od výrobce Macalloy. Více v kapitole návrh předpětí.

Přehled zatěžovacích stavů

	Označení	Komentář
	zatěž. stavu	
ZS1	Stálé + vlastní tíha	Vlastní tíha konstrukce, zatížení multimedialní kostkou, opláštění haly
ZS2	Zatížení technologií	Zatížení spodního pasu vazníku
ZS3	Užitné - tribuny	Kategorie C
ZS4	Sníh rovnoměrný	(H ≤ 1000 m n.m.), plný celoplošně
ZS5	Sníh polovina	(H ≤ 1000 m n.m.), plný na polovině střechy
ZS6	Vítr podélný	Vítr podélný na stěny, střechu
ZS7	Vítr příčný - sání	Vítr příčný na stěny, oblouk, střechu
ZS8	Vítr příčný - tlak	Vítr příčný na stěny, oblouk, střechu
ZS9	1,0 x Rovnoměrné oteplení + 0,75 Ochlazení H. vláken	Zatížení teplotou na oblouk a táhla
ZS10	1,0 x Rovnoměrné ochlazení + 0,75 Ochlazení H. vláken	Zatížení teplotou na oblouk a táhla
ZS11	0,35 x Rovnoměrné oteplení + 1,0 Ochlazení H. vláken	Zatížení teplotou na oblouk a táhla
ZS12	0,35 x Rovnoměrné ochlaze + 1,0 Ochlazení H. vláken	Zatížení teplotou na oblouk a táhla
ZS13	1,0 x Rovnoměrné oteplení + 0,75 Oteplení H. vláken	Zatížení teplotou na oblouk a táhla
ZS14	1,0 x Rovnoměrné ochlazení + 0,75 Oteplení H. vláken	Zatížení teplotou na oblouk a táhla
ZS15	0,35 x Rovnoměrné oteplení + 1,0 Oteplení H. vláken	Zatížení teplotou na oblouk a táhla
ZS16	0,35 x Rovnoměrné ochlazení + 1,0 Oteplení H. vláken	Zatížení teplotou na oblouk a táhla
ZS17	Předpětí	Předpětí táhel

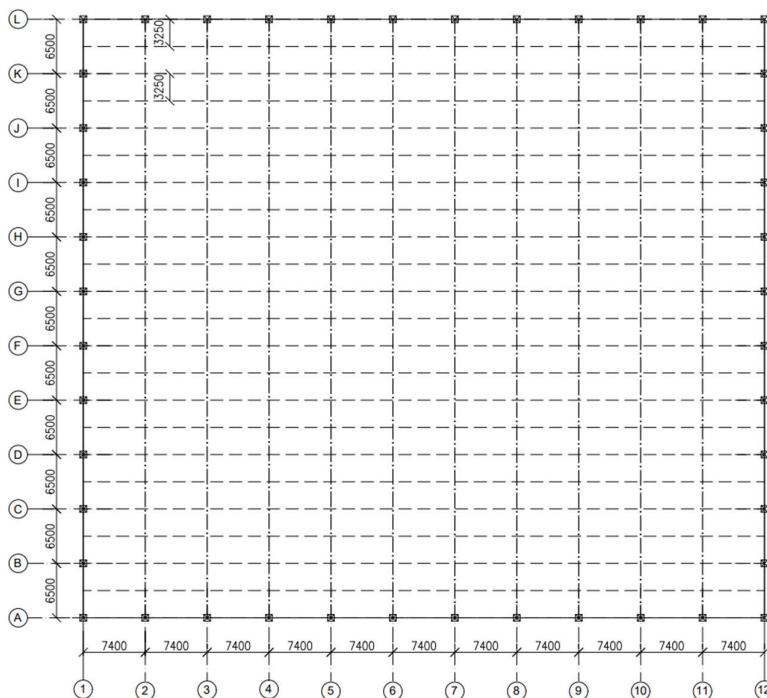
Přehled kombinací zatížení

Kombin. zatížení	Typ	Kombinace zatížení/výsledků
		Označení
KZ1	MSÚ	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.75*ZS4 + 0.9*ZS6 + 0.9*ZS10 + ZS17
KZ2	MSÚ	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.75*ZS4 + 0.9*ZS6 + 0.9*ZS14 + ZS17
KZ3	MSÚ	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.75*ZS4 + 0.9*ZS8 + 0.9*ZS10 + ZS17
KZ4	MSÚ	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.75*ZS4 + 0.9*ZS8 + 0.9*ZS14 + ZS17
KZ5	MSÚ	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.75*ZS4 + 0.9*ZS10 + ZS17
KZ6	MSÚ	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.75*ZS4 + 0.9*ZS14 + ZS17
KZ7	MSÚ	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.5*ZS4 + ZS17
KZ8	MSÚ	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.75*ZS4 + ZS17
KZ9	MSÚ	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS6 + 0.9*ZS10 + ZS17
KZ10	MSÚ	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS6 + 0.9*ZS14 + ZS17
KZ11	MSÚ	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS8 + 0.9*ZS10 + ZS17
KZ12	MSÚ	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS8 + 0.9*ZS14 + ZS17
KZ13	MSÚ	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS10 + ZS17
KZ14	MSÚ	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS14 + ZS17
KZ15	MSÚ	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS6 + 0.9*ZS10 + ZS17
KZ16	MSÚ	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS6 + 0.9*ZS14 + ZS17
KZ17	MSÚ	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS8 + 0.9*ZS10 + ZS17
KZ18	MSÚ	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS8 + 0.9*ZS14 + ZS17
KZ19	MSÚ	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS6 + ZS17
KZ20	MSÚ	ZS1 + 0.33*ZS2 + 1.5*ZS6 + 0.9*ZS13 + ZS17
KZ21	MSÚ	ZS1 + 0.33*ZS2 + 1.5*ZS6 + 0.9*ZS9 + ZS17
KZ22	MSÚ	ZS1 + 0.33*ZS2 + 1.5*ZS7 + 0.9*ZS9 + ZS17
KZ23	MSÚ	ZS1 + 0.33*ZS2 + 1.5*ZS7 + 0.9*ZS13 + ZS17

KZ20	MSÚ	$ZS1 + 0.33*ZS2 + 1.5*ZS6 + 0.9*ZS13 + ZS17$
KZ21	MSÚ	$ZS1 + 0.33*ZS2 + 1.5*ZS6 + 0.9*ZS9 + ZS17$
KZ22	MSÚ	$ZS1 + 0.33*ZS2 + 1.5*ZS7 + 0.9*ZS9 + ZS17$
KZ23	MSÚ	$ZS1 + 0.33*ZS2 + 1.5*ZS7 + 0.9*ZS13 + ZS17$
KZ24	MSÚ	$1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 0.75*ZS4 + 0.9*ZS6 + 1.5*ZS10 + ZS17$
KZ25	MSÚ	$1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 0.75*ZS4 + 0.9*ZS6 + 1.5*ZS14 + ZS17$
KZ26	MSÚ	$1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 0.75*ZS4 + 0.9*ZS8 + 1.5*ZS10 + ZS17$
KZ27	MSÚ	$1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 0.75*ZS4 + 0.9*ZS8 + 1.5*ZS14 + ZS17$
KZ28	MSÚ	$ZS1 + 0.33*ZS2 + 1.5*ZS6 + ZS17$
KZ29	MSÚ	$ZS1 + 0.33*ZS2 + 1.5*ZS6 + 0.9*ZS14 + ZS17$
KZ30	MSÚ	$ZS1 + 0.33*ZS2 + 1.5*ZS6 + 0.9*ZS10 + ZS17$
KZ31	MSÚ	$ZS1 + 0.33*ZS2 + 1.5*ZS6 + 0.9*ZS10 + ZS17$
KZ32	MSP	$ZS1 + 0.33*ZS2 + 0.25*ZS4 + 1.5*ZS6 + 0.9*ZS14 + ZS17$
KZ33	MSP	$ZS1 + 0.33*ZS2 + 0.25*ZS4 + 0.9*ZS6 + 1.5*ZS14 + ZS17$
KZ50	MSP	$ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS10 + ZS17$
KZ51	MSP	$ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS14 + ZS17$
KZ52	MSP	$ZS1 + 0.33*ZS2 + ZS6 + ZS17$
KZ53	MSP	$ZS1 + 0.33*ZS2 + ZS7 + ZS17$
KZ54	MSP	$ZS1 + 0.33*ZS2 + ZS7 + 0.6*ZS14 + ZS17$
KZ55	MSP	$ZS1 + 0.33*ZS2 + ZS6 + 0.6*ZS10 + ZS17$
KZ56	MSP	$ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS8 + 0.6*ZS10 + ZS17$
KZ57	MSP	$ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS8 + 0.6*ZS14 + ZS17$
KZ58	MSP	$ZS1 + 0.33*ZS2 + ZS7 + 0.6*ZS9 + ZS17$
KZ59	MSP	$ZS1 + 0.33*ZS2 + ZS6 + 0.6*ZS9 + ZS17$
KZ100	-	$ZS1 + ZS2 + ZS17$
KZ101	-	Síly pro předpětí
KV1	MSÚ	KZ1 nebo do KZ31
KV2	MSP	KZ50 nebo KZ59

2.1 Přepočet zatížení na jednotlivé prvky konstrukce

Schématický půdorys konstrukce



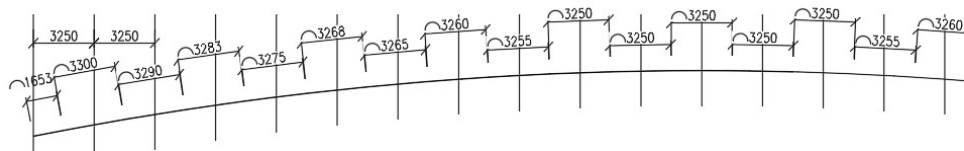
Zatížení podélným větrem - sloupy			
Osa	z.š. (m)	w_k (kN/m ²)	$f_{lin.}$ (kN/m)
A, L / 1	3,25	0,60	1,95
B - J / 1	6,5	0,60	3,90
A, L / 12	3,25	-0,26	-0,85
B - J / 12	6,5	-0,26	-1,69
1	3,7	-1,03	-3,81
2	4,46	-1,03	-4,59
	2,94	-0,69	-2,03
		Celkem	-6,62
3 - 6	7,4	-0,69	-5,11
7	0,1	-0,69	-0,07
	7,3	-0,43	-3,14
		Celkem	-3,21
8 - 11	7,4	-0,43	-3,18
12	3,7	-0,43	-1,59

Zatížení příčným větrem - sloupy			
Osa	z.š. (m)	w_k (kN/m ²)	$f_{lin.}$ (kN/m)
A / 1, 12	3,7	0,61	2,26
A / 2 - 11	7,4	0,61	4,51
L / 1, 12	3,7	-0,28	-1,04
L / 2 - 11	7,4	-0,28	-2,07
A	3,25	-1,03	-3,35
B	4,91	-1,03	-5,06
	0,39	-0,69	-0,27
		Celkem	-5,33
C - F	6,5	-0,69	-4,49
G	5,06	-0,69	-3,49
	1,44	-0,43	-0,62
		Celkem	-4,11
H - K	6,5	-0,43	-2,80
L	3,25	-0,43	-1,40

Zatížení sněhem na vaznice			
	z.š. (m)	s_k (kN/m ²)	$f_{lin.}$ (kN/m)
krajní	1,625	0,80	1,30
vnitřní	3,25	0,80	2,60

Zatížení stěnovými panely na sloupy			
Umístění	z.š. (m)	g_k (kN/m ²)	$f_{lin.}$ (kN/m)
rohové	6,95	0,15	1,04
Osa B - K	6,5	0,15	0,98
Osa 2 - 11	7,4	0,15	1,11

Schéma zatěžovacích šířek pro vaznice



Zatížení příčným větrem - vaznice						
Oblast:	F		G		I	
zat. š. (m)	w_k (kN/m ²)	$f_{lin.}$ (kN/m)	w_k (kN/m ²)	$f_{lin.}$ (kN/m)	w_k (kN/m ²)	$f_{lin.}$ (kN/m)
1,653	-1,54	-2,54	-1,03	-1,70	0,17	0,28
					-0,17	-0,28
	F+H		G+H			
2,495	-1,54	-3,84	-1,03	-2,57		
0,805	-0,6	-0,48	-0,6	-0,48		
	celkem	-4,33		-3,05		
	H		I (sání)		I (tlak)	
3,290	-0,6	-1,97	-0,17	-0,56	0,17	0,56
3,283	-0,6	-1,97	-0,17	-0,56	0,17	0,56
3,275	-0,6	-1,97	-0,17	-0,56	0,17	0,56
3,268	-0,6	-1,96	-0,17	-0,56	0,17	0,56
	H+I (sání)		H+I (tlak)			
2,535	-0,6	-1,52	-0,6	-1,52		
0,725	-0,17	-0,12	0,17	0,12		
	celkem	-1,64		-1,40		
	I (sání)		I (tlak)			
3,263	-0,17	-0,55	0,17	0,55		
3,258	-0,17	-0,55	0,17	0,55		
3,255	-0,17	-0,55	0,17	0,55		
3,253	-0,17	-0,55	0,17	0,55		
3,25	-0,17	-0,55	0,17	0,55		

Zatížení podélným větrem - vaznice						
Oblast:	A		B		C	
zat. š. (m)	w_k (kN/m ²)	$f_{lin.}$ (kN/m)	w_k (kN/m ²)	$f_{lin.}$ (kN/m)	w_k (kN/m ²)	$f_{lin.}$ (kN/m)
1,653	-0,27	-0,45	-0,65	-1,07	-0,44	-0,73
3,300	-0,27	-0,89	-0,65	-2,15	-0,44	-1,45
3,290	-0,27	-0,89	-0,65	-2,14	-0,44	-1,45
3,283	-0,27	-0,89	-0,65	-2,13	-0,44	-1,44
3,275	-0,27	-0,88	-0,65	-2,13	-0,44	-1,44
3,268	-0,27	-0,88	-0,65	-2,12	-0,44	-1,44
3,263	-0,27	-0,88	-0,65	-2,12	-0,44	-1,44
3,258	-0,27	-0,88	-0,65	-2,12	-0,44	-1,43
3,255	-0,27	-0,88	-0,65	-2,12	-0,44	-1,43
3,253	-0,27	-0,88	-0,65	-2,11	-0,44	-1,43
3,25	-0,27	-0,88	-0,65	-2,11	-0,44	-1,43

Vzhledem k tomu, že se rozdíl velikosti zatížení pro jednotlivé vaznice je rozdílná maximálně o 2 setiny kN/m je do modelu zadána jednotná velikost liniového zatížení na vaznice s maximální velikostí pro danou oblast.

Pro zatížení vlastní tíhou střešního pláště na vaznice byla zvolena bezpečně maximální zatěžovací šířka 3,30 m.

Zatížení střešními panely na vaznice			
	z.š. (m)	g_k (kN/m ²)	$f_{lin.}$ (kN/m)
krajní	1,653	0,26	0,43
vnitřní	3,300	0,26	0,86

Zatížení zavěšenou technologií na spodním pasu příhradových vazníků bylo i vzhledem k tomu že jde o odhad zatížení zjednodušeně zadáno do styčníků dolního pasu jako bodová síla jejíž velikost bylo spočtena z celkové plochy pod vazníky (plocha pro zavěšení technologie) a vydělena celkovým počtem styčnickových bodů na spodních pasech všech příhradových vazníků.

Celková plocha pod vazníky	5293 m ²
Odhad zatížení na m ²	0,3 kN/m ²
Celkový počet styčníků	210 ks
Zatížení na styčník	7,56 kN

3. Návrh obalových konstrukcí

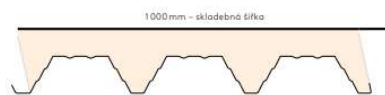
3.1 Návrh střešního pláště

Pro střešní plášť byly navrženy sendvičové izolační panely KS1000 X-DEK XM 140, které jsou pnuty mezi vaznicemi v příčném směru haly, navrženy jsou jako prostý nosník s rozponem 3,25 m. Návrhové tabulky přiloženy v příloze. Plošná tíha navrženého pláště je 0,26 kN/m².

Návrh střešního panelu KS1000 X-DEK XM 140. Tabulkové únosnosti střešního panelu

Střešní panel KS1000 X-DEK XG/XM 140

plech vnější/vnitřní: -0,9 mm
 profilace a povrch vnější/vnitřní: 1,2 nebo 1,5 mm PVC fólie (XM),
 0,45 mm skleněná tkanina (XG)/trapéz 108 mm
 podle ČSN EN 14509
 platí pro panely X-DEK XG/XM dodávané z výrobního závodu v Lipsku, Kingspan Polsko



		TLAK									
systém	barevná skupina	rozpon [m]									
		3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	
prostý nosník	I., II., III.	60 4,46	60 3,28	60 2,50	60 1,93	60 1,38	60 1,02	60 0,76	60 0,58	60 0,45	40
spojitý nosník o více polích	I., II., III.	60 2,62	60 2,24	60 1,95	60 1,73	60 1,55	60 1,41	60 1,23	60 1,04	60 0,89	40
		120	120	120	120	120	120	120	120	120	120

		SÁNÍ									
systém	barevná skupina	rozpon [m]									
		3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	
prostý nosník	I., II., III.	3,93	2,87	2,19	1,64	1,17	0,86	0,64	0,48	0,37	
spojitý nosník o více polích	I., II., III.	1,74	1,48	1,29	1,14	1,03	0,93	0,82	0,69	0,59	

N = hodnota nespécifikována.

Tabulka platí pro běžná průměrná klimatická zatížení (venkovní teplota: 2 skupina + +85°C/20°C léta/zima, vnitřní teplota: +20°C).

Při jiných požadavcích (dlouhodobá zatížení, teplotní zatížení v chladárnách apod.) je třeba provést zvláštní výpočet.

V případě uložení jako spojitý nosník je s ohledem na tuhost panelu nutné dodržet limit rovinnosti podkladní konstrukce L/600, kde L je vzdálenost mezi sousedními podporami.

Vypočty jsou provedeny v souladu s ČSN EN 14509. Hodnoty mezích zatížení uvedené v tabulkách porovnávejte s charakteristickými hodnotami zatížení.

Vypočty berou v úvahu vlastní hmotnost panelů. Možné chyby a opomenutí vyhrazeny. Mějte prosím na paměti, že tato tabulka nenahrazuje statický výpočet.

význam hodnot v tabulce:

AAA	min. šířka krajní podpory [mm]
X,XX	mezí zatížení [kN/m ²]
BBB	min. šířka střední podpory [mm]

maximální přípustná deformace:

-L/200
 kde „L“ je vzdálenost mezi podporami

Střešní panel KS1000 X-DEK XG/XM 140
 Tabulky únosnosti

Posouzení únosnosti panelu

Charakteristické zatížení pro zatížení sněhem.

$$q_k = 0,8 = 0,8 \text{ kN/m}^2$$

Dovolené zatížení prostého nosníku pro rozpon 3,50 m dle návrhových tabulek

$$q_d = 3,28 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = 0,8 \text{ kN/m}^2 \leq q_d = 3,28 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Charakteristické zatížení sáním větru $q_k = 1,61 \text{ kN/m}^2$.

Dovolené zatížení prostého nosníku pro rozpon 3,25 m dle návrhových tabulek

$$q_d = 1,61 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = 1,61 \text{ kN/m}^2 \leq q_d = 2,87 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

3.2 Návrh stěnového pláště

Pro stěnový plášť byly navrženy sendvičové izolační panely KS1000/1150 NF 150. Panely jsou navrženy jako prostý nosník s maximálním rozponem 7,4 m. Návrhové tabulky jsou přiloženy v příloze. Plošná tíha navrženého pláště je 0,15 kN/m².

Návrh střešního panelu KS1000/1150 NF 150. Tabulkové únosnosti střešního panelu

KS1000/1150 NF 150
(nestandard – vnitřní profilace D a tl. plechu)
Stěnové panely s jádrem IPN/QuadCore®

Stěnový panel KS1000/1150 NF 150
plech vnější/vnitřní: 0,6/0,6 mm
profilace vnější/vnitřní: M (Micro)/D (Minibox 2 mm)
5280GD podle ČSN EN 14509
platí pro panely NF dodávané z výrobního závodu v Hradci Králové, Kingspan Česká republika

1150 mm – skládací šířka

SÁNÍ									
systém	barevná skupina	charakteristické proměnné zatížení							
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
prostý nosník ▲	I.	14,89	11,02	9,00	7,79	6,97	6,02	5,16	4,52
	II.	14,30	11,02	9,00	7,79	6,97	6,02	5,16	4,52
	III.	12,79	10,96	9,00	7,79	6,97	6,02	5,16	4,52
spojitý nosník o 2 polích ▲▲	I.	13,69	9,95	7,55	5,65	4,54	3,81	3,30	2,95
	II.	11,91	8,99	7,31	5,43	4,35	3,65	3,16	2,80
	III.	7,64	6,46	5,85	5,09	4,05	3,40	2,95	2,62
spojitý nosník o 3 polích ▲▲▲	I.	15,58	11,02	8,87	6,61	5,26	4,37	3,73	3,26
	II.	14,74	10,54	8,70	6,51	5,16	4,28	3,65	3,18
	III.	10,97	8,15	6,92	6,19	5,02	4,14	3,52	3,06

význam hodnot v tabulce:
X,XX max. rozpon [m]
maximální přípustná deformace:
- L/100 (dle ČSN EN 14509)
kde L je vzdálenost mezi podporamai

TLAK									
systém	barevná skupina	charakteristické proměnné zatížení							
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
prostý nosník ▲	I., II., III.	40	45	61	75	86	97	107	116
		14,30	10,44	8,52	7,38	6,60	6,03	5,58	5,22
		40	45	61	75	86	97	107	116
spojitý nosník o 2 polích ▲▲	I.	40	45	61	75	86	97	107	116
		14,76	10,44	8,52	7,38	6,60	6,03	5,58	5,22
		40	45	61	75	86	97	107	116
spojitý nosník o 3 polích ▲▲▲	II.	40	45	61	75	86	97	107	116
		14,76	10,44	8,52	7,38	6,60	6,03	5,58	5,22
		40	45	61	75	86	97	107	116
spojitý nosník o 3 polích ▲▲▲	III.	40	45	61	75	86	97	107	116
		14,76	10,44	8,52	7,38	6,60	6,03	5,58	5,22
		40	45	61	75	86	97	107	116

význam hodnot v tabulce:
AAA min. šířka krajní podpory [mm]
X,XX max. rozpon [m]
BBB min. šířka střední podpory [mm]
maximální přípustná deformace:
- L/100 (dle ČSN EN 14509)
kde L je vzdálenost mezi podporamai

Posouzení únosnosti panelu

Maximální charakteristické zatížení tlakem větru $q_k = 0,64 \text{ kN/m}^2$.

Maximální dovolený rozpon pro plošné zatížení $0,75 \text{ kN/m}^2$ je dle statických tabulek 8,52 m.

$$l_{max} = 7,4 \text{ m} \leq l_d = 8,52 \text{ m} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Maximální hodnota charakteristického zatížení sáním větru $q_k = 1,08 \text{ kN/m}^2$.

Maximální dovolený rozpon pro plošné zatížení $1,08 \text{ kN/m}^2$ po interpolaci je dle statických tabulek 7,73 m.

$$l_{max} = 7,4 \text{ m} \leq l_d = 7,73 \text{ m} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

4. Návrh nosných prvků haly

4.1 Návrh oblouku

4.1.1 Stanovení tvaru oblouku

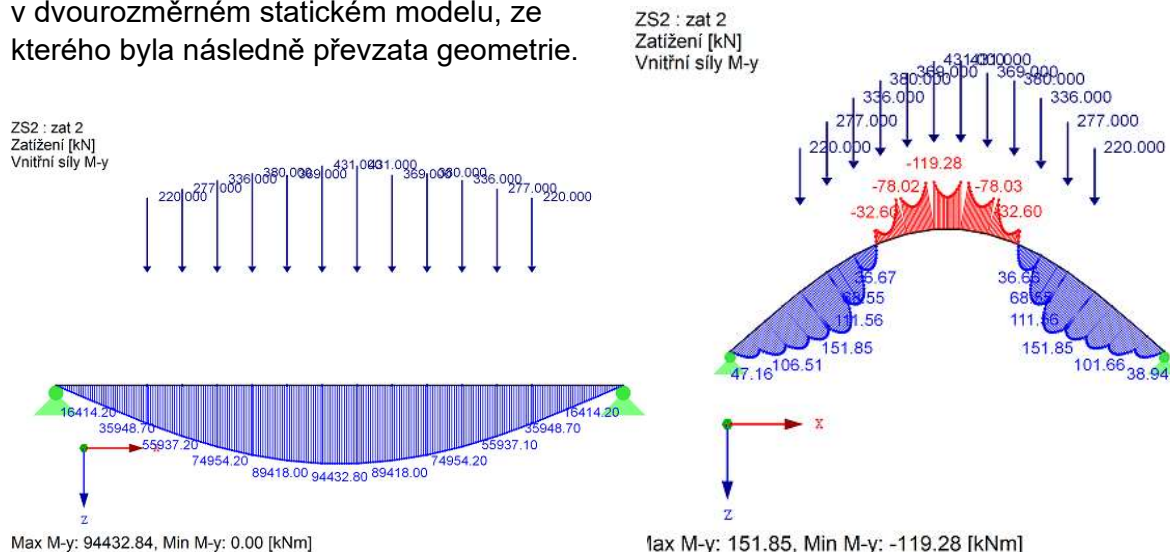
Ideálním tvarem oblouku, by byl takový tvar, pro který by byla konstrukce namáhána pouze tlakovou silou, a to pro všechny kombinace zatížení, což samozřejmě není reálné.

Vzhledem k tomu že na konstrukci působí více druhů zatížení je efektivní vybrat pro návrh tvaru ty zatížení, které budou na konstrukci působit nejdelší čas a pro toto zatížení tvar přizpůsobit. Pro návrh tvaru oblouku bylo uvažováno se stálým zatížením a zatížením vyvolaným od předpětí.

Vstupní podmínky pro návrh oblouku je rozpětí 120 m a výška a rozměry haly na podélné ose, kterou musí oblouk překlenout. Výška okapové hrany haly je 15,4 m a délka haly 81,4 m.

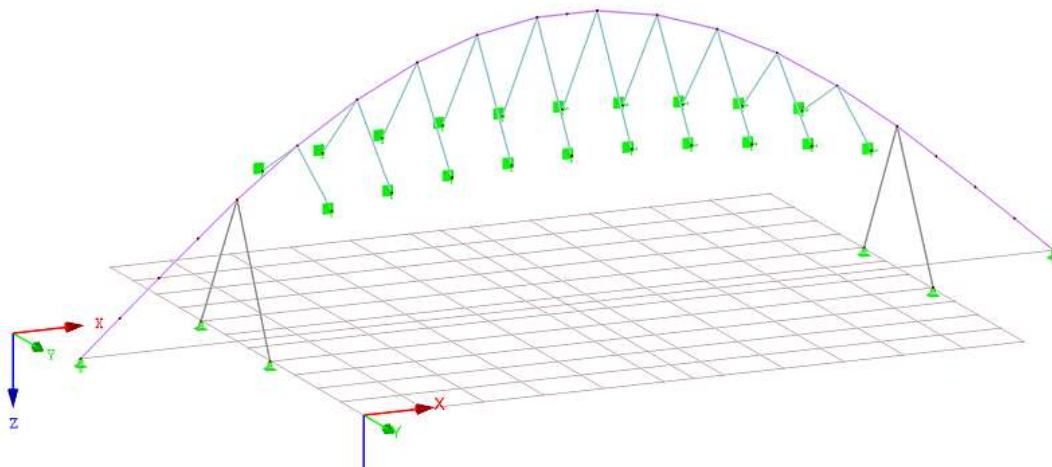
Pro to, aby byla konstrukce ideálně pouze tlačena musí její tvar odpovídat tlakové čáře, tedy tvaru konstrukce, u které dané zatížení vyvolává pouze normálové síly. Jakákoliv odchylka střednice konstrukce od tlakové čáry vyvolává dodatečné ohybové namáhání, které není na takto velké rozpětí žádoucí. V tomto případě se jedná o konstrukci oblouku, který je zatížený vlastní tíhou a osamělými silami z táhel, které se nacházejí ve vzdálenosti hlavních vazeb (7,4 m). Vzhledem k tomu, že síly z připojených táhel mají dominantní vliv na vnitřní síly v oblouku je ideálním tvarem oblouku lomená čára. Pro čistě tlačenu konstrukci lze získat velikost vzepětí oblouku (f) ze vztahu $f = M(x)/H$, kde $M(x)$ je velikost ohybového momentu na prostém nosníku a H je velikost vodorovné reakce oblouku. Pro výsledný návrh oblouku byli použity svislé velikosti sil z připojených táhel pro kombinaci stálého zatížení a předpětí (KZ100).

Po zatížení nosníku následná iterace tvaru oblouku na základě znalosti velikosti momentu v daném řezu a velikosti vodorovné síly. Analýza oblouku byla prováděna v dvourozměrném statickém modelu, ze kterého byla následně převzata geometrie.



4.1.2 Stanovení vzpěrné délky

Pro stanovení vzpěrné délky oblouku byl vytvořen samostatný prostorový model obsahující pouze konstrukci oblouku s připojenými táhly. Oblouk byl podepřen pevnými klouby a táhla byla podepřena kloubovými podporami se svislou tuhostí reprezentující svislou tuhost vazníku v místě napojení táhla.

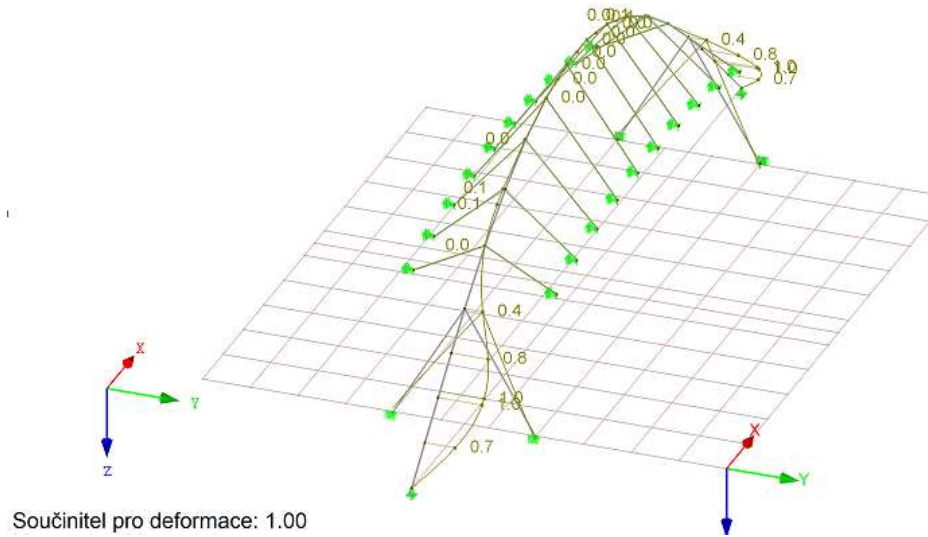


Následně byl model zatížen reakcemi táhel z rozhodujících kombinací zatížení, tak aby byly vyvolány co nejvíce podobné vnitřní síly, jako na globálním modelu konstrukce a zároveň aby byly zachovány síly v táhlech, které určují tuhost podepření oblouku a tím i výslednou vzpěrnou délku. Protože se vzpěrná délka oblouku bude měnit v závislosti na osových silách v táhlech, byli ověřeny kombinace s maximální tlakovou silou oblouku (u níž jsou i vysoké tahové síly v táhlech, a proto táhla tvoří tužší podporu, zabraňující vybočení oblouku) a také kombinace, u kterých dochází ke značné ztrátě předpětí v táhlech (jedná se o kombinace podélného větru a ochlazení konstrukce) a díky tomu se zvětšuje vzpěrná délka oblouku, zároveň však v těchto kombinacích není tak velká tlaková síla. Na modelované konstrukci byl proveden stabilitní výpočet, pomocí kterého byl stanoven součinitel kritického zatížení (α) udávající poměr mezi stávajícími vnitřními silami a kritickými vnitřními silami. Ze znalosti součinitele α , byli dle následujícího postupu spočteny vzpěrné délky oblouku pro vybočení z roviny a v rovině oblouku.

Určení vzpěrné délky pro rozhodující kombinaci maximální tlakovou silou oblouku

1. Vlastní tvar – vybočení oblouku z roviny

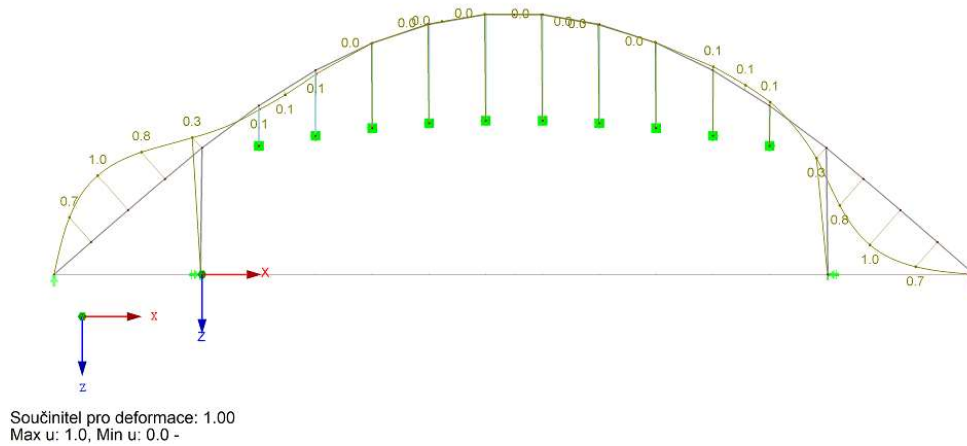
RF-STABILITY PR1
 Vlastní tvar č. 1 - 4.20732
 Vlastní tvar - u [-]



3. Vlastní tvar – vybočení oblouku v rovině

RF-STABILITY PR1
 Vlastní tvar č. 3 - 4.49631
 Vlastní tvar - u [-]

Proti směru



Vybočení z roviny oblouku

Modul pružnosti	E = 2,1E+08 kPa
Průřez	TRk 1067x20
Moment setrvačnosti	$I_y = 9,02E+09 \text{ mm}^4$
Součinitel kritického zatížení	$\alpha = 4,207$
Průměrná normálová síla na vzpěrné délce	N = 7965 kN

Kritická síla $N_{cr} = N \cdot \alpha$ $N_{cr} = 33508,76 \text{ kN}$

Vzpěrná délka $L_{cr} = \pi \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_y}{N_{cr}}}$ $L_{cr} = 23,62 \text{ m}$

Vybočení v rovině oblouku

Modul pružnosti	E = 2,1E+08 kPa
Průřez	TRk 1067x20
Moment setrvačnosti	$I_y = 9,02E+09 \text{ mm}^4$
Součinitel kritického zatížení	$\alpha = 4,5$
Průměrná normálová síla na vzpěrné délce	N = 7965 kN

Kritická síla $N_{cr} = N \cdot \alpha$ $N_{cr} = 35842,5 \text{ kN}$

Vzpěrná délka $L_{cr} = \pi \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_y}{N_{cr}}}$ $L_{cr} = 22,84 \text{ m}$

Obdobným způsobem určení vzpěrné délky pro kombinace s minimálními tahovými silami v táhlech (KZ30).

Vybočení v rovině oblouku

Modul pružnosti	E = 210000000 kPa
Průřez	TRk 1067x20
Moment setrvačnosti	$I_y = 9,018E+09 \text{ mm}^4$
Součinitel kritického zatížení	$\alpha = 26,8$
Průměrná normálová síla na vzpěrné délce	N = 669 kN

Kritická síla $N_{cr} = N \cdot \alpha$ $N_{cr} = 17929,2 \text{ kN}$

Vzpěrná délka $L_{cr} = \pi \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_y}{N_{cr}}}$ $L_{cr} = 32,29 \text{ m}$

Vybočení z roviny oblouku

Modul pružnosti	$E = 210000000 \text{ kPa}$
Průřez	TRk 1067x20
Moment setrvačnosti	$I_y = 9,018E+09 \text{ mm}^4$
Součinitel kritického zatížení	$\alpha = 28,5$
Průměrná normálová síla na vzpěrné délce	$N = 669 \text{ kN}$

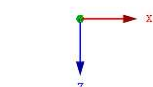
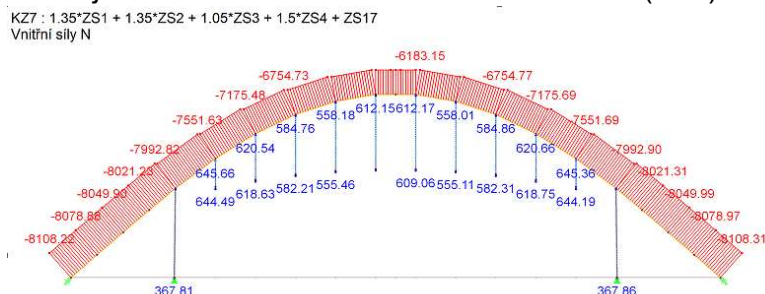
Kritická síla $N_{cr} = N \cdot \alpha$ $N_{cr} = 19066,5 \text{ kN}$

Vzpěrná délka $L_{cr} = \pi \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_y}{N_{cr}}}$ $L_{cr} = 31,31 \text{ m}$

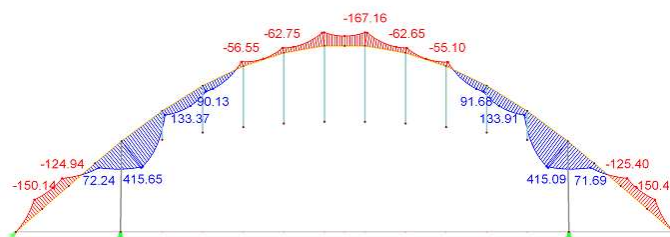
Vzhledem k tomu, že se jedná pouze o přibližné určení vzpěrné délky, protože tento postup je závislý na velikosti a průběhu vnitřních sil v oblouku na globálním modelu, bude samotný posudek proveden s rezervou využití.

4.1.3 Posouzení oblouku

Posouzení pro rozhodující kombinaci s maximální tlakovou silou (KZ7)

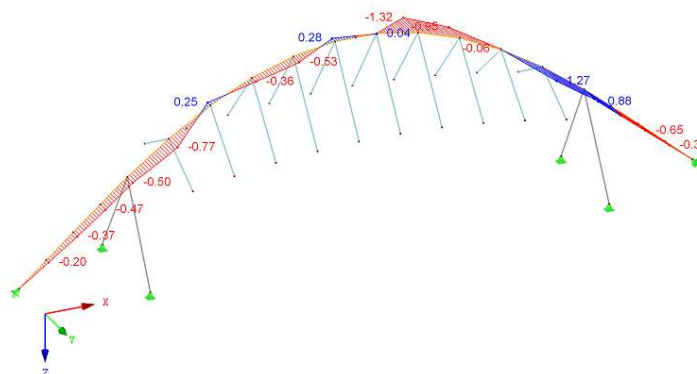


Max N: 645.66, Min N: -8108.31 [kN]
KZ7 : 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.5*ZS4 + ZS17
Vnitřní síly M-y



Max M-y: 415.65, Min M-y: -167.16 [kNm]

KZ7 : 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.5*ZS4 + ZS17
 Vnitřní síly M-z



Max M-z: 1.27, Min M-z: -1.32 [kNm]

Kombinace:

Návrh ocelového prvku - Vzpěr

KZ7	Návrhová síla	$N_{Ed} = 8108,0$ kN
	Materiál	Ocel S355
	Mez kluzu	$f_y = 355$ MPa
	Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M1} = 1,0$

Návrh průřezu:

TRk 1067x20

Křivka vzpěrnosti	y-y	c	$\alpha_y = 0,49$ (-)
	z-z	c	$\alpha_z = 0,49$ (-)
A	=	65800 mm ²	$i_y = 370,0$ mm
$L_{cr,y}$	=	23620 mm	$i_z = 370,0$ mm
$L_{cr,z}$	=	22840 mm	$\lambda_1 = 76,4$ (-)

$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$	$\lambda_y = 63,8$ (-)
$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$	$\lambda_z = 61,7$ (-)
$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$	$\bar{\lambda}_y = 0,84$ (-)
$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$	$\bar{\lambda}_z = 0,81$ (-)
	$\phi_y = 1,00$ (-)
	$\phi_z = 0,98$ (-)
	$\chi_y = 0,640$ (-)
	$\chi_z = 0,657$ (-)

$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{A f_y}{\gamma_{M1}}$	$N_{b,Rd} = 14947,51$ kN
---	--------------------------

$N_{b,Rd}$	\geq	N_{Ed}
14947,51 kN	\geq	8108,0 kN

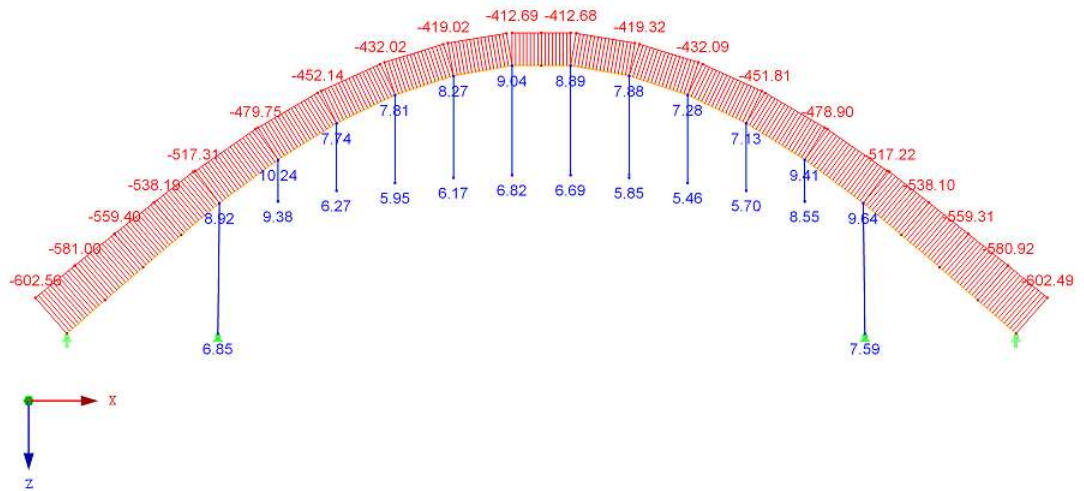
VYHOVUJE 54,2 %

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Ohyb + tlak	
KZ7	Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed} =$	416,0 kNm
	Návrhový ohybový moment	$M_{z,Ed} =$	0,8 kNm
	Návrhová osová síla	$N_{Ed} =$	8108,0 kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y =$	355 MPa
	Modul pružnosti	$E =$	210 Gpa
	Modul pružnosti ve smyku	$G =$	80,8 GPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} =$	1,0
Návrh průřezu:		TRk 1067x20	
	$I_y = 9,02E+09 \text{ mm}^4$	$h =$	1067 mm
	$I_z = 9,02E+09 \text{ mm}^4$	$t_w =$	20,0 mm
	$W_y = 1,69E+07 \text{ mm}^3$	$i_y =$	370,0 mm
	$W_z = 1,69E+07 \text{ mm}^3$	$i_z =$	370,0 mm
	$I_t = 1,80E+10 \text{ mm}^4$	$A =$	65800 mm ²
VZPĚR			
	$\chi_y = 0,640 (-)$	$\chi_z = 0,657 (-)$	
	$\bar{\lambda}_y = 0,84 (-)$	$\bar{\lambda}_z = 0,81 (-)$	
KLOPENÍ		$\chi_{LT} =$	1,0 (-)
INTERAKCE TLAKU S OHYBEM			
	Char. únosnost průřezu v tlaku	$N_{Rk} =$	23359,0 kN
	Char. únosnost v ohybu k ose y	$M_{y,Rk} =$	5999,5 kNm
	Char. únosnost v ohybu k ose z	$M_{z,Rk} =$	5999,5 kNm
	Pružná kritická síla vzpěr k y-y	$N_{cr,y} =$	33501,9 kN
	Pružná kritická síla vzpěr k z-z	$N_{cr,z} =$	35829,2 kN
Součinitele konstantního momentu			
	$c_{mi,0} = 1 + 0,33 \frac{N_{Ed}}{N_{cr,i}}$	$C_{my} =$	1,007
	$c_{mi} = c_{mi,0}$	$C_{my} =$	1,01
	$C_{mLT} = 1,00$	$C_{mz} =$	1,01
	$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$	$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$	
	$\mu_y = 0,897$	$\mu_z = 0,909$	
Interakční součinitele			
	$k_{yy} = C_{my} \cdot C_{mLT} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$	$k_{yz} = C_{mz} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$	
	$k_{yy} = 1,192$	$k_{yz} = 1,171$	
	$k_{zy} = C_{my} \cdot C_{mLT} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$	$k_{zz} = C_{mz} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$	
	$k_{zy} = 1,183$	$k_{zz} = 1,186$	
POSOUZENÍ			
	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$		
	0,542 +	0,083 +	0,00 ≤ 1,0
			0,625 ≤ 1,0
VYHOVUJE			
	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$		
	0,528 +	0,082 +	0,00 ≤ 1,0
			0,610 ≤ 1,0
VYHOVUJE			
	$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M0}}} \leq 1,0$		
	0,347 +	0,069 +	0,00 ≤ 1,0
			0,417 ≤ 1,0
VYHOVUJE			

Posouzení oblouku s maximální vzpěrnou délkou

KZ30 : ZS1 + 0.33*ZS2 + 1.5*ZS6 + 0.9*ZS10 + ZS17
 Vnitřní síly N

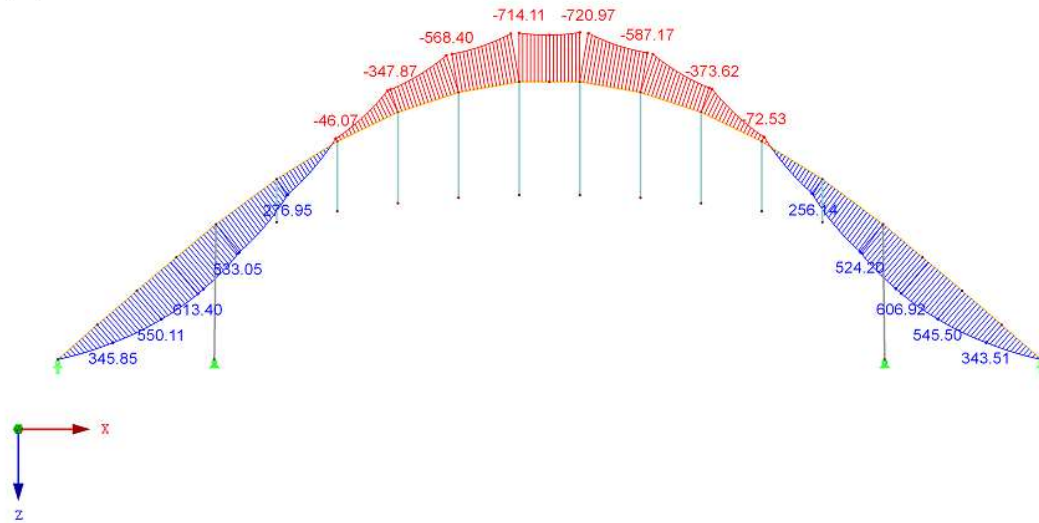
Proti směru



Max N: 10.24, Min N: -602.56 [kN]

KZ30 : ZS1 + 0.33*ZS2 + 1.5*ZS6 + 0.9*ZS10 + ZS17
 Vnitřní síly M-y

Proti směru



Max M-y: 613.40, Min M-y: -720.97 [kNm]

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Vzpěr			
KZ30	Návrhová síla	N_{Ed}	=	602,0	kN
	Materiál	Ocel		S355	
	Mez kluzu	f_y	=	355	MPa
	Součinitel spolehlivosti	γ_{M1}	=	1,0	
	Návrh průřezu:			TRk 1067x20	
	Křivka vzpěrnosti	y-y	c	α_y	= 0,49 (-)
		z-z	c	α_z	= 0,49 (-)
	A	=	65800	mm ²	i_y = 370,0 mm
	$L_{cr,y}$	=	32290	mm	i_z = 370,0 mm
	$L_{cr,z}$	=	31300	mm	λ_1 = 76,4 (-)
	$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$			λ_y	= 87,3 (-)
	$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$			λ_z	= 84,6 (-)
	$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$			$\bar{\lambda}_y$	= 1,14 (-)
	$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$			$\bar{\lambda}_z$	= 1,11 (-)
	$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$			ϕ_y	= 1,38 (-)
				ϕ_z	= 1,34 (-)
				χ_y	= 0,462 (-)
				χ_z	= 0,480 (-)
				$N_{b,Rd}$	= 10799,01 kN
				$N_{b,Rd}$	$\geq N_{Ed}$
				10799,01 kN	\geq 602,0 kN
				VYHOVUJE	5,6 %

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Ohyb + tlak	
KZ30	Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed} = 721,0$	kNm
	Návrhový ohybový moment	$M_{z,Ed} = 1,4$	kNm
	Návrhová osová síla	$N_{Ed} = 602,0$	kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y = 355$	MPa
	Modul pružnosti	$E = 210$	Gpa
	Modul pružnosti ve smyku	$G = 80,8$	GPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} = 1,0$	
Návrh průřezu:		TRk 1067x20	
	$I_y = 9,02E+09$	$h = 1067$	mm
	$I_z = 9,02E+09$	$t_w = 20,0$	mm
	$W_y = 1,69E+07$	$i_y = 370,0$	mm
	$W_z = 1,69E+07$	$i_z = 370,0$	mm
	$I_t = 1,80E+10$	$A = 65800$	mm ²
VZPĚR			
	$\chi_y = 0,462$	$\chi_z = 0,480$	(-)
	$\bar{\lambda}_y = 1,14$	$\bar{\lambda}_z = 1,11$	(-)
KLOPENÍ		$\chi_{LT} = 1,0$	(-)
INTERAKCE TLAKU S OHYBEM			
	Char. únosnost průřezu v tlaku	$N_{Rk} = 23359,0$	kN
	Char. únosnost v ohybu k ose y	$M_{y,Rk} = 5999,5$	kNm
	Char. únosnost v ohybu k ose z	$M_{z,Rk} = 5999,5$	kNm
	Pružná kritická síla vzpěr k y-y	$N_{cr,y} = 17926,4$	kN
	Pružná kritická síla vzpěr k z-z	$N_{cr,z} = 19078,3$	kN
Součinitele konstantního momentu			
	$c_{mi,0} = 1 + 0,33 \frac{N_{Ed}}{N_{cr,i}}$	$C_{my} = 1,001$	
	$c_{mi} = c_{mi,0}$	$C_{my} = 1,00$	
$C_{mLT} = 1,00$		$C_{mz} = 1,00$	
	$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$	$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$	
	$\mu_y = 0,982$	$\mu_z = 0,983$	
Interakční součinitele			
	$k_{yy} = C_{my} \cdot C_{mLT} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$	$k_{yz} = C_{mz} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$	
	$k_{yy} = 1,017$	$k_{yz} = 1,014$	
	$k_{zy} = C_{my} \cdot C_{mLT} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$	$k_{zz} = C_{mz} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$	
	$k_{zy} = 1,016$	$k_{zz} = 1,015$	
POSOUZENÍ			
	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0$		
	$0,056 + 0,122 + 0,00 \leq 1,0$		
		$0,178 \leq 1,0$	
VYHOVUJE			
	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0$		
	$0,054 + 0,122 + 0,00 \leq 1,0$		
		$0,176 \leq 1,0$	
VYHOVUJE			
	$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed}}{\gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M0}} \leq 1,0$		
	$0,026 + 0,120 + 0,00 \leq 1,0$		
		$0,146 \leq 1,0$	
VYHOVUJE			

Rozhoduje kombinace s maximálním tlakem. **Návrh ocelové kruhové trubky TRk 1067x20 mm**

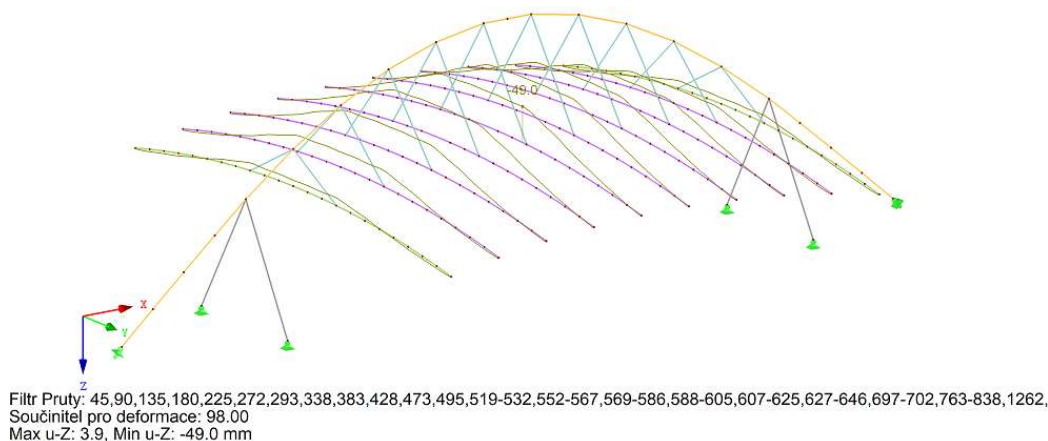
4.3 Návrh předpětí

Požadavky na předpětí v úvodu návrhu byly nulové průhyby od vlastní tíhy, stálého zatížení a zatížení technologií v místech připojení táhla k vazníku a zároveň aby byli navrženy rozumně veliké předpínací síly, ideálně nejvíce okolo 150 kN, maximálně 200 kN. Později se při návrhu ukázalo, že dosáhnout nulového průhybu při rozumné velikosti předpínací síly nebude problém. Problém nastával u některých kombinací zatížení, převážně s podélným větrem (velké sání po celé ploše střechy), že docházelo k výrazné ztrátě předpětí v táhlech a k velkému průvěsu, z tohoto důvodu, byli předpínací síly zvětšeny a ve výsledném návrhu bylo dosaženo nadvýšení vazníků pro kombinaci předpětí a stálého zatížení. Toto navýšení předpětí daný problém ne úplně pro všechny kombinace vyřešilo, ale další zvyšování předpětí již vedlo k nadměrným deformacím vazníku a k výraznému zvětšení vnitřních sil a k neekonomickému návrhu.

Velikost nadvýšení pro kombinaci stálého zatížení a předpětí.

KZ100 : ZS1 + ZS2 + ZS17
Globální deformace u-Z [mm]

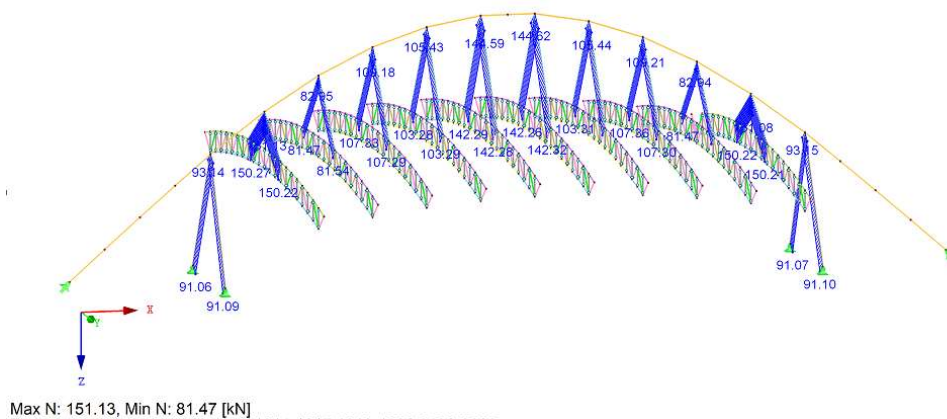
Izometrie



Velikosti předpínacích sil byly stanoveny z kombinace zatížení, které obsahovalo pouze vlastní tíhu konstrukce a zatížení od předpětí. Jedná se o stav, ve kterém bude předpětí vnášeno do konstrukce.

KZ101 : Síly pro předpětí
Vnitřní síly N

Izomr



Předeepsané předlínací síly pro jednotlivé dvojice táhel.

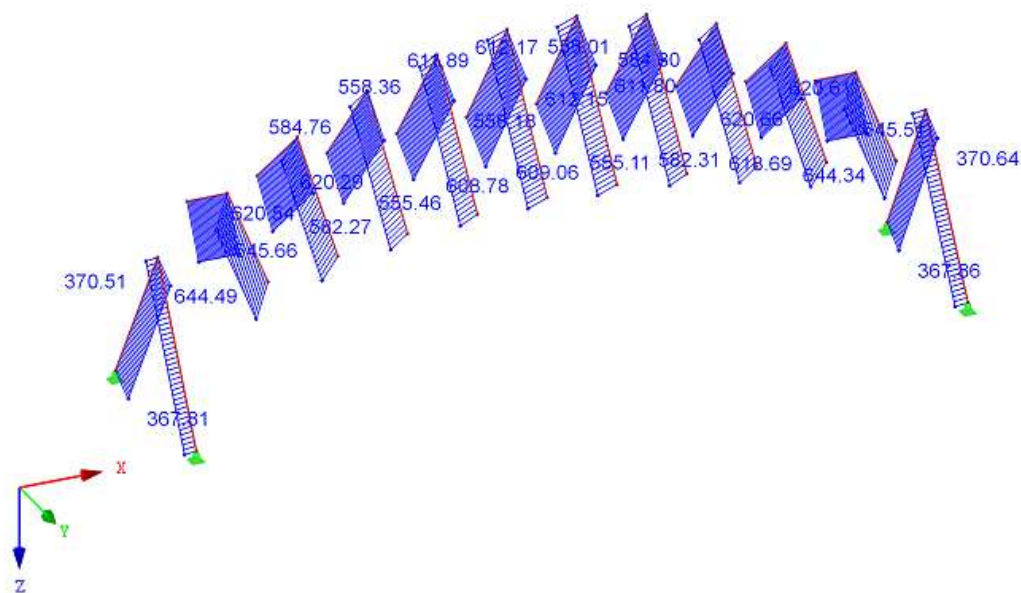
Umístění	Předpínací síla
Před halou	93 kN
Osa 2, 11	151 kN
Osa 3, 10	83 kN
Osa 4, 9	109 kN
Osa 5, 8	105 kN
Osa 6,7	144 kN

4.3 Posouzení táhel

KV1 : KZ1 nebo do KZ31

Vnitřní síly N

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max N: 645.66, Min N: 0.00 [kN]

Návrh táhel od výrobce Macalloy – systém Macalloy S460

Krajní dvojice táhel na ose 1 a 12

návrhová síla 37,0,6 kN, návrh táhla M48.

únosnost táhla udávaná výrobcem $F_{u,Rd} = 608$ kN

$$F_{Ed} = 370,6 \text{ kN} \leq F_{u,Rd} = 608 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Dvojice táhel na ose 2 až 11

návrhová síla 645,7 kN, návrh táhla M56.

únosnost táhla udávaná výrobcem $F_{u,Rd} = 870$ kN

$$F_{Ed} = 645,7 \text{ kN} \leq F_{u,Rd} = 870 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Tendon Capacities for Carbon and Stainless Macalloy 460																	
Thread	Units	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56	M64	M76	M85	M90	M100	M105
Nominal Bar Dia.	mm	10	11	15	19	22	28	34	39	45	52	60	72	82	87	97	102
Min. Yield Load	kN	25	36	69	108	156	249	364	501	660	912	1204	1756	2239	2533	3172	3520
Min. Break Load	kN	33	48	91	143	207	330	483	665	875	1209	1596	2329	2969	3358	4206	4667
Design Resistance to EC3 $N_{R,d}$	kN	24	35	66	103	149	238	348	479	630	870	1149	1677	2138	2418	3029	3360
Nominal Bar Weight	kg/m	0.5	0.75	1.4	2.2	3.0	4.8	7.1	9.4	12.5	16.7	22.2	32	41.5	46.7	58	64.1

Veškeré koncovky a čepy a další příslušenství jsou navrženy dle podkladů výrobce.

Deformace táhel

K největší deformaci táhel dochází v kombinacích s největším úbytkem předpětí (KZ29-KZ31) kombinace s minimálním stálým zatížením, ochlazením konstrukce (s dominantním rovnoměrným ochlazením oblouku, u kterého dochází ke zkrácení délky oblouku a svislému průhybu) a podélným větrem, u kterého dochází k nadzvedávání střechy díky sání větru. Posouzení vzhledem k změně vzpěrné délky je provedeno v kapitole výše. U takto deformovaných táhel je nutné zohlednit možnost vzniku příčného rozkmitání táhel a případně navrhnou tlumení, jedná se však o vzácné kombinace maximálního ochlazení bez započítání zatížení větrem a s uvažováním minimálního zatížení od technologií. V neposlední řadě je důležitý i vizuální vzhled konstrukce, aby na první pohled nebyly deformace rozpoznatelné, což je při MSP splněno.

Maximální deformace táhel při MSÚ

Č.	Zatěž. stav	Značení průřez	Vztažná délka L [m]	Směr	Deformace relativní [-]		Deformace absolutní [mm]	
					exist L/w	mezní L/w	exist w	mezní w
1	KZ29	Tyč 52	16,94	Z	60,84	300,00	278,40	56,46
2	KZ29	Tyč 52	16,16	Z	51,83	300,00	311,71	53,85
3	KZ29	Tyč 52	14,79	Z	45,43	300,00	325,49	49,29
4	KZ30	Tyč 52	12,95	Z	41,36	300,00	313,20	43,17
5	KZ30	Tyč 52	11,07	Z	50,25	300,00	220,25	36,89
6	KZ30	Tyč 45	19,21	Z	100,72	300,00	190,71	64,03

Maximální deformace táhel při MSP

Č.	Zatěž. stav	Značení průřez	Vztažná délka L [m]	Směr	Deformace relativní [-]		Deformace absolutní [mm]	
					exist L/w	mezní L/w	exist w	mezní w
1	KV2-	Tyč 52	16,94	Z	994,01	300,00	17,04	56,46
2	KV2-	Tyč 52	16,16	Z	629,93	300,00	25,65	53,85
3	KV2-	Tyč 52	14,79	Z	602,31	300,00	24,55	49,29
4	KV2-	Tyč 52	12,95	Z	377,58	300,00	34,30	43,17
5	KV2-	Tyč 52	11,07	Z	473,17	300,00	23,39	36,89
6	KV2+	Tyč 45	19,21	Z	961,07	300,00	19,99	64,03

4.4 Návrh střešní konstrukce

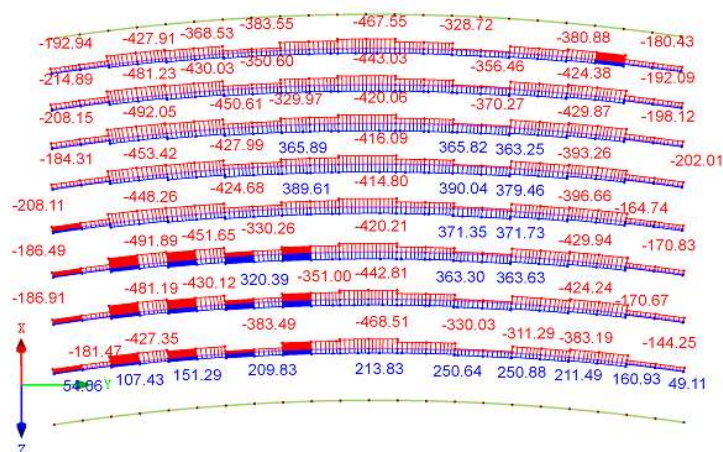
4.4.1 Návrh vazníků – MSÚ

4.4.1.1 Horní pásy vazníků

Návrh horních pásů vazníků je proveden pro kombinaci normálové síly s příslušným momentem (průběh momentu je bezpečně uvažován jako konstantní), tah bezpečně vyhoví. Vzpěrná délka v rovině vazníku uvažována jako vzdálenost svslíc (3,25 m) vzpěrná délka z roviny jako vzdálenost svslých střešních ztužidel (6,5 m). Návrh je rozdělen na krajní vazníky (osa 2 a 11) a zbylé střední vazníky (osa 3-10).

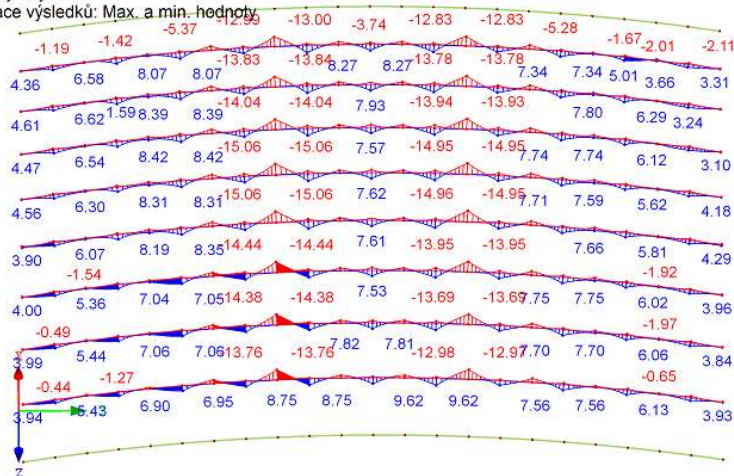
Vazníky na ose (3-10)

KV1 : KZ1 nebo do KZ31
Vnitřní síly N
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



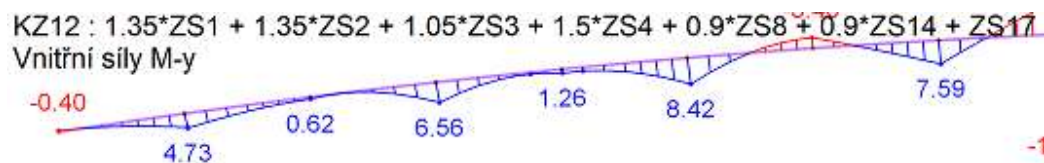
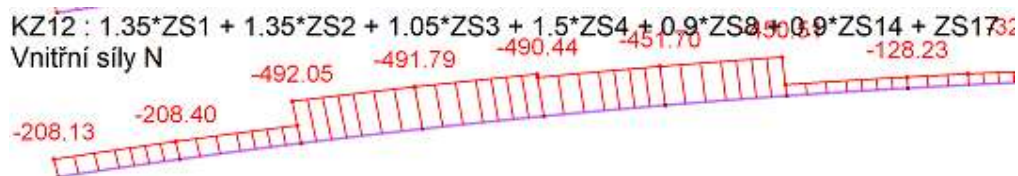
Max N: 390.05, Min N: -492.05 [kN]

KV1 : KZ1 nebo do KZ31
Vnitřní síly M-y
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



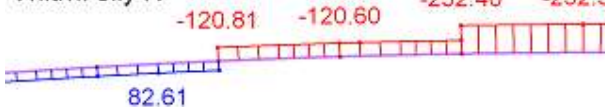
Max M-y: 9.91, Min M-y: -15.06 [kNm]

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Vzpěr			
KZ12	Návrhová síla	N_{Ed}	=	492,0	kN
	Materiál	Ocel		S355	
	Mez kluzu	f_y	=	355	MPa
	Součinitel spolehlivosti	γ_{M1}	=	1,0	
Návrh průřezu:		TRk 193,7x8			
Křivka vzpěrnosti	y-y	c	α_y	=	0,49 (-)
	z-z	c	α_z	=	0,49 (-)
A	=	4670	mm ²	i_y	= 65,7 mm
$L_{cr,y}$	=	3250	mm	i_z	= 65,7 mm
$L_{cr,z}$	=	6500	mm	λ_1	= 76,4 (-)
$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$				λ_y	= 49,5 (-)
$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$				λ_z	= 98,9 (-)
$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$				$\bar{\lambda}_y$	= 0,65 (-)
$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$				$\bar{\lambda}_z$	= 1,29 (-)
$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$				ϕ_y	= 0,82 (-)
				ϕ_z	= 1,61 (-)
				χ_y	= 0,757 (-)
				χ_z	= 0,391 (-)
				$N_{b,Rd}$	= 648,25 kN
		$N_{b,Rd}$	\geq	N_{Ed}	
		648,25 kN	\geq	492,0	kN
		VYHOVUJE		75,9	%

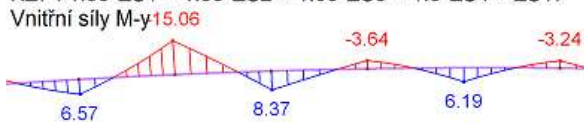


Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Ohyb + tlak	
KZ12	Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed} = 6,6$	kNm
	Návrhová osová síla	$N_{Ed} = 492,0$	kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y = 355$	MPa
	Modul pružnosti	$E = 210$	Gpa
	Modul pružnosti ve smyku	$G = 80,8$	GPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} = 1,0$	
Návrh průřezu:		TRk 193,7x8	
	$I_{y,z} = 2,02E+07$	$I_z = 2,02E+07$	mm ⁴
	$W_{y,z} = 2,08E+05$	$i_{y,z} = 65,7$	mm
	$W_{pl,y;pl,z} = 2,76E+05$	$i_z = 370,0$	mm
	$I_t = 4,03E+07$	$A = 4670$	mm ²
VZPĚR			
	$L_{cr,y} = 3250$	$L_{cr,y} = 6500$	mm
	$\chi_y = 0,757$	$\chi_z = 0,391$	(-)
	$\bar{\lambda}_y = 0,65$	$\bar{\lambda}_z = 1,29$	(-)
KLOPENÍ		$\chi_{LT} = 1,0$	(-)
INTERAKCE TLAKU S OHYBEM			
	Char. únosnost průřezu v tlaku	$N_{Rk} = 1657,9$	kN
	Char. únosnost v ohybu k ose y, z	$M_{y,z,Rk} = 98,0$	kNm
	Pružná kritická síla vzpěr k y-y	$N_{cr,y} = 3955,9$	kN
	Pružná kritická síla vzpěr k z-z	$N_{cr,z} = 989,0$	kN
	$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$	$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$	
	$\mu_y = 0,967$	$\mu_z = 0,624$	
	$w_{y,z} = \frac{W_{pl,y;z}}{W_{el,y;z}} \leq 1,5$	$w_{y,z} = 1,3$	
	$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}}$	$n_{pl} = 0,3$	
	$a_{LT} = 1 - I_T/I_y \geq 0$	$a_{LT} = 0,0$	$= b_{LT}, d_{LT}$
	$\bar{\lambda}_{max} = \max(\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z)$	$\bar{\lambda}_{max} = 1,29$	
	$\psi_y = 1$		
	$c_{my,0} = 0,79 + 0,21\psi_y + 0,36(\psi_y - 0,33) \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}$	$c_{my,0} = 1,03$	
	$c_{my} = c_{my,0}$	$C_{my} = 1,03$	
		$C_{mLT} = 1,00$	
	$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \left[\left(2 - \frac{1,6}{w_y} C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max} - \frac{1,6}{w_y} C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max}^2 \right) n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$	$C_{yy} = 0,83$	
	$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \left[\left(2 - 14 \frac{C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) n_{pl} - d_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$	$C_{zy} = 0,61$	
Interakční součinitele			
	$k_{yy} = C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{yy}}$	$k_{yy} = 1,378$	
	$k_{zy} = C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0,6 \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$	$k_{zy} = 1,697$	
POSOUZENÍ			
	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$	$0,392 + 0,092 \leq 1,0$	
		$0,484 \leq 1,0$	
VYHOVUJE			
	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$	$0,759 + 0,114 \leq 1,0$	
		$0,873 \leq 1,0$	
VYHOVUJE			
	$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed}}{\frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M0}}} \leq 1,0$	$0,297 + 0,067 \leq 1,0$	
		$0,364 \leq 1,0$	
VYHOVUJE			

KZ7 : 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.5*ZS4
 Vnitřní síly N



KZ7 : 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.5*ZS4 + ZS17
 Vnitřní síly M-y



Kombinace: **Návrh ocelového prvku - Ohyb + tlak**

KZ7	Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed}$	= 17,2	kNm
	Návrhová osová síla	N_{Ed}	= 145,0	kN
	Materiál	Ocel	S355	
	Mez kluzu	f_y	= 355	MPa
	Modul pružnosti	E	= 210	Gpa
	Modul pružnosti ve smyku	G	= 80,8	GPa
	Součinitele spolehlivosti	γ_{M1}	= 1,0	

Návrh průřezu: **TRk 193,7x8**

$I_{y,z}$	= 2,02E+07 mm ⁴	I_z	= 2,02E+07 mm ⁴
$W_{y,z}$	= 2,08E+05 mm ³	$i_{y,z}$	= 65,7 mm
$W_{pl,y,z}$	= 2,76E+05 mm ³	i_z	= 422,0 mm
I_t	= 4,03E+07 mm ⁴	A	= 4670 mm ²

VZPĚR

$L_{cr,y}$	= 3250 mm	$L_{cr,y}$	= 6500 mm
χ_y	= 0,757 (-)	χ_z	= 0,391 (-)
$\bar{\lambda}_y$	= 0,65 (-)	$\bar{\lambda}_z$	= 1,29 (-)

KLOPENÍ χ_{LT} = 1,0 (-)

INTERAKCE TLAKU S OHYBEM

Char. únosnost průřezu v tlaku	N_{Rk}	= 1657,9	kN
Char. únosnost v ohybu k ose y,z	$M_{y,z,Rk}$	= 98,0	kNm
Pružná kritická síla vzpěr k y-y	$N_{cr,y}$	= 3955,9	kN
Pružná kritická síla vzpěr k z-z	$N_{cr,z}$	= 989,0	kN

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

$$\mu_y = 0,991$$

$$w_{y,z} = \frac{W_{pl,y,z}}{W_{el,y,z}} \leq 1,5$$

$$w_{y,z} = 1,3$$

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}}$$

$$n_{pl} = 0,1$$

$$a_{LT} = 1 - I_T/I_y \geq 0$$

$$a_{LT} = 0,0 = b_{LT}, d_{LT}$$

$$\bar{\lambda}_{max} = \max(\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z)$$

$$\bar{\lambda}_{max} = 1,29$$

$$\psi_y = 1$$

$$c_{my,0} = 0,79 + 0,21\psi_y + 0,36(\psi_y - 0,33) \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}$$

$$c_{my,0} = 1,01$$

$$c_{my} = c_{my,0}$$

$$C_{mLT} = 1,00$$

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \left[\left(2 - \frac{1,6}{w_y} C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max} - \frac{1,6}{w_y} C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max}^2 \right) n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

$$C_{yy} = 0,95$$

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \left[\left(2 - 14 \frac{C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) n_{pl} - d_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

$$C_{zy} = 0,89$$

Interakční součinitele

$$k_{yy} = C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{yy}}$$

$$k_{yy} = 1,089$$

$$k_{zy} = C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{zy}} \sqrt{0,6 \frac{w_y}{w_z}}$$

$$k_{zy} = 1,420$$

POSOUZENÍ

$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \gamma_{M1} M_{y,Rk}} \leq 1,0$	
0,116 + 0,306	0,191 ≤ 1,0
	≤ 1,0

VYHOVUJE

$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \gamma_{M1} M_{y,Rk}} \leq 1,0$	
0,224 + 0,249	≤ 1,0
	0,473 ≤ 1,0

VYHOVUJE

$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed}}{\gamma_{M0} M_{y,Rk}} \leq 1,0$	
0,087 + 0,175	≤ 1,0
	0,263 ≤ 1,0

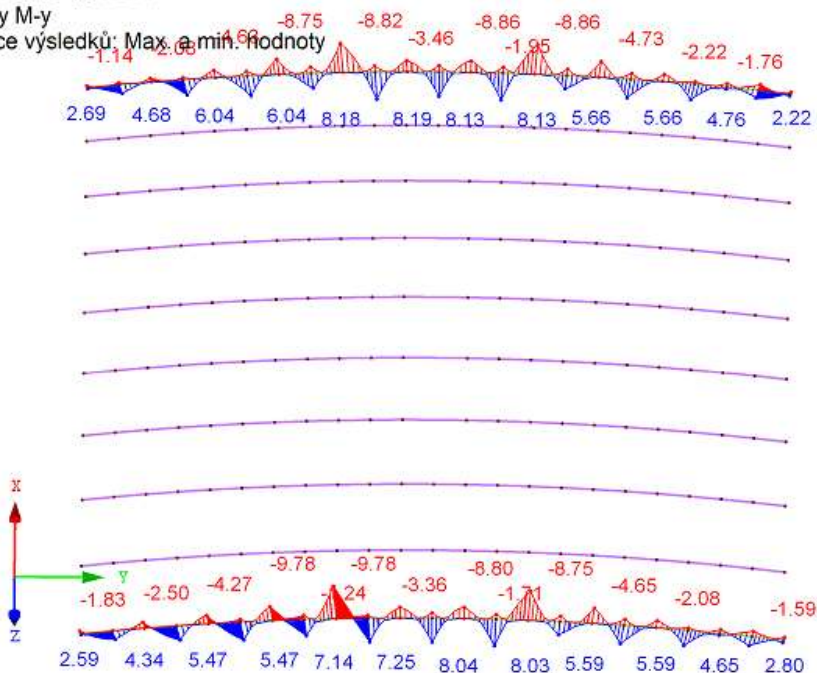
VYHOVUJE

Vazníky na ose (2 a 11)

KV1 : KZ1 nebo do KZ31

Vnitřní síly M-y

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

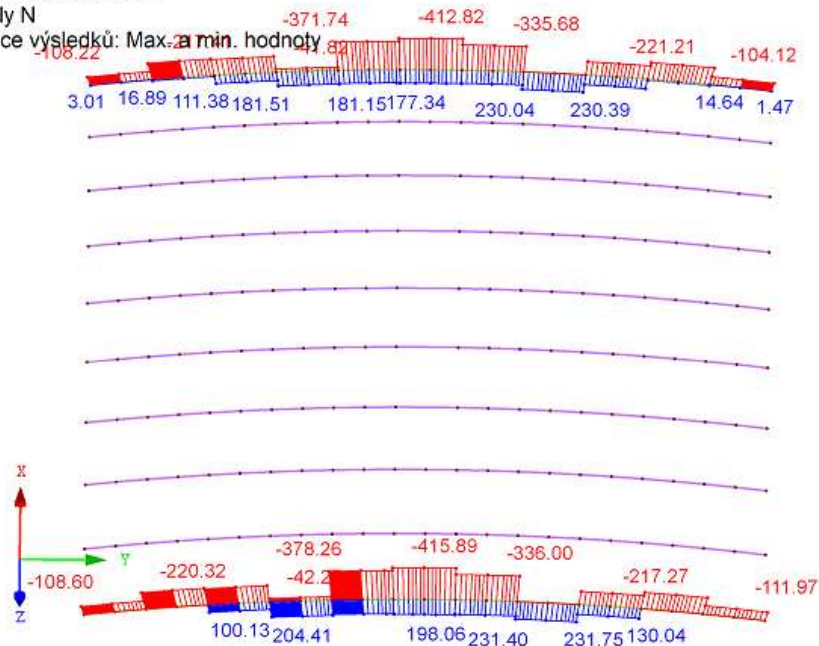


Max M-y: 8.19, Min M-y: -9.78 [kNm]

KV1 : KZ1 nebo do KZ31

Vnitřní síly N

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max N: 231.75, Min N: -415.89 [kN]

		Návrh ocelového prvku - Vzpěr				
KV1	Návrhová síla	N_{Ed}	=	415,0	kN	
	Materiál	Ocel		S355		
	Mez kluzu	f_y	=	355	MPa	
	Součinitel spolehlivosti	γ_{M1}	=	1,0		
	Návrh průřezu:			TRk 177,8x8		
	Křivka vzpěrnosti	y-y	c	α_y	= 0,49 (-)	
		z-z	c	α_z	= 0,49 (-)	
	A	=	4270	mm ²	i_y	= 60,1 mm
	$L_{cr,y}$	=	3250	mm	i_z	= 60,1 mm
	$L_{cr,z}$	=	6500	mm	λ_1	= 76,4 (-)
	$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$			λ_y	= 54,1 (-)	
	$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$			λ_z	= 108,2 (-)	
	$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$			$\bar{\lambda}_y$	= 0,71 (-)	
	$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$			$\bar{\lambda}_z$	= 1,42 (-)	
	$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$			ϕ_y	= 0,87 (-)	
				ϕ_z	= 1,80 (-)	
				χ_y	= 0,720 (-)	
				χ_z	= 0,344 (-)	
				$N_{b,Rd}$	= 520,78 kN	
		$N_{b,Rd}$	\geq	N_{Ed}		
		520,78 kN	\geq	415,0 kN		
		VYHOVUJE		79,7 %		

Kombinace:

KZ12

		Návrh ocelového prvku - Ohyb + tlak				
	Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed}$	=	9,5	kNm	
	Návrhová osová síla	N_{Ed}	=	415,0	kN	
	Materiál	Ocel		S355		
	Mez kluzu	f_y	=	355	MPa	
	Modul pružnosti	E	=	210	Gpa	
	Modul pružnosti ve smyku	G	=	80,8	GPa	
	Součinitele spolehlivosti	γ_{M1}	=	1,0		
	Návrh průřezu:			TRk 177,8x8		
	$I_{y,z}$	=	1,54E+07	mm ⁴	I_z	= 1,54E+07 mm ⁴
	$W_{y,z}$	=	1,73E+05	mm ³	$i_{y,z}$	= 60,1 mm
	$W_{pl,y;pl,z}$	=	2,31E+05	mm ³	i_z	= 422,0 mm
	I_t	=	3,08E+07	mm ⁴	A	= 4270 mm ²
	VZPĚR					
	$L_{cr,y}$	=	3250	mm	$L_{cr,y}$	= 6500 mm
	χ_y	=	0,720	(-)	χ_z	= 0,344 (-)
	$\bar{\lambda}_y$	=	0,71	(-)	$\bar{\lambda}_z$	= 1,42 (-)
	KLOPENÍ					
				χ_{LT}	= 1,0 (-)	

INTERAKCE TLAKU S OHYBEM

Char. únosnost průřezu v tlaku	N_{Rk}	=	1515,9	kN
Char. únosnost v ohybu k ose y,z	$M_{y,z,Rk}$	=	82,0	kNm
Pružná kritická síla vzpěr k y-y	$N_{cr,y}$	=	3023,8	kN

VZPĚŘ

$$\begin{aligned}
 L_{cr,y} &= 3250 \text{ mm} & L_{cr,z} &= 6500 \text{ mm} \\
 \chi_y &= 0,720 \text{ (-)} & \chi_z &= 0,344 \text{ (-)} \\
 \bar{\lambda}_y &= 0,71 \text{ (-)} & \bar{\lambda}_z &= 1,42 \text{ (-)}
 \end{aligned}$$

KLOPENÍ

$$\chi_{LT} = 1,0 \text{ (-)}$$

INTERAKCE TLAKU S OHYBEM

$$\begin{aligned}
 \text{Char. únosnost průřezu v tlaku} & N_{RK} = 1515,9 \text{ kN} \\
 \text{Char. únosnost v ohybu k ose y,z} & M_{y,z,Rk} = 82,0 \text{ kNm} \\
 \text{Pružná kritická síla vzpěr k y-y} & N_{cr,y} = 3023,8 \text{ kN} \\
 \text{Pružná kritická síla vzpěr k z-z} & N_{cr,z} = 756,0 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mu_y &= \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} & \mu_z &= \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}
 \end{aligned}$$

$$\mu_y = 0,957 \quad \mu_z = 0,556$$

$$w_{y,z} = \frac{W_{pl,y;z}}{W_{el,y;z}} \leq 1,5 \quad w_{y,z} = 1,3$$

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{RK}} \quad n_{pl} = 0,3$$

$$a_{LT} = 1 - I_T/I_y \geq 0 \quad a_{LT} = 0,0 = b_{LT}, d_{LT}$$

$$\bar{\lambda}_{max} = \max(\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z) \quad \bar{\lambda}_{max} = 1,42$$

$$\psi_y = -0,75$$

$$c_{my,0} = 0,79 + 0,21\psi_y + 0,36(\psi_y - 0,33) \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}} \quad c_{my,0} = 0,58$$

$$c_{my} = c_{my,0} \quad c_{my} = 0,58$$

$$c_{mLT} = 1,00$$

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \left[\left(2 - \frac{1,6}{w_y} C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max} - \frac{1,6}{w_y} C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max}^2 \right) n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

$$C_{yy} = 1,06$$

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \left[\left(2 - 14 \frac{C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) n_{pl} - d_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

$$C_{zy} = 0,98$$

Interakční součinitele

$$k_{yy} = C_{my} c_{mLT} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{yy}} \quad k_{yy} = 0,608$$

$$k_{zy} = C_{my} c_{mLT} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{zy}} 0,6 \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \quad k_{zy} = 0,953$$

POSOUZENÍ

$$\begin{aligned}
 \frac{N_{Ed}}{N_{RK}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \gamma_{M1}} &\leq 1,0 \\
 \frac{0,380}{0,451} + \frac{0,070}{0,070} &\leq 1,0 \\
 &\leq 1,0
 \end{aligned}$$

VYHOVUJE

$$\begin{aligned}
 \frac{N_{Ed}}{N_{RK}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \gamma_{M1}} &\leq 1,0 \\
 \frac{0,797}{0,907} + \frac{0,111}{0,111} &\leq 1,0 \\
 &\leq 1,0
 \end{aligned}$$

VYHOVUJE

$$\begin{aligned}
 \frac{N_{Ed}}{N_{RK}} + \frac{M_{y,Ed}}{\gamma_{M0}} &\leq 1,0 \\
 \frac{0,274}{0,390} + \frac{0,116}{0,116} &\leq 1,0 \\
 &\leq 1,0
 \end{aligned}$$

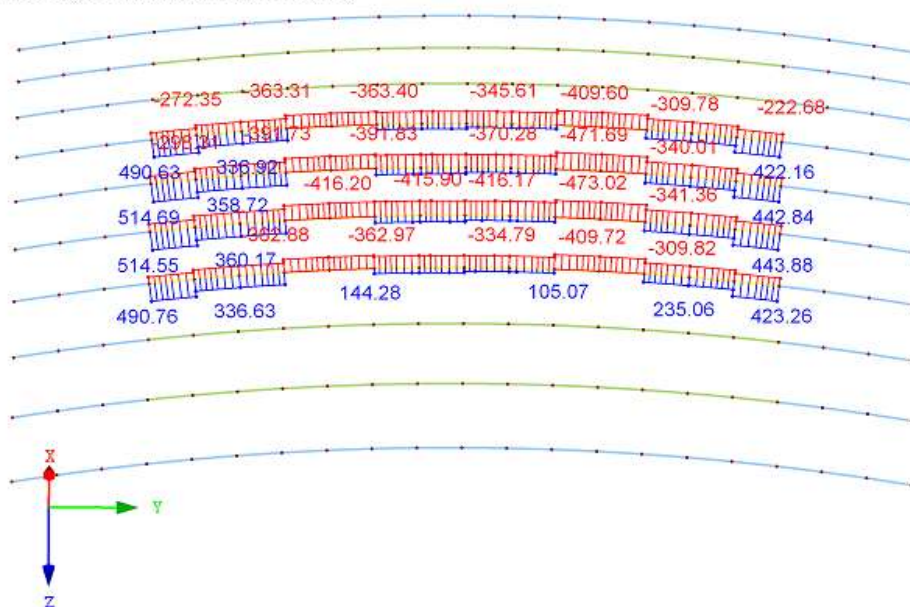
VYHOVUJE

4.4.1.2 Dolní pásy vazníků

Návrh pásů proveden obdobně jako návrh horních pásů. Dimenze dolních pásů jsou rozděleny v montážním spoji. U krajních úseků vazníků a krajní vazníky (osa 2 a 11) jsou navrženy menší profily. Dále jsou navrženy rozdílné profily u vazníků na ose (5-8) a na ose (3, 4, 9, 10).

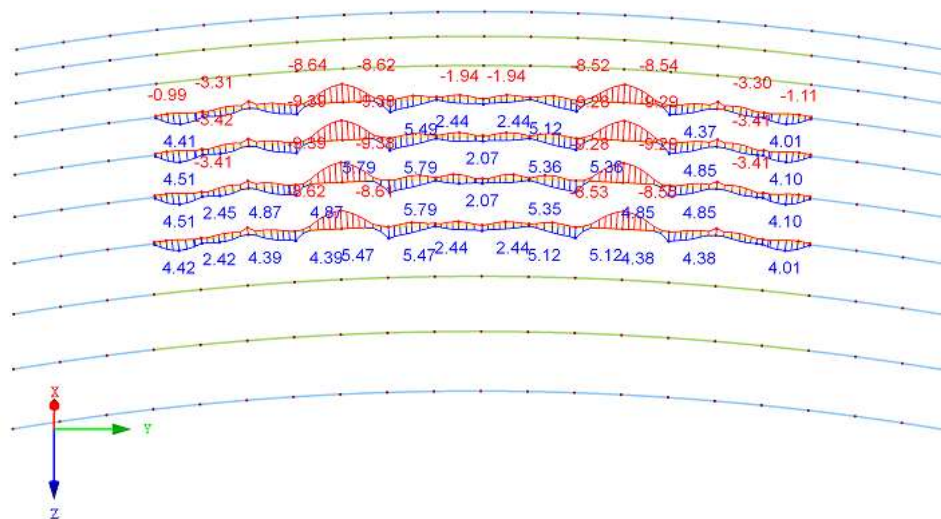
Dolní pásy středních vazníků (osa 5-8)

KV1 : KZ1 nebo do KZ31
Vnitřní síly N
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max N: 514.69. Min N: -473.02 [kN]

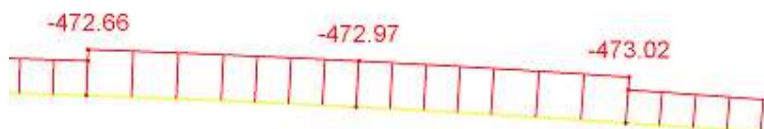
KV1 : KZ1 nebo do KZ31
Vnitřní síly M-y
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



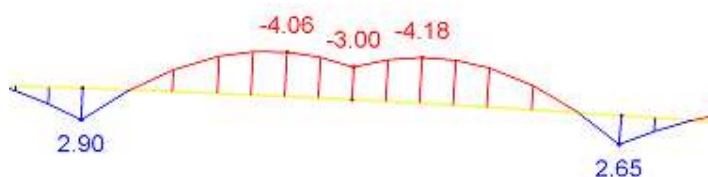
Max M-y: 5.79, Min M-y: -9.39 [kNm]

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Vzpěr			
KZ22	Návrhová síla	N_{Ed}	=	473,0	kN
	Materiál	Ocel		S355	
	Mez kluzu	f_y	=	355	MPa
	Součinitel spolehlivosti	γ_{M1}	=	1,0	
	Návrh průřezu:	TRk 193,7x8			
	Křivka vzpěrnosti	y-y	c	α_y	= 0,49 (-)
		z-z	c	α_z	= 0,49 (-)
	A	=	4670	mm ²	i_y = 65,7 mm
	$L_{cr,y}$	=	3250	mm	i_z = 65,7 mm
	$L_{cr,z}$	=	6500	mm	λ_1 = 76,4 (-)
	$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$			λ_y	= 49,5 (-)
	$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$			λ_z	= 98,9 (-)
	$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$			$\bar{\lambda}_y$	= 0,65 (-)
	$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$			$\bar{\lambda}_z$	= 1,29 (-)
				ϕ_y	= 0,82 (-)
				ϕ_z	= 1,61 (-)
				χ_y	= 0,757 (-)
				χ_z	= 0,391 (-)
	$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$			$N_{b,Rd}$	= 648,25 kN
		$N_{b,Rd}$	\geq	N_{Ed}	
		648,25 kN	\geq	473,0	kN
		VYHOVUJE		73,0	%

KZ22 : ZS1 + 0.33*ZS2 + 1.5*ZS7 + 0.9*ZS9 + ZS17
Vnitřní síly N



KZ22 : ZS1 + 0.33*ZS2 + 1.5*ZS7 + 0.9*ZS9 + ZS17
Vnitřní síly M-y



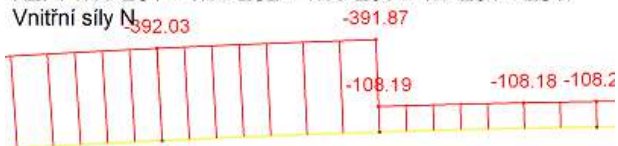
Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Ohyb + tlak	
KZ22	Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed} = 4,2$	kNm
	Návrhová osová síla	$N_{Ed} = 473,0$	kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y = 355$	MPa
	Modul pružnosti	$E = 210$	Gpa
	Modul pružnosti ve smyku	$G = 80,8$	GPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} = 1,0$	
Návrh průřezu:		TRk 193,7x8	
	$I_{y,z} = 2,02E+07$	$I_z = 2,02E+07$	mm ⁴
	$W_{y,z} = 2,08E+05$	$i_{y,z} = 65,7$	mm
	$W_{pl,y;pl,z} = 2,76E+05$	$i_z = 370,0$	mm
	$I_t = 4,03E+07$	$A = 4670$	mm ²
VZPĚR			
	$L_{cr,y} = 3250$	$L_{cr,y} = 6500$	mm
	$\chi_y = 0,757$	$\chi_z = 0,391$	(-)
	$\bar{\lambda}_y = 0,65$	$\bar{\lambda}_z = 1,29$	(-)
KLOPENÍ		$\chi_{LT} = 1,0$	(-)
INTERAKCE TLAKU S OHYBEM			
	Char. únosnost průřezu v tlaku	$N_{Rk} = 1657,9$	kN
	Char. únosnost v ohybu k ose y,z	$M_{y,z,Rk} = 98,0$	kNm
	Pružná kritická síla vzpěr k y-y	$N_{cr,y} = 3955,9$	kN
	Pružná kritická síla vzpěr k z-z	$N_{cr,z} = 989,0$	kN
	$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$	$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$	
	$\mu_y = 0,968$	$\mu_z = 0,642$	
	$w_{y,z} = \frac{W_{pl,y;z}}{W_{el,y;z}} \leq 1,5$	$w_{y,z} = 1,3$	
	$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}}$	$n_{pl} = 0,3$	
	$a_{LT} = 1 - I_T/I_y \geq 0$	$a_{LT} = 0,0$	= b_{LT}, d_{LT}
	$\bar{\lambda}_{max} = \max(\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z)$	$\bar{\lambda}_{max} = 1,29$	
	$\psi_y = 1$		
	$c_{my,0} = 0,79 + 0,21\psi_y + 0,36(\psi_y - 0,33) \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}$	$c_{my,0} = 1,03$	
	$c_{my} = c_{my,0}$	$c_{my} = 1,03$	
		$c_{mLT} = 1,00$	
	$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \left[\left(2 - \frac{1,6}{w_y} C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max} - \frac{1,6}{w_y} C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max}^2 \right) n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$	$C_{yy} = 0,83$	
	$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \left[\left(2 - 14 \frac{C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) n_{pl} - d_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$	$C_{zy} = 0,62$	
Interakční součinitele			
	$k_{yy} = C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{yy}}$	$k_{yy} = 1,358$	
	$k_{zy} = C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0,6 \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$	$k_{zy} = 1,679$	
POSOUZENÍ			
	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$	$0,377 + 0,058 \leq 1,0$	
		$0,435 \leq 1,0$	
VYHOVUJE			
	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$	$0,730 + 0,072 \leq 1,0$	
		$0,801 \leq 1,0$	
VYHOVUJE			
	$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed}}{\gamma_{M0}} \leq 1,0$	$0,285 + 0,043 \leq 1,0$	
		$0,328 \leq 1,0$	
VYHOVUJE			

Kombinace: **Návrh ocelového prvku - Ohyb + tlak**

KZ7	Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed} = 9,4$	kNm
	Návrhová osová síla	$N_{Ed} = 392,0$	kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y = 355$	MPa
	Modul pružnosti	$E = 210$	Gpa
	Modul pružnosti ve smyku	$G = 80,8$	GPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} = 1,0$	

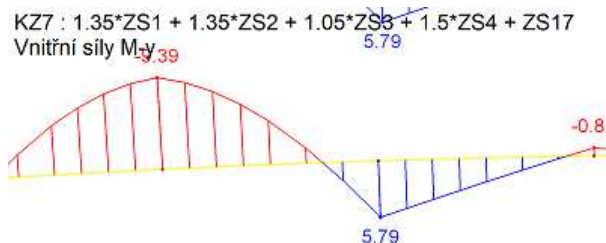
KZ7 : 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.5*ZS4 + ZS17

Vnitřní síly $N_{y,z}$



KZ7 : 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.5*ZS4 + ZS17

Vnitřní síly M_y



Návrh průřezu:		TRk 193,7x8	
$I_{y,z} = 2,02E+07$	mm^4	$I_z = 2,02E+07$	mm^4
$W_{y,z} = 2,08E+05$	mm^3	$i_{y,z} = 65,7$	mm
$W_{pl,y,pl,z} = 2,76E+05$	mm^3	$i_z = 370,0$	mm
$I_t = 4,03E+07$	mm^4	$A = 4670$	mm^2

VZPĚR			
$L_{cr,y} = 3250$	mm	$L_{cr,z} = 6500$	mm
$\chi_y = 0,757$	(-)	$\chi_z = 0,391$	(-)
$\bar{\lambda}_y = 0,65$	(-)	$\bar{\lambda}_z = 1,29$	(-)

KLOPENÍ		$\chi_{LT} = 1,0$	(-)
----------------	--	-------------------	-----

INTERAKCE TLAKU S OHYBEM			
Char. únosnost průřezu v tlaku	$N_{Rk} = 1657,9$	kN	
Char. únosnost v ohybu k ose y,z	$M_{y,z,Rk} = 98,0$	kNm	
Pružná kritická síla vzpěr k y-y	$N_{cr,y} = 3955,9$	kN	
Pružná kritická síla vzpěr k z-z	$N_{cr,z} = 989,0$	kN	

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

$$\mu_y = 0,974$$

$$w_{y,z} = \frac{W_{pl,y,z}}{W_{el,y,z}} \leq 1,5$$

$$w_{y,z} = 1,3$$

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} = 0,2$$

$$a_{LT} = 1 - I_T / I_y \geq 0$$

$$a_{LT} = 0,0 = b_{LT}, d_{LT}$$

$$\bar{\lambda}_{max} = \max(\bar{\lambda}_y; \bar{\lambda}_z) = 1,29$$

$$c_{my,0} = 0,79 + 0,21\psi_y + 0,36(\psi_y - 0,33) \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}$$

$$c_{my,0} = c_{my,0}$$

$$C_{my,0} = 1,02$$

$$C_{my} = 1,02$$

$$C_{mLT} = 1,00$$

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \left[\left(2 - \frac{1,6}{w_y} C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max} - \frac{1,6}{w_y} C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max}^2 \right) n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

$$C_{yy} = 0,86$$

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \left[\left(2 - 14 \frac{C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) n_{pl} - d_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

$$C_{zy} = 0,69$$

Interakční součinitele

$$k_{yy} = C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{yy}}$$

$$k_{yy} = 1,281$$

$$k_{zy} = C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0,6 \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

$$k_{zy} = 1,608$$

POSOUZENÍ			
$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$			
0,312	+	0,123	$\leq 1,0$
		0,435	$\leq 1,0$

VYHOVUJE

$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$			
0,605	+	0,154	$\leq 1,0$
		0,759	$\leq 1,0$

VYHOVUJE

$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed}}{\gamma_{M0}} \leq 1,0$			
0,236	+	0,096	$\leq 1,0$
		0,332	$\leq 1,0$

VYHOVUJE

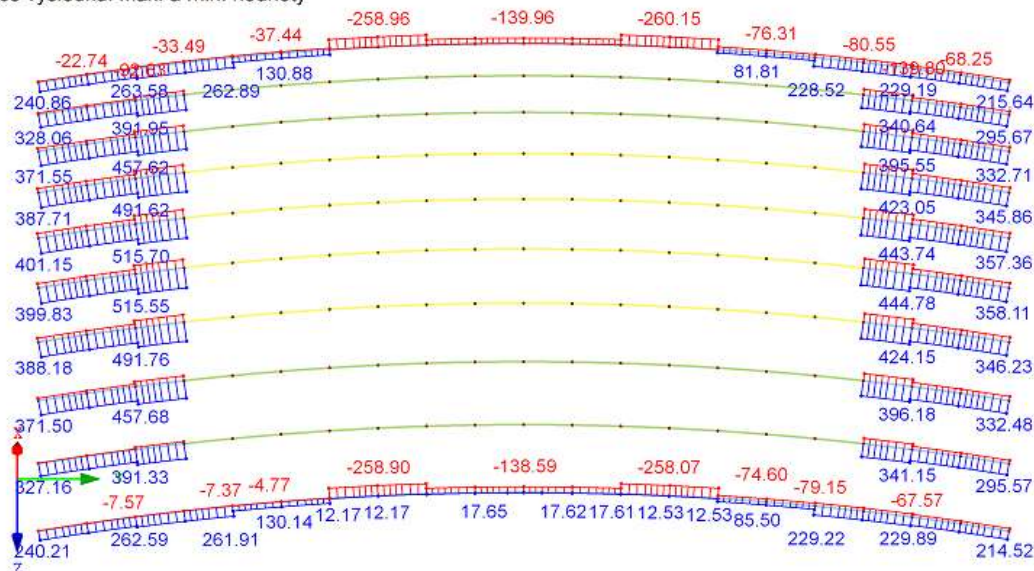
Dolní pásy krajních vazníků a krajní úseky středových vazníků

Návrh pouze na vzpěr s rezervou

KV1 : KZ1 nebo do KZ31

Vnitřní síly N

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

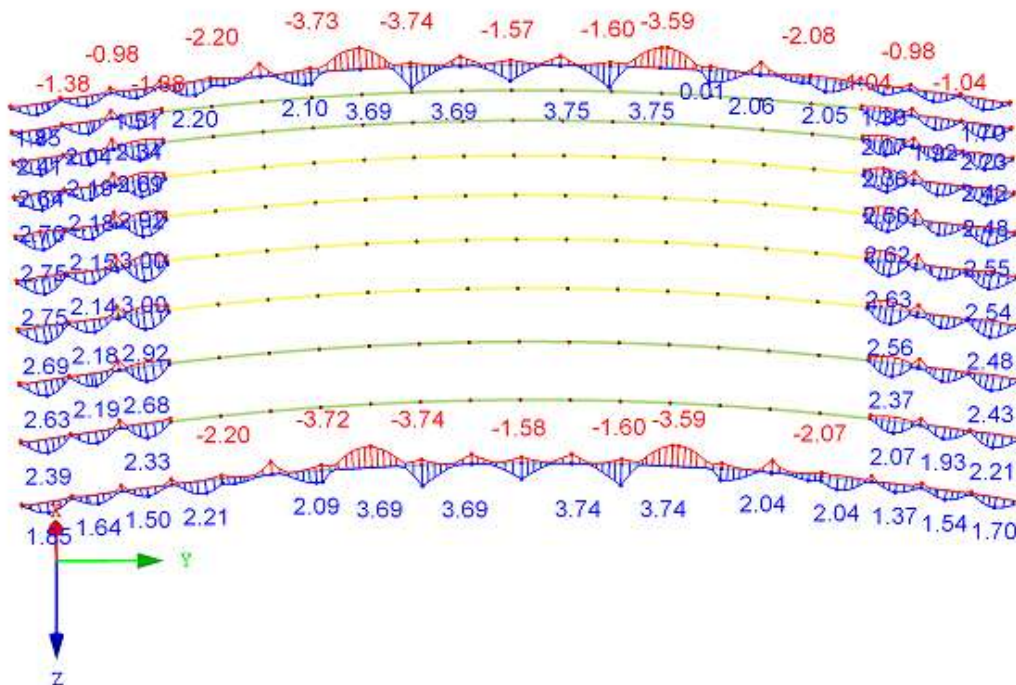


Max N: 515.70, Min N: -260.15 [kN]

KV1 : KZ1 nebo do KZ31

Vnitřní síly M-y

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



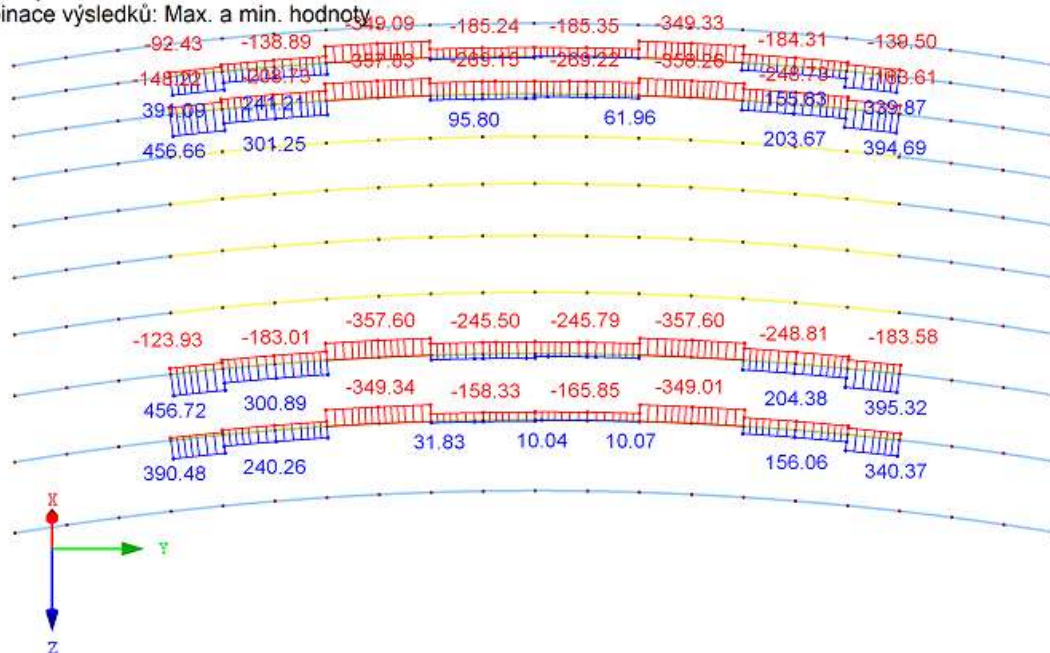
Max M-y: 3.75, Min M-y: -3.74 [kNm]

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Vzpěr			
KV1	Návrhová síla	N_{Ed}	=	260,0	kN
	Materiál	Ocel		S355	
	Mez kluzu	f_y	=	355	MPa
	Součinitel spolehlivosti	γ_{M1}	=	1,0	
	Návrh průřezu:	TRk 168,3x8			
	Křivka vzpěrnosti	y-y	c	α_y	= 0,49 (-)
		z-z	c	α_z	= 0,49 (-)
	A	=	4030	mm ²	i_y = 56,7 mm
	$L_{cr,y}$	=	3250	mm	i_z = 56,7 mm
	$L_{cr,z}$	=	6500	mm	λ_1 = 76,4 (-)
	$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$			λ_y	= 57,3 (-)
	$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$			λ_z	= 114,6 (-)
	$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$			$\bar{\lambda}_y$	= 0,75 (-)
	$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$			$\bar{\lambda}_z$	= 1,50 (-)
	$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$			ϕ_y	= 0,92 (-)
				ϕ_z	= 1,94 (-)
				χ_y	= 0,693 (-)
				χ_z	= 0,314 (-)
				$N_{b,Rd}$	= 449,84 kN
		$N_{b,Rd}$	\geq	N_{Ed}	
		449,84 kN	\geq	260,0	kN
		VYHOVUJE		57,8	%

KV1 : KZ1 nebo do KZ31

Vnitřní síly N

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

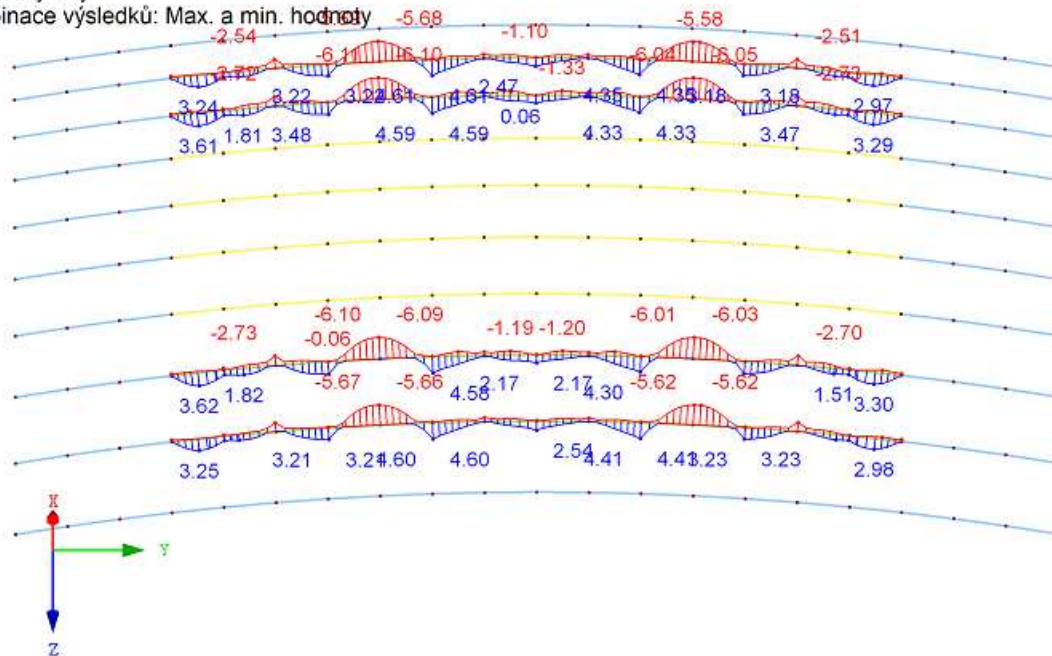


Max N: 456.72, Min N: -358.26 [kN]

KV1 : KZ1 nebo do KZ31

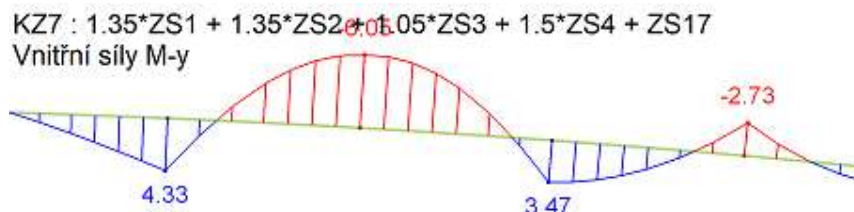
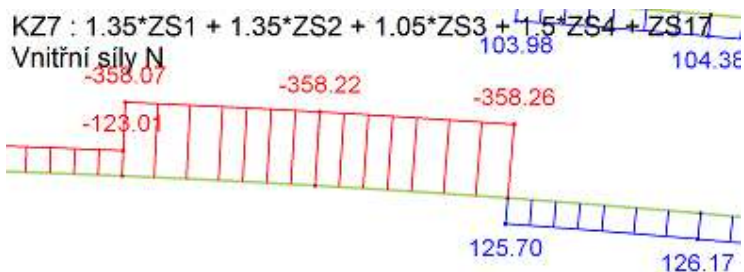
Vnitřní síly M-y

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max M-v: 4.61. Min M-v: -6.11 [kNm]

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Vzpěr				
KZ7	Návrhová síla	N_{Ed}	=	358,0	kN	
	Materiál	Ocel		S355		
	Mez kluzu	f_y	=	355	MPa	
	Součinitel spolehlivosti	γ_{M1}	=	1,0		
	Návrh průřezu:	TRk 177,8x8				
	Křivka vzpěrnosti	y-y	c	α_y	= 0,49 (-)	
		z-z	c	α_z	= 0,49 (-)	
	A	=	4270	mm ²	i_y	= 60,1 mm
	$L_{cr,y}$	=	3250	mm	i_z	= 60,1 mm
	$L_{cr,z}$	=	6500	mm	λ_1	= 76,4 (-)
	$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$			λ_y	= 54,1 (-)	
	$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$			λ_z	= 108,2 (-)	
	$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$			$\bar{\lambda}_y$	= 0,71 (-)	
	$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$			$\bar{\lambda}_z$	= 1,42 (-)	
	$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$			ϕ_y	= 0,87 (-)	
				ϕ_z	= 1,80 (-)	
				χ_y	= 0,720 (-)	
				χ_z	= 0,344 (-)	
				$N_{b,Rd}$	= 520,78 kN	
		$N_{b,Rd}$	\geq	N_{Ed}		
		520,78 kN	\geq	358,0	kN	
		VYHOVUJE		68,7	%	



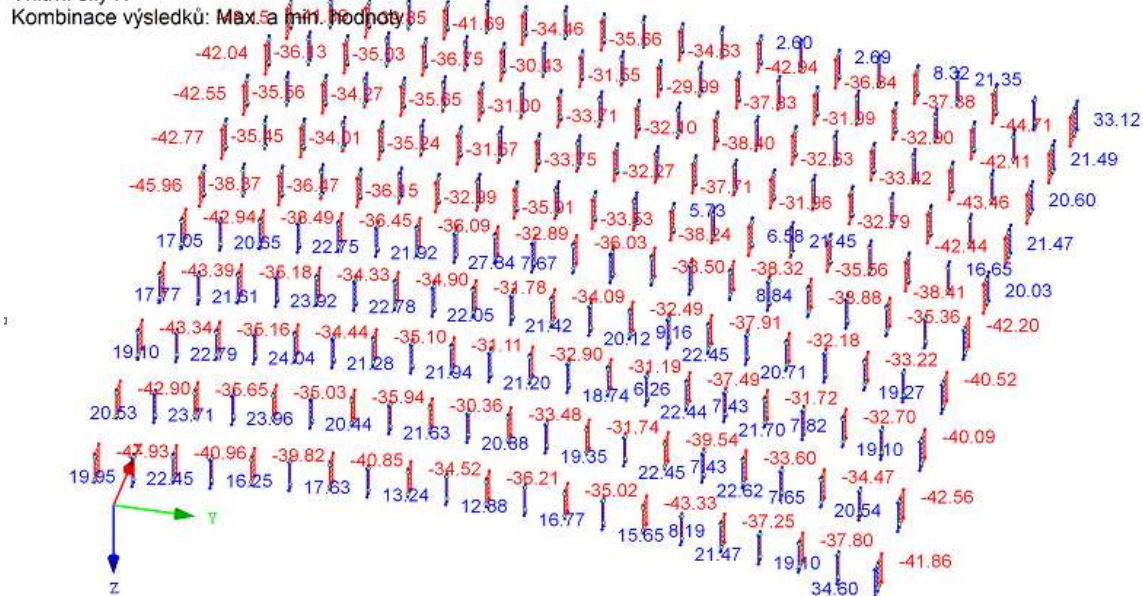
Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Ohyb + tlak	
KZ7	Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed} = 6,1$	kNm
	Návrhová osová síla	$N_{Ed} = 392,0$	kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y = 355$	MPa
	Modul pružnosti	$E = 210$	Gpa
	Modul pružnosti ve smyku	$G = 80,8$	GPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} = 1,0$	
Návrh průřezu:		TRk 177,8x8	
	$I_{y,z} = 1,54E+07$	$I_z = 1,54E+07$	mm ⁴
	$W_{y,z} = 1,73E+05$	$i_{y,z} = 60,1$	mm
	$W_{pl,y,pl,z} = 2,31E+05$	$i_z = 370,0$	mm
	$I_t = 3,08E+07$	$A = 4270$	mm ²
VZPĚR			
	$L_{cr,y} = 3250$	$L_{cr,y} = 6500$	mm
	$X_y = 0,720$	$X_z = 0,344$	(-)
	$\bar{\lambda}_y = 0,71$	$\bar{\lambda}_z = 1,42$	(-)
KLOPENÍ		$\chi_{LT} = 1,0$	(-)
INTERAKCE TLAKU S OHYBEM			
	Char. únosnost průřezu v tlaku	$N_{Rk} = 1515,9$	kN
	Char. únosnost v ohybu k ose y,z	$M_{y,z,Rk} = 82,0$	kNm
	Pružná kritická síla vzpěr k y-y	$N_{cr,y} = 3023,8$	kN
	Pružná kritická síla vzpěr k z-z	$N_{cr,z} = 756,0$	kN
	$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - X_y \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$	$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - X_z \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$	
	$\mu_y = 0,960$	$\mu_z = 0,586$	
	$w_{y,z} = \frac{W_{pl,y,z}}{W_{el,y,z}} \leq 1,5$	$w_{y,z} = 1,3$	
	$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}}$	$n_{pl} = 0,3$	
	$a_{LT} = 1 - I_T / I_y \geq 0$	$a_{LT} = 0,0$	$= b_{LT}, d_{LT}$
	$\bar{\lambda}_{max} = \max(\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z)$	$\bar{\lambda}_{max} = 1,42$	
	$\psi_y = 1$		
	$c_{my,0} = 0,79 + 0,21\psi_y + 0,36(\psi_y - 0,33) \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}$	$c_{my,0} = 1,03$	
	$c_{my} = c_{my,0}$	$c_{my} = 1,03$	
		$c_{mLT} = 1,00$	
	$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \left[\left(2 - \frac{1,6}{w_y} C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max} - \frac{1,6}{w_y} C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max}^2 \right) n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$	$C_{yy} = 0,80$	
	$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \left[\left(2 - 14 \frac{C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) n_{pl} - d_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$	$C_{zy} = 0,56$	
Interakční součinitele			
	$k_{yy} = C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{yy}}$	$k_{yy} = 1,430$	
	$k_{zy} = C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0,6 \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$	$k_{zy} = 1,676$	
POSOUZENÍ			
	$\frac{N_{Ed}}{X_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$		
	$0,359 + 0,105 \leq 1,0$		
	$0,465 \leq 1,0$		
VYHOVUJE			
	$\frac{N_{Ed}}{X_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$		
	$0,753 + 0,124 \leq 1,0$		
	$0,876 \leq 1,0$		
VYHOVUJE			
	$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed}}{\gamma_{M0}} \leq 1,0$		
	$0,259 + 0,074 \leq 1,0$		
	$0,332 \leq 1,0$		
VYHOVUJE			

4.4.1.3 Svislice vazníků

Návrh svislic vazníků proveden pro maximální normálovou sílu z kombinace výsledků. Prvek byl posouzen na vzpěr a tah.

KV1 : KZ1 nebo do KZ31

Vnitřní síly N



Návrh svislice vazníku na tah

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Tah / Prostý tlak	
KV1	Návrhová síla	$N_{Ed} =$	34,6 kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y =$	355 MPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M0} =$	1,0
	Návrh průřezu:		TRk 60,3x2,6
	$A =$	471 mm²	
	$N_{t,Rd} = \frac{Af_y}{\gamma_{M0}}$	$N_{t,Rd} =$	167,21 kN
	$N_{t,Rd}$	\geq	N_{Ed}
	167,21 kN	\geq	34,6 kN
	VYHOVUJE		20,7 %

Návrh svislice vazníku na vzpěr

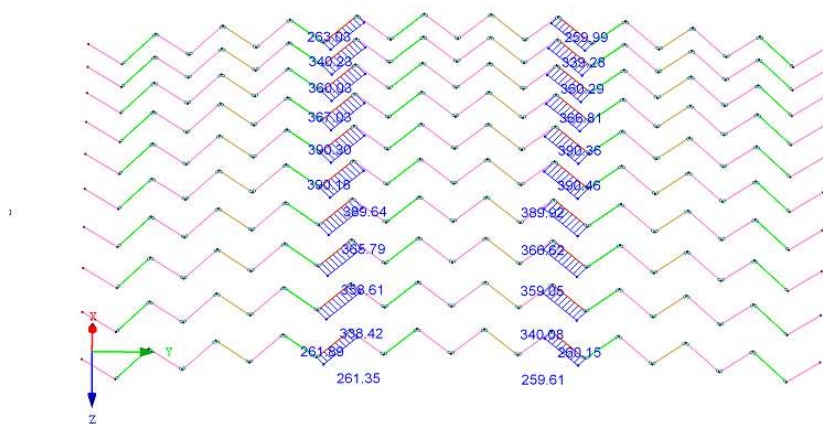
Návrh ocelového prvku - Vzpěr					
KV1	Návrhová síla		$N_{Ed} =$	48,2	kN
	Materiál		Ocel	S355	
	Mez kluzu		$f_y =$	355	MPa
	Součinitel spolehlivosti		$\gamma_{M1} =$	1,0	
	Návrh průřezu:			TRk 60,3x2,6	
	Křivka vzpěrnosti	y-y	c	$\alpha_y =$	0,49 (-)
		z-z	c	$\alpha_z =$	0,49 (-)
	A	=	471	mm ²	$i_y =$ 20,4 mm
$L_{cr} = 0,75 L$	$L_{cr,y}$	=	2063	mm	$i_z =$ 20,4 mm
	$L_{cr,z}$	=	2063	mm	$\lambda_1 =$ 76,4 (-)
	$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$			$\lambda_y =$	101,1 (-)
	$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$			$\lambda_z =$	101,1 (-)
	$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$			$\bar{\lambda}_y =$	1,32 (-)
	$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$			$\bar{\lambda}_z =$	1,32 (-)
	$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$			$\Phi_y =$	1,65 (-)
				$\Phi_z =$	1,65 (-)
				$\chi_y =$	0,379 (-)
				$\chi_z =$	0,379 (-)
				$N_{b,Rd} =$	63,40 kN
				$N_{b,Rd} \geq N_{Ed}$	
				63,40 kN	≥ 48,2 kN
				VYHOVUJE	75,9 %

4.4.1.4 Diagonály vazníků

Pro návrh jsou jednotlivé diagonály rozděleny do třech skupin dle převažujícího namáhání. Následně jsou jednotlivé skupiny posouzeny na vzpěr/tah dle vnitřních sil.

Diagonály s maximální tahovou silou v místě připojení táhel, posouzení pouze na tah.

KV1 : KZ1 nebo do KZ31
Vnitřní síly N
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

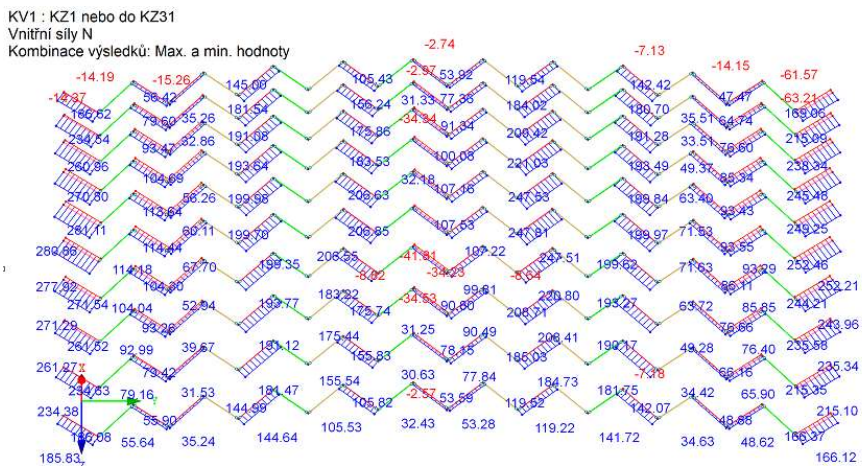


Max N: 390,46, Min N: 0,00 [kN]

Návrh ocelového prvku - Tah / Prostý tlak

KV1	Návrhová síla	$N_{Ed} = 390,5$	kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y = 355$	MPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M0} = 1,0$	
	Návrh průřezu:	TRk 114,3x5	
	$A = 1720$	mm ²	
	$N_{t,Rd} = \frac{Af_y}{\gamma_{M0}}$	$N_{t,Rd} = 610,60$	kN
	$N_{t,Rd} \geq N_{Ed}$	$610,60 \geq 390,5$	kN
	610,60 kN	≥	390,5 kN
	VYHOVUJE		64,0 %

Diagonály s tahovým i tlakovým namáháním. Posudek na tah i vzpěr.



Návrh ocelového prvku - Vzpěr

KV1	Návrhová síla	$N_{Ed} =$	87,0	kN
	Materiál	Ocel	S355	
	Mez kluzu	$f_y =$	355	MPa
	Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M1} =$	1,0	
	Návrh průřezu:		TRk 88,9x4	
	Křivka vzpěrnosti	y-y	c	$\alpha_y = 0,49$ (-)
		z-z	c	$\alpha_z = 0,49$ (-)
	$A =$	1070	mm²	$i_y = 30,0$ mm
$L_{cr} = 0,75 L$	$L_{cr,y} =$	3425	mm	$i_z = 30,0$ mm
	$L_{cr,z} =$	3425	mm	$\lambda_1 = 76,4$ (-)
	$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$			$\lambda_y = 114,2$ (-)
	$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$			$\lambda_z = 114,2$ (-)
	$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$			$\bar{\lambda}_y = 1,49$ (-)
	$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$			$\bar{\lambda}_z = 1,49$ (-)
	$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$			$\phi_y = 1,93$ (-)
				$\phi_z = 1,93$ (-)
				$\chi_y = 0,316$ (-)
				$\chi_z = 0,316$ (-)
		$N_{b,Rd} =$	120,19	kN
	$N_{b,Rd} \geq N_{Ed}$			
	120,19 kN	\geq	87,0	kN
	VYHOVUJE		72,4	%

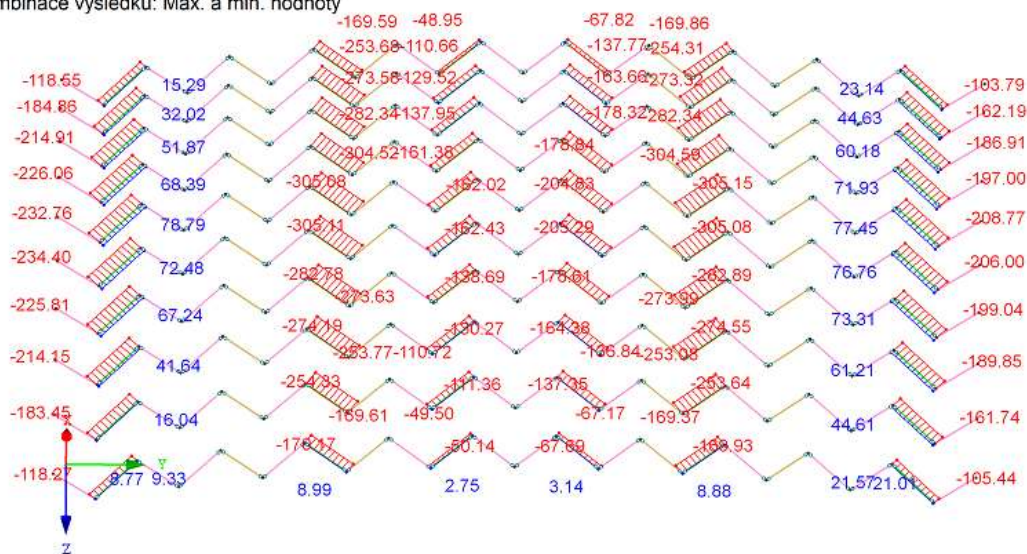
Návrh ocelového prvku - Tah / Prostý tlak			
KV1	Návrhová síla	$N_{Ed} =$	281,0 kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y =$	355 MPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M0} =$	1,0
	Návrh průřezu:		TRk 88,9x4
	$A =$	1070	mm ²
	$N_{t,Rd} = \frac{Af_y}{\gamma_{M0}}$		
		$N_{t,Rd} =$	379,85 kN
	$N_{t,Rd} \geq N_{Ed}$		
	379,85 kN	\geq	281,0 kN
	VYHOVUJE		74,0 %

Diagonály s převážně tlakovým namáháním. Posudek na vzpěr, tah bezpečně vyhoví

KV1 : KZ1 nebo do KZ31

Vnitřní síly N

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

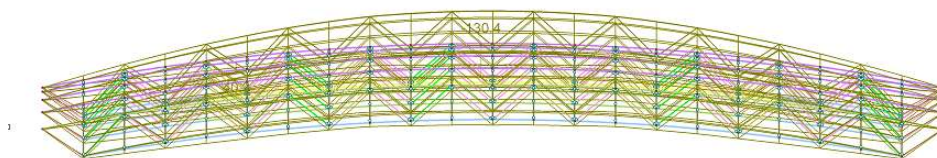


Max N: 78.79, Min N: -305.15 [kN]

		Návrh ocelového prvku - Vzpěr				
KV1	Návrhová síla	N_{Ed}	=	305,0	kN	
	Materiál	Ocel		S355		
	Mez kluzu	f_y	=	355	MPa	
	Součinitel spolehlivosti	γ_{M1}	=	1,0		
	Návrh průřezu:	TRk 139,7x5				
	Křivka vzpěrnosti	y-y	c	α_y	= 0,49 (-)	
		z-z	c	α_z	= 0,49 (-)	
	A	=	2120	mm ²	i_y	= 47,7 mm
$L_{cr} = 0,75 L$	$L_{cr,y}$	=	3497	mm	i_z	= 47,7 mm
	$L_{cr,z}$	=	3497	mm	λ_1	= 76,4 (-)
	$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$			λ_y	= 73,3 (-)	
	$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$			λ_z	= 73,3 (-)	
	$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$			$\bar{\lambda}_y$	= 0,96 (-)	
	$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$			$\bar{\lambda}_z$	= 0,96 (-)	
	$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$			ϕ_y	= 1,15 (-)	
				ϕ_z	= 1,15 (-)	
				χ_y	= 0,564 (-)	
				χ_z	= 0,564 (-)	
				$N_{b,Rd}$	= 424,37 kN	
		$N_{b,Rd}$	\geq	N_{Ed}		
		424,37 kN	\geq	305,0 kN		
		VYHOVUJE		71,9 %		

4.3.2 Návrh vazníků – MSP

KV2 : KZ50 nebo KZ59
 Globální deformace u-Z [mm]
 Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Součinitel pro deformace: 20.00
 Max u-Z: 40.3, Min u-Z: -130.4 mm

$$u_z = 130,4 \text{ mm} \leq \frac{L}{250} = \frac{71400}{250} = 285,6 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

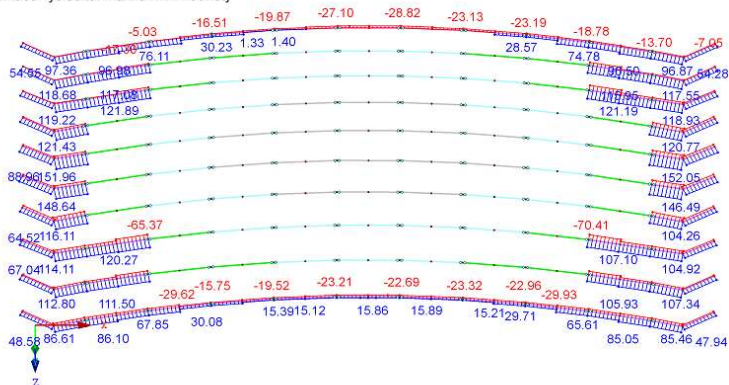
4.3.3 Návrh ztužení střešní konstrukce

4.3.3.1 Podélná svislá střešní ztužidla

Podélná svislá střešní ztužidla, se nacházejí ve vzdálenostech 6,5 m. Funkcí svislého ztužidla je zkrácení vzpěrných délek pásů při vybočení z roviny vazníku a zároveň působí spolu s vaznicemi, jako příčný nosník.

Spodní pásy svislých ztužidel

KV1 : KZ1 nebo do KZ31
Vnitřní síly N
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max N: 152.05, Min N: -70.41 [kN]

Kombinace:

Návrh ocelového prvku - Vzpěr

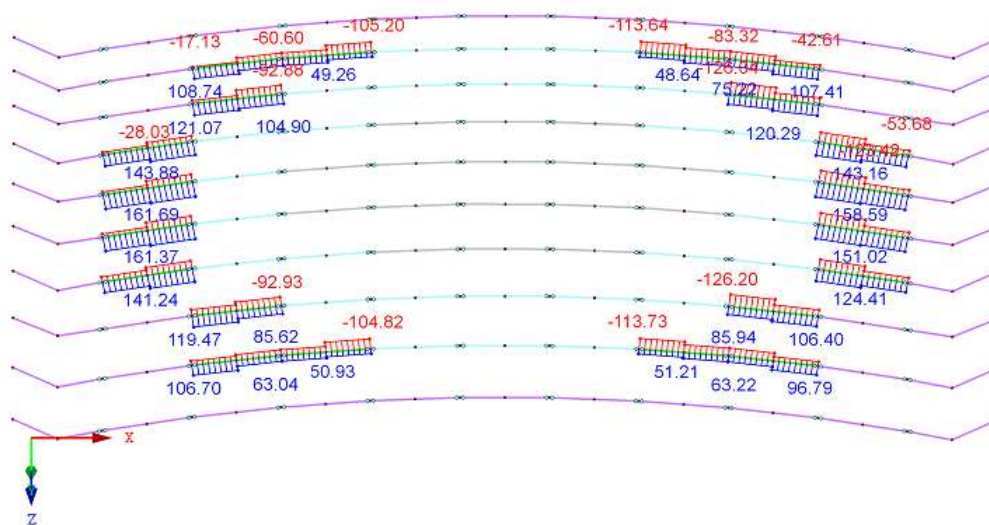
KV1	Návrhová síla	$N_{Ed} = 70,0$	kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y = 355$	MPa
	Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M1} = 1,0$	

Návrh průřezu:

TRk 139,7x4

Křivka vzpěrnosti	y-y	c	$\alpha_y = 0,49$	(-)
	z-z	c	$\alpha_z = 0,49$	(-)
A	=	1710	mm ²	$i_y = 48,0$ mm
$L_{cr,y}$	=	4174	mm	$i_z = 48,0$ mm
$L_{cr,z}$	=	7960	mm	$\lambda_1 = 76,4$ (-)
$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$				$\lambda_y = 87,0$ (-)
$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$				$\lambda_z = 165,8$ (-)
$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$				$\bar{\lambda}_y = 1,14$ (-)
$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$				$\bar{\lambda}_z = 2,17$ (-)
$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$				$\phi_y = 1,38$ (-)
				$\phi_z = 3,34$ (-)
				$\chi_y = 0,464$ (-)
				$\chi_z = 0,170$ (-)
				$N_{b,Rd} = 103,35$ kN
				$N_{b,Rd} \geq N_{Ed}$
				103,35 kN \geq 70,0 kN
				VYHOVUJE 67,7 %

KV1 : KZ1 nebo do KZ31
 Vnitřní síly N
 Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max N: 161.69, Min N: -126.20 [kN]

Kombinace:

Návrh ocelového prvku - Vzpěr

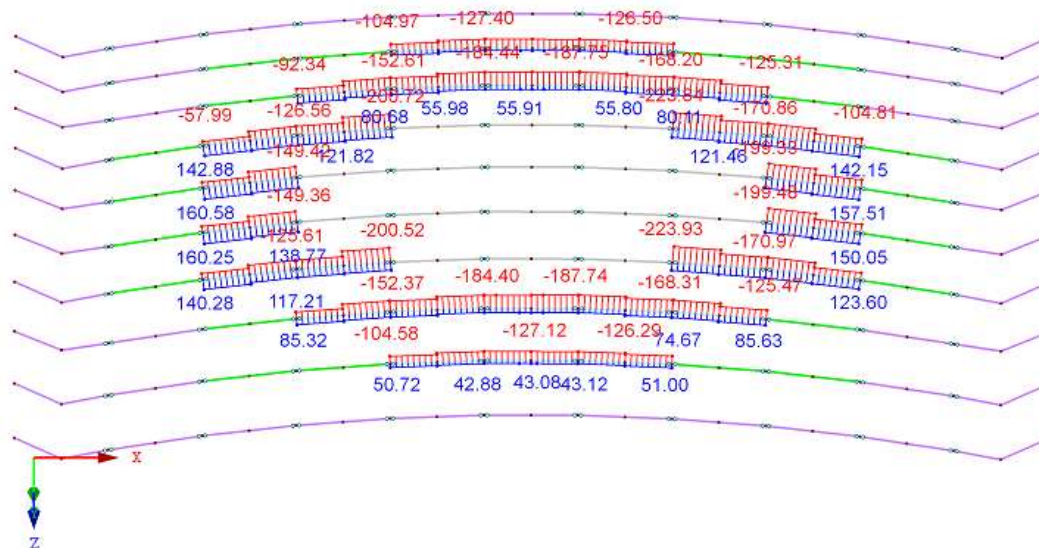
KV1	Návrhová síla	$N_{Ed} = 126,0$	kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y = 355$	MPa
	Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M1} = 1,0$	

Návrh průřezu:

TRk 139,7x5

Křivka vzpěrnosti	y-y	c	$\alpha_y = 0,49$	(-)
	z-z	c	$\alpha_z = 0,49$	(-)
A	=	2120	mm ²	$i_y = 47,7$ mm
$L_{cr,y}$	=	3759	mm	$i_z = 47,7$ mm
$L_{cr,z}$	=	7518	mm	$\lambda_1 = 76,4$ (-)
$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$			$\lambda_y = 78,8$	(-)
$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$			$\lambda_z = 157,6$	(-)
$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$			$\bar{\lambda}_y = 1,03$	(-)
$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$			$\bar{\lambda}_z = 2,06$	(-)
$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$			$\phi_y = 1,24$	(-)
			$\phi_z = 3,08$	(-)
			$\chi_y = 0,522$	(-)
			$\chi_z = 0,186$	(-)
			$N_{b,Rd} = 139,99$	kN
	$N_{b,Rd}$	\geq	N_{Ed}	
	139,99 kN	\geq	126,0 kN	
	VYHOVUJE		90,0 %	

KV1 : KZ1 nebo do KZ31
 Vnitřní síly N
 Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



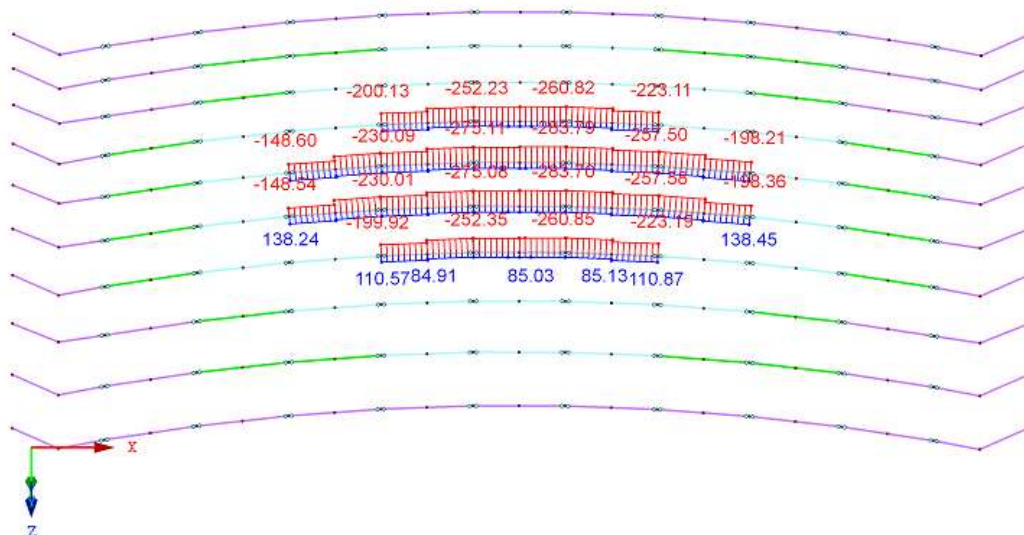
Max N: 160.58, Min N: -223.93 [kN]

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Vzpěr	
KV1	Návrhová síla	$N_{Ed} =$	223,0 kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y =$	355 MPa
	Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M1} =$	1,0
	Návrh průřezu:		TRk 168,3x6,3
	Křivka vzpěrnosti	y-y	c $\alpha_y = 0,49$ (-)
		z-z	c $\alpha_z = 0,49$ (-)
	A =	3210	mm ²
	$i_y =$	57,3	mm
	$L_{cr,y} =$	3733	mm
	$i_z =$	57,3	mm
	$L_{cr,z} =$	7466	mm
	$\lambda_1 =$	76,4	(-)
	$\lambda_y =$	65,1	(-)
	$\lambda_z =$	130,3	(-)
	$\bar{\lambda}_y =$	0,85	(-)
	$\bar{\lambda}_z =$	1,71	(-)
	$\phi_y =$	1,02	(-)
	$\phi_z =$	2,32	(-)
	$\chi_y =$	0,629	(-)
	$\chi_z =$	0,256	(-)
	$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$	$N_{b,Rd} =$	292,21 kN
	$N_{b,Rd} \geq N_{Ed}$		
	292,21 kN	\geq	223,0 kN
	VYHOVUJE		76,3 %

KV1 : KZ1 nebo do KZ31

Vnitřní síly N

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max N: 145.61, Min N: -283.79 [kN]

Kombinace:

Návrh ocelového prvku - Vzpěr

KV1	Návrhová síla	$N_{Ed} = 283,8$	kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y = 355$	MPa
	Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M1} = 1,0$	

Návrh průřezu:

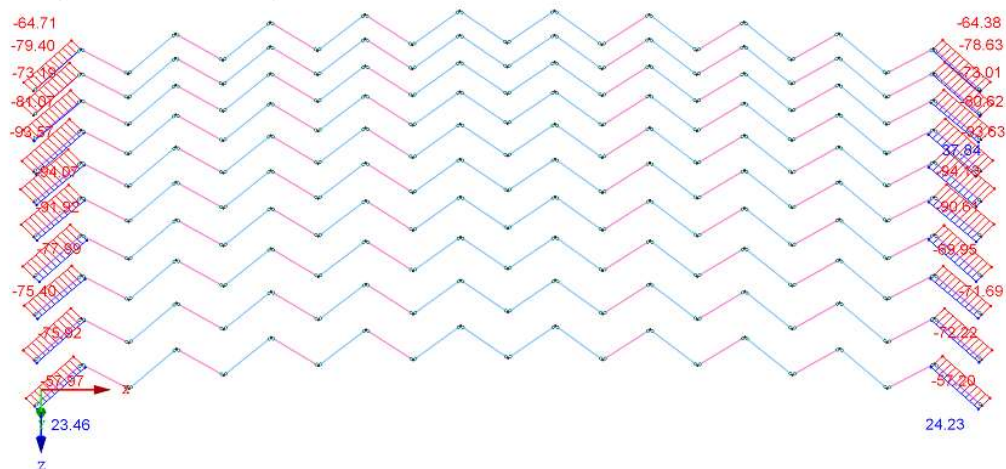
TRk 168,3x8

Křivka vzpěrnosti	y-y	c	$\alpha_y = 0,49$	(-)
	z-z	c	$\alpha_z = 0,49$	(-)
A	=	4030	mm ²	$i_y = 56,7$ mm
$L_{cr,y}$	=	3700	mm	$i_z = 56,7$ mm
$L_{cr,z}$	=	7400	mm	$\lambda_1 = 76,4$ (-)
$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$			$\lambda_y = 65,3$	(-)
$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$			$\lambda_z = 130,5$	(-)
$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$			$\bar{\lambda}_y = 0,85$	(-)
$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$			$\bar{\lambda}_z = 1,71$	(-)
$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$			$\Phi_y = 1,02$	(-)
			$\Phi_z = 2,33$	(-)
			$\chi_y = 0,628$	(-)
			$\chi_z = 0,256$	(-)
			$N_{b,Rd} = 365,86$	kN
			$N_{b,Rd} \geq N_{Ed}$	
			365,86 kN	≥ 283,8 kN
			VYHOVUJE	77,6 %

Diagonály svislých ztužidel

Tlačené diagonály

KV1 : KZ1 nebo do KZ31
 Vnitřní síly N
 Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



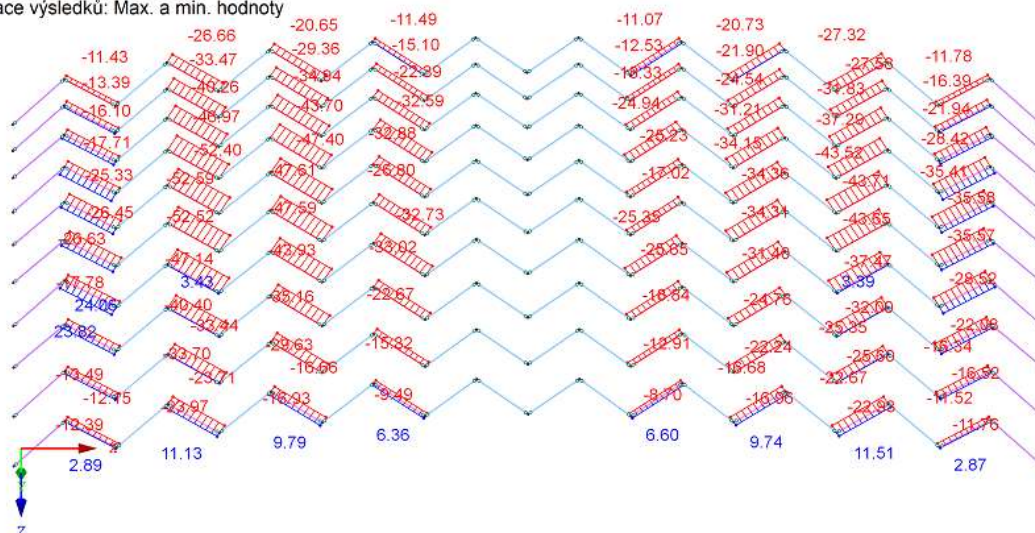
Max N: 38.58, Min N: -94.13 [kN]

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Vzpěr	
KV1	Návrhová síla	$N_{Ed} =$	94,1 kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y =$	355 MPa
	Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M1} =$	1,0
Návrh průřezu:		TRk 114,3x4	
Křivka vzpěrnosti	y-y	c	$\alpha_y = 0,49 (-)$
	z-z	c	$\alpha_z = 0,49 (-)$
A	= 1390 mm ²	$i_y =$	39,0 mm
$L_{cr,y}$	= 5144 mm	$i_z =$	39,0 mm
$L_{cr,z}$	= 5144 mm	$\lambda_1 =$	76,4 (-)
$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$		$\lambda_y =$	131,9 (-)
$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$		$\lambda_z =$	131,9 (-)
$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$		$\bar{\lambda}_y =$	1,73 (-)
$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$		$\bar{\lambda}_z =$	1,73 (-)
$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$		$\phi_y =$	2,36 (-)
		$\phi_z =$	2,36 (-)
		$\chi_y =$	0,251 (-)
		$\chi_z =$	0,251 (-)
		$N_{b,Rd} =$	124,02 kN
	$N_{b,Rd} \geq N_{Ed}$		
	124,02 kN	\geq	94,1 kN
	VYHOVUJE		75,9 %

KV1 : KZ1 nebo do KZ31

Vnitřní síly N

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max N: 24.14, Min N: -52.59 [kN]

Kombinace: Návrh ocelového prvku - Vzpěr

KV1	Návrhová síla	$N_{Ed} =$	52,3	kN
	Materiál	Ocel	S355	
	Mez kluzu	$f_y =$	355	MPa
	Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M1} =$	1,0	

Návrh průřezu: TRk 88,9x4

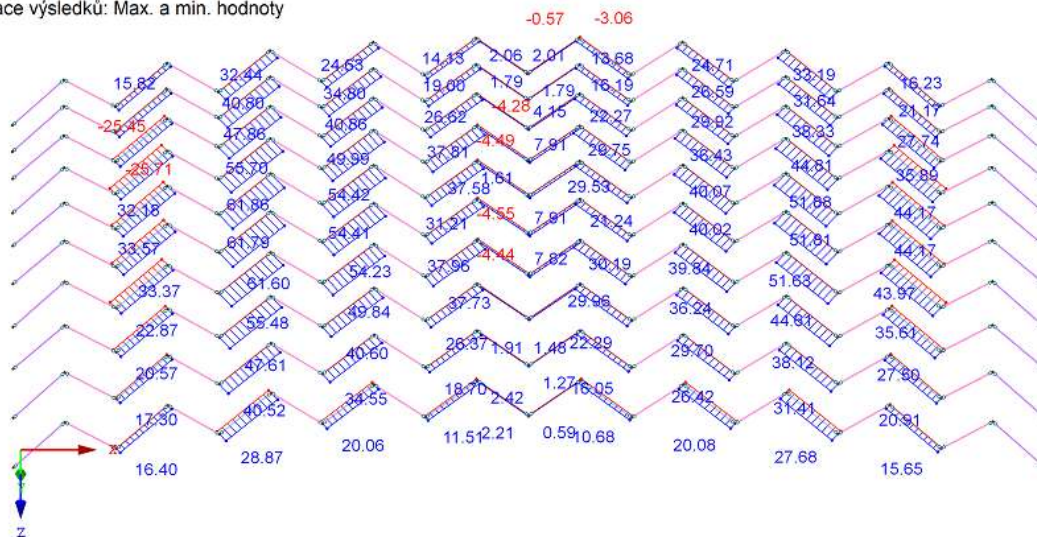
Křivka vzpěrnosti	y-y	c	$\alpha_y =$	0,49	(-)	
	z-z	c	$\alpha_z =$	0,49	(-)	
A	=	1070	mm ²	$i_y =$	30,0	mm
$L_{cr,y}$	=	4514	mm	$i_z =$	30,0	mm
$L_{cr,z}$	=	4514	mm	$\lambda_1 =$	76,4	(-)
$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$				$\lambda_y =$	150,5	(-)
$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$				$\lambda_z =$	150,5	(-)
$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$				$\bar{\lambda}_y =$	1,97	(-)
$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$				$\bar{\lambda}_z =$	1,97	(-)
$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{A f_y}{\gamma_{M1}}$				$\phi_y =$	2,87	(-)
				$\phi_z =$	2,87	(-)
				$\chi_y =$	0,201	(-)
				$\chi_z =$	0,201	(-)
				$N_{b,Rd} =$	76,53	kN
				$N_{b,Rd}$	\geq	N_{Ed}
				76,53 kN	\geq	52,3 kN
				VYHOVUJE		68,3 %

Převážně tažené diagonály

KV1 : KZ1 nebo do KZ31

Vnitřní síly N

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max N: 61.86, Min N: -25.71 [kN]

Kombinace:

Návrh ocelového prvku - Vzpěr

KV1	Návrhová síla	$N_{Ed} =$	25,7	kN
	Materiál	Ocel	S355	
	Mez kluzu	$f_y =$	355	MPa
	Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M1} =$	1,0	

Návrh průřezu:

TRk 76,1x3,2

Křivka vzpěrnosti	y-y	c	$\alpha_y =$	0,49	(-)
	z-z	c	$\alpha_z =$	0,49	(-)
A =	733	mm²	$i_y =$	25,8	mm
$L_{cr,y} =$	5144	mm	$i_z =$	25,8	mm
$L_{cr,z} =$	5144	mm	$\lambda_1 =$	76,4	(-)
$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$			$\lambda_y =$	199,4	(-)
$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$			$\lambda_z =$	199,4	(-)
$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$			$\bar{\lambda}_y =$	2,61	(-)
$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$			$\bar{\lambda}_z =$	2,61	(-)
$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$			$\phi_y =$	4,49	(-)
			$\phi_z =$	4,49	(-)
			$\chi_y =$	0,123	(-)
			$\chi_z =$	0,123	(-)
			$N_{b,Rd} =$	31,91	kN
	$N_{b,Rd}$	\geq	N_{Ed}		
	31,91 kN	\geq	25,7	kN	
	VYHOVUJE		80,5	%	

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Tah / Prostý tlak	
KV1	Návrhová síla	$N_{Ed} =$	62,0 kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y =$	355 MPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M0} =$	1,0
	Návrh průřezu:	TRk 76,1x3,2	
	$A =$	733	mm ²
	$N_{t,Rd} = \frac{Af_y}{\gamma_{M0}}$	$N_{t,Rd} =$	260,22 kN
	$N_{t,Rd}$	\geq	N_{Ed}
	260,22 kN	\geq	62,0 kN
	VYHOVUJE		23,8 %

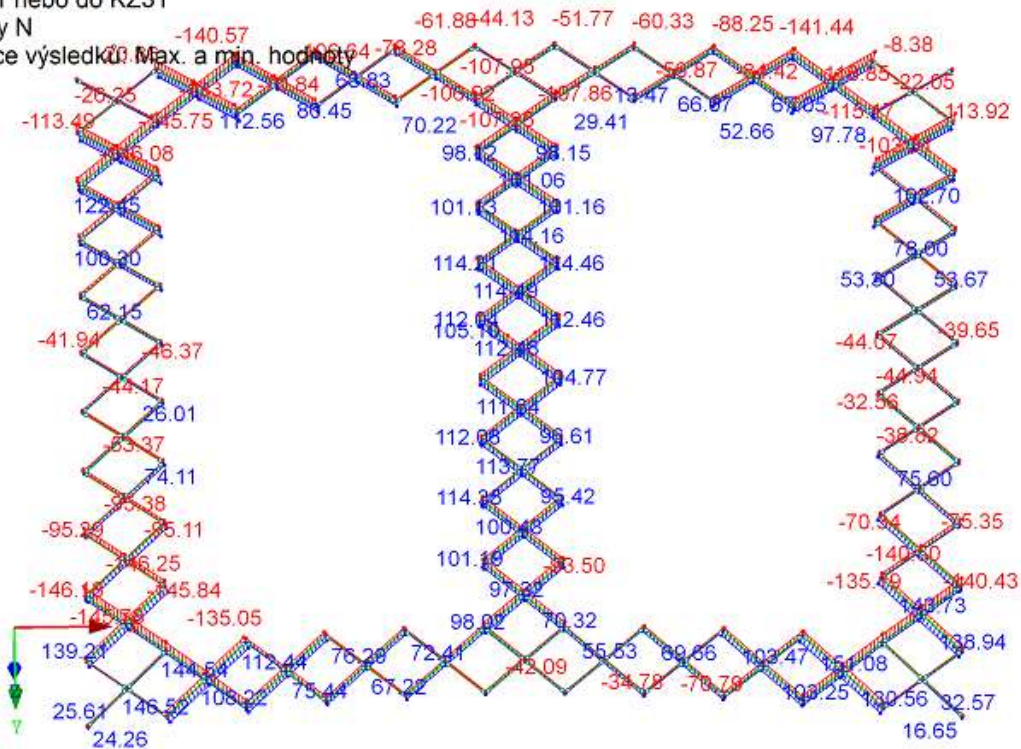
4.3.2.1 Střešní ztužidla

Ztužidla ve střešní rovině jsou pnutá mezi vaznicemi, ke kterým jsou připojena pomocí styčnickového plechu, největší vzpěrná délka je 5,125 m.

KV1 : KZ1 nebo do KZ31

Vnitřní síly N

Kombinace výsledků Max. a min. hodnoty



Max N: 151.08, Min N: -146.25 [kN]

Návrh ztužidla na vzpěr

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Vzpěr			
KV1	Návrhová síla	N_{Ed}	=	146,3	kN
	Materiál	Ocel		S235	
	Mez kluzu	f_y	=	235	MPa
	Součinitel spolehlivosti	γ_{M1}	=	1,0	
	Návrh průřezu:	TRk 139,7x4			
	Křivka vzpěrnosti	y-y	c	α_y	= 0,49 (-)
		z-z	c	α_z	= 0,49 (-)
	A	=	1710	mm ²	i_y = 48,0 mm
	$L_{cr,y}$	=	5129	mm	i_z = 48,0 mm
	$L_{cr,z}$	=	5129	mm	λ_1 = 93,9 (-)
	$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$			λ_y	= 106,9 (-)
	$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$			λ_z	= 106,9 (-)
	$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$			$\bar{\lambda}_y$	= 1,14 (-)
	$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$			$\bar{\lambda}_z$	= 1,14 (-)
	$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$			Φ_y	= 1,38 (-)
				Φ_z	= 1,38 (-)
				χ_y	= 0,465 (-)
				χ_z	= 0,465 (-)
				$N_{b,Rd}$	= 186,67 kN
	$N_{b,Rd}$		\geq	N_{Ed}	
	186,67 kN		\geq	146,3	kN
	VYHOVUJE			78,3	%

Návrh ztužidla na tah

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Tah / Prostý tlak			
KV1	Návrhová síla	N_{Ed}	=	151,0	kN
	Materiál	Ocel		S235	
	Mez kluzu	f_y	=	235	MPa
	Součinitele spolehlivosti	γ_{M0}	=	1,0	
	Návrh průřezu:	TRk 139,7x4			
	A	=	1710	mm ²	
	$N_{t,Rd} = \frac{Af_y}{\gamma_{M0}}$			$N_{t,Rd}$	= 401,85 kN
	$N_{t,Rd}$		\geq	N_{Ed}	
	401,85 kN		\geq	151,0	kN
	VYHOVUJE			37,6	%

4.3.4 Návrh vaznic

Vaznice přenášející tlakové síly

Vaznice, které jsou součástí podélného svislého střešního ztužidla jsou navrženy, tak aby přenášely i tlakové síly a stabilizovali horní pás vazníků, tvoří horní pás příčných vazníků. Návrh těchto vaznic je proveden pro kombinaci tlaku a ohybu, a to pro rozhodující kombinaci s maximálním tlakem a kladným ohybovým moment (není uvažováno klopení, tlačaná pásnice stabilizována střešním pláštěm) a pro kombinaci sání větru, kde je uvažováno s klopením profilu.

KV1 : KZ1 nebo do KZ31

Vnitřní síly N

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

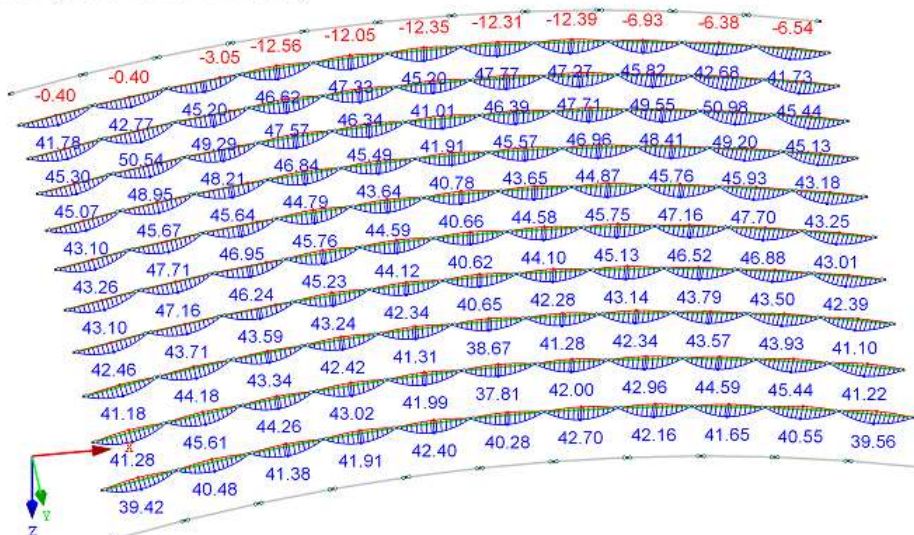


Max N: 300.52, Min N: -226.86 [kN]

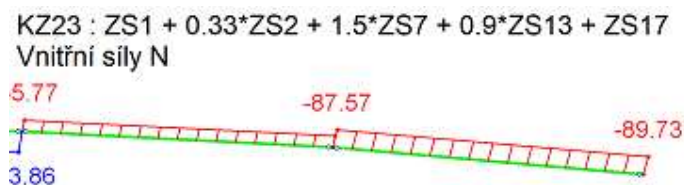
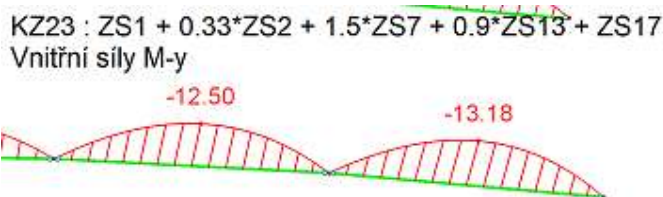
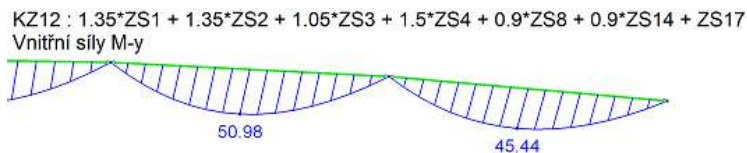
KV1 : KZ1 nebo do KZ31

Vnitřní síly M-y

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max M-y: 50.98, Min M-y: -13.18 [kNm]



Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Vzpěr			
KZ12	Návrhová síla	N_{Ed}	=	227,0	kN
	Materiál	Ocel		S355	
	Mez kluzu	f_y	=	355	MPa
	Součinitel spolehlivosti	γ_{M1}	=	1,0	
	Návrh průřezu:	HEA 200			
Křivka vzpěrnosti	y-y	b	α_y	=	0,34 (-)
	z-z	c	α_z	=	0,49 (-)
A	=	5380	mm ²	i_y	= 82,8 mm
$L_{cr,y}$	=	7590	mm	i_z	= 49,8 mm
$L_{cr,z}$	=	7590	mm	λ_1	= 76,4 (-)
$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$				λ_y	= 91,7 (-)
$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$				λ_z	= 152,4 (-)
$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$				$\bar{\lambda}_y$	= 1,20 (-)
$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$				$\bar{\lambda}_z$	= 1,99 (-)
$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$				ϕ_y	= 1,39 (-)
				ϕ_z	= 2,93 (-)
				χ_y	= 0,478 (-)
				χ_z	= 0,197 (-)
				$N_{b,Rd}$	= 376,42 kN
				$N_{b,Rd}$	$\geq N_{Ed}$
				376,42 kN	\geq 227,0 kN
				VYHOVUJE	60,3 %

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Ohyb + tlak	
KZ12	Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed} = 51$	kNm
	Návrhový ohybový moment	$M_{z,Ed} = 0$	kNm
	Návrhová osová síla	$N_{Ed} = 226,9$	kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y = 355$	MPa
	Modul pružnosti	$E = 210$	Gpa
	Modul pružnosti ve smyku	$G = 80,8$	GPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} = 1,0$	
Návrh průřezu:		HEA 200	
	$I_y = 3,69E+07$	$h = 190$	mm
	$I_z = 1,34E+07$	$b = 200$	mm
	$W_{pl,y} = 4,30E+05$	$t_w = 6,5$	mm
	$W_{pl,z} = 2,04E+05$	$t_f = 10,0$	mm
	$I_t = 2,11E+05$	$d = 134,0$	mm
	$I_w = 1,08E+11$	$A = 5380$	mm ²
Zatřetížení ohyb + tlak			
	Poloha neutrální osy	$x = \frac{N_{Ed}}{t_w \cdot f_{yd}}$	$x = 98,33$ mm
	Součinitel α - velikost tlač. oblasti	$\alpha = \frac{0,5 \cdot d + x}{d}$	$\alpha = 1,23$
	Stojina	$d/t_w = 20,6$	$\leq 21,42$ Třída 1
	Pásnice	$c/t_f = 7,9$	$\leq 8,14$ Třída 2
	Průřez	\rightarrow	Třída 2
VZPĚŘ			
	$\chi_y = 0,478$	(-)	$\chi_z = 0,197$ (-)
	$\bar{\lambda}_y = 1,20$	(-)	$\bar{\lambda}_z = 1,99$ (-)
KLOPENÍ			
		$\chi_{LT} = 1,00$	(-)
INTERAKCE TLAKU S OHYBEM			
	Char. únosnost průřezu v tlaku	$N_{Rk} = 1909,9$	kN
	Char. únosnost v ohybu k ose y	$M_{y,Rk} = 152,7$	kNm
	Char. únosnost v ohybu k ose z	$M_{z,Rk} = 72,4$	kNm
	Součinitele konstantního momentu		
	$C_{mz} = 0,95$	$C_{my} = 0,95$	
	$C_{mLT} = 0,95$		
Interakční součinitele			
	$k_{yy} = C_{my} \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \leq C_{my} \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right)$		
	$k_{yy} = 1,139$	$1,186 \leq 1,139$	
	$k_{yz} = 0,6 k_{zz}$		
	$k_{yz} = 1,051$		
	$k_{zz} = C_{mz} \left(1 + (2\bar{\lambda}_z - 0,6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \leq C_{mz} \left(1 + 1,4 \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right)$		
	$k_{zz} = 1,752$	$2,891 \leq 1,752$	
	$k_{zy} = \left(1 - \frac{0,1\bar{\lambda}_z}{C_{mLT} - 0,25} \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \geq \left(1 - \frac{0,1}{C_{mLT} - 0,25} \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right), \bar{\lambda}_z \geq 0,4$		
	$k_{zy} = 0,914$	$0,828 \leq 0,914$	
POSOUZENÍ			
	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0$		
	$0,248 + 0,380 + 0,00 \leq 1,0$	$0,629 \leq 1,0$	
VYHOVUJE			
	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0$		
	$0,603 + 0,305 + 0,00 \leq 1,0$	$0,908 \leq 1,0$	
VYHOVUJE			
	$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed}}{\gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M0}} \leq 1,0$		
	$0,119 + 0,334 + 0,00 \leq 1,0$	$0,453 \leq 1,0$	
VYHOVUJE			

0,1

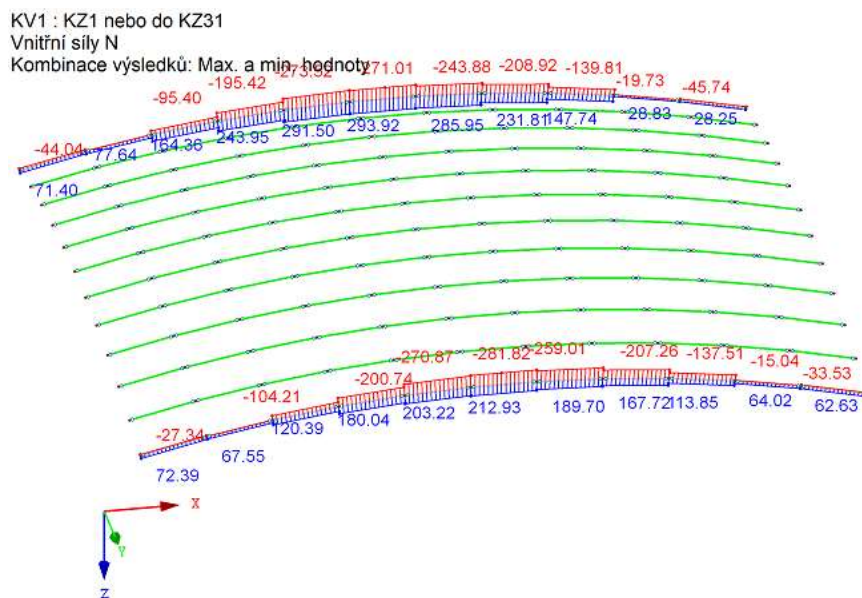
Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Ohyb s klopením	
KZ23	Návrhový moment	$M_{y,Ed} =$	13,2 kNm
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y =$	355 MPa
	Modul pružnosti	$E =$	210 Gpa
	Modul pružnosti ve smyku	$G =$	80,8 GPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} =$	1,0
	Délka prvku na klopení	$L =$	7,59 m
	Návrh průřezu:	HEA 200	
	$I_y =$	3,69E+07 mm ⁴	$h =$ 190 mm
	$I_z =$	1,34E+07 mm ⁴	$b =$ 200 mm
	$W_y =$	3,89E+05 mm ³	$t_w =$ 6,5 mm
	$W_{pl,y} =$	4,30E+05 mm ³	$t_f =$ 10,0 mm
	$I_t =$	2,11E+05 mm ⁴	$I_w =$ 1,08E+11 mm ⁶
	Součinitele vzpěrné délky		Součinitele
	$k_y =$	1,0	$C_{1,0} =$ 1,13
	$k_z =$	1,0	$C_{1,1} =$ 1,13
	$k_w =$	1,0	$C_1 =$ 1,1
			$C_2 =$ 0,46
	$k_{wt} = \frac{\pi}{k_w L} \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}}$		$k_{wt} =$ 0,477 [-]
	Působíště zatížení: horní povrch		$z_g =$ 95 mm
	$\zeta_g = \frac{\pi z_g}{k_z L} \sqrt{\frac{EI_z}{GI_t}}$		$\zeta_g =$ 0,505 [-]
	$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + k_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g)^2} - (C_2 \zeta_g) \right]$		$\mu_{cr} =$ 1,017 [-]
	$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_t}}{L}$		$M_{cr} =$ 92,2 kNm
	$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$		$\bar{\lambda}_{LT} =$ 1,224
	Křivka klopení a		$\alpha_{LT,0} =$ 0,21
	$\beta =$ 0,75		$\bar{\lambda}_{LT,0} =$ 0,4
	$\phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2]$		$\phi_{LT} =$ 1,148
	$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1,0$		$\chi_{LT} =$ 0,629
	$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$		$M_{b,Rd} =$ 96,00 kNm
	$M_{b,Rd} \geq M_{y,Ed}$		
	96,00 kNm	\geq	13,2 kNm
	VYHOVUJE		13,7 %

Kombinace:	Návrh ocelového prvku - Ohyb + tlak		
KZ23	Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed} = 13,18$	kNm
	Návrhový ohybový moment	$M_{z,Ed} = 0$	kNm
	Návrhová osová síla	$N_{Ed} = 90,0$	kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y = 355$	MPa
	Modul pružnosti	$E = 210$	Gpa
	Modul pružnosti ve smyku	$G = 80,8$	GPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} = 1,0$	
Návrh průřezu:		HEA 200	
	$I_y = 3,69E+07$	$h = 190$	mm
	$I_z = 1,34E+07$	$b = 200$	mm
	$W_{pl,y} = 4,30E+05$	$t_w = 6,5$	mm
	$W_{pl,z} = 2,04E+05$	$t_f = 10,0$	mm
	$I_t = 2,11E+05$	$d = 134,0$	mm
	$I_w = 1,08E+11$	$A = 5380$	mm ²
Zatížení ohyb + tlak			
Poloha neutrální osy		$x = \frac{N_{Ed}}{t_w \cdot f_{yd}}$	$x = 39,00$ mm
Součinitel α - velikost tlač. oblasti		$\alpha = \frac{0,5 \cdot d + x}{d}$	$\alpha = 0,79$
Stojina	$d/t_w = 20,6$	$\leq 34,70$	Třída 1
Pásnice	$c/t_f = 7,9$	$\leq 8,14$	Třída 2
Průřez	\rightarrow		Třída 2
VZPĚR			
$\chi_y = 0,478$	(-)	$\chi_z = 0,197$	(-)
$\bar{\lambda}_y = 1,20$	(-)	$\bar{\lambda}_z = 1,99$	(-)
KLOPENÍ		$\chi_{LT} = 0,63$	(-)
INTERAKCE TLAKU S OHYBEM			
Char. únosnost průřezu v tlaku	$N_{Rk} = 1909,9$	kN	
Char. únosnost v ohybu k ose y	$M_{y,Rk} = 152,7$	kNm	
Char. únosnost v ohybu k ose z	$M_{z,Rk} = 72,4$	kNm	
Součinitele konstantního momentu			
$C_{mz} = 0,95$	$C_{my} = 0,95$		
$C_{mLT} = 0,95$			
Interakční součinitele			
$k_{yy} = C_{my} \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \leq C_{my} \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right)$			
$k_{yy} = 1,025$	$1,044$	$\leq 1,025$	
$k_{yz} = 0,6 k_{zz}$			
$k_{yz} = 0,761$			
$k_{zz} = C_{mz} \left(1 + (2\bar{\lambda}_z - 0,6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \leq C_{mz} \left(1 + 1,4 \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right)$			
$k_{zz} = 1,268$	$1,720$	$\leq 1,268$	
$k_{zy} = \left(1 - \frac{0,1\bar{\lambda}_z}{C_{mLT} - 0,25} \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \geq \left(1 - \frac{0,1}{C_{mLT} - 0,25} \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right), \bar{\lambda}_z \geq 0,4$			
$k_{zy} = 0,966$	$0,932$	$\leq 0,966$	
POSOUZENÍ			
$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0$			
$0,099 + 0,141$	$0,239$	$\leq 1,0$	
VYHOVUJE			
$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0$			
$0,239 + 0,133$	$0,00$	$\leq 1,0$	
VYHOVUJE			
$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed}}{\gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M0}} \leq 1,0$			
$0,047 + 0,086$	$0,00$	$\leq 1,0$	
VYHOVUJE			

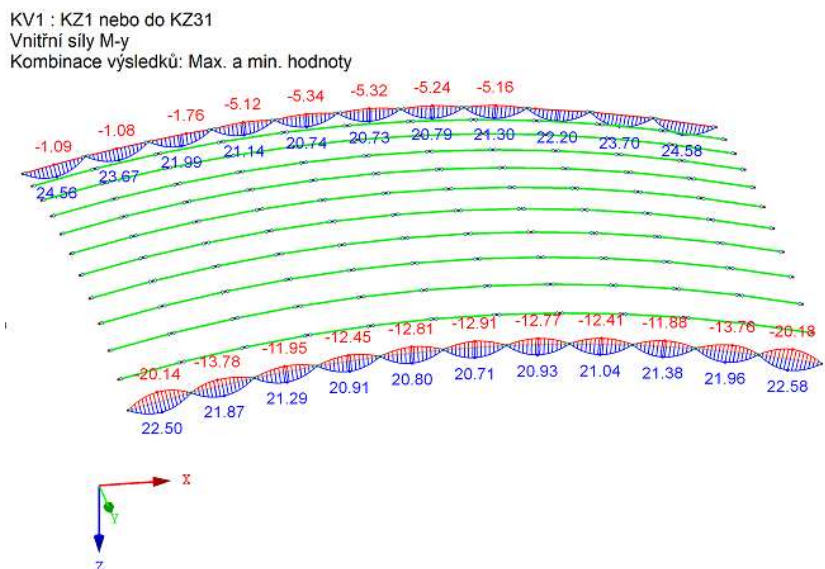
Mezní stav použitelnosti pro kombinaci výsledků KV2

Č.	Prut č.	Zatěž. stav	Označení průřezu	Vztažná délka L [m]	Směr	Deformace absolutní [mm]	
						exist w	mezní w
1	541	KV2+	HE A 200	7,59	Z	21,31	30,34
2	647	KV2+	HE A 200	7,52	Z	22,41	30,07
3	681	KV2+	HE A 200	7,47	Z	21,62	29,86
4	755	KV2+	HE A 200	7,43	Z	20,93	29,72
5	606	KV2+	HE A 200	7,41	Z	20,62	29,63
6	626	KV2+	HE A 200	7,40	Z	20,16	29,60

Krajní vaznice

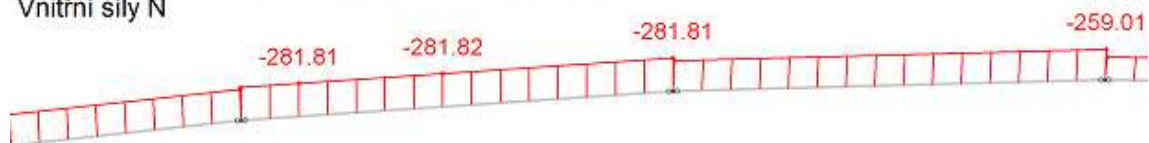


Max N: 293.92, Min N: -281.82 [kN]



Max M-y: 24.58, Min M-y: -20.18 [kNm]

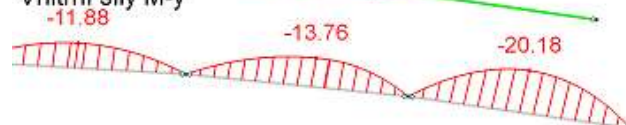
KZ22 : ZS1 + 0.33*ZS2 + 1.5*ZS7 + 0.9*ZS9 + ZS17
Vnitřní síly N



KZ22 : ZS1 + 0.33*ZS2 + 1.5*ZS7 + 0.9*ZS9 + ZS17
Vnitřní síly M-y



KZ23 : ZS1 + 0.33*ZS2 + 1.5*ZS7 + 0.9*ZS13 + ZS17
Vnitřní síly M-y



Kombinace:

Návrh ocelového prvku - Vzpěr

KZ22	Návrhová síla	$N_{Ed} = 281,8$	kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y = 355$	MPa
	Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M1} = 1,0$	
	Návrh průřezu:	HEA 220	
	Křivka vzpěrnosti	y-y	b $\alpha_y = 0,34$ (-)
		z-z	c $\alpha_z = 0,49$ (-)
	A = 6430	mm ²	$i_y = 91,7$ mm
	$L_{cr,y} = 7400$	mm	$i_z = 55,1$ mm
	$L_{cr,z} = 7400$	mm	$\lambda_1 = 76,4$ (-)
	$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$		$\lambda_y = 80,7$ (-)
	$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$		$\lambda_z = 134,3$ (-)
	$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$		$\bar{\lambda}_y = 1,06$ (-)
	$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$		$\bar{\lambda}_z = 1,76$ (-)
	$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$		$\phi_y = 1,20$ (-)
			$\phi_z = 2,43$ (-)
			$\chi_y = 0,562$ (-)
			$\chi_z = 0,244$ (-)
		$N_{b,Rd} = 556,89$	kN
	$N_{b,Rd} \geq N_{Ed}$		
	556,89 kN	≥	281,8 kN
	VYHOVUJE		50,6 %

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Ohyb s klopením	
KZ22	Návrhový moment	$M_{y,Ed} =$	12,9 kNm
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y =$	355 MPa
	Modul pružnosti	$E =$	210 GPa
	Modul pružnosti ve smyku	$G =$	80,8 GPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} =$	1,0
	Délka prvku na klopení	$L =$	7,40 m
	Návrh průřezu:	HEA 220	
	$I_y = 5,41E+07$ mm ⁴	$h =$	210 mm
	$I_z = 1,95E+07$ mm ⁴	$b =$	220 mm
	$W_y = 5,15E+05$ mm ³	$t_w =$	7,0 mm
	$W_{pl,y} = 5,68E+05$ mm ³	$t_f =$	11,0 mm
	$I_t = 2,86E+05$ mm ⁴	$I_w = 1,93E+11$ mm ⁶	
	Součinitele vzpěrné délky	Součinitele	
	$k_y = 1,0$	$C_{1,0} =$	1,13
	$k_z = 1,0$	$C_{1,1} =$	1,13
	$k_w = 1,0$	$C_1 =$	1,1
		$C_2 =$	0,46
	$k_{wt} = \frac{\pi}{k_w L} \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}}$	$k_{wt} =$	0,563 [-]
	Působíště zatížení: horní povrch	$z_g =$	105 mm
	$\zeta_g = \frac{\pi z_g}{k_z L} \sqrt{\frac{EI_z}{GI_t}}$	$\zeta_g =$	0,594 [-]
	$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g)^2} - (C_2 \zeta_g) \right]$	$\mu_{cr} =$	1,024 [-]
	$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_t}}{L}$	$M_{cr} =$	133,8 kNm
	$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$	$\bar{\lambda}_{LT} =$	1,228
	Křivka klopení a	$\alpha_{LT,0} =$	0,21
	$\beta = 0,75$	$\bar{\lambda}_{LT,0} =$	0,4
	$\phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$	$\phi_{LT} =$	1,152
	$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1,0$	$\chi_{LT} =$	0,627
	$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$	$M_{b,Rd} =$	126,33 kNm
	$M_{b,Rd} \geq M_{y,Ed}$		
	126,33 kNm	\geq	12,9 kNm
	VYHOVUJE		10,2 %

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Ohyb + tlak	
KZ22	Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed} = 12,9$	kNm
	Návrhový ohybový moment	$M_{z,Ed} = 5$	kNm
	Návrhová osová síla	$N_{Ed} = 281,8$	kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y = 355$	MPa
	Modul pružnosti	$E = 210$	Gpa
	Modul pružnosti ve smyku	$G = 80,8$	GPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} = 1,0$	
Návrh průřezu:		HEA 220	
	$I_y = 5,41E+07$	$h = 210$	mm
	$I_z = 1,95E+07$	$b = 220$	mm
	$W_{pl,y} = 5,68E+05$	$t_w = 7,0$	mm
	$W_{pl,z} = 2,71E+05$	$t_f = 11,0$	mm
	$I_t = 2,86E+05$	$d = 152,0$	mm
	$I_w = 1,93E+11$	$A = 6430$	mm ²
Zatížení ohyb + tlak			
	Položka neutrální osy	$x = \frac{N_{Ed}}{t_w \cdot f_{yd}}$	$x = 113,40$ mm
	Součinitel α - velikost tlač. oblasti		$\alpha = 1,25$
	$\alpha = \frac{0,5 \cdot d + x}{d}$		
	Stojina	$d/t_w = 21,7$	$\leq 24,41$ Třída 2
	Pásnice	$c/t_f = 8,1$	$\leq 8,14$ Třída 2
	Průřez	→	Třída 2
VZPĚR			
	$\chi_y = 0,562$	(-)	$\chi_z = 0,244$ (-)
	$\bar{\lambda}_y = 1,06$	(-)	$\bar{\lambda}_z = 1,76$ (-)
KLOPENÍ			
		$\chi_{LT} = 0,627$	(-)
INTERAKCE TLAKU S OHYBEM			
	Char. únosnost průřezu v tlaku	$N_{Rk} = 2282,7$	kN
	Char. únosnost v ohybu k ose y	$M_{y,Rk} = 201,6$	kNm
	Char. únosnost v ohybu k ose z	$M_{z,Rk} = 96,1$	kNm
Součinitele konstantního momentu			
	$C_{mz} = 0,95$	$C_{my} = 0,95$	
	$C_{mLT} = 0,95$		
Interakční součinitele			
	$k_{yy} = C_{my} \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \leq C_{my} \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right)$		
	$k_{yy} = 1,117$	$1,129$	$\leq 1,117$
	$k_{yz} = 0,6 k_{zz}$		
	$k_{yz} = 0,974$		
	$k_{zz} = C_{mz} \left(1 + (2\bar{\lambda}_z - 0,6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \leq C_{mz} \left(1 + 1,4 \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right)$		
	$k_{zz} = 1,623$	$2,351$	$\leq 1,623$
	$k_{zy} = \left(1 - \frac{0,1\bar{\lambda}_z}{C_{mLT} - 0,25} \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \geq \left(1 - \frac{0,1}{C_{mLT} - 0,25} \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right), \bar{\lambda}_z \geq 0,4$		
	$k_{zy} = 0,928$	$0,873$	$\leq 0,928$
POSOUZENÍ			
	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{\chi_z \frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$		
	$0,220 + 0,114 + 0,05$		$\leq 1,0$
		$0,418$	$\leq 1,0$
VYHOVUJE			
	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{\chi_z \frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$		
	$0,506 + 0,095 + 0,08$		$\leq 1,0$
		$0,685$	$\leq 1,0$
VYHOVUJE			
	$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed}}{\gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M0}} \leq 1,0$		
	$0,123 + 0,064 + 0,05$		$\leq 1,0$
		$0,239$	$\leq 1,0$
VYHOVUJE			

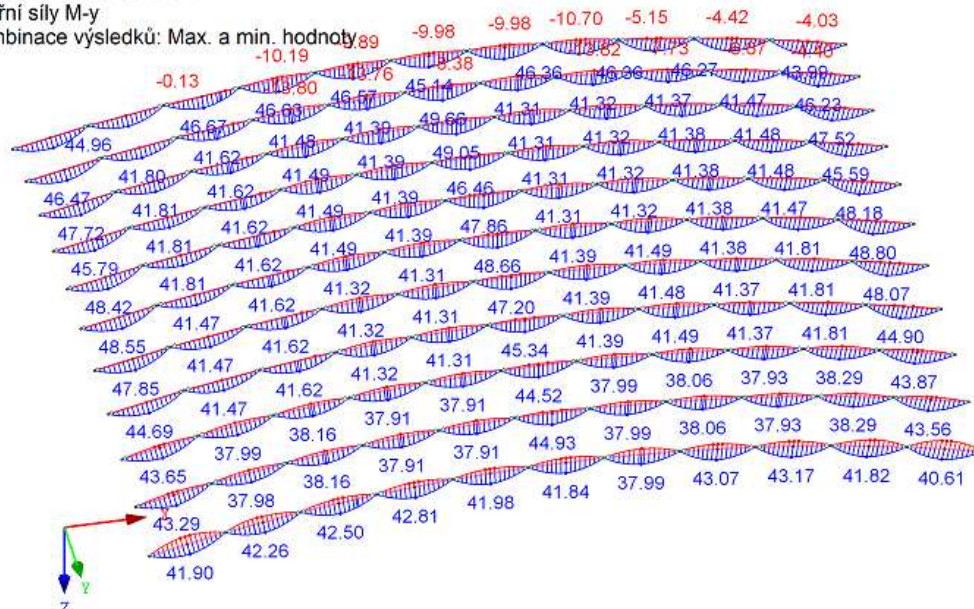
Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Ohyb s klopením	
KZ23	Návrhový moment	$M_{y,Ed} =$	20,2 kNm
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y =$	355 MPa
	Modul pružnosti	$E =$	210 Gpa
	Modul pružnosti ve smyku	$G =$	80,8 GPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} =$	1,0
	Délka prvku na klopení	$L =$	7,59 m
	Návrh průřezu:	HEA 220	Třída 2
	$I_y = 5,41E+07 \text{ mm}^4$	$h =$	210 mm
	$I_z = 1,95E+07 \text{ mm}^4$	$b =$	220 mm
	$W_y = 5,15E+05 \text{ mm}^3$	$t_w =$	7,0 mm
	$W_{pl,y} = 5,68E+05 \text{ mm}^3$	$t_f =$	11,0 mm
	$I_t = 2,86E+05 \text{ mm}^4$	$I_w = 1,93E+11 \text{ mm}^6$	
	Součinitele vzpěrné délky	Součinitele	
	$k_y = 1,0$	$C_{1,0} = 1,13$	
	$k_z = 1,0$	$C_{1,1} = 1,13$	
	$k_w = 1,0$	$C_1 = 1,1$	
		$C_2 = 0,46$	
	$k_{wt} = \frac{\pi}{k_w L} \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}}$	$k_{wt} = 0,549$	[-]
	Působíště zatížení: horní povrch	$z_g = 105$	mm
	$\zeta_g = \frac{\pi z_g}{k_z L} \sqrt{\frac{EI_z}{GI_t}}$	$\zeta_g = 0,579$	[-]
	$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g)^2} - (C_2 \zeta_g) \right]$	$\mu_{cr} = 1,023$	[-]
	$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_t}}{L}$	$M_{cr} = 130,2$	kNm
	$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$	$\bar{\lambda}_{LT} = 1,185$	
	Křivka klopení a	$\alpha_{LT,0} = 0,21$	
	$\beta = 0,75$	$\bar{\lambda}_{LT,0} = 0,4$	
	$\phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$	$\phi_{LT} = 1,109$	
	$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1,0$	$\chi_{LT} = 0,654$	
	$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$	$M_{b,Rd} = 131,85$	kNm
	$M_{b,Rd} \geq M_{y,Ed}$	$131,85 \text{ kNm} \geq 20,2 \text{ kNm}$	
	VYHOVUJE	15,3 %	

Vaznice přenášející ohybové momenty

KV1 : KZ1 nebo do KZ31

Vnitřní síly M-y

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max M-y: 49.66, Min M-y: -32.44 [kNm]

Kombinace:

Návrh ocelového prvku - Ohyb

KZ12	Návrhový moment	$M_{y,Ed} =$	49,7	kNm
	Materiál	Ocel	S355	
	Mez kluzu	$f_y =$	355	MPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M0} =$	1,0	

Návrh průřezu:

HEA 180

Třída:
1

$$M_{c,Rd} = W \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

$W_{pl,y} =$ 324000 mm³

$M_{c,Rd} =$ 115,02 kNm

$M_{c,Rd}$	\geq	$M_{y,Ed}$
115,02 kNm	\geq	49,7 kNm
VYHOVUJE		43,2 %

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Ohyb s klopením	
KZ22	Návrhový moment	$M_{y,Ed} =$	32,4 kNm
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y =$	355 MPa
	Modul pružnosti	$E =$	210 Gpa
	Modul pružnosti ve smyku	$G =$	80,8 GPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} =$	1,0
	Délka prvku na klopení	$L =$	7,59 m
Návrh průřezu:		HEA 180	
	$I_y =$	$2,51E+07 \text{ mm}^4$	$h =$ 171 mm
	$I_z =$	$9,25E+06 \text{ mm}^4$	$b =$ 180 mm
	$W_y =$	$2,94E+05 \text{ mm}^3$	$t_w =$ 6,0 mm
	$W_{pl,y} =$	$3,24E+05 \text{ mm}^3$	$t_f =$ 9,5 mm
	$I_t =$	$1,49E+05 \text{ mm}^4$	$I_w =$ $6,02E+10 \text{ mm}^6$
Součinitele vzpěrné délky		Součinitele	
	$k_y =$	1,0	$C_{1,0} =$ 1,13
	$k_z =$	1,0	$C_{1,1} =$ 1,13
	$k_w =$	1,0	$C_1 =$ 1,1
			$C_2 =$ 0,46
	$k_{wt} = \frac{\pi}{k_w L} \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}}$		$k_{wt} =$ 0,424 [-]
	Působíště zatížení: horní povrch	$z_g =$	85,5 mm
	$\zeta_g = \frac{\pi z_g}{k_z L} \sqrt{\frac{EI_z}{GI_t}}$		$\zeta_g =$ 0,450 [-]
	$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g)^2} - (C_2 \zeta_g) \right]$		$\mu_{cr} =$ 1,016 [-]
	$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_t}}{L}$		$M_{cr} =$ 64,3 kNm
	$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$		$\bar{\lambda}_{LT} =$ 1,338
	Křivka klopení a	$\alpha_{LT,0} =$	0,21
	$\beta =$ 0,75	$\bar{\lambda}_{LT,0} =$	0,4
	$\phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$		$\phi_{LT} =$ 1,269
	$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1,0$		$\chi_{LT} =$ 0,559
	$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$		$M_{b,Rd} =$ 64,29 kNm
	$M_{b,Rd} \geq M_{y,Ed}$		
	64,29 kNm	\geq	32,4 kNm
	VYHOVUJE		50,5 %

- **MSP**

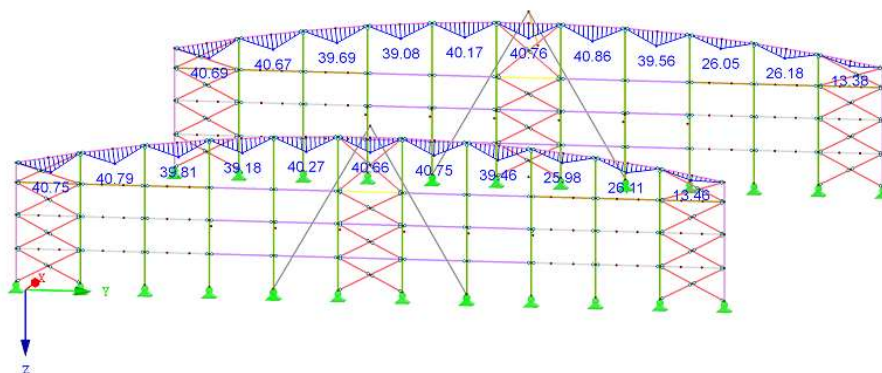
Výstup z modulu RF-DEFORM

Č.	Prut č.	Zatěž. stav	Označení průřezu	Vztažná délka L [m]	Směr	Deformace absolutní [mm]	
						exist w	mezí w
1	1724	KV2+	HE A 180	7,59	Z	29,60	30,37
2	1782	KV2+	HE A 180	7,52	Z	29,39	30,07
3	1635	KV2+	HE A 180	7,47	Z	28,87	29,86
4	1715	KV2+	HE A 180	7,43	Z	28,66	29,72
5	1716	KV2+	HE A 180	7,41	Z	28,53	36,13
6	1638	KV2+	HE A 180	7,40	Z	28,48	29,60
7	1639	KV2+	HE A 180	7,41	Z	28,54	29,63
8	1644	KV2+	HE A 180	7,51	Z	29,28	30,05
9	1736	KV2+	HE A 180	7,59	Z	29,60	30,37
10	1657	KV2+	HE A 180	7,52	Z	29,31	30,07
11	1658	KV2+	HE A 180	7,59	Z	29,59	30,37
12	1710	KV2+	HE A 180	7,59	Z	29,60	30,37

4.3.5 Návrh paždíku štítové stěny

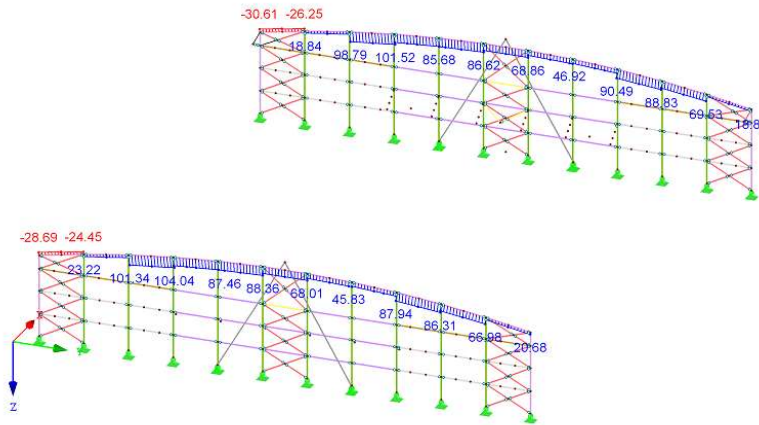
Posouzení paždíku na kombinaci maximálního momentu a osově síly (KZ11) a na kombinaci maximální tlakové síly (KZ21)

KZ11 : 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS8 + 0.9*ZS10 + ZS17
 Vnitřní síly M-y



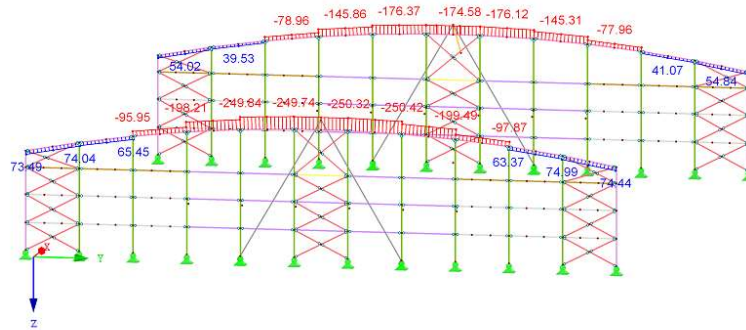
Max M-v: 40.86. Min M-v: 0.00 [kNm]

KZ11 : 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS8 + 0.9*ZS10 + ZS17
 Vnitřní síly N



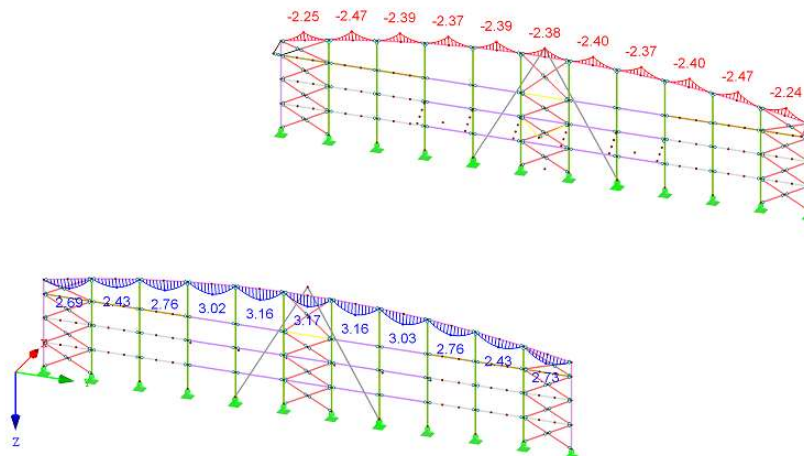
Max N: 104.04, Min N: -30.61 [kN]

KZ21 : ZS1 + 0.33*ZS2 + 1.5*ZS6 + 0.9*ZS9 + ZS17
 Vnitřní síly N



Max N: 74.99, Min N: -250.42 [kN]

KZ21 : ZS1 + 0.33*ZS2 + 1.5*ZS6 + 0.9*ZS9 + ZS17
 Vnitřní síly M-y



Max M-y: 3.17, Min M-y: -2.47 [kNm]

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Ohyb s klopením		
KZ11	Návrhový moment	$M_{y,Ed} =$	40,9	kNm
	Materiál	Ocel	S235	
	Mez kluzu	$f_y =$	235	MPa
	Modul pružnosti	$E =$	210	Gpa
	Modul pružnosti ve smyku	$G =$	80,8	GPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} =$	1,0	
	Délka prvku na klopení	$L =$	6,60	m
	Návrh průřezu:	HEA 180		
	$I_y =$	2,51E+07 mm ⁴	$h =$	171 mm
	$I_z =$	9,25E+06 mm ⁴	$b =$	180 mm
	$W_y =$	2,94E+05 mm ³	$t_w =$	6,0 mm
	$W_{pl,y} =$	3,24E+05 mm ³	$t_f =$	9,5 mm
	$I_t =$	1,49E+05 mm ⁴	$I_w =$	6,02E+10 mm ⁶
	Součinitele vzpěrné délky		Součinitele	
	$k_y =$	1,0	$C_{1,0} =$	1,13
	$k_z =$	1,0	$C_{1,1} =$	1,13
	$k_w =$	1,0	$C_1 =$	1,1
			$C_2 =$	0,46
	$k_{wt} = \frac{\pi}{k_w L} \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}}$		$k_{wt} =$	0,488 [-]
	Působíště zatížení: těžiště		$z_g =$	0 mm
	$\zeta_g = \frac{\pi z_g}{k_z L} \sqrt{\frac{EI_z}{GI_t}}$		$\zeta_g =$	0,000 [-]
	$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g)^2} - (C_2 \zeta_g) \right]$		$\mu_{cr} =$	1,257 [-]
	$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_t}}{L}$		$M_{cr} =$	91,5 kNm
	$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$		$\bar{\lambda}_{LT} =$	0,912
	Křivka klopení a		$\alpha_{LT,0} =$	0,21
	$\beta =$	0,75	$\bar{\lambda}_{LT,0} =$	0,4
	$\phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$		$\phi_{LT} =$	0,866
	$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1,0$		$\chi_{LT} =$	0,820
	$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$		$M_{b,Rd} =$	62,40 kNm
	$M_{b,Rd}$	\geq	$M_{y,Ed}$	
	62,40 kNm	\geq	40,9 kNm	
	VYHOVUJE		65,5 %	

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Ohyb + tlak	
KZ11	Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed} = 40,9$	kNm
	Návrhový ohybový moment	$M_{z,Ed} = 0$	kNm
	Návrhová osová síla	$N_{Ed} = 31,0$	kN
	Materiál	Ocel	S235
	Mez kluzu	$f_y = 235$	MPa
	Modul pružnosti	$E = 210$	Gpa
	Modul pružnosti ve smyku	$G = 80,8$	GPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} = 1,0$	
Návrh průřezu:		HEA 180	
	$I_y = 2,51E+07$	$h = 171$	mm
	$I_z = 9,25E+06$	$b = 180$	mm
	$W_{pl,y} = 3,24E+05$	$t_w = 6,0$	mm
	$W_{pl,z} = 1,56E+05$	$t_f = 9,5$	mm
	$I_t = 1,49E+05$	$d = 122,0$	mm
	$I_w = 6,02E+10$	$A = 4530$	mm ²
Zatížení ohyb + tlak			
	Poloha neutrální osy	$x = \frac{N_{Ed}}{t_w \cdot f_{yd}}$	$x = 21,99$ mm
	Součinitel α - velikost tlač. oblasti	$\alpha = \frac{0,5 \cdot d + x}{d}$	$\alpha = 0,68$
	Stojina	$d/t_w = 20,3$	$\leq 50,49$ Třída 1
	Pásnice	$c/t_f = 7,6$	$\leq 9,00$ Třída 1
	Průřez	\rightarrow	Třída 1
VZPĚŘ			
	$\chi_y = 0,633$	(-)	$\chi_z = 0,297$ (-)
	$\bar{\lambda}_y = 0,94$	(-)	$\bar{\lambda}_z = 1,55$ (-)
KLOPENÍ		$\chi_{LT} = 0,820$	(-)
INTERAKCE TLAKU S OHYBEM			
	Char. únosnost průřezu v tlaku	$N_{Rk} = 1064,6$	kN
	Char. únosnost v ohybu k ose y	$M_{y,Rk} = 76,1$	kNm
	Char. únosnost v ohybu k ose z	$M_{z,Rk} = 36,8$	kNm
	Součinitele konstantního momentu		
	$C_{mz} = 0,9$	$C_{my} = 0,9$	
	$C_{mLT} = 0,9$		
	Interakční součinitele		
	$k_{yy} = C_{my} \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \leq C_{my} \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right)$		
	$k_{yy} = 0,931$	$0,931 \leq 0,931$	
	$k_{yz} = 0,6$	$k_{zz} = 0,614$	
	$k_{zz} = C_{mz} \left(1 + (2\bar{\lambda}_z - 0,6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \leq C_{mz} \left(1 + 1,4 \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right)$		
	$k_{zz} = 1,023$	$1,121 \leq 1,023$	
	$k_{zy} = \left(1 - \frac{0,1\bar{\lambda}_z}{C_{mLT} - 0,25} \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \geq \left(1 - \frac{0,1}{C_{mLT} - 0,25} \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right), \bar{\lambda}_z \geq 0,4$		
	$k_{zy} = 0,985$	$0,977 \leq 0,985$	
POSOUZENÍ			
	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0$		
	$0,046 + 0,610 + 0,00 \leq 1,0$	$0,656 \leq 1,0$	
VYHOVUJE			
	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0$		
	$0,098 + 0,645 + 0,00 \leq 1,0$	$0,743 \leq 1,0$	
VYHOVUJE			
	$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed}}{\gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M0}} \leq 1,0$		
	$0,029 + 0,537 + 0,00 \leq 1,0$	$0,566 \leq 1,0$	
VYHOVUJE			

Kombinace KZ21 posudek pouze na vzpěrný tlak, využití od momentu je minimální.

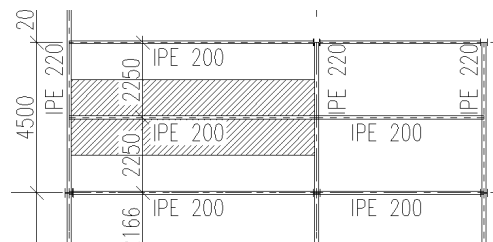
Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Vzpěr			
KZ21	Návrhová síla	N_{Ed}	=	250,4	kN
	Materiál	Ocel		S235	
	Mez kluzu	f_y	=	235	MPa
	Součinitel spolehlivosti	γ_{M1}	=	1,0	
Návrh průřezu:		HEA 180			
Křivka vzpěrnosti	y-y	b	α_y	=	0,34 (-)
	z-z	c	α_z	=	0,49 (-)
A	=	4530	mm ²	i_y	= 74,5 mm
$L_{cr,y}$	=	6600	mm	i_z	= 45,2 mm
$L_{cr,z}$	=	6600	mm	λ_1	= 93,9 (-)
	$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$		λ_y	=	88,6 (-)
	$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$		λ_z	=	146,0 (-)
	$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$		$\bar{\lambda}_y$	=	0,94 (-)
	$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$		$\bar{\lambda}_z$	=	1,55 (-)
	$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$		Φ_y	=	1,07 (-)
			Φ_z	=	2,04 (-)
			χ_y	=	0,633 (-)
			χ_z	=	0,297 (-)
			$N_{b,Rd}$	=	316,61 kN
	$N_{b,Rd}$		\geq	N_{Ed}	
	316,61 kN		\geq	250,4	kN
	VYHOVUJE			79,1	%

4.4 Návrh vnitřní dispozice

4.4.1 Stropní konstrukce 3.NP rohových věží

Stropnice

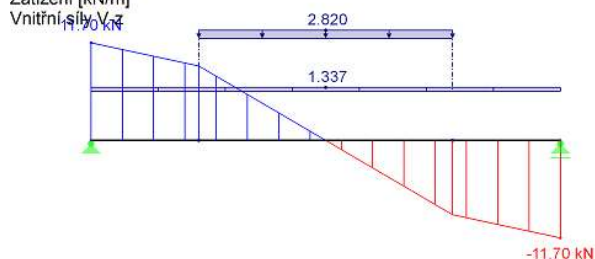
Návrh stropnice rohových věží stropu v 3.NP. Jedná se o prostý nosník s maximálním rozponem 7,4 m. Rozhodující pro návrh je mezní stav použitelnosti s omezením průhybu $1/200 L \rightarrow 37,0$ mm. Strop 3.NP je zatížen sendvičovými panely (kvůli tepelnému oddělení prostor) a užitným zatížením kategorie H, které je počítáno z plochy o velikosti 10 m^2 působící uprostřed rozpětí. Klopení není uvažováno, tlačena pásnice stabilizována střešními panely.



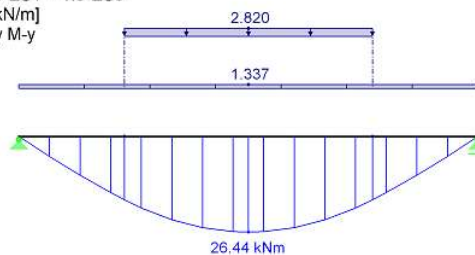
Typ	Zatížení	Výpočet (kN/m^2) x z.š (m)	g_k (kN/m)	γ	g_d (kN/m)
Stálé	Vlastní tíha nonsíku - Dlubal				
	Sendvičový panel	0,26 x 2,25	0,59	1,35	0,79
	SDK podhled	0,18 x 2,25	0,41	1,35	0,55
	$\Sigma=$		0,99	$\Sigma=$	1,34
			q_k (kN/m)	γ	q_d (kN/m)
Proměnné	Užitné - Kategorie H	0,75 x 2,5	1,88	1,5	2,81
	$\Sigma=$		1,88	$\Sigma=$	2,81
				$\Sigma=$	4,15

- MSÚ

KZ1 : 1.35*ZS1 + 1.5*ZS3
Zatížení [kN/m]
Vnitřní síly V-z



KZ1 : 1.35*ZS1 + 1.5*ZS3
Zatížení [kN/m]
Vnitřní síly M-y

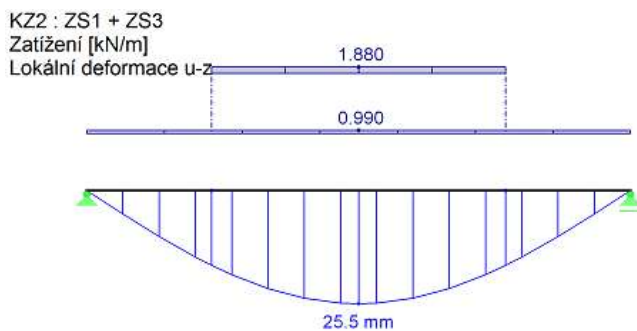


Návrh ocelového prvku - prostý ohyb

Návrhový moment	$M_{y,Ed} = 26,4$	kNm
Materiál	Ocel	S235
Mez kluzu	$f_y = 235$	MPa
Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M0} = 1,0$	Třída: 1
Návrh průřezu:	IPE 200	
$M_{c,Rd} = W \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$	$W_{pl,y} = 220000$	mm ³
	$M_{c,Rd} = 51,70$	kNm
$M_{c,Rd}$	\geq	$M_{y,Ed}$
51,70 kNm	\geq	26,4 kNm
VYHOVUJE		51,1 %

Návrh ocelového prvku - Smyk

Návrhový moment	$V_{Ed} = 11,7$	kN
Smyková plocha	$A_{vz} = 1402$	mm ²
$V_{pl,Rd} = A_{vz} \frac{f_y}{\sqrt{3}\gamma_{M1}}$	$V_{pl,Rd} = 190,22$	kN
$V_{pl,Rd}$	\geq	V_{Ed}
190,22 kN	\geq	11,7 kN
		MALÝ SMYK
VYHOVUJE		6,2 %

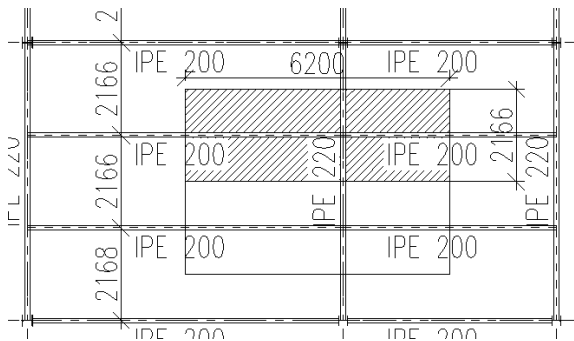
- MSP

$$u_z = 26,5 \text{ mm} \leq 37,0 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Návrh ocelového profilu IPE 200, ocel S235.

Průvlak

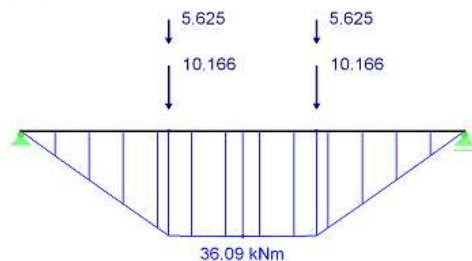
Ocelový průvlak navržen, jako prostý nosník s rozponem 6,5 m, který je zatížen reakcemi z připojených stropnic, jednotlivé zatěžovací šířky jsou patrné z přiloženého schématu konstrukce. Užité zatížení je počítáno pro plochu 10 m². Rozhodující pro návrh je mezní stav použitelnosti s omezením průhybu 1/250 L → 26,0 mm. Nosník je proti klopení zajištěn pomocí připojených stropnic, ke klopení nedochází poměrná štíhlost je při uvážení konstantního momentu rovna 0,384 → $\chi_{LT} = 1,0$.



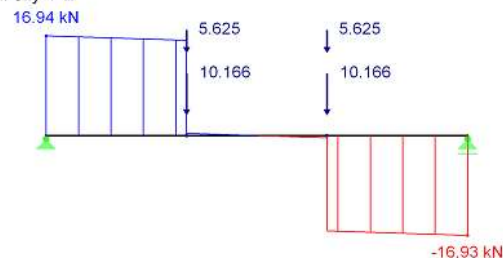
Typ	Zatížení	Výpočet	F _k (kN)	γ	F _d (kN)
Stálé	Vlastní tíha nosníku - Dlubal				
	Sendičový panel	0,26 x 13,43	3,49	1,35	4,71
	Vlastní tíha stropnice IPE 200	6,2 x 0,262	1,62	1,35	2,19
	SDK pohled	0,18 x 13,43	2,42	1,35	3,26
Σ=			7,53	Σ=	10,17
			Q _k (kN)	γ	Q _d (kN)
Proměnné	Užitné - Kategorie H	10 x 0,75 x 0,5	3,75	1,5	5,63
				Σ=	5,63
				Σ=	15,80

- MSÚ

KZ1 : 1.35*ZS1 + 1.5*ZS3
Zatížení [kN]
Vnitřní síly M-y



KZ1 : 1.35*ZS1 + 1.5*ZS3
Zatížení [kN]
Vnitřní síly V-z



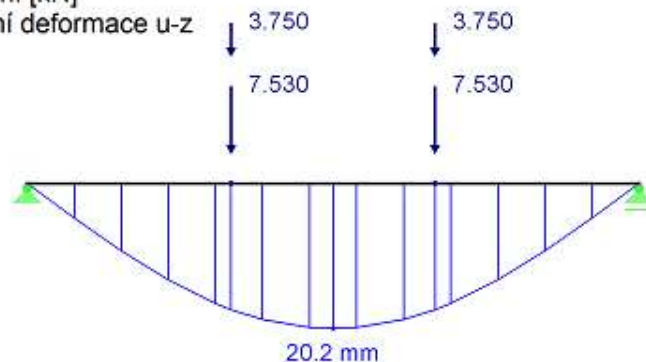
Návrh ocelového prvku - prostý ohyb			
Návrhový moment	$M_{y,Ed} =$	36,1	kNm
Materiál	Ocel	S235	
Mez kluzu	$f_y =$	235	MPa
Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M0} =$	1,0	Třída: 1
Návrh průřezu:		IPE 220	
$M_{c,Rd} = W \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$	$W_{pl,y} =$	286000	mm ³
	$M_{c,Rd} =$	67,21	kNm
	$M_{c,Rd} \geq$	$M_{y,Ed}$	
	67,21 kNm	≥	36,1 kNm
	VYHOVUJE		53,7 %
Návrh ocelového prvku - Smyk			
Návrhový moment	$V_{Ed} =$	16,9	kN
Smyková plocha	$A_{vz} =$	1591	mm ²
$V_{pl,Rd} = A_{vz} \frac{f_y}{\sqrt{3}\gamma_{M1}}$	$V_{pl,Rd} =$	215,86	kN
	$V_{pl,Rd} \geq$	V_{Ed}	
	215,86 kN	≥	16,9 kN
	VYHOVUJE		7,8 %
			MALÝ SMYK

- **MSP**

KZ2 : ZS1 + ZS3

Zatížení [kN]

Lokální deformace u-z



$$u_z = 20,2 \text{ mm} \leq 26,0 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

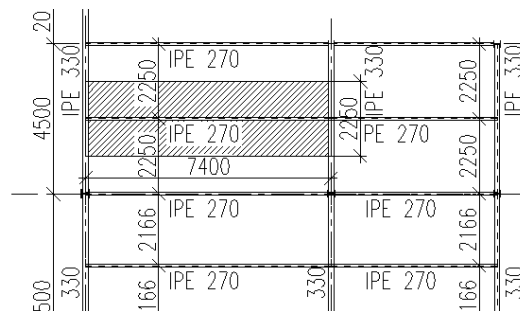
Návrh ocelového profilu IPE 220, ocel S235.

4.4.2 Strop 1. a 2.NP

Stropnice

Stropnice je navržena jako sprážený ocelobetonový nosník s maximálním rozponem 7,4 m a maximální zatěžovací šířkou 2,25 m. Stropnice je při montážním stavu nepodepřená.

Pro návrh trapézového plechu je uvažováno zvýšené montážní zatížení po celé délce nosníku, který je navržěn jako spojitý nosník o 3 a více polích.



Návrh trapézového plechu

Typ	Zatížení	Výpočet tl. (m) x (kN/m ³) x z.š (m)	g _k (kN/m)	γ	g _d (kN/m)
Stálé	Vlastní tíha TR plechu	0,01	0,01	1,35	0,02
	Betonová deska (čerstvý beton)	0,09 x 26	2,31	1,35	3,12
			2,32	Σ=	3,14
			q _k (kN/m ²)	γ	q _d (kN/m ²)
Proměnné	Užitné - montážní zatížení	1,5	1,5	1,5	2,25
				Σ=	2,25
			Σ= 3,82	Σ=	5,39

Uložení přes 3 pole		Únosnost q [kN/m ²] pro rozpětí pole L [m]																	
t [mm]	[kg/m ²]	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	
0,63	6,3	1a	7,37	5,81	4,70	3,89	3,27	2,79	2,41	2,10	1,85	1,64	1,47	1,32	1,19	1,08	0,99	0,91	0,83
		1b	6,82	5,40	4,40	3,65	3,08	2,64	2,29	2,00	1,77	1,57	1,41	1,27	1,15	1,05	0,96	0,88	0,81
		2	13,45	8,47	5,68	3,99	2,91	2,18	1,68	1,32	1,06	0,86	0,71	0,59	0,50	0,42	0,36	0,31	0,27
0,75	7,5	1a	9,89	7,76	6,25	5,15	4,32	3,68	3,17	2,76	2,43	2,15	1,92	1,72	1,56	1,41	1,27	1,15	1,05
		1b	9,21	7,26	5,89	4,87	4,10	3,50	3,03	2,64	2,33	2,07	1,85	1,66	1,50	1,37	1,25	1,14	1,05
		2	16,87	10,62	7,12	5,00	3,64	2,74	2,11	1,66	1,33	1,08	0,89	0,74	0,62	0,53	0,46	0,39	0,34
0,88	8,8	1a	12,85	10,03	8,06	6,63	5,55	4,71	4,05	3,52	3,09	2,74	2,44	2,19	1,95	1,75	1,58	1,43	1,31
		1b	12,02	9,44	7,63	6,29	5,28	4,50	3,88	3,39	2,98	2,64	2,36	2,12	1,91	1,74	1,58	1,43	1,31
		2	20,69	13,03	8,73	6,13	4,47	3,36	2,59	2,03	1,63	1,32	1,09	0,91	0,77	0,65	0,56	0,48	0,42
1,00	10,0	1a	15,75	12,26	9,83	8,06	6,74	5,71	4,91	4,26	3,74	3,30	2,93	2,60	2,32	2,08	1,88	1,70	1,55
		1b	14,80	11,59	9,33	7,68	6,44	5,48	4,72	4,11	3,61	3,20	2,85	2,56	2,31	2,08	1,88	1,70	1,55
		2	23,98	15,10	10,12	7,10	5,18	3,89	3,00	2,36	1,89	1,53	1,26	1,05	0,89	0,76	0,65	0,56	0,49
1,25	12,5	1a	22,18	17,19	13,72	11,22	9,34	7,90	6,78	5,87	5,12	4,46	3,92	3,47	3,09	2,78	2,51	2,27	2,07
		1b	20,99	16,35	13,11	10,75	8,98	7,62	6,55	5,69	4,99	4,41	3,92	3,47	3,09	2,78	2,51	2,27	2,07
		2	30,34	19,11	12,80	8,99	6,55	4,92	3,79	2,98	2,39	1,94	1,60	1,33	1,12	0,96	0,82	0,71	0,62

1a - návrhová hodnota únosnosti - pro spojitý nosník s vnitřní podporou šířky 120 mm a krajní podporou šířky 40 mm
1b - návrhová hodnota únosnosti - pro spojitý nosník s vnitřní podporou šířky 80 mm a krajní podporou šířky 40 mm
2 - charakteristická hodnota zatížení pro průhyb - L/200

Posouzení trapézového plechu

Návrhová únosnost pro spojitý nosník o 3 a více polích a rozpětí 2,25 m $q_{d1} = 6,29 \text{ kN/m}^2$

$$q_{d1} = 6,29 \text{ kN/m}^2 \geq (q + g)_d = 5,39 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Charakteristická hodnota zatížení pro deformaci L/200, $q_k = 6,13 \text{ kN/m}^2$

$$q_k = 6,13 \text{ kN/m}^2 \geq (q + g)_k = 3,82 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Rybníkový efekt nastává při průhybu větším, než 1/10 tloušťky desky, v tomto případě při průhybu větším než 8,9 mm. Průhyb 8,9 mm se rovná 1/253 rozpětí. Pro deformaci L/200 je povolené namáhání 6,13 kN/m², pro deformaci L/253 je povolené zatížení 6,13 x (200/253) = 4,84 kN/m², což je více než stálé zatížení g_k = 2,32 kN/m². Rybníkový efekt nenastává.

Návrh trapézového plechu TR 55/250, tl. 0,88 mm, poloha pozitivní

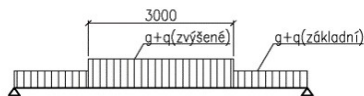
Návrh spřažené stropnice

Zatížení montážní stádium

Typ	Zatížení	Výpočet		g _k (kN/m)	γ	g _d (kN/m)
		tl. (m)	x (kN/m ³) x z.š (m)			
Stálé	Vlastní tíha trapézový plech	0,01	x 2,25	0,02	1,35	0,03
	Betonová deska	0,10	x 26 x 2,25	5,93	1,35	8,00
	Vlastní tíha nosníku			0,36	1,35	0,49
				Σ=	6,31	Σ=
				q _k (kN/m)	γ	q _d (kN/m)
Proměnné	Montáž zvětšená (3m)		1,5 x 2,25	3,4	1,5	5,1
	Montáž ostatní		0,75 x 2,25	1,7	1,5	2,5
			Σ=	5,1	Σ=	7,6
					Σ=	16,1

Zatížení provozní stádium

Typ	Zatížení	Výpočet		g _k (kN/m)	γ	g _d (kN/m)
		tl. (m)	x x z.š (m)			
Stálé	Vlastní tíha trapézový plech	0,01	x 2,25	0,02	1,35	0,03
	Betonová deska	0,10	x 25 x 2,25	5,79	1,35	7,82
	SDK podhled, skladba podlahy		0,65 x 2,25	1,46	1,35	1,97
	Vlastní tíha nosníku			0,36	1,35	0,49
			Σ=	7,63	Σ=	10,30
				q _k (kN/m)	γ	q _d (kN/m)
Proměnné	Užitné - Kategorie C		5 x 2,25	11,3	1,5	16,9
	Přemístitelné příčky (do 2kN/m)		0,8 x 2,25	1,8	2,5	4,5
			Σ=	13,05	Σ=	16,9
					Σ=	27,2

Návrh ocelobetonového spřaženého nosníku			
Délka prvku	L = 7,4 m		
Materiál	Ocel	S355	
Mez kluzu	$f_y =$	355	MPa
Mez pevnosti	$f_u =$	490	MPa
Modul pružnosti	$E =$	210	GPa
Modul pružnosti ve smyku	$G =$	80,8	GPa
Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} =$	1,0	
Materiál třída betonu:	Beton	C 25/30	
Charakteristická pevnost v tlaku	$f_{ck} =$	25	MPa
Součinitel materiálů	$\gamma_c =$	1,5	
Návrhová pevnost v tlaku	$f_{cd} =$	16,7	MPa
Modul pružnosti	$E_{cm} =$	30,5	GPa
Návrh průřezu:	IPE 270	Třída	1
$I_y =$	5,79E+07 mm ⁴	$h =$	270 mm
$W_y =$	4,29E+05 mm ³	$b =$	135 mm
$W_{pl,y} =$	4,84E+05 mm ³	$A_a =$	4590 mm ²
$G =$	36 kg/m	$A_{vz} =$	2209 mm ²
Trapézový plech	TR 55 / 250	$h_p =$	55 mm
tloušťka betonové desky nad TR		$h_c =$	70 mm
srovnaná tloušťka betonové desky		$h_{cs} =$	88,9 mm
1) Montážní stádium			
Zatížení stálé	$g_k =$	6,31	kN/m
proměnné	$q_{k1} =$	3,40	kN/m
	$q_{k2} =$	1,70	kN/m
Průhyb od stálého zat.	$\delta_1 =$	20,26	mm
$\delta_1 = \frac{5}{384} \frac{g_k \cdot L^4}{E \cdot I_y}$			
Rybníkový efekt? $\rho < h_c/10$		ANO	
zvětšení tl desky o 0,7 δ	$0,7\delta =$	14,18	mm
zvětšení zatížení o	$f_+ =$	0,83	kN/m
$V_{Ed} =$	48,9	$M_{Ed} =$	94,72
$M_{pl,Rd} =$	171,82 kNm >	$M_{Ed} =$	94,72 kNm
VYHOVUJE		55,1	%
$V_{pl,Rd} =$	452,76 kN >	$V_{Ed} =$	48,9 kN
VYHOVUJE		10,8	%

2) Provozní stádium

Zatížení stálé

$$g_k = 7,63 \text{ kN/m} \quad g_d = 10,30 \text{ kN/m}$$

proměnné

$$q_k = 13,05 \text{ kN/m} \quad q_d = 19,58 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot (g + q)_d \cdot L^2 \quad M_{Ed} = 204,50 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot (g + q)_d \cdot L \quad V_{Ed} = 110,5 \text{ kN}$$

Momentová únosnost

$$\text{Účinná šířka desky } b_{eff} = \min(L/4; 2,25) \quad b_{eff} = 1850 \text{ mm}$$

$$N_a = A_a \cdot f_{yd} = N_c = x \cdot b_{eff} \cdot f_{cd} \rightarrow x = 52,85 \text{ mm}$$

V neutrální ose v desce - OK

Rameno vnitřních sil

$$r = -\frac{x}{2} + h_c + \frac{h}{2} + h_p \quad r = 233,576 \text{ mm}$$

$$M_{pl,Rd} = N_a \cdot r \quad M_{pl,Rd} = 380,60 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{pl,Rd}}{380,60 \text{ kNm}} \geq \frac{M_{Ed}}{204,5 \text{ kNm}}$$

VYHOVUJE 53,7 %

$$V_{pl,Rd} = 452,76 \text{ kN} > V_{Ed} = 110,5 \text{ kN}$$

VYHOVUJE 24,4 %

3) Návrh spřažení

Trn 22 / 100

$$\text{Průměr trnu } d = 22 \text{ mm}$$

$$\text{Délka trnu } h_{sc} = 100 \text{ mm}$$

$$\text{Materiál } \text{Ocel } S235$$

$$\text{Mez pevnosti } f_u = 360 \text{ MPa}$$

$$\text{Součinitel spolehlivosti } \gamma_V = 1,25$$

$$P_{Rd,1} = 0,8 \cdot f_u \frac{\pi d^2}{\gamma_V} \quad P_{Rd,1} = 87,6 \text{ kN}$$

$$\alpha = 1,0$$

$$P_{Rd,2} = 0,29 \alpha \cdot d^2 \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}} \frac{1}{\gamma_V} \quad P_{Rd,2} = 98,0 \text{ kN}$$

počet trnů v žebře

$$n_f = 1$$

$$b_0 = 85 \text{ mm}$$

$$k_t = \frac{0,7}{\sqrt{n_f}} \cdot \frac{b_0}{h_p} \left(\frac{h_{sc}}{h_p} - 1 \right) \leq 0,85 \quad k_t = 0,85$$

$$P_{Rd} = \min(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) \cdot k_t \quad P_{Rd,1} = 74,4 \text{ kN}$$

$$\text{síla na spřažení } F_{cf} = N_c \quad F_{cf} = 1629,5 \text{ kN}$$

(pro polovinu nosníku)

$$\text{potřebný počet trnů } n_f = \frac{F_{cf}}{P_{Rd}} \quad n_f = 22 \text{ ks}$$

$$\text{počet vln } n = \frac{L/2}{250} \quad n = 14$$

Neúplné spřažení

$$\eta = n/n_f \quad \eta = 0,64$$

$$\eta \geq \max(0,4; 1 - \frac{355}{f_y} \cdot (0,75 - 0,03L_e)) \quad L_e = 7,4 \text{ m}$$

$$0,64 \geq 0,47$$

$$M_{pl,Rd} = \eta \cdot (M_{pl,Rd} - M_{a,Rd}) + M_{a,Rd} \quad M_{pl,Rd} = 242,20 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{pl,Rd}}{242,20 \text{ kNm}} \geq \frac{M_{Ed}}{204,5 \text{ kNm}}$$

VYHOVUJE 84,4 %

Návrh na půlce nosníku **14 x trn 22**

4) Mezní stav použitelnosti

1) Pružné působení

moment při char. zatížení

$$M_{Ek} = \frac{1}{8} \cdot (g + q)_k \cdot L^2 \quad M_{Ek} = 141,55 \text{ kNm}$$

modul pružnosti s dotvarováním

$$E'_{cm} = \frac{E_{cm}}{2} \quad E'_{cm} = 15236 \text{ MPa}$$

pracovní součinitel $n = \frac{E}{E'_{cm}}$

$$n = 13,78$$

plocha ideálního průřezu

$$A_i = 13985,4 \text{ mm}^2$$

těžiště ideálního průřezu

$$e_i = 286,155 \text{ mm}$$

moment setrvačnosti ideálního průřezu

$$I_i = 2,2E+08 \text{ mm}^4$$

Maximální napětí spodní vlákna

$$z_d = 286,155 \text{ mm}$$

$$\sigma_{a,max} = \frac{M_{Ek}}{I_y} z_d$$

$$\sigma_{a,max} = 185,94 \text{ MPa}$$

$\sigma_{a,max}$	\leq	f_y
185,94 MPa	\leq	355,0 MPa
VYHOVUJE		52,4 %

Maximální napětí horní vlákna

$$z_h = 109 \text{ mm}$$

$$\sigma_{c,max} = \frac{M_{Ek}}{n \cdot I_i} z_h$$

$$\sigma_{c,max} = 5,13 \text{ MPa}$$

$\sigma_{a,max}$	\leq	$0,85 f_{ck}$
5,13 MPa	\leq	21,3 MPa
VYHOVUJE		24,1 %

2) Průhyb od proměnného zat. + stálé po betonáži

$$\delta = \frac{5}{384} \frac{(q_k + g_p) \cdot L^4}{E \cdot I_i} \quad \delta = 12,53 \text{ mm}$$

δ	\leq	$L/250$
12,53 mm	\leq	29,6 mm
VYHOVUJE		42,3 %

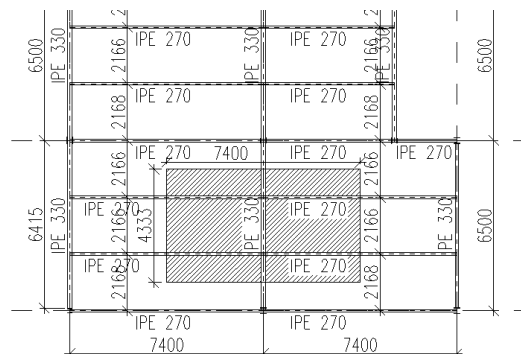
3) Průhyb pro posouzení kmitání (25% užitého z.)

$$\delta = \frac{5}{384} \frac{(0,25q_k + g_k) \cdot L^4}{E \cdot I_i} \quad \delta = 10,69 \text{ mm}$$

δ	\leq	28 mm
10,69 mm	\leq	28,0 mm
VYHOVUJE		38,2 %

Průvlak

Středový průvlak je navržen jako spřažený ocelobetonový prostý nosník během montáže nepodepřený s maximálním rozponem 6,5 m a zatěžovací plochou 32,02 m². Průvlak je zatížen reakcemi z připojených stropnic.

**Zatížení montážní stádium**

Typ	Zatížení	Výpočet	G _k (kN)	γ	G _d (kN)
Stálé	Vlastní tíha trapézového plechu	0,09 x 16,03	1,4	1,35	1,9
	Betonová deska	0,10 x 26 x 16,03	43,30	1,35	58,46
	Vlastní tíha stropnice IPE270	0,36 x 7,4	2,66	1,35	3,60
	Vlastní tíha průvlaku				
		Σ=	47,38	Σ=	63,96
			Q _k (kN)	γ	Q _d (kN)
Proměnné	Užitné - montážní zatížení	1,5 x 3	4,50	1,5	6,75
		0,75 x 13,03	9,77	2,5	24,43
		Σ=	14,27	Σ=	31,18
			Σ=		95,14

Zatížení provoz

Redukce proměnného zatížení

Zatěžovaná plocha

$$A = 32,02 \text{ m}^2$$

Minimální uvažovaná plocha

$$A_0 = 10,0 \text{ m}^2$$

Kombinační součinitel dle kategorie


Kategorie C

$$\alpha_A = \frac{5}{7} \psi_0 + \frac{A_0}{A} \geq 0,6$$

$$\psi_0 = 0,7$$

$$\alpha_A = 0,81$$

Typ	Zatížení	Výpočet	G _k (kN)	γ	G _d (kN)
Stálé	Vlastní tíha trapézového plechu	0,09 x 16,03	1,4	1,35	1,9
	Betonová deska	0,10 x 25 x 16,03	41,24	1,35	55,67
	Vlastní tíha stropnice IPE270	0,36 x 7,4	2,66	1,35	3,60
	SDK podhled, skladba podlahy	0,65 x 16,03	10,42	1,35	14,07
	Vlastní tíha průvlaku				
			55,73	Σ=	75,24
			Q _k (kN)	γ	Q _d (kN)
Proměnné	Užitné - Kategorie C	4,05 x 16,03	64,92	1,5	97,38
	Přemístitelné příčky (do 2kN/m)	0,8 x 16,03	12,82	1,5	19,24
		Σ=	77,75	Σ=	116,62
			Σ=		191,86

Návrh ocelobetonového spřaženého nosníku			
Délka prvku	L = 6,5 m		
Materiál	Ocel	S355	
Mez kluzu	$f_y = 355$	MPa	
Mez pevnosti	$f_u = 490$	MPa	
Modul pružnosti	$E = 210$	GPa	
Modul pružnosti ve smyku	$G = 80,8$	GPa	
Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} = 1,0$		
Materiál třída betonu:	Beton	C 25/30	
Charakteristická pevnost v tlaku	$f_{ck} = 25$	MPa	
Součinitel materiálu	$\gamma_c = 1,5$		
Návrhová pevnost v tlaku	$f_{cd} = 16,7$	MPa	
Modul pružnosti	$E_{cm} = 30,5$	Gpa	
Návrh průřezu:	IPE 330	Třída	1
$I_y = 1,18E+08$	mm ⁴	$h = 330$	mm
$W_y = 7,13E+05$	mm ³	$b = 160$	mm
$W_{pl,y} = 8,04E+05$	mm ³	$A_a = 6260$	mm ²
$G = 49,1$	kg/m	$A_{vz} = 3080$	mm ²
Trapézový plech	TR 55 / 250		
	$h_p = 55$	mm	
tloušťka betonové desky nad TR	$h_c = 70$	mm	
srovnaná tloušťka betonové desky	$h_{cs} = 88,9$	mm	
1) Montážní stádium			
Zatížení stálé	$G_k = 47,4$	kN	
	$g_k = 0,49$	kN/m	
proměnné	$Q_{k1} = 14,27$	kN	
Průhyb od stálého zat.	$\delta_1 = \frac{23 G_k \cdot L^3}{648 E \cdot I_y} + \frac{5 g_k \cdot L^4}{384 E \cdot I_y}$	$\delta_1 = 19,15$	mm
Rybníkový efekt? $\rho < h_c/10$		ANO	
zvětšení tl desky o 0,7 δ	$0,7\delta = 13,40$	mm	
zvětšení zatížení o	$f_+ = 0,75$	kN/m	
$M_{pl,Rd} = 285,42$	kNm	$M_{Ed} = 193,85$	kNm
VYHOVUJE		67,9	%
$V_{pl,Rd} = 631,27$	kN	$V_{Ed} = 90,8$	kN
VYHOVUJE		14,4	%

2) Provozní stádium

Zatížení stálé	$G_k = 55,73$ kN
$g_d = 0,66$ kN/m	$G_d = 75,24$ kN
proměnné	$Q_k = 77,75$ kN
	$Q_d = 116,63$ kN
$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot g_d \cdot L^2 + \frac{L \cdot (G + Q)_d}{3}$	$M_{Ed} = 424,58$ kNm
$V_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot (g_d + f_+) \cdot L + (G + Q)_d$	$V_{Ed} = 197,3$ kN

Momentová únosnost

Účinná šířka desky $b_{eff} = \min(L/4; 2,166) b_{eff} = 1625$ mm

$N_a = A_a \cdot f_{yd} = N_c = x \cdot b_{eff} \cdot f_{cd} \rightarrow x = 82,05$ mm

n.o. není v desce, n.o. v pásnici

1) $N_c = h_c \cdot b_{eff} \cdot f_{cd}$ $N_c = 1895,83$ kN

2) $N_{a1} = x \cdot b_f \cdot f_y$ $N_{a1} = 163,23$ kN

3) $N_{a2} = A_a \cdot f_y$ $N_a = 2222,30$ kN

$N_c + 2N_{a1} = N_a \rightarrow x = 2,87$ mm

Ramena vnitřních sil

n.o. leží v pásnici

$r_1 = \frac{x}{2} + h_c/2 + h_p$ $r_1 = 91,44$ mm

$r_2 = \frac{h}{2} + h_c/2 + h_p$ $r_2 = 255$ mm

$M_{pl,Rd} = N_a \cdot r_2 - 2N_{a1} \cdot r_1$ $M_{pl,Rd} = 536,835$ kNm

$M_{pl,Rd}$

\geq

M_{Ed}

536,84 kNm

\geq

424,6 kNm

VYHOVUJE

79,1 %

3) Návrh sprážení

Trn 22 / 100

Průměr trnu $d = 22$ mm

Délka trnu $h_{sc} = 100$ mm

Materiál Ocel S235

Mez pevnosti $f_u = 360$ MPa

Součinitel spolehlivosti $\gamma_V = 1,25$

$P_{Rd,1} = 0,8 \cdot f_u \frac{\pi d^2}{\gamma_V}$ $P_{Rd,1} = 87,6$ kN

$\alpha = 1,0$

$P_{Rd,2} = 0,29\alpha \cdot d^2 \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}} \frac{1}{\gamma_V}$ $P_{Rd,2} = 98,0$ kN

$k_t = 0,6 \cdot \frac{b_0}{h_p} \left(\frac{h_{sc}}{h_p} - 1 \right) \leq 0,85$ $b_0 = 85$ mm

$k_t = 0,76$

$P_{Rd} = \min(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) \cdot k_t$ $P_{Rd,1} = 66,4$ kN

síla na sprážení $F_{cf} = N_c$ $F_{cf} = 2222,3$ kN

(pro polovinu nosníku)

potřebný počet trnů $n_f = \frac{F_{cf}}{P_{Rd}}$ $n_f = 34$ ks

počet trnů vedle sebe na pásnici $n = 2$ ks

min. vzdálenost mezi trny $5d = 110$ mm

Návrh trnu 2 x 17 á 190 mm

$\eta = n/n_f$ $\eta = 1,00$

4) Mezní stav použitelnosti

1) Pružné působení

moment při char. zatížení

$$M_{Ek} = \frac{1}{8} \cdot (g_k + f_+) \cdot L^2 + \frac{L \cdot (G + Q)_k}{3} \quad M_{Ek} = 295,79 \text{ kNm}$$

modul pružnosti s dotvarováním

$$E'_{cm} = \frac{E_{cm}}{\gamma} \quad E'_{cm} = 15236 \text{ MPa}$$

$$\text{pracovní součinitel} \quad n = \frac{E}{E'_{cm}} \quad n = 13,78$$

$$\text{plocha ideálního průřezu} \quad A_i = 14512,7 \text{ mm}^2$$

$$\text{těžiště ideálního průřezu} \quad e_i = 310,007 \text{ mm}$$

$$\text{moment setrvačnosti ideálního průřezu} \quad I_i = 3,5E+08 \text{ mm}^4$$

$$\text{Maximální napětí spodní vlákna} \quad z_d = 310,007 \text{ mm}$$

$$\sigma_{a,max} = \frac{M_{Ek}}{I_y} z_d \quad \sigma_{a,max} = 260,10 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{a,max} \leq f_y$$

$$\mathbf{260,10 \text{ MPa}} \leq \mathbf{355,0 \text{ MPa}}$$

$$\mathbf{VYHOVUJE} \quad \mathbf{73,3 \text{ \%}}$$

$$\text{Maximální napětí horní vlákna} \quad z_h = 145 \text{ mm}$$

$$\sigma_{c,max} = \frac{M_{Ek}}{n \cdot I_y} z_h \quad \sigma_{c,max} = 8,83 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,max} \leq 0,85 f_{ck}$$

$$\mathbf{8,83 \text{ MPa}} \leq \mathbf{21,3 \text{ MPa}}$$

$$\mathbf{VYHOVUJE} \quad \mathbf{41,5 \text{ \%}}$$

2) Průhyb od proměnného zat. + stálé po betonáži

$$\delta = \frac{23}{648} \frac{(Q_k + G_p) \cdot L^3}{E \cdot I_y} \quad \delta = 11,40 \text{ mm}$$

$$\delta \leq L/400$$

$$\mathbf{11,40 \text{ mm}} \leq \mathbf{16,3 \text{ mm}}$$

$$\mathbf{VYHOVUJE} \quad \mathbf{70,1 \text{ \%}}$$

3) Průhyb pro posouzení kmitání

$$\delta = \frac{23}{648} \frac{(0,25Q_k + G_k) \cdot L^3}{E \cdot I_i} + \frac{5}{384} \frac{g_k L^4}{E \cdot I_i} \quad \delta = 7,59 \text{ mm}$$

$$\delta \leq 28 \text{ mm}$$

$$\mathbf{7,59 \text{ mm}} \leq \mathbf{28,0 \text{ mm}}$$

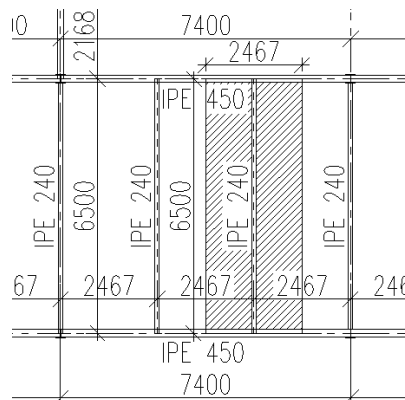
$$\mathbf{VYHOVUJE} \quad \mathbf{27,1 \text{ \%}}$$

Stropnice – ochoz u tribun 1.NP

Stropnice je navržena jako spřažený ocelobetonový nosník s maximálním rozponem 6,5 m a maximální zatěžovací šířkou 2,47 m. Stropnice je při montážním stavu nepodepřená.

Návrh trapézového plechu

Pro návrh trapézového plechu je uvažováno zvýšené montážní zatížení po celé délce nosníku, který je navržen jako spojité nosník o 3 a více polích.



Uložení přes 3 pole		Únosnost q [kN/m ²] pro rozpětí pole L [m]																	
t [mm]	kg/m ²	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	
0,63	6,3	1a	7,37	5,81	4,70	3,89	3,27	2,79	2,41	2,10	1,85	1,64	1,47	1,32	1,19	1,08	0,99	0,91	0,83
		1b	6,82	5,40	4,40	3,65	3,08	2,64	2,29	2,00	1,77	1,57	1,41	1,27	1,15	1,05	0,96	0,88	0,81
		2	13,45	8,47	5,68	3,99	2,91	2,18	1,68	1,32	1,06	0,86	0,71	0,59	0,50	0,42	0,36	0,31	0,27
0,75	7,5	1a	9,89	7,76	6,25	5,15	4,32	3,68	3,17	2,76	2,43	2,15	1,92	1,72	1,56	1,41	1,27	1,15	1,05
		1b	9,21	7,26	5,89	4,87	4,10	3,50	3,03	2,64	2,33	2,07	1,85	1,66	1,50	1,37	1,25	1,14	1,05
		2	16,87	10,62	7,12	5,00	3,64	2,74	2,11	1,66	1,33	1,08	0,89	0,74	0,62	0,53	0,46	0,39	0,34
0,88	8,8	1a	12,85	10,03	8,06	6,63	5,55	4,71	4,05	3,52	3,09	2,74	2,44	2,19	1,95	1,75	1,58	1,43	1,31
		1b	12,02	9,44	7,63	6,29	5,26	4,50	3,88	3,39	2,98	2,64	2,36	2,12	1,91	1,74	1,58	1,43	1,31
		2	20,69	13,03	8,73	6,13	4,47	3,36	2,59	2,03	1,63	1,32	1,09	0,91	0,77	0,65	0,56	0,48	0,42
1,00	10,0	1a	15,75	12,26	9,83	8,06	6,74	5,71	4,91	4,26	3,74	3,30	2,93	2,60	2,32	2,08	1,88	1,70	1,55
		1b	14,80	11,59	9,33	7,68	6,44	5,48	4,72	4,11	3,61	3,20	2,85	2,56	2,31	2,08	1,88	1,70	1,55
		2	23,98	15,10	10,12	7,10	5,18	3,89	3,00	2,36	1,89	1,53	1,26	1,05	0,89	0,76	0,65	0,56	0,49
1,25	12,5	1a	22,18	17,19	13,72	11,22	9,34	7,90	6,78	5,87	5,12	4,46	3,92	3,47	3,09	2,78	2,51	2,27	2,07
		1b	20,99	16,35	13,11	10,75	8,98	7,62	6,55	5,69	4,99	4,41	3,92	3,47	3,09	2,78	2,51	2,27	2,07
		2	30,34	19,11	12,80	8,99	6,55	4,92	3,79	2,98	2,39	1,94	1,60	1,33	1,12	0,96	0,82	0,71	0,62

1a - návrhová hodnota únosnosti - pro spojité nosník s vnitřní podporou šířky 120 mm a krajní podporou šířky 40 mm
 1b - návrhová hodnota únosnosti - pro spojité nosník s vnitřní podporou šířky 80 mm a krajní podporou šířky 40 mm
 2 - charakteristická hodnota zatížení pro průhyb - L/200

Typ	Zatížení	Výpočet tl. (m) x (kN/m ³) x z.š (m)	g _k (kN/m)	γ	g _d (kN/m)
Stálé	Vlastní tíha TR plechu	0,01	0,01	1,35	0,02
	Betonová deska (čerstvý beton)	0,09 x 26	2,31	1,35	3,12
			2,32	Σ=	3,14
			q _k (kN/m ²)	γ	q _d (kN/m ²)
Proměnné	Užitné - montážní zatížení	1,5	1,5	1,5	2,25
			Σ=	Σ=	Σ=
			3,82	5,39	5,39

Posouzení trapézového plechu

Návrhová únosnost pro spojité nosník o 3 a více polích a rozpětí 2,5 m $q_{d1} = 5,55 \text{ kN/m}^2$

$$q_{d1} = 5,55 \text{ kN/m}^2 \geq (q + g)_d = 5,39 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Charakteristická hodnota zatížení pro deformaci L/200, $q_k = 4,47 \text{ kN/m}^2$

$$q_k = 4,47 \text{ kN/m}^2 \geq (q + g)_k = 3,82 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Rybníkový efekt nastává při průhybu větším, než 1/10 tloušťky desky, v tomto případě při průhybu větším než 8,9 mm. Průhyb 8,9 mm se rovná 1/281 rozpětí. Pro deformaci L/200 je povolené namáhání 4,47 kN/m², pro deformaci L/281 je povolené zatížení 4,47 x (200/281) = 3,18 kN/m², což je více než stálé zatížení $g_k = 2,32 \text{ kN/m}^2$. Rybníkový efekt nenastává.

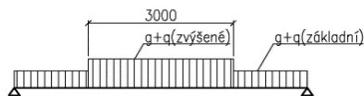
Návrh trapézového plechu TR 55/250, tl. 0,88 mm, poloha pozitivní.**Návrh spřažené stropnice**

Zatížení montážní stádium

Typ	Zatížení	Výpočet tl. (m) x (kN/m ³) x z.š (m)	g _k (kN/m)	γ	g _d (kN/m)
Stálé	Vlastní tíha trapézový plech	0,01 x 2,47	0,02	1,35	0,03
	Betonová deska	0,1 x 26 x 2,47	6,48	1,35	8,75
	Vlastní tíha nosníku		0,31	1,35	0,41
	Σ=		6,81	Σ=	9,19
			q _k (kN/m)	γ	q _d (kN/m)
Proměnné	Montáž zvětšená (3m)	1,5 x 2,47	3,7	1,5	5,6
	Montáž ostatní	0,75 x 2,47	1,9	1,5	2,8
	Σ=		5,6	Σ=	8,3
			Σ=		17,5

Zatížení provozní stádium

Typ	Zatížení	Výpočet tl. (m) x x z.š (m)	g _k (kN/m)	γ	g _d (kN/m)
Stálé	Vlastní tíha trapézový plech	0,01 x 2,47	0,02	1,35	0,03
	Betonová deska	0,10 x 25 x 2,47	6,23	1,35	8,41
	SDK podhled, skladba podlahy	0,65 x 2,47	1,61	1,35	2,17
	Vlastní tíha nosníku		0,31	1,35	0,42
	Σ=		8,17	Σ=	11,03
			q _k (kN/m)	γ	q _d (kN/m)
Proměnné	Užitné - Kategorie C	5 x 2,47	12,4	1,5	18,5
	Σ=		12,4	Σ=	18,5
			Σ=		29,6

Návrh ocelobetonového spřaženého nosníku			
Délka prvku	L = 6,5 m		
Materiál	Ocel	S355	
Mez kluzu	$f_y =$	355	MPa
Mez pevnosti	$f_u =$	490	MPa
Modul pružnosti	$E =$	210	GPa
Modul pružnosti ve smyku	$G =$	80,8	GPa
Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} =$	1,0	
Materiál třída betonu:	Beton	C 25/30	
Charakteristická pevnost v tlaku	$f_{ck} =$	25	MPa
Součinitel materiálů	$\gamma_c =$	1,5	
Návrhová pevnost v tlaku	$f_{cd} =$	16,7	MPa
Modul pružnosti	$E_{cm} =$	30,5	GPa
Návrh průřezu:	IPE 240	Třída	1
$I_y =$	3,89E+07 mm ⁴	$h =$	240 mm
$W_y =$	3,24E+05 mm ³	$b =$	120 mm
$W_{pl,y} =$	3,66E+05 mm ³	$A_a =$	3910 mm ²
$G =$	31 kg/m	$A_{vz} =$	1913 mm ²
Trapézový plech	TR 55 / 250		
	$h_p =$	55	mm
tloušťka betonové desky nad TR	$h_c =$	70	mm
srovnaná tloušťka betonové desky	$h_{cs} =$	88,9	mm
1) Montážní stádium			
Zatížení stálé	$g_k =$	6,81	kN/m
proměnné	$q_{k1} =$	3,70	kN/m
	$q_{k2} =$	1,90	kN/m
Průhyb od stálého zat.	$\delta_1 =$	19,38	mm
$\delta_1 = \frac{5}{384} \frac{g_k \cdot L^4}{E \cdot I_y}$			
Rybníkový efekt? $\rho < h_c/10$		ANO	
zvětšení tl desky o 0,7 δ	$0,7\delta =$	13,56	mm
zvětšení zatížení o	$f_+ =$	0,79	kN/m
$V_{Ed} =$	46,7	kN	
	$M_{Ed} =$	79,39	kNm
$M_{pl,Rd} =$	129,93	kNm >	$M_{Ed} = 79,39$ kNm
VYHOVUJE		61,1	%
$V_{pl,Rd} =$	392,09	kN >	$V_{Ed} = 46,7$ kN
VYHOVUJE		11,9	%

2) Provozní stádium

Zatížení stálé

$$g_k = 8,17 \text{ kN/m}$$

$$g_d = 11,03 \text{ kN/m}$$

proměnné

$$q_k = 12,40 \text{ kN/m}$$

$$q_d = 18,60 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed} = \frac{1}{18} \cdot (g + q)_d \cdot L^2$$

$$M_{Ed} = 156,48 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot (g + q)_d \cdot L$$

$$V_{Ed} = 96,3 \text{ kN}$$

Momentová únosnost

$$\text{Účinná šířka desky } b_{eff} = \min(L/4; 2,25) b_{eff} = 1625 \text{ mm}$$

$$N_a = A_a \cdot f_{yd} = N_c = x \cdot b_{eff} \cdot f_{cd} \rightarrow x = 51,25 \text{ mm}$$

V neutrální ose v desce - OK

Rameno vnitřních sil

$$r = -\frac{x}{2} + h_c + \frac{h}{2} + h_p \quad r = 219,374 \text{ mm}$$

$$M_{pl,Rd} = N_a \cdot r$$

$$M_{pl,Rd} = 304,50 \text{ kNm}$$

$M_{pl,Rd}$	\geq	M_{Ed}
304,50 kNm	\geq	156,5 kNm
VYHOVUJE		51,4 %
$V_{pl,Rd} = 392,09 \text{ kN}$	$>$	$V_{Ed} = 96,3 \text{ kN}$
VYHOVUJE		24,6 %

3) Návrh sprážení

Trn 22 / 100

Průměr trnu

$$d = 22 \text{ mm}$$

Délka trnu

$$h_{sc} = 100 \text{ mm}$$

Materiál

Ocel S235

Mez pevnosti

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

Součinitel spolehlivosti

$$\gamma_V = 1,25$$

$$P_{Rd,1} = 0,8 \cdot f_u \frac{\pi d^2}{\gamma_V}$$

$$P_{Rd,1} = 87,6 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0,29\alpha \cdot d^2 \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}} \frac{1}{\gamma_V}$$

$$\alpha = 1,0$$
$$P_{Rd,2} = 98,0 \text{ kN}$$

počet trnů v žebří

$$n_f = 1$$

$$k_t = \frac{0,7}{\sqrt{n_f}} \cdot \frac{b_0}{h_p} \left(\frac{h_{sc}}{h_p} - 1 \right) \leq 0,85$$

$$b_0 = 85 \text{ mm}$$

$$k_t = 0,85$$

$$P_{Rd} = \min(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) \cdot k_t$$

$$P_{Rd,1} = 74,4 \text{ kN}$$

síla na sprážení

$$F_{cf} = N_c$$

$$F_{cf} = 1388,1 \text{ kN}$$

(pro polovinu nosníku)

potřebný počet trnů

$$n_f = \frac{F_{cf}}{P_{Rd}}$$

$$n_f = 19 \text{ ks}$$

počet vln

$$n = \frac{L/2}{250}$$

$$n = 13$$

Neúplné sprážení

$$\eta = n/n_f$$

$$\eta = 0,68$$

$$\eta \geq \max(0,4; 1 - \frac{355}{f_y} \cdot (0,75 - 0,03L_e))$$

$$L_e = 6,5 \text{ m}$$
$$0,68 \geq 0,45$$

$$M_{pl,Rd} = \eta \cdot (M_{pl,Rd} - M_{a,Rd}) + M_{a,Rd}$$

$$M_{pl,Rd} = 208,34 \text{ kNm}$$

$M_{pl,Rd}$	\geq	M_{Ed}
208,34 kNm	\geq	156,5 kNm
VYHOVUJE		75,1 %

Návrh na půlce nosníku **13 x trn 22**

4) Mezní stav použitelnosti

1) Pružné působení

moment při char. zatížení

$$M_{Ek} = \frac{1}{8} \cdot (g + q)_k \cdot L^2 \quad M_{Ek} = 108,64 \text{ kNm}$$

modul pružnosti s dotvarováním

$$E'_{cm} = \frac{E_{cm}}{2} \quad E'_{cm} = 15236 \text{ MPa}$$

pracovní součinitel $n = \frac{E}{E'_{cm}}$

$$n = 13,78$$

plocha ideálního průřezu

$$A_i = 12162,7 \text{ mm}^2$$

těžiště ideálního průřezu

$$e_i = 262,49 \text{ mm}$$

moment setrvačnosti ideálního průřezu

$$I_i = 1,6E+08 \text{ mm}^4$$

Maximální napětí spodní vlákna

$$z_d = 262,49 \text{ mm}$$

$$\sigma_{a,max} = \frac{M_{Ek}}{I_y} z_d$$

$$\sigma_{a,max} = 179,04 \text{ MPa}$$

$\sigma_{a,max}$	\leq	f_y
179,04 MPa	\leq	355,0 MPa
VYHOVUJE		50,4 %

Maximální napětí horní vlákna

$$z_h = 103 \text{ mm}$$

$$\sigma_{c,max} = \frac{M_{Ek}}{n \cdot I_i} z_h$$

$$\sigma_{c,max} = 5,07 \text{ MPa}$$

$\sigma_{a,max}$	\leq	$0,85 f_{ck}$
5,07 MPa	\leq	21,3 MPa
VYHOVUJE		23,9 %

2) Průhyb od proměnného zat. + stálé po betonáži

$$\delta = \frac{5}{384} \frac{(q_k + g_p) \cdot L^4}{E \cdot I_i} \quad \delta = 9,75 \text{ mm}$$

δ	\leq	$L/250$
9,75 mm	\leq	26,0 mm
VYHOVUJE		37,5 %

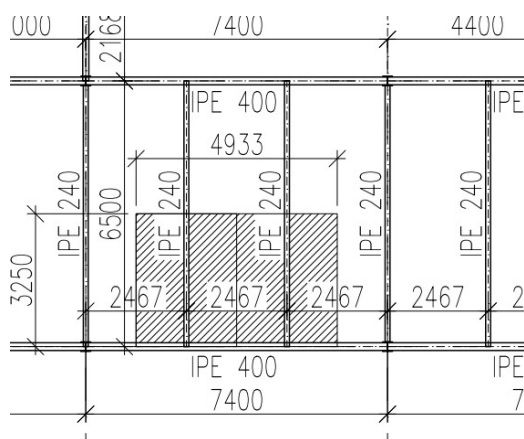
3) Průhyb pro posouzení kmitání (25% užitého z.)

$$\delta = \frac{5}{384} \frac{(0,25q_k + g_k) \cdot L^4}{E \cdot I_i} \quad \delta = 8,96 \text{ mm}$$

δ	\leq	28 mm
8,96 mm	\leq	28,0 mm
VYHOVUJE		32,0 %

Podélný průvlek v 1.NP

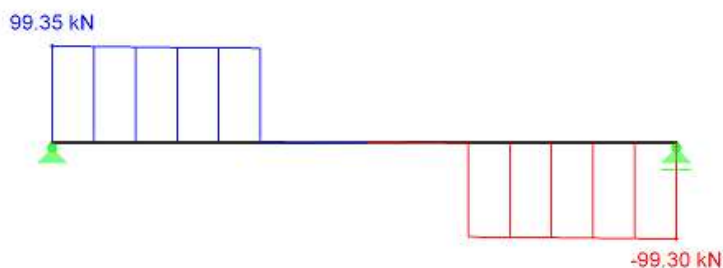
Obvodový průvlek je navržen, jako ocelový prostý nosník s maximálním rozponem 7,4 m a zatěžovací plochou 16,36 m². Průvlek je zatížen reakcemi z připojených stropnic. Protože se průvlek nachází na kraji haly, tak nebude navržen jako spřažený, ale jako prostý ocelový nosník.

**Zatížení od stropnice**

Typ	Zatížení	Výpočet	m ²	F _k (kN)	γ	F _d (kN)
Stálé	Vlastní tíha trapézového plechu	0,09	x 8,02	0,7	1,35	1,0
	Betonová deska	0,10	x 25 x 8,02	19,48	1,35	26,29
	Vlastní tíha stropnice IPE240	0,36	x 3,25	1,17	1,35	1,58
	SDK pohled, skladba podlahy		0,65 x 8,02	5,21	1,35	7,04
	Vlastní tíha průvleku - Dlubal			26,57	Σ=	35,86
				Q _k (kN)	γ	Q _d (kN)
Proměnné	Užitné - Kategorie C	5	x 8,02	40,10	1,5	60,15
					Σ=	96,01

- MSÚ

KZ1 : 1.35*ZS1 + 1.5*ZS2
Vnitřní síly V-z



KZ1 : 1.35*ZS1 + 1.5*ZS2
Vnitřní síly M-y

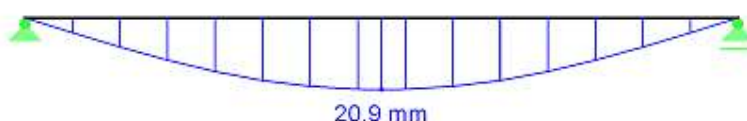


Návrh ocelového prvku - Ohyb s klopením			
Návrhový moment	$M_{y,Ed} =$	243,0	kNm
Materiál	Ocel	S355	
Mez kluzu	$f_y =$	355	MPa
Modul pružnosti	$E =$	210	Gpa
Modul pružnosti ve smyku	$G =$	80,8	GPa
Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} =$	1,0	
Délka prvku na klopení	$L =$	2,47	m
Návrh průřezu:		IPE 400	
$I_y =$	2,31E+08	mm ⁴	$h =$ 400 mm
$I_z =$	1,32E+07	mm ⁴	$b =$ 180 mm
$W_y =$	1,16E+06	mm ³	$t_w =$ 8,6 mm
$W_{pl,y} =$	1,31E+06	mm ³	$t_f =$ 13,5 mm
$I_t =$	5,14E+05	mm ⁴	$I_w =$ 4,90E+11 mm ⁶
Součinitele vzpěrné délky		Součinitele	
$k_y =$	1,0	$C_{1,0} =$	1,00
$k_z =$	1,0	$C_{1,1} =$	1,00
$k_w =$	1,0	$C_1 =$	1,0
		$C_2 =$	1,00
$k_{wt} = \frac{\pi}{k_w L} \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}}$		$k_{wt} =$	2,002 [-]
Působíště zatížení:	těžiště	$z_g =$	0 mm
$\zeta_g = \frac{\pi z_g}{k_z L} \sqrt{\frac{EI_z}{GI_t}}$		$\zeta_g =$	0,000 [-]
$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g)^2} - (C_2 \zeta_g) \right]$		$\mu_{cr} =$	2,238 [-]
$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_t}}{L}$		$M_{cr} =$	965,7 kNm
$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$		$\bar{\lambda}_{LT} =$	0,693
Křivka klopení	b	$\alpha_{LT,0} =$	0,34
$\beta =$	0,75	$\bar{\lambda}_{LT,0} =$	0,4
$LT = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$		$\phi_{LT} =$	0,730
$LT = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1,0$		$\chi_{LT} =$	0,873
$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$		$M_{b,Rd} =$	405,33 kNm
	$M_{b,Rd} \geq$	$M_{y,Ed}$	
	405,33 kNm	243,0	kNm
	VYHOVUJE	60,0	%

Návrh ocelového prvku - Smyk		
Návrhový moment	$V_{Ed} =$	100,0 kN
Smyková plocha	$A_{vz} =$	5735 mm²
	$V_{pl,Rd} = A_{vz} \frac{f_y}{\sqrt{3}\gamma_{M1}}$	$V_{pl,Rd} =$ 1175,44 kN
	$V_{pl,Rd} \geq V_{Ed}$	
1175,44 kN	≥	100,0 kN
		MALÝ SMYK
VYHOVUJE		8,5 %

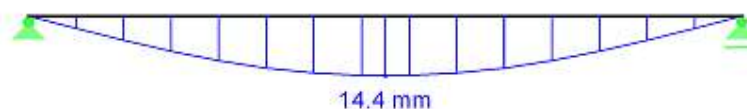
- **MSP**

Celkový průhyb

KZ2 : ZS1 + ZS2
Lokální deformace u-z

$$u_z = 20,9 \text{ mm} \leq \frac{L}{250} = \frac{7400}{250} = 29,6 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Průhyb o proměnného zatížení a zatížení od skladeb

KZ4 : MSP - Užitné + skladby
Lokální deformace u-z

$$u_z = 14,4 \text{ mm} \leq \frac{L}{400} = \frac{7400}{400} = 18,5 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Průhyb pro posouzení kmitání stálé zatížení + 25% užitného zatížení

KZ3 : Stálé + 25% Užitné
Lokální deformace u-z

$$u_z = 11,7 \text{ mm} \leq 28,0 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Návrh ocelového profilu IPE 400, ocel S235.

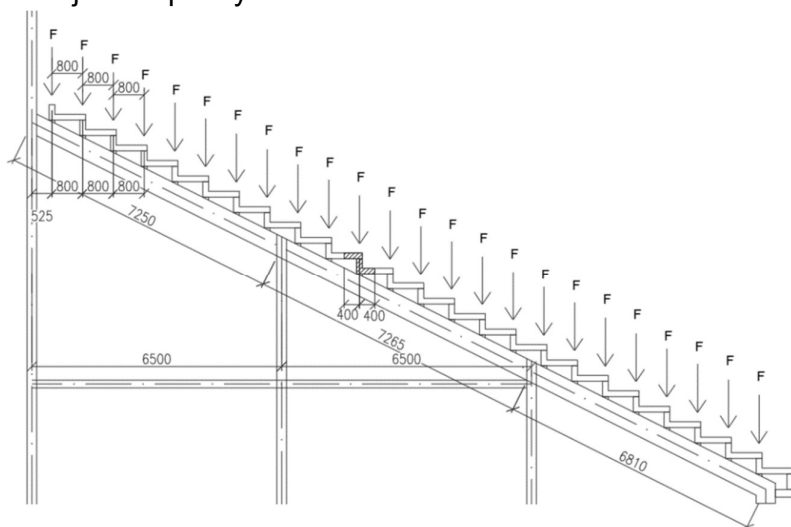
4.4.3 Návrh vnitřních tribun

Návrh tribunových nosníků byl proveden v dílčím modelu, do globálního modelu konstrukce byly následně doplněny dimenze tribun se zatížením pro návrh sloupů. Je to z důvodu zjednodušení výpočtu modelu, protože pro návrh tribun je uvažováno s rozdělením užitého zatížení do jednotlivých polí tribunových nosníků a tím by narostl celkový počet kombinací zatížení, který by na návrh zbytku prvků neměl vliv. V posudku nosníků tribun, které zároveň i ztužují halu bylo uvažováno s přenosem síly od zatížení větrem, normálové síly byly převzaty z globálního modelu.

4.4.3.1 Nosník hlavní tribuny

Hlavní tribuny se nachází na obou podélných stranách haly, je rozdělena do 7 polí. Tři pole jsou pouze tribunami a na čtyřech polích je na části tribuny vstup na tribunu z úrovně 2. NP. Tribun jsou ztuženy ve třech polích pomocí diagonálních křížových ztužidel, které tvoří ocelové kruhové trubky vedené pod úrovní betonových prefabrikátů, tyto ztužidla jsou napojeny na svislá ztužidla v obvodové stěně a na svislá ztužidla mezi sloupy tribuny. Jednotlivé pole tribun jsou mezi sebou propojeny pomocí kruhových trubek, tak aby bylo zajištěno stabilita konstrukce a přenos sil do ztužidel.

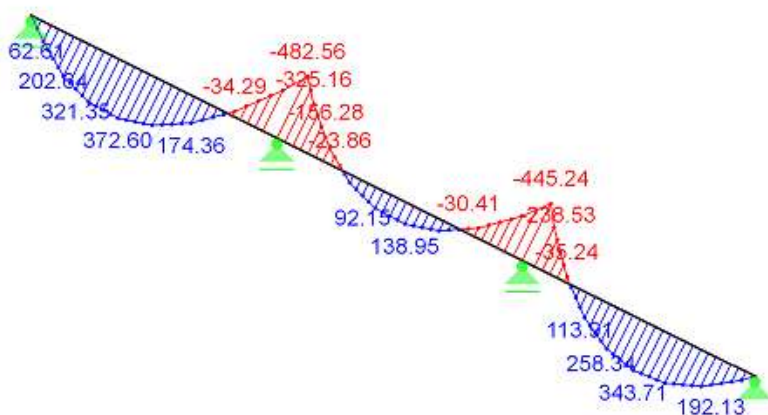
Nosníky na hlavní tribuně jsou rozděleny do tří polí. Ocelové nosníky podepírají prefabrikované betonové nosníky tribun, které jsou uloženy na horní pásnice ocelových nosníků. Rozmístění uložení jednotlivých tribunových lavic je patrné z obrázku č.6. Každý styčný bod je zatížen vlastní tíhou betonových nosníků a užitným zatížením tribun kategorie C viz tabulky zatížení. Užité zatížení je na konstrukci uvažováno, že působí ve všech polích nosníku současně, dále v každém poli zvlášť a také je počítáno se současným zatížením dvojice polí (1 a 2, 1 a 3, 2 a 3). Zatěžovací šířka na ocelový nosník je 7,4 m. Pro návrh je uvažována konstrukční varianta spojitěho nosníku o třech polích s kloubovým uložením nosníku na krajní sloup haly.



Typ	Zatížení	Výpočet	F _k (kN)	γ	F _d (kN)
Stálé	Vl. tíha betonové tribuny L lavice Vlastní tíha průvlastku - Dlubal	0,18 x 25 x 7,4	33,3	1,35	45,0
			33,30	Σ=	44,96
Proměnné	Užitné - Kategorie C	0,8 x 5 x 7,4	29,60	1,5	44,40
				Σ=	44,40
					Σ= 89,36

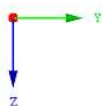
Ocelové nosníky jsou namáhané kombinací ohybu a tlaku. Vzhledem k tomu, že prefabrikované nosníky netvoří tuhou rovinu v úrovni tribuny je uvažována vzpěrná délka nosníku na rozpon celého pole. Díky uložení prefabrikátu ve vzdálenostech 0,8 m na horní pásnici průvlastku je nosník držen proti klopení, kvůli stabilizujícím silám od zatížení prefabrikátu. Průřez bude posouzen na kombinaci tlaku a ohybu.

KZ1 : 1.35*ZS1 + 1.5*ZS3
Vnitřní síly M-y

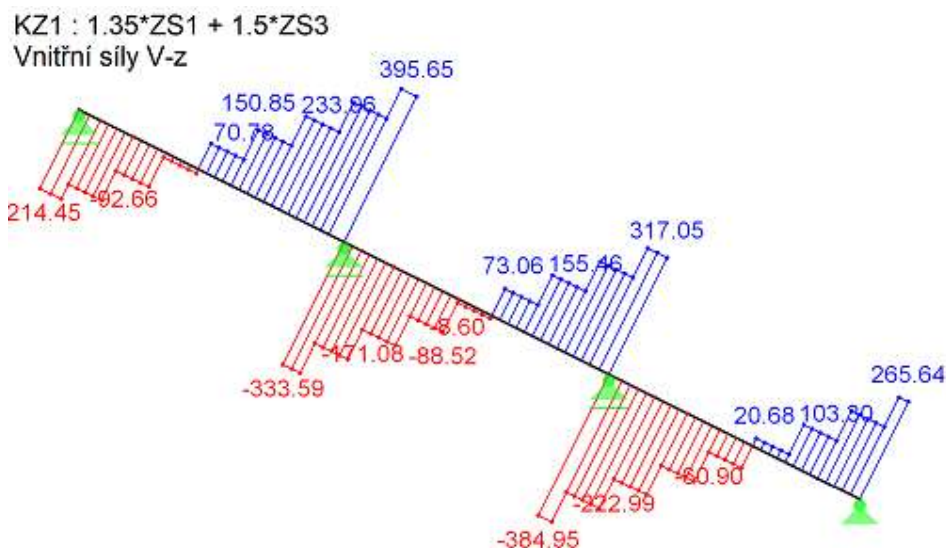


Pro posudek normálové se uvažuje maximální tlaková síla z modelu, u které je zohledněn vliv větru.

KV1 : KZ1 nebo do KZ31
Vnitřní síly N
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max N: 277.72, Min N: -390.49 [kN]



Návrh ocelového prvku - Vzpěr			
Návrhová síla	$N_{Ed} =$	390,5	kN
Materiál	Ocel	S355	
Mez kluzu	$f_y =$	355	MPa
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M1} =$	1,0	
Návrh průřezu:		HEA 400	
Křivka vzpěrnosti	y-y	a	$\alpha_y = 0,21$ (-)
	z-z	b	$\alpha_z = 0,34$ (-)
A	=	15900	mm ²
$L_{cr,y}$	=	7265	mm
$L_{cr,z}$	=	7265	mm
		$i_y =$	168,0 mm
		$i_z =$	73,4 mm
		$\lambda_1 =$	76,4 (-)
$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$		$\lambda_y =$	43,2 (-)
$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$		$\lambda_z =$	99,0 (-)
$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$		$\bar{\lambda}_y =$	0,57 (-)
$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$		$\bar{\lambda}_z =$	1,30 (-)
$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$		$\phi_y =$	0,70 (-)
		$\phi_z =$	1,53 (-)
		$\chi_y =$	0,902 (-)
		$\chi_z =$	0,429 (-)
		$N_{b,Rd} =$	2422,16 kN
	$N_{b,Rd} \geq$	N_{Ed}	
	2422,16 kN	390,5	kN
	VYHOVUJE	16,1	%

Návrh ocelového prvku - Ohyb + tlak			
Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed} =$	482	kNm
Návrhový ohybový moment	$M_{z,Ed} =$	0	kNm
Návrhová osová síla	$N_{Ed} =$	390,5	kN
Materiál	Ocel	S355	
Mez kluzu	$f_y =$	355	MPa
Modul pružnosti	$E =$	210	Gpa
Modul pružnosti ve smyku	$G =$	80,8	GPa
Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} =$	1,0	
Návrh průřezu:		HEA 400	
$I_y = 4,51E+08$	mm^4	$h =$	390 mm
$I_z = 8,56E+07$	mm^4	$b =$	300 mm
$W_{pl,y} = 2,56E+06$	mm^3	$t_w =$	11,0 mm
$W_{pl,z} = 8,73E+05$	mm^3	$t_f =$	19,0 mm
$I_t = 1,90E+06$	mm^4	$d =$	298,0 mm
$I_w = 2,94E+12$	mm^6	$A =$	15900 mm^2
Zatížení ohyb + tlak			
Poloha neutrální osy	$x = \frac{N_{Ed}}{t_w \cdot f_{yd}}$	$x =$	100,00 mm
Součinitel α - velikost tlač. oblasti	$\alpha = \frac{0,5 \cdot d + x}{d}$	$\alpha =$	0,84
Stojina	$d/t_w =$	27,1	$\leq 32,67$ Třída 1
Pásnice	$c/t_f =$	6,2	$\leq 7,32$ Třída 1
Průřez	\rightarrow		Třída 1
VZPĚR			
$\chi_y =$	0,902 (-)	$\chi_z =$	0,429 (-)
$\bar{\lambda}_y =$	0,57 (-)	$\bar{\lambda}_z =$	1,30 (-)
KLOPENÍ		$\chi_{LT} =$	1,00 (-)
INTERAKCE TLAKU S OHYBEM			
Char. únosnost průřezu v tlaku	$N_{Rk} =$	5644,5	kN
Char. únosnost v ohybu k ose y	$M_{y,Rk} =$	908,8	kNm
Char. únosnost v ohybu k ose z	$M_{z,Rk} =$	309,9	kNm
Součinitele konstantního momentu			
$C_{mz} =$	0,4	$C_{my} =$	0,4
$C_{mLT} =$	0,4	$0,1 - 0,8\alpha_6 \geq 0,4$	$a_s = -0,29$
Interakční součinitele			
$k_{yy} = C_{my} \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \leq C_{my} \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right)$			
$k_{yy} =$	0,411	0,411	$\leq 0,425$
$k_{yz} = 0,6 k_{zz}$			
$k_{yz} =$	0,294		
$k_{zz} = C_{mz} \left(1 + (2\bar{\lambda}_z - 0,6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \leq C_{mz} \left(1 + 1,4 \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right)$			
$k_{zz} =$	0,490	0,528	$\leq 0,490$
$k_{zy} = \left(1 - \frac{0,1\bar{\lambda}_z}{C_{mLT} - 0,25} \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \geq \left(1 - \frac{0,1}{C_{mLT} - 0,25} \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right), \bar{\lambda}_z \geq 0,4$			
$k_{zy} =$	0,893	0,861	$\leq 0,893$
POSOUZENÍ			
$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0$			
0,077 +	0,218	0,00	$\leq 1,0$
		0,295	$\leq 1,0$
VYHOVUJE			
$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0$			
0,161 +	0,473	0,00	$\leq 1,0$
		0,635	$\leq 1,0$
VYHOVUJE			
$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed}}{\gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M0}} \leq 1,0$			
0,069 +	0,530	0,00	$\leq 1,0$
		0,600	$\leq 1,0$
VYHOVUJE			

Návrh ocelového prvku - Smyk	
Návrhový moment	$V_{Ed} = 395,0 \text{ kNm}$
Smyková plocha	$A_{vz} = 5735 \text{ mm}^2$
$V_{pl,Rd} = A_{vz} \frac{f_y}{\sqrt{3}\gamma_{M1}}$	$V_{pl,Rd} = 1175,44 \text{ kN}$
$V_{pl,Rd}$	$\geq V_{Ed}$
1175,44 kN	\geq 395,0 kN
	MALÝ SMYK
VYHOVUJE	33,6 %

Mezní stav použitelnosti

U tribunových nosníků je kladen na požadavek na vyloučení vzniku dynamických účinků na konstrukci. Z tohoto důvodu je požadováno, aby první vlastní frekvence f_1 byla vyšší než 6 Hz. Pro nosníky s délkou menší než 10 m, lze tvrdit, že tyto požadavky budou splněny, když bude průhyb nosníku menší než 10 mm. Pro výpočet průhybu pro ověření první vlastní frekvence je bezpečné uvažovat redukované užité zatížení a počítat jen s plným stálým zatížením. Při výpočtu první vlastní frekvence se počítá s celkovou hmotností konstrukce dle

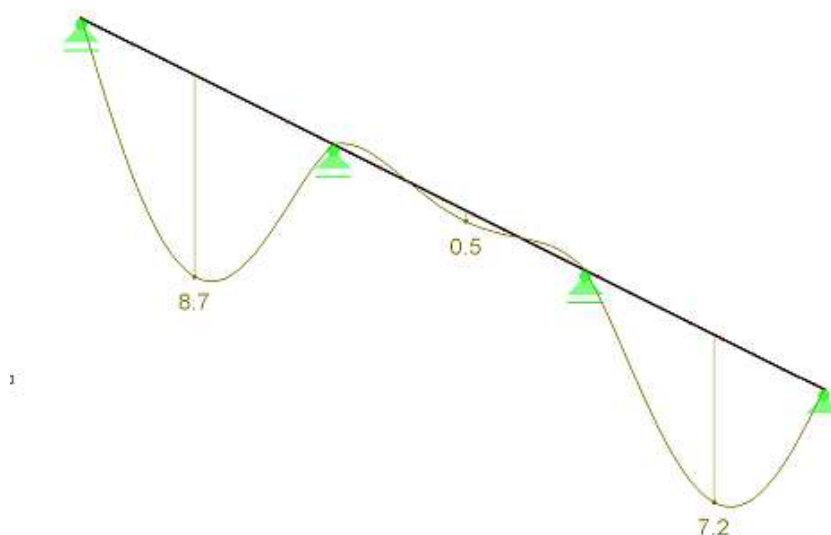
$$f_1 = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$$

kde m je hmotnost konstrukce. Při uvažování celého užitého zatížení do

hmotnosti konstrukce první vlastní frekvence klesá a může se dostat do nebezpečného pásma rezonance, které je omezeno 6 Hz. Užité zatížení však není pevnou součástí konstrukce z tohoto důvodu bude pro výpočet průhybu k ověření omezení kmitání ($f_1 > 6\text{Hz}$) počítáno s 25% užitého zatížení.

Maximální průhyb pro zatížení diváky v 1 a 3 poli tribuny.

KZ15 : Průhyb dynamika (25% užitého) - 1 a 3 pole
Globální deformace u-Z [mm]

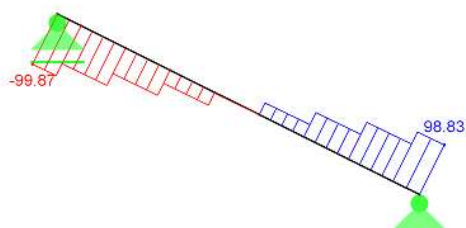


$$u_z = 9,0 \text{ mm} \leq 10 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

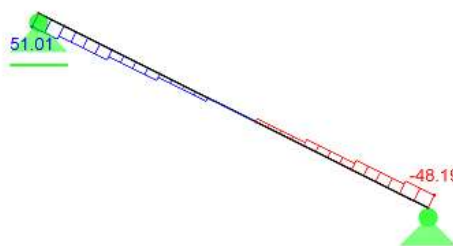
Nosník hlavní tribuny v místě vstupu na tribunu

Nosník je zatížen stejně rozmístěnými silami jako 2. pole hlavního nosníku, je se zde liší zatěžovací šířka, která je 2,2 m. Návrhové bodové síly od stálého zatížení jsou 13,37 kN a od užitečného 13,20 kN. Pro posudek platí stejné předpoklady jako pro nosník na hlavní tribuně.

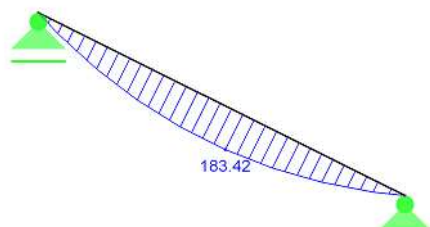
KZ1 : 1.35*ZS1 + 1.5*ZS3
Vnitřní síly V-z



KZ1 : 1.35*ZS1 + 1.5*ZS3
Vnitřní síly N



KZ1 : 1.35*ZS1 + 1.5*ZS3
Vnitřní síly M-y

**Návrh ocelového prvku - Vzpěr**

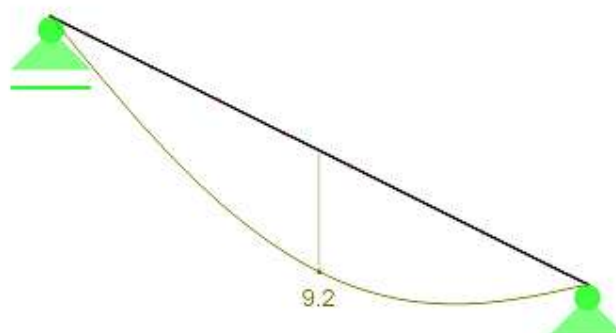
Návrhová síla	$N_{Ed} = 50,0$ kN
Materiál	Ocel S355
Mez kluzu	$f_y = 355$ MPa
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M1} = 1,0$
Návrh průřezu: HEA 320	
Křivka vzpěrnosti y-y	b $\alpha_y = 0,34$ (-)
z-z	c $\alpha_z = 0,49$ (-)
A = 12400 mm ²	$i_y = 136,0$ mm
$L_{cr,y} = 7265$ mm	$i_z = 74,9$ mm
$L_{cr,z} = 7265$ mm	$\lambda_1 = 76,4$ (-)
$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$	$\lambda_y = 53,4$ (-)
$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$	$\lambda_z = 97,0$ (-)
$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$	$\bar{\lambda}_y = 0,70$ (-)
$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$	$\bar{\lambda}_z = 1,27$ (-)
$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$	$\Phi_y = 0,83$ (-)
	$\Phi_z = 1,57$ (-)
	$\chi_y = 0,784$ (-)
	$\chi_z = 0,402$ (-)
	$N_{b,Rd} = 1769,50$ kN
$N_{b,Rd} \geq N_{Ed}$	
1769,50 kN	≥ 50,0 kN
VYHOVUJE	2,8 %

Využití na vzpěr je malé neposuzují kombinaci tlaku a ohybu ale pouze prostý ohyb.

Návrh ocelového prvku - prostý ohyb		
Návrhový moment	$M_{y,Ed} =$	184,0 kNm
Materiál	Ocel	S355
Mez kluzu	$f_y =$	355 MPa
Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M0} =$	1,0 Třída: 2
Návrh průřezu:	HEA 320	
$M_{c,Rd} = W \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$	$W_{pl,y} =$	1628000 mm ³
	$M_{c,Rd} =$	577,94 kNm
$M_{c,Rd}$	\geq	$M_{y,Ed}$
577,94 kNm	\geq	184,0 kNm
VYHOVUJE		31,8 %
Návrh ocelového prvku - Smyk		
Návrhový moment	$V_{Ed} =$	100,0 kN
Smyková plocha	$A_{vz} =$	5143 mm ²
$V_{pl,Rd} = A_{vz} \frac{f_y}{\sqrt{3}\gamma_{M1}}$	$V_{pl,Rd} =$	1054,11 kN
$V_{pl,Rd}$	\geq	V_{Ed}
1054,11 kN	\geq	100,0 kN
		MALÝ SMYK
VYHOVUJE		9,5 %

Mezní stav použitelnosti

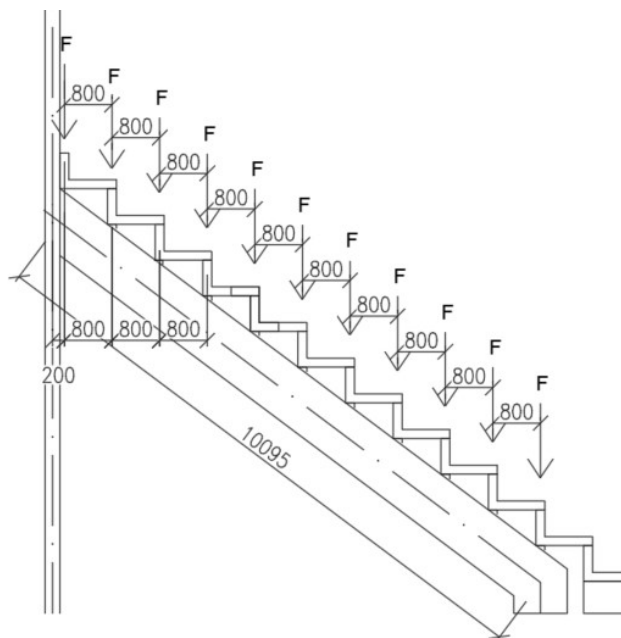
KZ10 : Průhyb dynamika (25% užitého)
Globální deformace u-Z [mm]



$$u_z = 9,2 \text{ mm} \leq 10 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

4.4.3.2 Nosník vedlejší tribuny

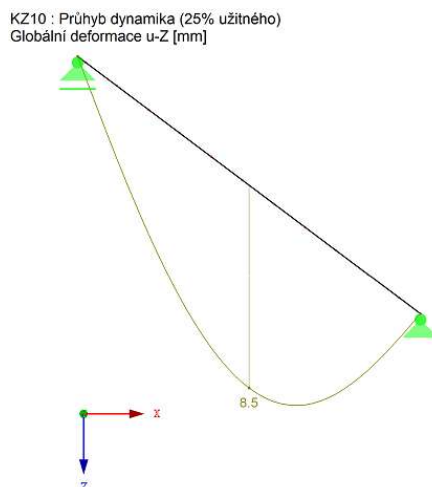
Hlavní vazba vedlejší tribuny je tvořena prostým nosníkem. Ocelový nosník podpírá prefabrikované betonové nosníky tribun, které jsou uloženy na horní pásnice ocelových nosníků. Rozmístění uložení jednotlivých tribunových lavic je patrné z obrázku č.7. Každý styčný bod je zatížen vlastní tíhou betonových nosníků a užitným zatížením tribun kategorie C viz tabulky zatížení. Zatěžovací šířka na ocelový nosník je 6,5 m.



Typ	Zatížení	Výpočet z.s.(m)	Fk (kN)	γ	Fd (kN)
Stálé	VI. tíha betonové tribuny L lavice <u>Vlastní tíha průvlaku - Dlubal</u>	0,21 x 25 x 6,5	34,1	1,35	46,1
			34,13	$\Sigma=$	46,07
Proměnné	Užitné - Kategorie C	0,8 x 5 x 6,5	Q_k (kN)	γ	Q_d (kN)
			26,00	1,5	39,00
			$\Sigma=$	$\Sigma=$	39,00
				$\Sigma=$	85,07

Pro návrh ocelového nosníku platí stejné předpoklady jako pro nosník hlavní tribuny.

Mezní stav použitelnosti

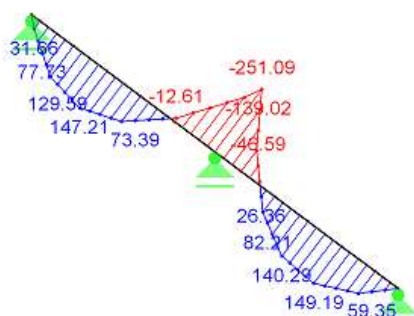


$$u_z = 8,5 \text{ mm} \leq 10 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

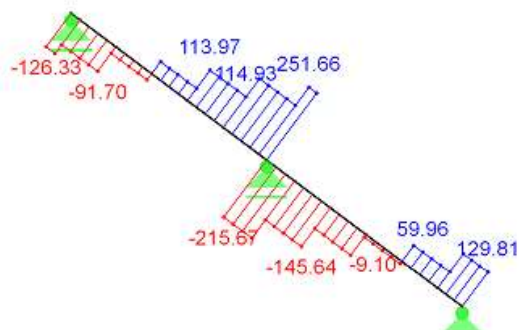
Z důvodu toho, že pro splnění požadovaného průhybu vychází pro návrh profil HEA 800, je upraveno statické schéma konstrukce tribuny. Uprostřed rozpětí je doplněn sloup a tribunový nosník je poté navržen, jako spojitý nosník.

Pro posudek je normálová síla zvětšena o vliv větru z globálního modelu konstrukce

KZ1 : 1.35*ZS1 + 1.5*ZS3
Vnitřní síly M-y



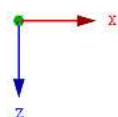
KZ1 : 1.35*ZS1 + 1.5*ZS3
Vnitřní síly V-z



KV1 : KZ1 nebo do KZ31

Vnitřní síly N

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max N: 257.50, Min N: -247.90 [kN]

Návrh ocelového prvku - Vzpěr

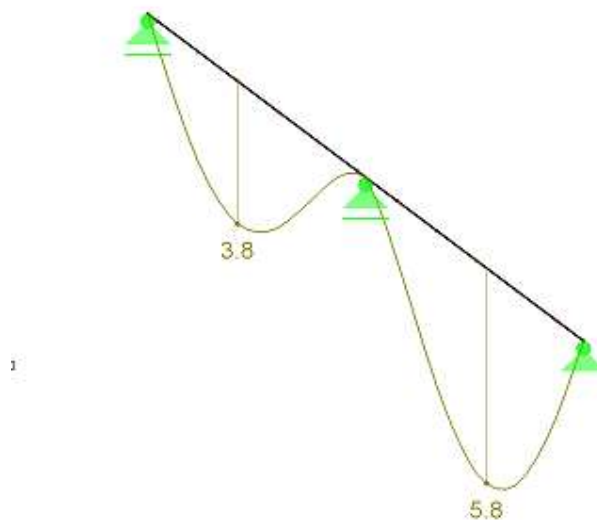
Návrhová síla	$N_{Ed} = 247,9$	kN
Materiál	Ocel	S355
Mez kluzu	$f_y = 355$	MPa
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M1} = 1,0$	
Návrh průřezu:		HEA 280
Křivka vzpěrnosti	y-y	b $\alpha_y = 0,34$ (-)
	z-z	c $\alpha_z = 0,49$ (-)
A	= 9730	mm ²
$L_{cr,y}$	= 5470	mm
$L_{cr,z}$	= 5470	mm
$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$	$\lambda_y = 46,0$	(-)
$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$	$\lambda_z = 78,1$	(-)
$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$	$\bar{\lambda}_y = 0,60$	(-)
$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$	$\bar{\lambda}_z = 1,02$	(-)
$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$	$\phi_y = 0,75$	(-)
	$\phi_z = 1,22$	(-)
	$\chi_y = 0,836$	(-)
	$\chi_z = 0,527$	(-)
	$N_{b,Rd} = 1819,94$	kN
$N_{b,Rd}$	\geq	N_{Ed}
1819,94 kN	\geq	247,9 kN
VYHOVUJE		13,6 %

Návrh ocelového prvku - Ohyb + tlak			
Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed} =$	252	kNm
Návrhový ohybový moment	$M_{z,Ed} =$	0	kNm
Návrhová osová síla	$N_{Ed} =$	248	kN
Materiál	Ocel	S355	
Mez kluzu	$f_y =$	355	MPa
Modul pružnosti	$E =$	210	Gpa
Modul pružnosti ve smyku	$G =$	80,8	GPa
Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} =$	1,0	
Návrh průřezu:		HEA 280	
$I_y =$	1,37E+08 mm ⁴	$h =$	270 mm
$I_z =$	4,76E+07 mm ⁴	$b =$	280 mm
$W_y =$	1,01E+06 mm ³	$t_w =$	8,0 mm
$W_z =$	3,40E+05 mm ³	$t_f =$	13,0 mm
$I_t =$	6,24E+05 mm ⁴	$d =$	196,0 mm
$I_w =$	7,85E+11 mm ⁶	$A =$	9730 mm ²
Zatížení ohyb + tlak			
Poloha neutrální osy	$x = \frac{N_{Ed}}{t_w \cdot f_{yd}}$	$x =$	87,32 mm
Součinitel α - velikost tlač. oblasti	$\alpha = \frac{0,5 \cdot d + x}{d}$	$\alpha =$	0,95
Stojina	$d/t_w =$	24,5	≤ 28,53 Třída 2
Pásnice	$c/t_f =$	8,6	≤ 11,39 Třída 3
Průřez	→		Třída 3
VZPĚR			
$\chi_y =$	0,836 (-)	$\chi_z =$	0,527 (-)
$\bar{\lambda}_y =$	0,60 (-)	$\bar{\lambda}_z =$	1,02 (-)
KLOPENÍ			
	$\chi_{LT} =$	1,000	(-)
INTERAKCE TLAKU S OHYBEM			
Char. únosnost průřezu v tlaku	$N_{Rk} =$	3454,2	kN
Char. únosnost v ohybu k ose y	$M_{y,Rk} =$	358,6	kNm
Char. únosnost v ohybu k ose z	$M_{z,Rk} =$	120,7	kNm
Součinitele konstantního momentu			
$C_{my} =$	0,572	$C_{mz} =$	0,572
$a_s =$	-0,59	$C_{mLT} =$	0,572
Interakční součinitele			
$k_{yy} = C_{my} \left(1 + 0,6 \bar{\lambda}_y \frac{N_{Ed}}{\chi_y \gamma_{M1} N_{Rk}} \right) \leq C_{my} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_y \gamma_{M1} N_{Rk}} \right)$			
$k_{yy} =$	0,590	0,590	≤ 0,601
$k_{zz} = C_{mz} \left(1 + 0,6 \bar{\lambda}_z \frac{N_{Ed}}{\chi_z \gamma_{M1} N_{Rk}} \right) \leq C_{mz} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_z \gamma_{M1} N_{Rk}} \right)$			
$k_{zz} =$	0,619	0,620	≤ 0,619
$k_{yz} = k_{zy}$			
$k_{yz} =$	0,619		
$k_{zy} = \left[1 - \frac{0,05 \bar{\lambda}_z}{C_{mLT} - 0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \gamma_{M1} N_{Rk}} \right] \geq \left[1 - \frac{0,05}{C_{mLT} - 0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \gamma_{M1} N_{Rk}} \right]$			
$k_{zy} =$	0,979	0,978	≤ 0,979
POSOUZENÍ			
$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \gamma_{M1} N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \gamma_{M1} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M1} M_{z,Rk}} \leq 1,0$			
0,086 +	0,414	+ 0,00	≤ 1,0
		0,500	≤ 1,0
VYHOVUJE			
$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \gamma_{M1} N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \gamma_{M1} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M1} M_{z,Rk}} \leq 1,0$			
0,136 +	0,688	+ 0,00	≤ 1,0
		0,824	≤ 1,0
VYHOVUJE			
$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M0} N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{\gamma_{M0} M_{y,Rk}} + \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M0} M_{z,Rk}} \leq 1,0$			
0,072 +	0,703	+ 0,00	≤ 1,0
		0,775	≤ 1,0
VYHOVUJE			

Návrh ocelového prvku - Smyk		
Návrhový moment	$V_{Ed} =$	251,0 kNm
Smyková plocha	$A_{vz} =$	3178 mm²
$V_{pl,Rd} = A_{vz} \frac{f_y}{\sqrt{3}\gamma_{M1}}$	$V_{pl,Rd} =$	651,36 kN
$V_{pl,Rd}$	\geq	V_{Ed}
651,36 kN	\geq	251,0 kN
		MALÝ SMYK
VYHOVUJE		38,5 %

Mezní stav použitelnosti

KZ14 : Průhyb dynamika (25% užitného) - 2 pole
Globální deformace u-Z [mm]



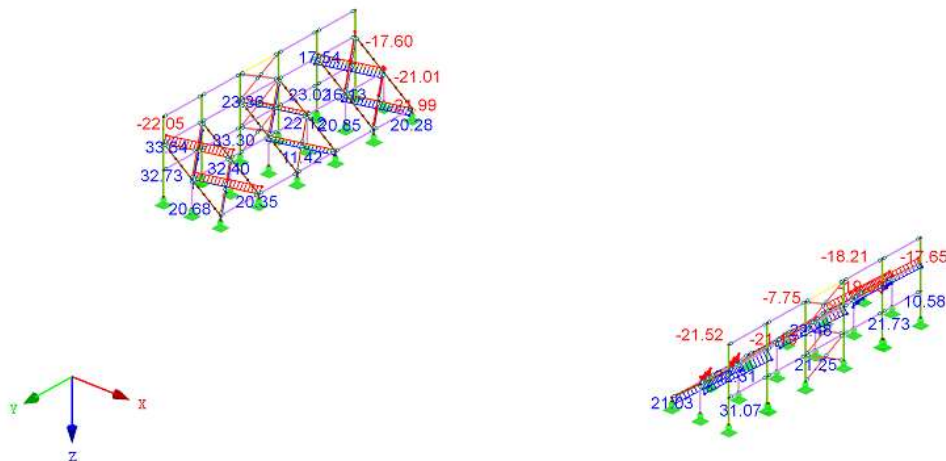
$$u_z = 5,8 \text{ mm} \leq 10 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

4.4.3.3 Návrh ztužení tribun

Ztužení vedlejší tribuny

Ztužení vedlejší tribuny je tvořeno diagonálními trubkovými ztužidly, která se nacházejí v krajních polích a prostředním poli tribuny. Diagonální ztužidla jsou umístěna pod betonovými prefabrikáty tribuny a vedou od základových patek až na fasádní sloupy.

KV1 : KZ1 nebo do KZ31
 Vnitřní síly N
 Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

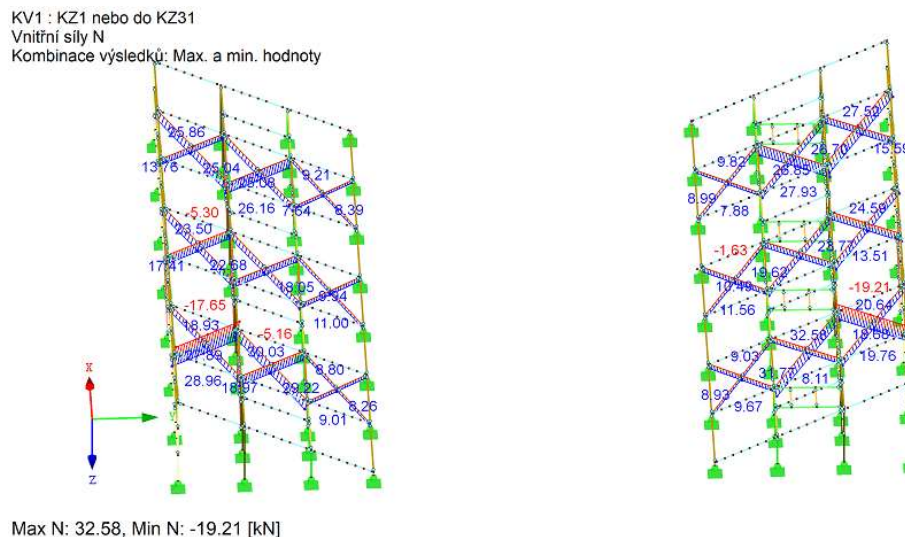


Max N: 33.64, Min N: -23.03 [kN]

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Vzpěr			
KZ17	Návrhová síla	N_{Ed}	=	23,0	kN
	Materiál	Ocel		S235	
	Mez kluzu	f_y	=	235	MPa
	Součinitel spolehlivosti	γ_{M1}	=	1,0	
Návrh průřezu:		TRk 76,1x3,2			
Křivka vzpěrnosti	y-y	c	α_y	=	0,49 (-)
	z-z	c	α_z	=	0,49 (-)
A	=	733	mm ²	i_y	= 25,8 mm
$L_{cr,y}$	=	4134	mm	i_z	= 25,8 mm
$L_{cr,z}$	=	4134	mm	λ_1	= 93,9 (-)
$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$				λ_y	= 160,2 (-)
$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$				λ_z	= 160,2 (-)
$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$				$\bar{\lambda}_y$	= 1,71 (-)
$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$				$\bar{\lambda}_z$	= 1,71 (-)
$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{A f_y}{\gamma_{M1}}$				Φ_y	= 2,32 (-)
				Φ_z	= 2,32 (-)
				X_y	= 0,256 (-)
				X_z	= 0,256 (-)
				$N_{b,Rd}$	= 44,13 kN
	$N_{b,Rd}$		\geq	N_{Ed}	
	44,13 kN		\geq	23,0 kN	
	VYHOVUJE			52,1 %	

Ztužení hlavní tribuny

Ztužení vedlejší tribuny je tvořeno diagonálními trubkovými ztužidly, která se nacházejí v krajních polích a prostředním poli tribuny. Diagonální ztužidla jsou umístěna pod betonovými prefabrikáty tribuny a vedou od základových patek až na fasádní sloupy.



Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Vzpěr	
KZ17	Návrhová síla	$N_{Ed} =$	20,0 kN
	Materiál	Ocel	S235
	Mez kluzu	$f_y =$	235 MPa
	Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M1} =$	1,0
Návrh průřezu:		TRk 88,9x3,2	
Křivka vzpěrnosti	y-y	c $\alpha_y =$	0,49 (-)
	z-z	c $\alpha_z =$	0,49 (-)
A	= 862 mm ²	$i_y =$	30,3 mm
$L_{cr,y}$	= 5185 mm	$i_z =$	30,3 mm
$L_{cr,z}$	= 5185 mm	$\lambda_1 =$	93,9 (-)
$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$		$\lambda_y =$	171,1 (-)
$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$		$\lambda_z =$	171,1 (-)
$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$		$\bar{\lambda}_y =$	1,82 (-)
$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$		$\bar{\lambda}_z =$	1,82 (-)
$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$		$\phi_y =$	2,56 (-)
		$\phi_z =$	2,56 (-)
		$\chi_y =$	0,230 (-)
		$\chi_z =$	0,230 (-)
		$N_{b,Rd} =$	46,54 kN
	$N_{b,Rd} \geq N_{Ed}$		
	46,54 kN	\geq	20,0 kN
	VYHOVUJE		43,0 %

4.4.5 Návrh sloupů

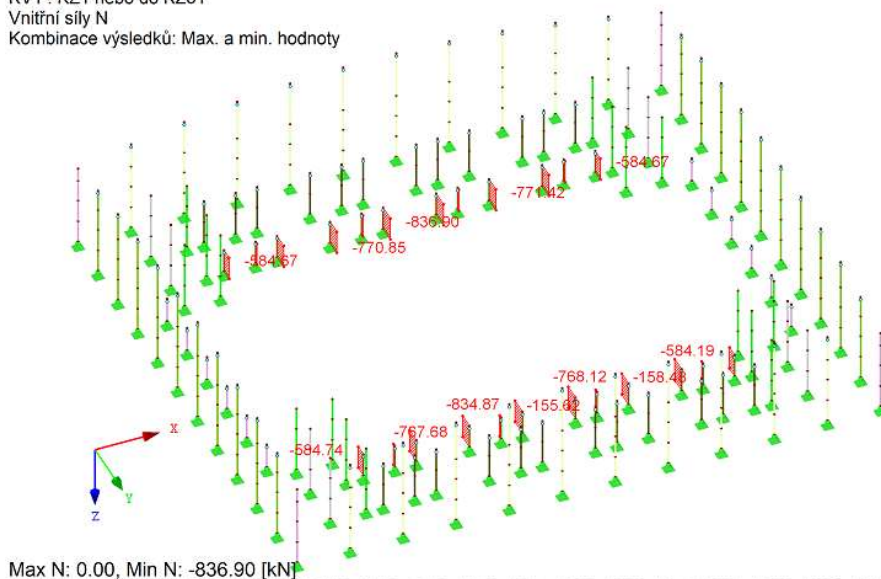
4.4.5.1 Sloupy pod tribunami

Sloupy pod hlavní tribunou 1. řada

KV1 : KZ1 nebo do KZ31

Vnitřní síly N

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



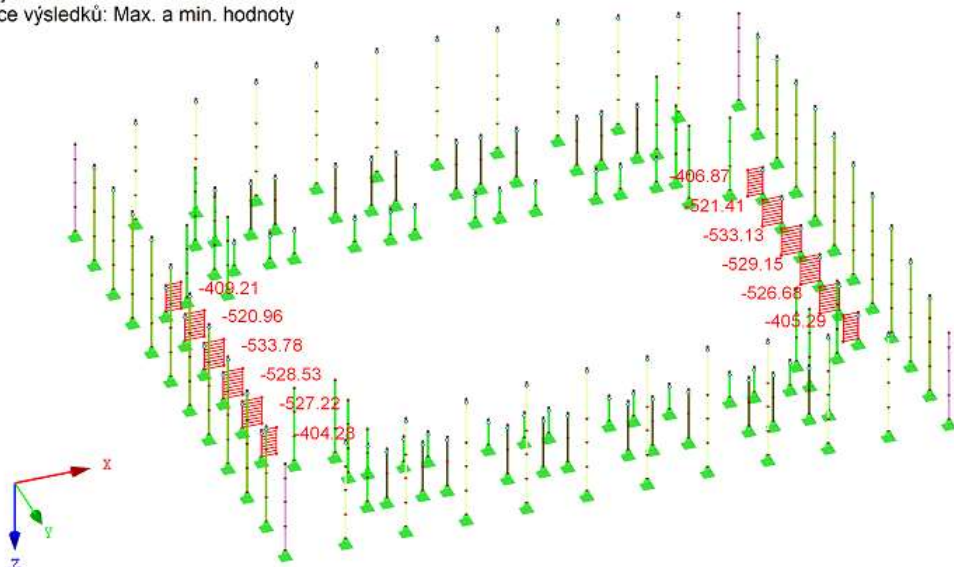
Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Vzpěr	
KV1	Návrhová síla	$N_{Ed} =$	868,0 kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y =$	355 MPa
	Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M1} =$	1,0
Návrh průřezu:		HEA 200	
Křivka vzpěrnosti	y-y	b $\alpha_y =$	0,34 (-)
	z-z	c $\alpha_z =$	0,49 (-)
A =	5380 mm ²	$i_y =$	82,8 mm
$L_{cr,y} =$	3300 mm	$i_z =$	49,8 mm
$L_{cr,z} =$	3300 mm	$\lambda_1 =$	76,4 (-)
$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$		$\lambda_y =$	39,9 (-)
$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$		$\lambda_z =$	66,3 (-)
$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$		$\bar{\lambda}_y =$	0,52 (-)
$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$		$\bar{\lambda}_z =$	0,87 (-)
$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$		$\phi_y =$	0,69 (-)
		$\phi_z =$	1,04 (-)
		$\chi_y =$	0,875 (-)
		$\chi_z =$	0,620 (-)
		$N_{b,Rd} =$	1184,30 kN
	$N_{b,Rd} \geq$	N_{Ed}	
	1184,30 kN	868,0 kN	
	VYHOVUJE	73,3 %	

Sloupy pod vedlejší tribunou

KV1 : KZ1 nebo do KZ31

Vnitřní síly N

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



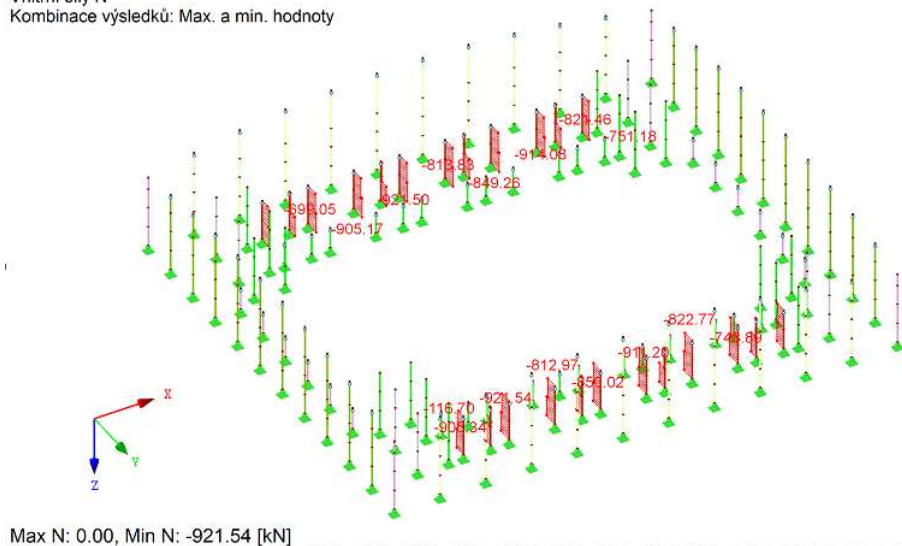
Max N: 0.00, Min N: -533.78 [kN]

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Vzpěr	
KV1	Návrhová síla	$N_{Ed} =$	533,8 kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y =$	355 MPa
	Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M1} =$	1,0
Návrh průřezu:		HEA 180	
Křivka vzpěrnosti	y-y	b $\alpha_y =$	0,34 (-)
	z-z	c $\alpha_z =$	0,49 (-)
A	= 4530 mm ²	$i_y =$	74,5 mm
$L_{cr,y}$	= 3600 mm	$i_z =$	45,2 mm
$L_{cr,z}$	= 3600 mm	$\lambda_1 =$	76,4 (-)
$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$		$\lambda_y =$	48,3 (-)
$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$		$\lambda_z =$	79,6 (-)
$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$		$\bar{\lambda}_y =$	0,63 (-)
$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$		$\bar{\lambda}_z =$	1,04 (-)
$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{A f_y}{\gamma_{M1}}$		$\phi_y =$	0,77 (-)
		$\phi_z =$	1,25 (-)
		$\chi_y =$	0,820 (-)
		$\chi_z =$	0,516 (-)
		$N_{b,Rd} =$	829,42 kN
	$N_{b,Rd}$	\geq	N_{Ed}
	829,42 kN	\geq	533,8 kN
	VYHOVUJE		64,4 %

Sloupy pod hlavní tribunou 2. řada

Návrh na vzpěrnou únosnost s rezervou na moment od excentricity připojení stropnice na pásnici, počítán jako reakce stropnice na rameni $h/2$, kde h je výška průřezu sloupu.
 $M = 6,3 \times 0,1 = 9,63 \text{ kNm}$ – využití na prostý ohyb 4,5%.

KV1 : KZ1 nebo do KZ31
 Vnitřní síly N
 Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Kombinace:

Návrh ocelového prvku - Vzpěr

KV1	Návrhová síla	$N_{Ed} = 921,0 \text{ kN}$
	Materiál	Ocel S355
	Mez kluzu	$f_y = 355 \text{ MPa}$
	Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M1} = 1,0$

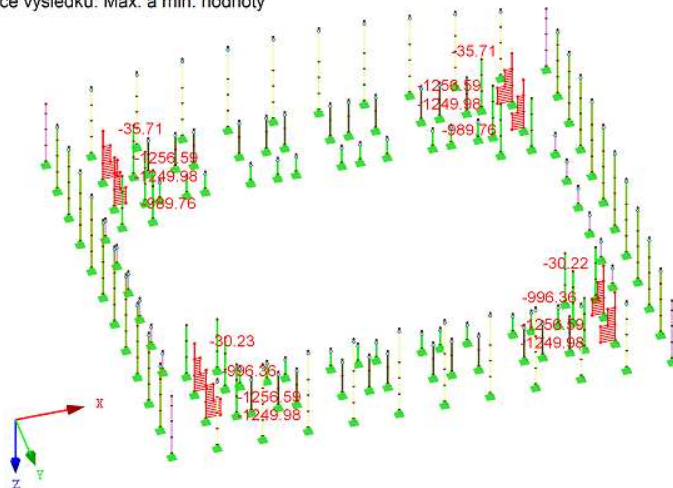
Návrh průřezu:**HEA 200**

Křivka vzpěrnosti	y-y	b	$\alpha_y = 0,34$	(-)
	z-z	c	$\alpha_z = 0,49$	(-)
A	=	5380	mm ²	$i_y = 82,8 \text{ mm}$
$L_{cr,y}$	=	3300	mm	$i_z = 49,8 \text{ mm}$
$L_{cr,z}$	=	3300	mm	$\lambda_1 = 76,4$
$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$			$\lambda_y = 39,9$	(-)
$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$			$\lambda_z = 66,3$	(-)
$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$			$\bar{\lambda}_y = 0,52$	(-)
$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$			$\bar{\lambda}_z = 0,87$	(-)
$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$			$\phi_y = 0,69$	(-)
			$\phi_z = 1,04$	(-)
			$\chi_y = 0,875$	(-)
			$\chi_z = 0,620$	(-)
			$N_{b,Rd} = 1184,30 \text{ kN}$	
	$N_{b,Rd}$	\geq	N_{Ed}	
	1184,30 kN	\geq	921,0 kN	
	VYHOVUJE		77,8 %	

4.4.5.2 Sloupy vnitřní dispozice

Vnitřní sloupy – Návrh na vzpěr, vzpěrná délka brána jako výška patra. Na sloupy jsou excentricky připojeny stropnice z obou stran, navzdory tomu, že stropnice mají různý rozpon (reakce delší stropnice bude vyvolávat větší ohybový moment), jejich účinky jdou proti sobě. Moment jen od připojení další stropnice $M = 110,5 \times 0,11 = 12,2 \text{ kNm}$ – využití na prostý ohyb cca 4,5 %.

KV1 : KZ1 nebo do KZ31
Vnitřní síly N
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max N: 0.00. Min N: -1256.59 [kN]

Kombinace:

Návrh ocelového prvku - Vzpěr

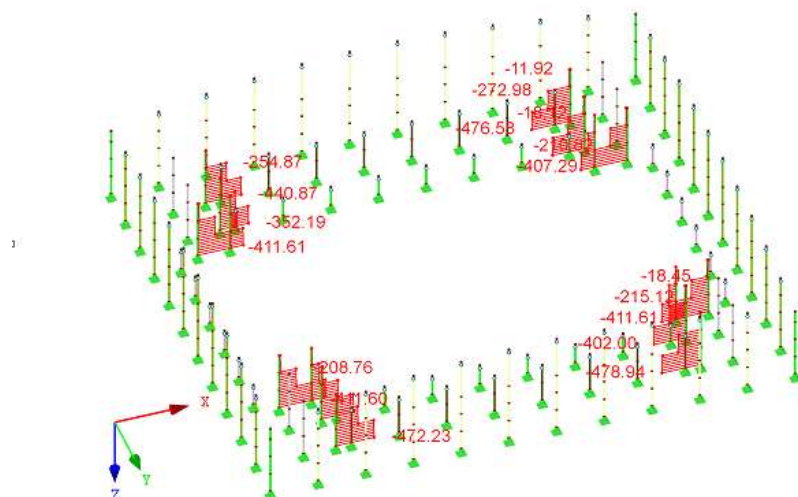
KV1	Návrhová síla	$N_{Ed} = 1257,0 \text{ kN}$
	Materiál	Ocel S355
	Mez kluzu	$f_y = 355 \text{ MPa}$
	Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M1} = 1,0$

Návrh průřezu: HEA 220

Křivka vzpěrnosti	y-y	b	$\alpha_y = 0,34$	(-)
	z-z	c	$\alpha_z = 0,49$	(-)
A	=	6430	mm ²	$i_y = 91,7 \text{ mm}$
$L_{cr,y}$	=	3300	mm	$i_z = 55,1 \text{ mm}$
$L_{cr,z}$	=	3300	mm	$\lambda_1 = 76,4$
$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$				$\lambda_y = 36,0$
$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$				$\lambda_z = 59,9$
$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$				$\bar{\lambda}_y = 0,47$
$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$				$\bar{\lambda}_z = 0,78$
$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$				$\phi_y = 0,66$
				$\phi_z = 0,95$
				$\chi_y = 0,897$
				$\chi_z = 0,672$
				$N_{b,Rd} = 1534,67 \text{ kN}$
				$N_{b,Rd} \geq N_{Ed}$
				1534,67 kN \geq 1257,0 kN
				VYHOVUJE 81,9 %

Krajní sloupy – Posudek na vzpěr, vzpěrná délka 3,3 m. Rezerva na moment od excentricity připojení.

KZ3 : 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.75*ZS4 + 0.9*ZS8 + 0.9*ZS10 + ZS17
 Vnitřní síly N



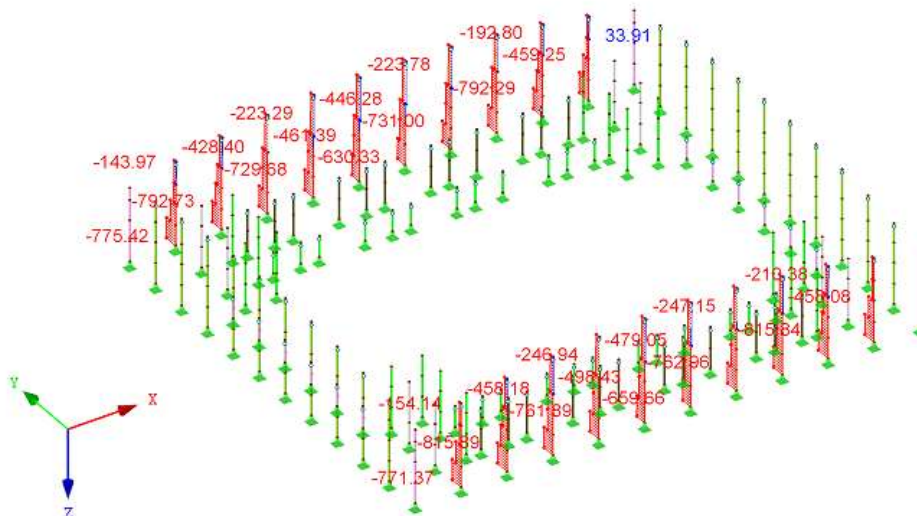
Max N: -5.21. Min N: -478.94 [kN]

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Vzpěr			
KV1	Návrhová síla	N_{Ed}	=	478,0	kN
	Materiál	Ocel		S355	
	Mez kluzu	f_y	=	355	MPa
	Součinitel spolehlivosti	γ_{M1}	=	1,0	
Návrh průřezu:		HEA 180			
Křivka vzpěrnosti	y-y	b	α_y	=	0,34 (-)
	z-z	c	α_z	=	0,49 (-)
A	=	4530	mm^2	i_y	= 74,5 mm
$L_{cr,y}$	=	3300	mm	i_z	= 45,2 mm
$L_{cr,z}$	=	3300	mm	λ_1	= 76,4 (-)
$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$			λ_y	=	44,3 (-)
$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$			λ_z	=	73,0 (-)
$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$			$\bar{\lambda}_y$	=	0,58 (-)
$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$			$\bar{\lambda}_z$	=	0,96 (-)
$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$			ϕ_y	=	0,73 (-)
			ϕ_z	=	1,14 (-)
			χ_y	=	0,847 (-)
			χ_z	=	0,566 (-)
			$N_{b,Rd}$	=	910,47 kN
	$N_{b,Rd}$		\geq	N_{Ed}	
	910,47 kN		\geq	478,0	kN
	VYHOVUJE			52,5	%

4.4.5.3 Sloupy podélné stěny

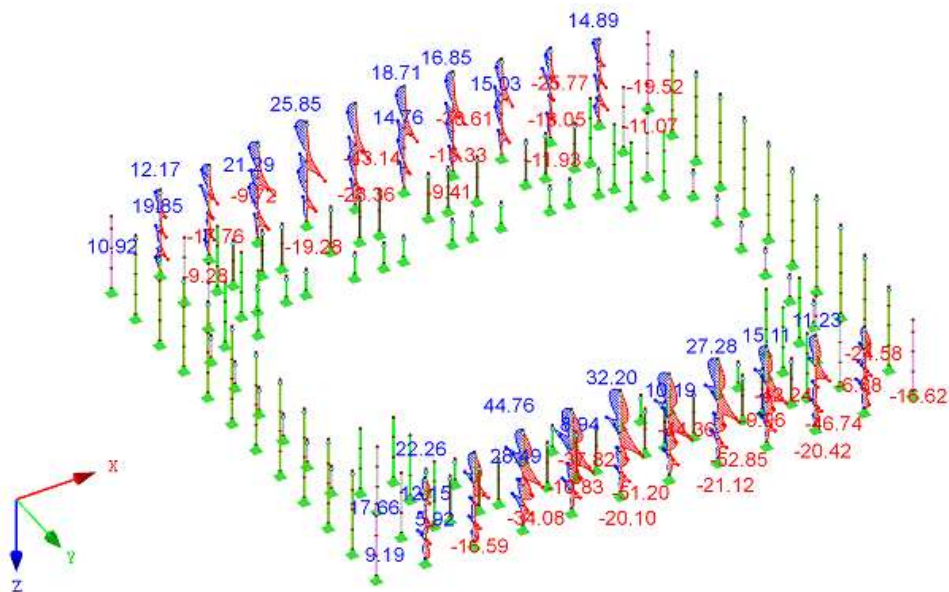
Sloupy podélné stěny jsou proti vybočení k ose y drženy ochozem a dispozicí 1.NP, a tribunami na podélných stěnách haly, k ose z je to pomocí trubek, mezi sloupy na fasádě haly. Sloupy jsou zatíženy osovými silami od zatížení střešní konstrukce a dispozice, dále momenty od větru a momenty od excentricity připojení tribunového nosníku.

KV1 : KZ1 nebo do KZ31
Vnitřní síly N
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max N: 97.46, Min N: -815.89 [kN]

KV1 : KZ1 nebo do KZ31
Vnitřní síly M-y
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max M-y: 44.76, Min M-y: -52.85 [kNm]

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Vzpěr					
KZ3	Návrhová síla	N_{Ed}	=	815,0	kN		
	Materiál	Ocel		S355			
	Mez kluzu	f_y	=	355	MPa		
	Součinitel spolehlivosti	γ_{M1}	=	1,0			
Návrh průřezu:		HEA 240					
Křivka vzpěrnosti	y-y	b	α_y	=	0,34 (-)		
	z-z	c	α_z	=	0,49 (-)		
A	=	7680	mm ²	i_y	=	101,0	mm
$L_{cr,y}$	=	3300	mm	i_z	=	60,0	mm
$L_{cr,z}$	=	3300	mm	λ_1	=	76,4	(-)
$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$		λ_y	=	32,7	(-)		
$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$		λ_z	=	55,0	(-)		
$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$		$\bar{\lambda}_y$	=	0,43	(-)		
$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$		$\bar{\lambda}_z$	=	0,72	(-)		
$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$		ϕ_y	=	0,63	(-)		
		ϕ_z	=	0,89	(-)		
		χ_y	=	0,915	(-)		
		χ_z	=	0,712	(-)		
		$N_{b,Rd}$	=	1942,26	kN		
		$N_{b,Rd}$	\geq	N_{Ed}			
		1942,26 kN	\geq	815,0	kN		
		VYHOVUJE		42,0	%		

Kombinace: **Návrh ocelového prvku - Ohyb s klopením**

KZ3	Návrhový moment	$M_{y,Ed} =$	48,3	kNm
	Materiál	Ocel	S355	
	Mez kluzu	$f_y =$	355	MPa
	Modul pružnosti	$E =$	210	Gpa
	Modul pružnosti ve smyku	$G =$	80,8	GPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} =$	1,0	
	Délka prvku na klopení	$L =$	3,30	m

Návrh průřezu: HEA 240

$I_y =$	7,76E+07	mm ⁴	$h =$	230	mm
$I_z =$	2,77E+07	mm ⁴	$b =$	240	mm
$W_y =$	6,75E+05	mm ³	$t_w =$	7,5	mm
$W_{pl,y} =$	7,44E+05	mm ³	$t_f =$	12,0	mm
$I_t =$	4,17E+05	mm ⁴	$I_w =$	3,29E+11	mm ⁶

Součinitele vzpěrné délky

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

Součinitele

$C_{1,0} =$	1,77
$C_{1,1} =$	1,85
$C_1 =$	1,0
$C_2 =$	1,00

$$k_{wt} = \frac{\pi}{k_w L} \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}}$$

$$k_{wt} = 1,362 \quad [-]$$

Působíště zatížení: **horní povrch**

$$z_g = 115 \quad \text{mm}$$

$$\zeta_g = \frac{\pi z_g}{k_z L} \sqrt{\frac{EI_z}{GI_t}}$$

$$\zeta_g = 1,439 \quad [-]$$

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + k_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g)^2} - (C_2 \zeta_g) \right] \quad \mu_{cr} = 0,781 \quad [-]$$

$$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_t}}{L}$$

$$M_{cr} = 329,0 \quad \text{kNm}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = 0,896$$

Křivka klopení **a**

$$\beta = 0,75$$

$$\alpha_{LT,0} = 0,21$$

$$\bar{\lambda}_{LT,0} = 0,4$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] \quad \phi_{LT} = 0,853$$

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

$$\chi_{LT} = 0,828$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

$$M_{b,Rd} = 218,69 \quad \text{kNm}$$

$$M_{b,Rd} \geq M_{y,Ed}$$

$$218,69 \quad \text{kNm} \geq 48,3 \quad \text{kNm}$$

VYHOVUJE

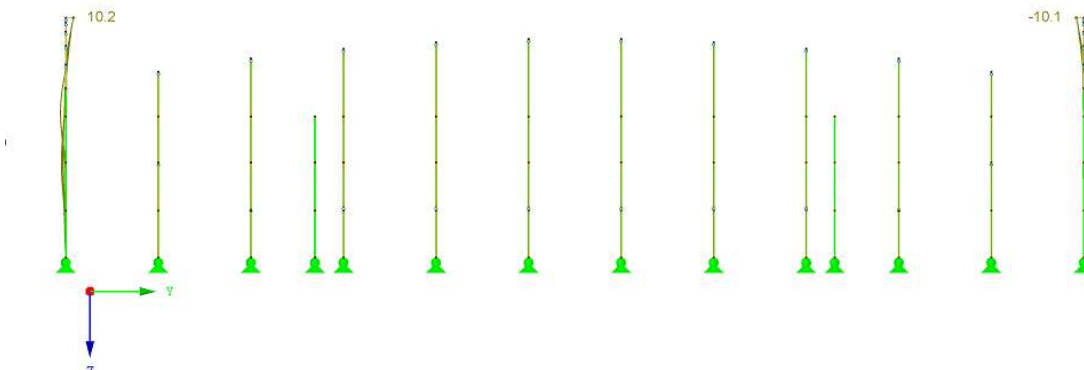
Využití 22,1 %

Kombinace: Návrh ocelového prvku - Ohyb + tlak	
KZ3	Návrhový ohybový moment $M_{y,Ed} = 48$ kNm
	Návrhový ohybový moment $M_{z,Ed} = 1,1$ kNm
	Návrhová osová síla $N_{Ed} = 791$ kN
	Materiál Ocel S355
	Mez kluzu $f_y = 355$ MPa
	Modul pružnosti $E = 210$ Gpa
	Modul pružnosti ve smyku $G = 80,8$ GPa
	Součinitele spolehlivosti $\gamma_{M1} = 1,0$
Návrh průřezu: HEA 240	
$I_y = 7,76E+07$ mm ⁴	$h = 230$ mm
$I_z = 2,77E+07$ mm ⁴	$b = 240$ mm
$W_y = 6,75E+05$ mm ³	$t_w = 7,5$ mm
$W_z = 2,31E+05$ mm ³	$t_f = 12,0$ mm
$I_t = 4,17E+05$ mm ⁴	$d = 164,0$ mm
$I_w = 3,29E+11$ mm ⁶	$A = 7680$ mm ²
Zatížení ohyb + tlak	
Poloha neutrální osy $x = \frac{N_{Ed}}{t_w \cdot f_{yd}}$ $x = 297,09$ mm	
Součinitel α - velikost tlač. oblasti $\alpha = \frac{0,5 \cdot d + x}{d}$ $\alpha = 2,31$	
Stojina $d/t_w = 21,9$	$\leq 34,17$ Třída 3
Pásnice $c/t_f = 7,9$	$\leq 8,14$ Třída 2
Průřez →	Třída 3
VZPĚR	
$X_y = 0,915$ (-)	$X_z = 0,712$ (-)
$\bar{\lambda}_y = 0,43$ (-)	$\bar{\lambda}_z = 0,72$ (-)
KLOPENÍ $\chi_{LT} = 0,828$ (-)	
INTERAKCE TLAKU S OHYBEM	
Char. únosnost průřezu v tlaku $N_{Rk} = 2726,4$ kN	
Char. únosnost v ohybu k ose y $M_{y,Rk} = 239,6$ kNm	
Char. únosnost v ohybu k ose z $M_{z,Rk} = 82,0$ kNm	
Součinitele konstantního momentu	
$C_{my} = 0,6$	$C_{mz} = 0,6$
	$C_{mLT} = 0,6$
Interakční součinitele	
$k_{yy} = C_{my} \left(1 + 0,6 \bar{\lambda}_y \frac{N_{Ed}}{X_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \leq C_{my} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{X_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right)$	
$k_{yy} = 0,649$	$0,649 \leq 0,714$
$k_{zz} = C_{mz} \left(1 + 0,6 \bar{\lambda}_z \frac{N_{Ed}}{X_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \leq C_{mz} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{X_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right)$	
$k_{zz} = 0,706$	$0,706 \leq 0,747$
$k_{yz} = k_{zz}$	
$k_{yz} = 0,706$	
$k_{zy} = \left[1 - \frac{0,05 \bar{\lambda}_z}{C_{mLT} - 0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{X_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right] \geq \left[1 - \frac{0,05}{C_{mLT} - 0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{X_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right]$	
$k_{zy} = 0,958$	$0,958 \leq 0,942$
POSOUZENÍ $\frac{N_{Ed}}{X_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{X_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} \frac{\gamma_{M1}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$	
$0,317 + 0,157 + 0,01$	$\leq 1,0$
	$0,484 \leq 1,0$
VYHOVUJE	
$\frac{N_{Ed}}{X_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{X_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} \frac{\gamma_{M1}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$	
$0,407 + 0,232 + 0,01$	$\leq 1,0$
	$0,649 \leq 1,0$
VYHOVUJE	
$\frac{N_{Ed}}{Y_{M0}} + \frac{M_{y,Ed}}{Y_{M0} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} \frac{\gamma_{M0}}{\gamma_{M0}}} \leq 1,0$	
$0,290 + 0,200 + 0,01$	$\leq 1,0$
	$0,504 \leq 1,0$
VYHOVUJE	

Sloupy podélné stěny - MSP

KV2 : KZ50 nebo KZ59
 Globální deformace u-Y [mm]
 Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Ve směru X



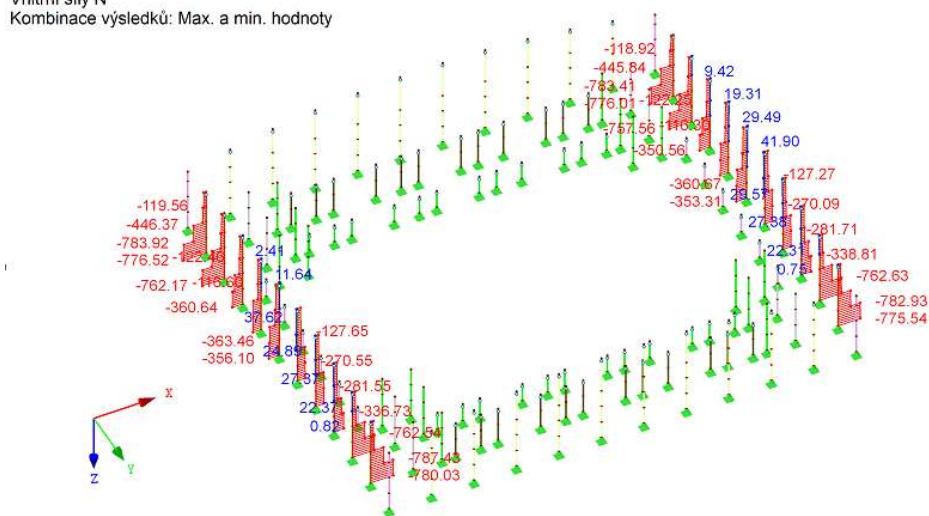
Filtr Pruty: 4-13,15,26-28,30-34,855,1036,1038,1053,1054,1056,1058,1082,1084,1086,1088,1090-1092,1117,1118,1143-1146,1302,1323,
 Součinitel pro deformace: 53.00
 Max u-Y: 10.2, Min u-Y: -10.1 mm

$$u_z = 10,2 \text{ mm} \leq \frac{h}{300} = \frac{6940}{300} = 23,3 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Sloupy příčné stěny – MSÚ

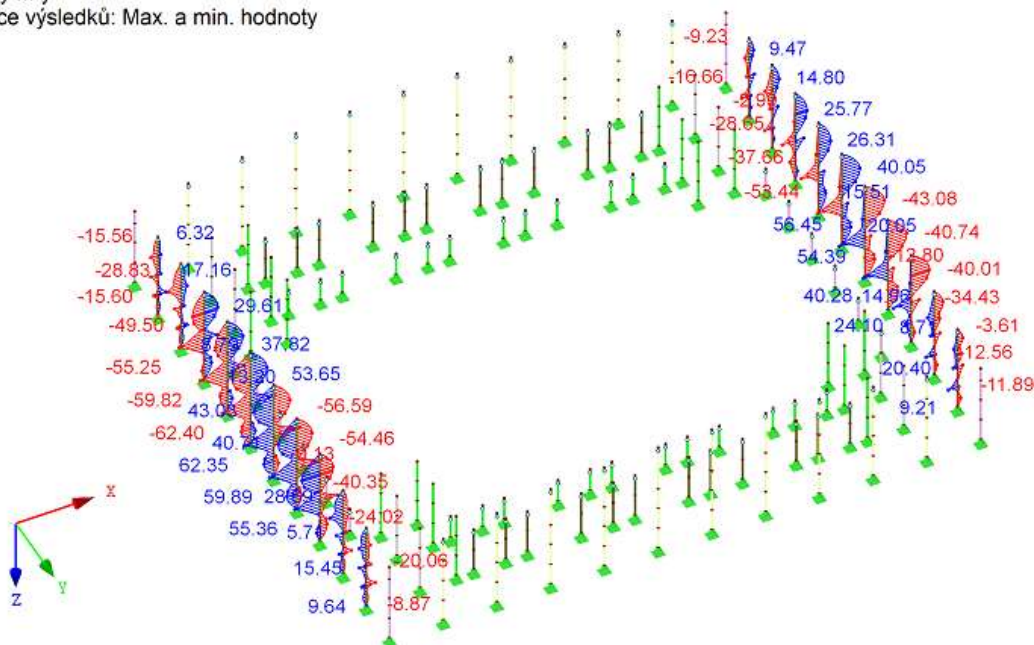
Sloupy posouzeny na kombinaci maximální osově síly a momentu, pro kterou je průřez maximálně využitý. V prostoru tribun je uvažována vzpěrná délka na ohyb k ose z 3,3 m (trubky na fasádě haly) a k ose y 6,7 m, kde je podpora pro sloup až připojená tribuna, v prostoru rohových věží je počítáno se vzpěrnou délkou k obou osám 3,3 m. V rámci momentů je počítáno s vlivem příčných sil větru a vlivem excentricity v připojení průvlaků tribun a vnitřní dispozice.

KV1 : KZ1 nebo do KZ31
 Vnitřní síly N
 Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max N: 50.77, Min N: -787.43 [kN]

KV1 : KZ1 nebo do KZ31
 Vnitřní síly M-y
 Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max M-y: 62.35, Min M-y: -62.40 [kNm]

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Vzpěr	
KZ3	Návrhová síla	$N_{Ed} =$	783,1 kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y =$	355 MPa
	Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M1} =$	1,0
Návrh průřezu:		HEA 260	
Křivka vzpěrnosti	y-y	$b \alpha_y =$	0,34 (-)
	z-z	$c \alpha_z =$	0,49 (-)
A	= 8680 mm ²	$i_y =$	110,0 mm
$L_{cr,y}$	= 3300 mm	$i_z =$	65,0 mm
$L_{cr,z}$	= 3300 mm	$\lambda_1 =$	76,4 (-)
$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$		$\lambda_y =$	30,0 (-)
$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$		$\lambda_z =$	50,8 (-)
$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$		$\bar{\lambda}_Y =$	0,39 (-)
$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$		$\bar{\lambda}_Z =$	0,66 (-)
$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$		$\phi_y =$	0,61 (-)
		$\phi_z =$	0,83 (-)
		$\chi_y =$	0,929 (-)
		$\chi_z =$	0,747 (-)
		$N_{b,Rd} =$	2300,48 kN
$N_{b,Rd} \geq N_{Ed}$			
2300,48 kN		≥ 783,1 kN	
VYHOVUJE		34,0 %	

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Ohyb s klopením	
KZ3	Návrhový moment	$M_{y,Ed} =$	40,9 kNm
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y =$	355 MPa
	Modul pružnosti	$E =$	210 GPa
	Modul pružnosti ve smyku	$G =$	80,8 GPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} =$	1,0
	Délka prvku na klopení	$L =$	3,30 m
	Návrh průřezu:	HEA 260	
	$I_y =$	$1,05E+08 \text{ mm}^4$	$h =$ 250 mm
	$I_z =$	$3,67E+07 \text{ mm}^4$	$b =$ 260 mm
	$W_y =$	$8,36E+05 \text{ mm}^3$	$t_w =$ 7,5 mm
	$W_{pl,y} =$	$9,20E+05 \text{ mm}^3$	$t_f =$ 12,5 mm
	$I_t =$	$5,26E+05 \text{ mm}^4$	$I_w =$ $5,16E+11 \text{ mm}^6$
	Součinitele vzpěrné délky	Součinitele	
	$k_y =$	1,0	$C_{1,0} =$ 1,77
	$k_z =$	1,0	$C_{1,1} =$ 1,85
	$k_w =$	1,0	$C_1 =$ 1,9
			$C_2 =$ 1,00
	$k_{wt} = \frac{\pi}{k_w L} \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}}$	$k_{wt} =$	1,521 [-]
	Působíště zatížení: horní povrch	$z_g =$	125 mm
	$\zeta_g = \frac{\pi z_g}{k_z L} \sqrt{\frac{EI_z}{GI_t}}$	$\zeta_g =$	1,603 [-]
	$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + k_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g)^2} - (C_2 \zeta_g) \right]$	$\mu_{cr} =$	1,522 [-]
	$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_t}}{L}$	$M_{cr} =$	829,0 kNm
	$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$	$\bar{\lambda}_{LT} =$	0,628
	Křivka klopení a	$\alpha_{LT,0} =$	0,21
	$\beta =$ 0,75	$\bar{\lambda}_{LT,0} =$	0,4
	$\phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2]$	$\phi_{LT} =$	0,672
	$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1,0$	$\chi_{LT} =$	0,938
	$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$	$M_{b,Rd} =$	306,34 kNm
	$M_{b,Rd} \geq M_{y,Ed}$		
	306,34 kNm	\geq	40,9 kNm
	VYHOVUJE		13,3 %

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Ohyb + tlak	
KZ3	Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed} = 40,88$	kNm
	Návrhový ohybový moment	$M_{z,Ed} = 2,57$	kNm
	Návrhová osová síla	$N_{Ed} = 750$	kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y = 355$	MPa
	Modul pružnosti	$E = 210$	Gpa
	Modul pružnosti ve smyku	$G = 80,8$	GPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} = 1,0$	
Návrh průřezu:		HEA 260	
	$I_y = 1,05E+08$	$h = 250$	mm
	$I_z = 3,67E+07$	$b = 260$	mm
	$W_y = 8,36E+05$	$t_w = 7,5$	mm
	$W_z = 2,82E+05$	$t_f = 12,5$	mm
	$I_t = 5,26E+05$	$d = 177,0$	mm
	$I_w = 5,16E+11$	$A = 8680$	mm ²
Zatížení ohyb + tlak			
	Poloha neutrální osy	$x = \frac{N_{Ed}}{t_w \cdot f_{yd}}$	$x = 281,69$ mm
	Součinitel α - velikost tlač. oblasti	$\alpha = \frac{0,5 \cdot d + x}{d}$	$\alpha = 2,09$
	Stojina	$d/t_w = 23,6$	$\leq 34,17$ Třída 3
	Pásnice	$c/t_f = 8,2$	$\leq 11,39$ Třída 3
	Průřez	\rightarrow	Třída 3
VZPĚR			
	$\chi_y = 0,929$	(-)	$\chi_z = 0,747$ (-)
	$\bar{\lambda}_y = 0,39$	(-)	$\bar{\lambda}_z = 0,66$ (-)
KLOPENÍ			
		$\chi_{LT} = 0,938$	(-)
INTERAKCE TLAKU S OHYBEM			
	Char. únosnost průřezu v tlaku	$N_{Rk} = 3081,4$	kN
	Char. únosnost v ohybu k ose y	$M_{y,Rk} = 296,8$	kNm
	Char. únosnost v ohybu k ose z	$M_{z,Rk} = 100,1$	kNm
	Součinitele konstantního momentu		
	$C_{my} = 0,6$	$C_{mz} = 0,6$	
		$C_{mLT} = 0,6$	
Interakční součinitele			
	$k_{yy} = C_{my} \left(1 + 0,6 \bar{\lambda}_y \frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \leq C_{my} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right)$		
	$k_{yy} = 0,637$	$0,637 \leq 0,694$	
	$k_{zz} = C_{mz} \left(1 + 0,6 \bar{\lambda}_z \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \leq C_{mz} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right)$		
	$k_{zz} = 0,678$	$0,678 \leq 0,717$	
	$k_{yz} = k_{zz}$		
	$k_{yz} = 0,678$		
	$k_{zy} = \left[1 - \frac{0,05 \bar{\lambda}_z}{C_{mLT} - 0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right] \geq \left[1 - \frac{0,05}{C_{mLT} - 0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right]$		
	$k_{zy} = 0,969$	$0,969 \leq 0,953$	
POSOUZENÍ			
	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$		
	$0,262 + 0,094 + 0,02 \leq 1,0$	$0,373 \leq 1,0$	
VYHOVUJE			
	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$		
	$0,326 + 0,142 + 0,02 \leq 1,0$	$0,486 \leq 1,0$	
VYHOVUJE			
	$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed}}{\gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M0}} \leq 1,0$		
	$0,243 + 0,138 + 0,03 \leq 1,0$	$0,407 \leq 1,0$	
VYHOVUJE			

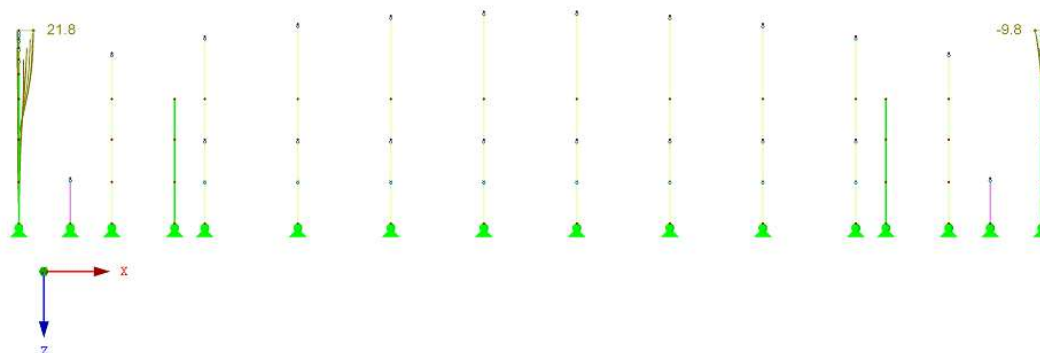
4.4.5.4 Sloupy příčné stěny - MSP

KV2 : KZ50 nebo KZ59

Globální deformace u-X [mm]

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Protí směru osy Y



Filtr Pruty: 16-25,35-44,995-998,1003-1006,1017,1018,1023-1026,1037,1057,1087,1089,1129,1858,1869,1872,1875,1878,1881,1884,189
 Součinitel pro deformace: 53.00
 Max u-X: 21.8, Min u-X: -9.8 mm

$$u_z = 21,8 \text{ mm} \leq \frac{h}{300} = \frac{8960}{300} = 29,7 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

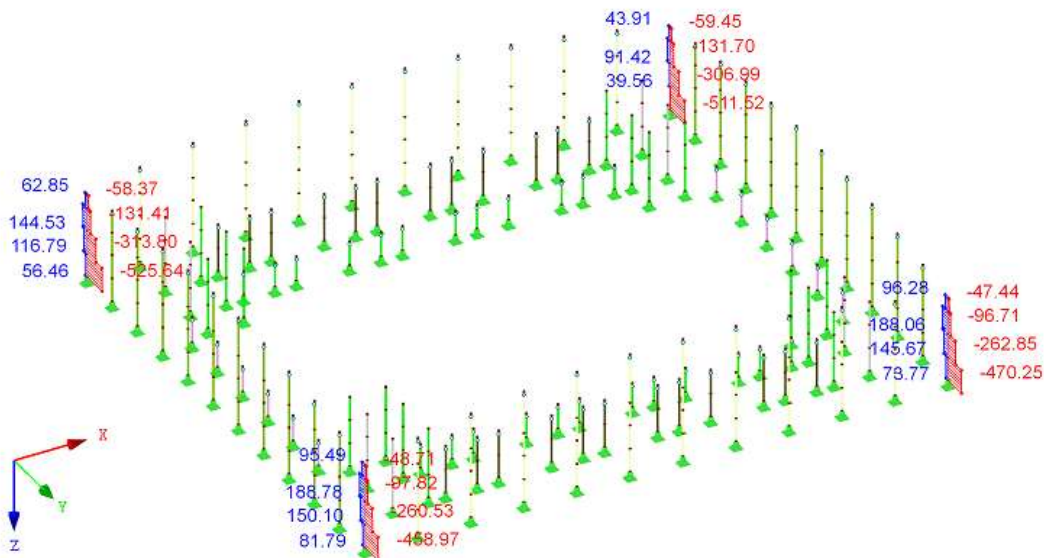
4.4.5.5 Rohové sloupy

Rohový sloup je posouzen na kombinaci tlaku a momentu pro maximální tlakové zatížení.

KV1 : KZ1 nebo do KZ31

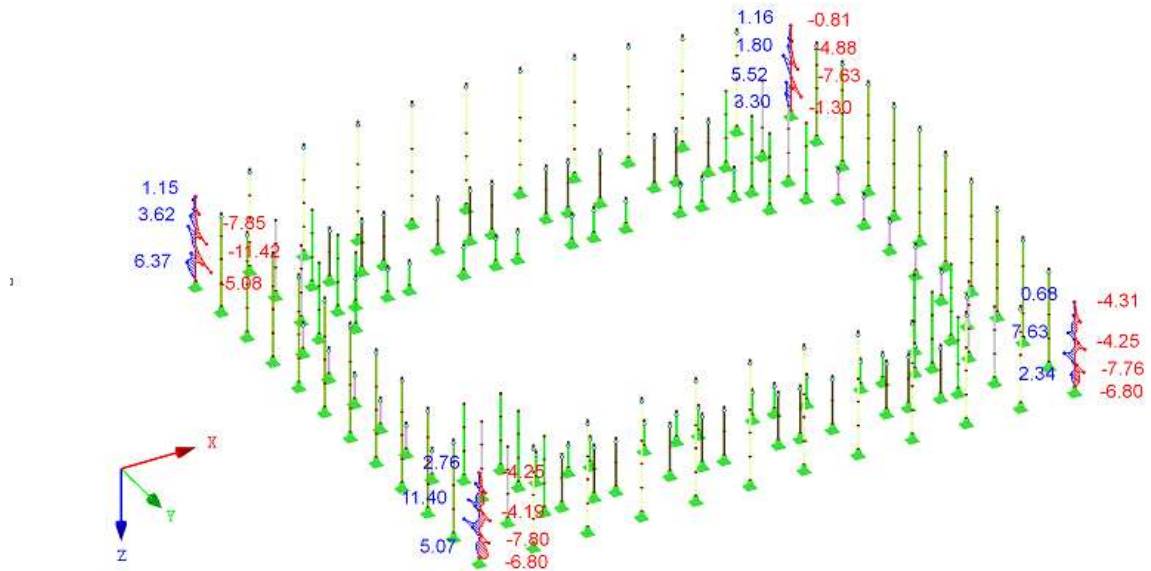
Vnitřní síly N

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



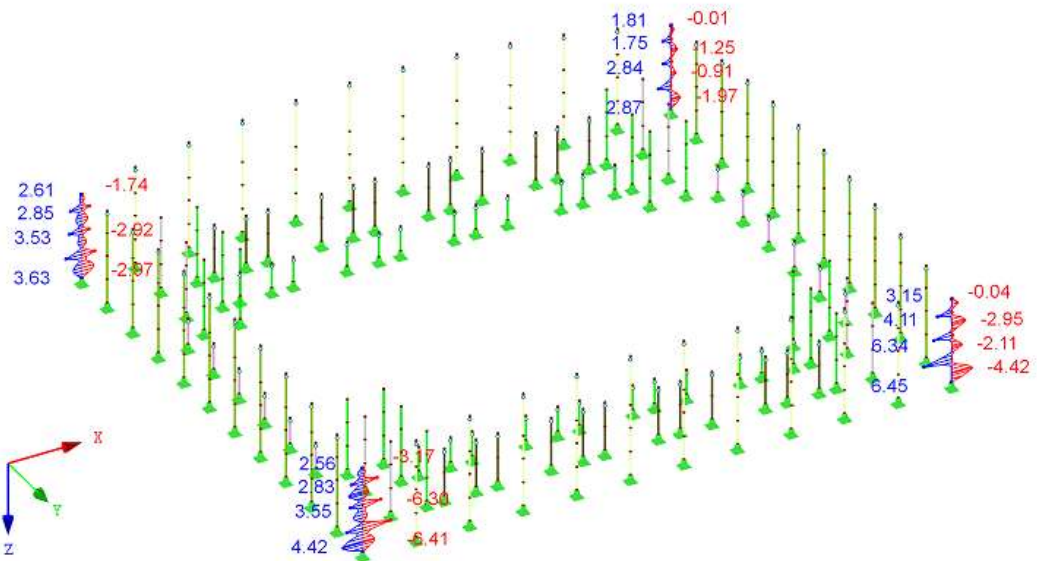
Max N: 188.78, Min N: -525.64 [kN]

KV1 : KZ1 nebo do KZ31
 Vnitřní síly M-y
 Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max $M-y$: 11.40, Min $M-y$: -11.42 [kNm]

KV1 : KZ1 nebo do KZ31
 Vnitřní síly M-z
 Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max $M-z$: 6.45, Min $M-z$: -6.41 [kNm]

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Vzpěr				
KZ4	Návrhová síla	N_{Ed}	=	525,0	kN	
	Materiál	Ocel	=	S355		
	Mez kluzu	f_y	=	355	MPa	
	Součinitel spolehlivosti	γ_{M1}	=	1,0		
	Návrh průřezu:	HEA 180				
	Křivka vzpěrnosti	y-y	b	α_y	= 0,34 (-)	
		z-z	c	α_z	= 0,49 (-)	
	A	=	4530	mm ²	i_y	= 74,5 mm
	$L_{cr,y}$	=	3300	mm	i_z	= 45,2 mm
	$L_{cr,z}$	=	3300	mm	λ_1	= 76,4 (-)
	$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$			λ_y	= 44,3 (-)	
	$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$			λ_z	= 73,0 (-)	
	$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$			$\bar{\lambda}_y$	= 0,58 (-)	
	$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$			$\bar{\lambda}_z$	= 0,96 (-)	
	$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$			Φ_y	= 0,73 (-)	
				Φ_z	= 1,14 (-)	
				χ_y	= 0,847 (-)	
				χ_z	= 0,566 (-)	
				$N_{b,Rd}$	= 910,47 kN	
				$N_{b,Rd}$	$\geq N_{Ed}$	
				910,47 kN	\geq 525,0 kN	
				VYHOVUJE	57,7 %	

Uvažován bezpečně průběh konstantního momentu

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Ohyb s klopením	
KZ4	Návrhový moment	$M_{y,Ed} =$	7,0 kNm
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y =$	355 MPa
	Modul pružnosti	$E =$	210 Gpa
	Modul pružnosti ve smyku	$G =$	80,8 GPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} =$	1,0
	Délka prvku na klopení	$L =$	3,30 m
	Návrh průřezu:	HEA 180	
	$I_y =$	2,51E+07 mm ⁴	$h =$ 171 mm
	$I_z =$	9,25E+06 mm ⁴	$b =$ 180 mm
	$W_y =$	2,94E+05 mm ³	$t_w =$ 6,0 mm
	$W_{pl,y} =$	3,24E+05 mm ³	$t_f =$ 9,5 mm
	$I_t =$	1,49E+05 mm ⁴	$I_w =$ 6,02E+10 mm ⁶
	Součinitele vzpěrné délky		Součinitele
	$k_y =$	1,0	$C_{1,0} =$ 1,00
	$k_z =$	1,0	$C_{1,1} =$ 1,00
	$k_w =$	1,0	$C_1 =$ 1,0
			$C_2 =$ 1,00
	$k_{wt} = \frac{\pi}{k_w L} \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}}$		$k_{wt} =$ 0,976 [-]
	Působíště zatížení: horní povrch		$z_g =$ 85,5 mm
	$\zeta_g = \frac{\pi z_g}{k_z L} \sqrt{\frac{EI_z}{GI_t}}$		$\zeta_g =$ 1,034 [-]
	$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g)^2} - (C_2 \zeta_g) \right]$		$\mu_{cr} =$ 0,704 [-]
	$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_t}}{L}$		$M_{cr} =$ 102,5 kNm
	$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$		$\bar{\lambda}_{LT} =$ 1,059
	Křivka klopení a		$\alpha_{LT,0} =$ 0,21
	$\beta =$ 0,75		$\bar{\lambda}_{LT,0} =$ 0,4
	$\phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2]$		$\phi_{LT} =$ 0,990
	$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1,0$		$\chi_{LT} =$ 0,734
	$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$		$M_{b,Rd} =$ 84,43 kNm
	$M_{b,Rd} \geq M_{y,Ed}$		$84,43 \text{ kNm} \geq 7,0 \text{ kNm}$
	VYHOVUJE		8,3 %

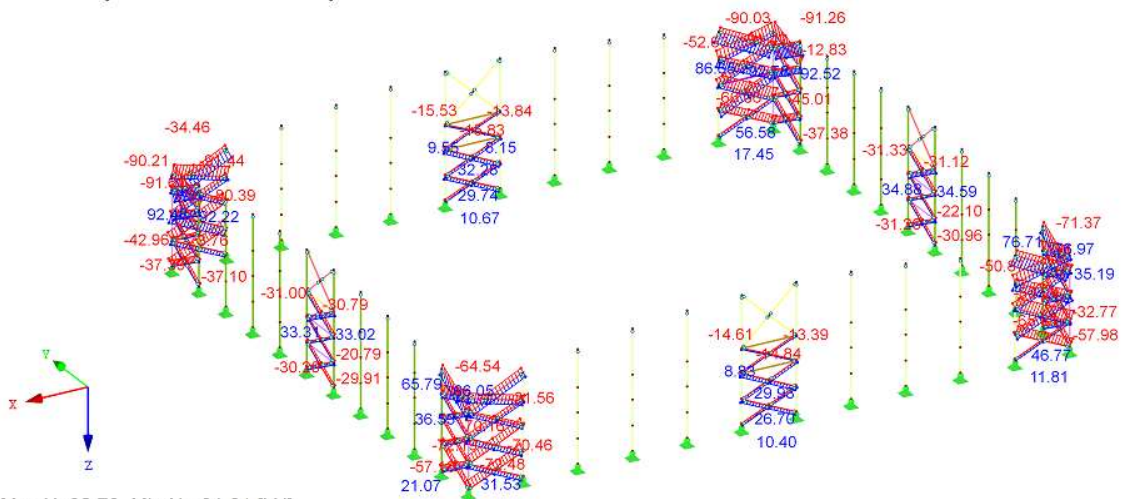
Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Ohyb + tlak	
KZ4	Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed} = 7$	kNm
	Návrhový ohybový moment	$M_{z,Ed} = 1,8$	kNm
	Návrhová osová síla	$N_{Ed} = 525$	kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_y = 355$	MPa
	Modul pružnosti	$E = 210$	Gpa
	Modul pružnosti ve smyku	$G = 80,8$	GPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M1} = 1,0$	
Návrh průřezu:		HEA 280	
	$I_y = 1,37E+08$	$h = 270$	mm
	$I_z = 4,76E+07$	$b = 280$	mm
	$W_y = 1,01E+06$	$t_w = 8,0$	mm
	$W_z = 3,40E+05$	$t_f = 13,0$	mm
	$I_t = 6,24E+05$	$d = 196,0$	mm
	$I_w = 7,85E+11$	$A = 9730$	mm ²
Zatížení ohyb + tlak			
	Poloha neutrální osy	$x = \frac{N_{Ed}}{t_w \cdot f_{yd}}$	$x = 184,86$ mm
	Součinitel α - velikost tlač. oblasti	$\alpha = \frac{0,5 \cdot d + x}{d}$	$\alpha = 1,44$
	Stojina	$d/t_w = 24,5$	$\leq 34,17$ Třída 3
	Pásnice	$c/t_f = 8,6$	$\leq 11,39$ Třída 3
	Průřez	\rightarrow	Třída 3
VZPĚR			
	$\chi_y = 0,784$	(-)	$\chi_z = 0,402$ (-)
	$\bar{\lambda}_y = 0,70$	(-)	$\bar{\lambda}_z = 1,27$ (-)
KLOPENÍ		$\chi_{LT} = 0,734$	(-)
INTERAKCE TLAKU S OHYBEM			
	Char. únosnost průřezu v tlaku	$N_{Rk} = 3454,2$	kN
	Char. únosnost v ohybu k ose y	$M_{y,Rk} = 358,6$	kNm
	Char. únosnost v ohybu k ose z	$M_{z,Rk} = 120,7$	kNm
	Součinitele konstantního momentu	$C_{my} = 1,0$	$C_{mz} = 1,0$
			$C_{mLT} = 1,0$
Interakční součinitele			
	$k_{yy} = C_{my} \left(1 + 0,6 \bar{\lambda}_y \frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \leq C_{my} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right)$		
	$k_{yy} = 1,081$	$1,081$	$\leq 1,116$
	$k_{zz} = C_{mz} \left(1 + 0,6 \bar{\lambda}_z \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \leq C_{mz} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right)$		
	$k_{zz} = 1,227$	$1,288$	$\leq 1,227$
	$k_{yz} = k_{zz}$		
	$k_{yz} = 1,227$		
	$k_{zy} = \left[1 - \frac{0,05 \bar{\lambda}_z}{C_{mLT} - 0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right] \geq \left[1 - \frac{0,05}{C_{mLT} - 0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right]$		
	$k_{zy} = 0,975$	$0,968$	$\leq 0,975$
POSOUZENÍ			
	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0$		
	$0,194 + 0,029 + 0,02$		$\leq 1,0$
		$0,241$	$\leq 1,0$
VYHOVUJE			
	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0$		
	$0,378 + 0,026 + 0,02$		$\leq 1,0$
		$0,422$	$\leq 1,0$
VYHOVUJE			
	$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed}}{\gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M0}} \leq 1,0$		
	$0,152 + 0,020 + 0,01$		$\leq 1,0$
		$0,186$	$\leq 1,0$
VYHOVUJE			

4.3.2.1 Stěnová ztužidla

Stěnová ztužidla se nacházejí v krajních a prostředních polích na každé straně stadionu. Jedná se o trubková křížová ztužidla, jejichž geometrie se odvíjí od výšky pater vnitřní dispozice a tvaru zaoblení střešní konstrukce. Návrh je proveden na vzpěr pro maximální

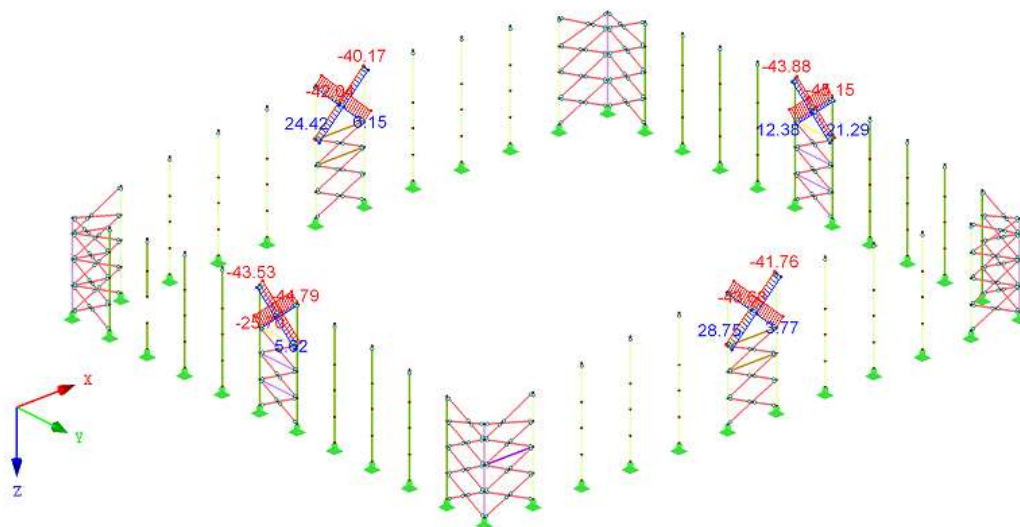
osovou sílu s a největší vzpěrnou délku spočtenou podle $L_{cr} = L_{diag} \sqrt{1 - 0,75 \frac{N_{taž} L_{taž}}{N_{tl} L_{tl}}}$

KV1 : KZ1 nebo do KZ31
 Vnitřní síly N
 Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max N: 92.78, Min N: -91.61 [kN]

KV1 : KZ1 nebo do KZ31
 Vnitřní síly N
 Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max N: 30.39, Min N: -45.15 [kN]

Ztužidla spodních polí

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Vzpěr			
KZ2	Návrhová síla	N_{Ed}	=	73,0	kN
	Materiál	Ocel		S235	
	Mez kluzu	f_y	=	235	MPa
	Součinitel spolehlivosti	γ_{M1}	=	1,0	
Návrh průřezu:		TRk 139,7x4			
Křivka vzpěrnosti	y-y	c	α_y	=	0,49 (-)
	z-z	c	α_z	=	0,49 (-)
A	=	1710	mm ²	i_y	= 48,0 mm
$L_{cr,y}$	=	7312	mm	i_z	= 48,0 mm
$L_{cr,z}$	=	7312	mm	λ_1	= 93,9 (-)
$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$		λ_y	=	152,3	(-)
$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$		λ_z	=	152,3	(-)
$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$		$\bar{\lambda}_y$	=	1,62	(-)
$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$		$\bar{\lambda}_z$	=	1,62	(-)
$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$		ϕ_y	=	2,16	(-)
		ϕ_z	=	2,16	(-)
		χ_y	=	0,278	(-)
		χ_z	=	0,278	(-)
		$N_{b,Rd}$	=	111,74	kN
		$N_{b,Rd}$	\geq	N_{Ed}	
		111,74 kN	\geq	73,0	kN
		VYHOVUJE		65,3	%

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Tah / Prostý tlak			
KV1	Návrhová síla	N_{Ed}	=	92,8	kN
	Materiál	Ocel		S235	
	Mez kluzu	f_y	=	235	MPa
	Součinitele spolehlivosti	γ_{M0}	=	1,0	
Návrh průřezu:		TRk 139,7x4			
A	=	1710	mm ²	$N_{t,Rd}$	= 401,85 kN
$N_{t,Rd} = \frac{Af_y}{\gamma_{M0}}$					
		$N_{t,Rd}$	\geq	N_{Ed}	
		401,85 kN	\geq	92,8	kN
		VYHOVUJE		23,1	%

Stěnové ztužidlo v podélné stěně horní pole, na tah ztužidla bezpečně vyhoví

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Vzpěr			
KZ2	Návrhová síla	N_{Ed}	=	45,2	kN
	Materiál	Ocel		S235	
	Mez kluzu	f_y	=	235	MPa
	Součinitel spolehlivosti	γ_{M1}	=	1,0	
Návrh průřezu:		TRk 139,7x4			
Křivka vzpěrnosti	y-y	c	α_y	=	0,49 (-)
	z-z	c	α_z	=	0,49 (-)
A	=	1710	mm ²	i_y	= 48,0 mm
$L_{cr,y}$	=	8430	mm	i_z	= 48,0 mm
$L_{cr,z}$	=	8430	mm	λ_1	= 93,9 (-)
$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$		λ_y	=	175,6	(-)
$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$		λ_z	=	175,6	(-)
$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$		$\bar{\lambda}_y$	=	1,87	(-)
$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$		$\bar{\lambda}_z$	=	1,87	(-)
$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$		ϕ_y	=	2,66	(-)
		ϕ_z	=	2,66	(-)
		χ_y	=	0,220	(-)
		χ_z	=	0,220	(-)
		$N_{b,Rd}$	=	88,39	kN
		$N_{b,Rd}$	\geq	N_{Ed}	
		88,39 kN	\geq	45,2	kN
		VYHOVUJE		51,1	%

4.4.6 Návrh dalších konstrukčních prvků

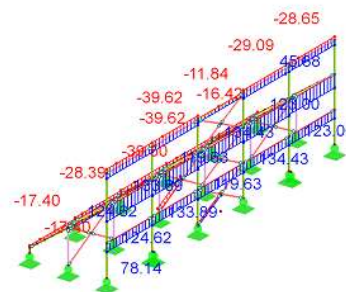
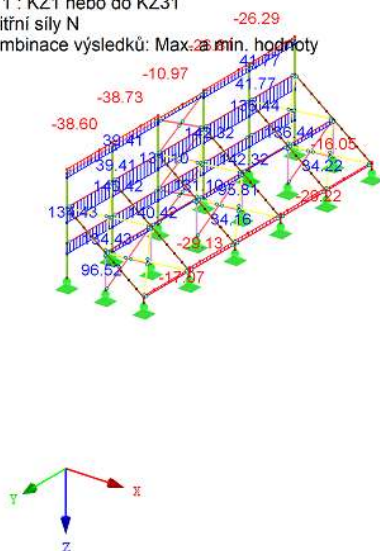
4.4.6.1 Návrh trubek příčné stěny

Prvky pro přenos zatížení mezi stěnovými ztužidly a mezi nosníky tribuny v kratším rozponu haly jsou navrženy na z ocelových trubek TRk 101,6x4 mm. Posudek proveden na vzpěrnou únosnost a únosnost v tahu.

KV1 : KZ1 nebo do KZ31

Vnitřní síly N

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



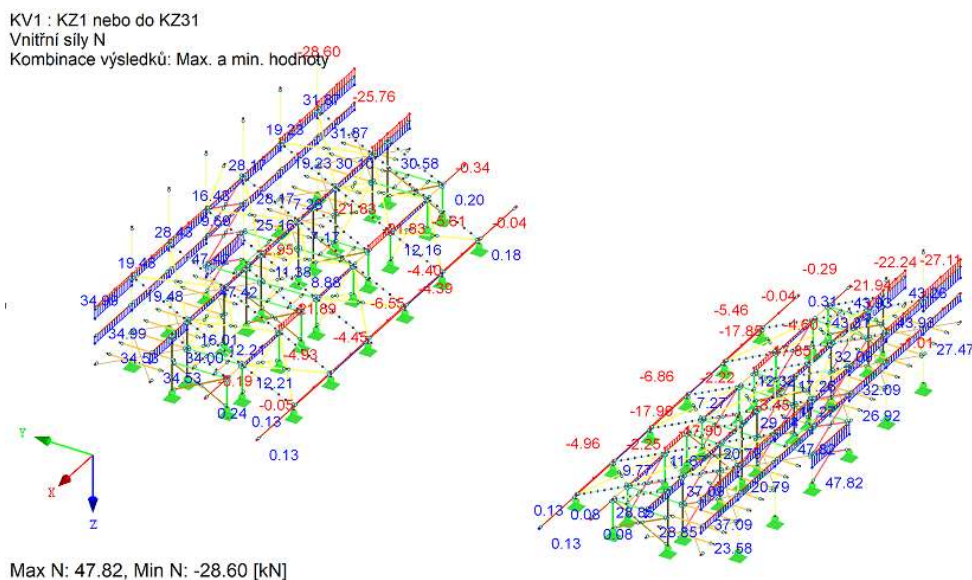
Max N: 142.32, Min N: -46.67 [kN]

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Vzpěr	
KV1	Návrhová síla	$N_{Ed} =$	46,5 kN
	Materiál	Ocel	S235
	Mez kluzu	$f_y =$	235 MPa
	Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M1} =$	1,0
Návrh průřezu:		TRk 101,6x4	
Křivka vzpěrnosti	y-y	c $\alpha_y =$	0,49 (-)
	z-z	c $\alpha_z =$	0,49 (-)
A =	1230 mm ²	$i_y =$	34,5 mm
$L_{cr,y} =$	6500 mm	$i_z =$	34,5 mm
$L_{cr,z} =$	6500 mm	$\lambda_1 =$	93,9 (-)
$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$		$\lambda_y =$	188,4 (-)
$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$		$\lambda_z =$	188,4 (-)
$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$		$\bar{\lambda}_y =$	2,01 (-)
$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$		$\bar{\lambda}_z =$	2,01 (-)
$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{A f_y}{\gamma_{M1}}$		$\phi_y =$	2,95 (-)
		$\phi_z =$	2,95 (-)
		$\chi_y =$	0,195 (-)
		$\chi_z =$	0,195 (-)
		$N_{b,Rd} =$	56,41 kN
	$N_{b,Rd} \geq N_{Ed}$		
	56,41 kN	≥	46,5 kN
	VYHOVUJE		82,4 %

Kombinace:	Návrh ocelového prvku - Tah / Prostý tlak		
KV1	Návrhová síla	$N_{Ed} =$	142,3 kN
	Materiál	Ocel	S235
	Mez kluzu	$f_y =$	235 MPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M0} =$	1,0
	Návrh průřezu:	TRk 101,6x4	
	$A =$	1230	mm ²
	$N_{t,Rd} = \frac{Af_y}{\gamma_{M0}}$	$N_{t,Rd} =$	289,05 kN
	$N_{t,Rd}$	\geq	N_{Ed}
	289,05 kN	\geq	142,3 kN
	VYHOVUJE		49,2 %

4.4.6.2 Návrh trubek podélné stěny

Prvky pro přenos zatížení mezi stěnovými ztužidly a mezi nosníky tribuny v podélném směru stadionu jsou navrženy na z ocelových trubek TRk 114,3x3,2 mm. Posudek proveden na vzpěrnou únosnost a únosnost v tahu.

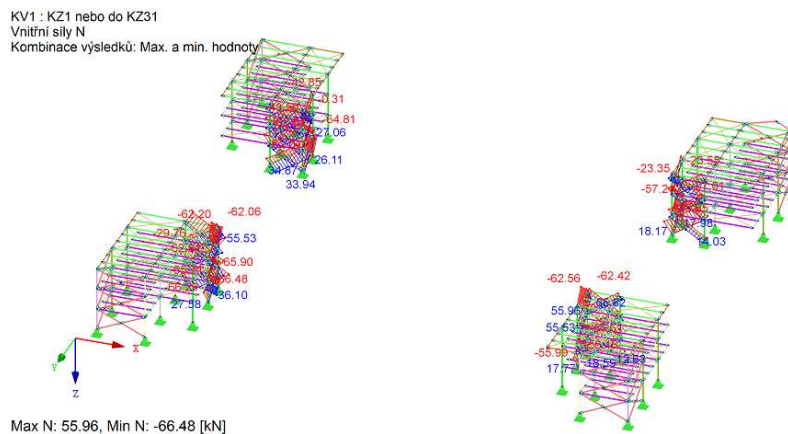


Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Vzpěr			
KV1	Návrhová síla	N_{Ed}	=	29,0	kN
	Materiál	Ocel		S235	
	Mez kluzu	f_y	=	235	MPa
	Součinitel spolehlivosti	γ_{M1}	=	1,0	
	Návrh průřezu:	TRk 114,3x3,2			
	Křivka vzpěrnosti	y-y	c	α_y	= 0,49 (-)
		z-z	c	α_z	= 0,49 (-)
	A	=	1120	mm ²	i_y = 39,3 mm
	$L_{cr,y}$	=	7400	mm	i_z = 39,3 mm
	$L_{cr,z}$	=	7400	mm	λ_1 = 93,9 (-)
	$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$			λ_y	= 188,3 (-)
	$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$			λ_z	= 188,3 (-)
	$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$			$\bar{\lambda}_y$	= 2,00 (-)
	$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$			$\bar{\lambda}_z$	= 2,00 (-)
	$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$			ϕ_y	= 2,95 (-)
				ϕ_z	= 2,95 (-)
				χ_y	= 0,195 (-)
				χ_z	= 0,195 (-)
				$N_{b,Rd}$	= 51,41 kN
		$N_{b,Rd}$	\geq	N_{Ed}	
		51,41 kN	\geq	29,0	kN
		VYHOVUJE		56,4	%

Kombinace:		Návrh ocelového prvku - Tah / Prostý tlak			
KV1	Návrhová síla	N_{Ed}	=	48,0	kN
	Materiál	Ocel		S235	
	Mez kluzu	f_y	=	235	MPa
	Součinitele spolehlivosti	γ_{M0}	=	1,0	
	Návrh průřezu:	TRk 114,3x3,2			
	A	=	1120	mm ²	
	$N_{t,Rd} = \frac{Af_y}{\gamma_{M0}}$			$N_{t,Rd}$	= 263,20 kN
		$N_{t,Rd}$	\geq	N_{Ed}	
		263,20 kN	\geq	48,0	kN
		VYHOVUJE		18,2	%

4.4.6.3 Ztužidla rohových věží

Ztužení vnitřní dispozice – Rohové věže jsou ztuženy svislými stěnovými ztužidly, které se nachází na vnitřním rohu věží.



Kombinace:

Návrh ocelového prvku - Vzpěr

KZ15	Návrhová síla	$N_{Ed} = 66,0$	kN
	Materiál	Ocel	S235
	Mez kluzu	$f_y = 235$	MPa
	Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M1} = 1,0$	

Návrh průřezu:**TRk 101,6x4**

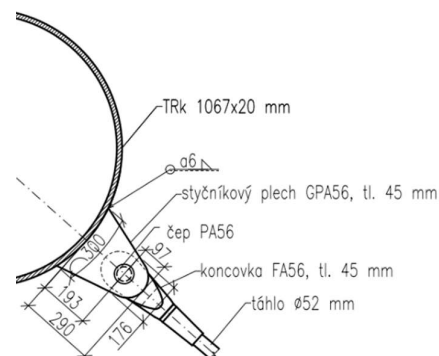
Křivka vzpěrnosti	y-y	c	$\alpha_y = 0,49$	(-)
	z-z	c	$\alpha_z = 0,49$	(-)
A	=	1230	mm ²	
$L_{cr,y}$	=	4660	mm	
$L_{cr,z}$	=	4660	mm	
$\lambda_i = \frac{L_{cr,i}}{i_i}$			$\lambda_y = 135,1$	(-)
$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$			$\lambda_z = 135,1$	(-)
$\phi_i = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$			$\bar{\lambda}_y = 1,44$	(-)
$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1,0$			$\bar{\lambda}_z = 1,44$	(-)
$N_{b,Rd} = \chi_{min} \frac{Af_y}{\gamma_{M1}}$			$\phi_y = 1,84$	(-)
			$\phi_z = 1,84$	(-)
			$\chi_y = 0,335$	(-)
			$\chi_z = 0,335$	(-)
			$N_{b,Rd} = 96,95$	kN
	$N_{b,Rd}$	\geq	N_{Ed}	
	96,95 kN	\geq	66,0	kN
	VYHOVUJE		68,1	%

5. Návrh vybraných detailů

5.1 Přípoj táhla na oblouk

Přípoj táhla na oblouk proveden pro maximální tahovou sílu v lanu. Lano M56 je připojeno k trubce oblouku přes styčnickový plech GPA56 tl. 45 mm, s rozměry dle technického listu výrobce. Posouzen je svar styčnickového plechu k trubce oblouku a únosnost styčnicku se styčnickovým plechem.

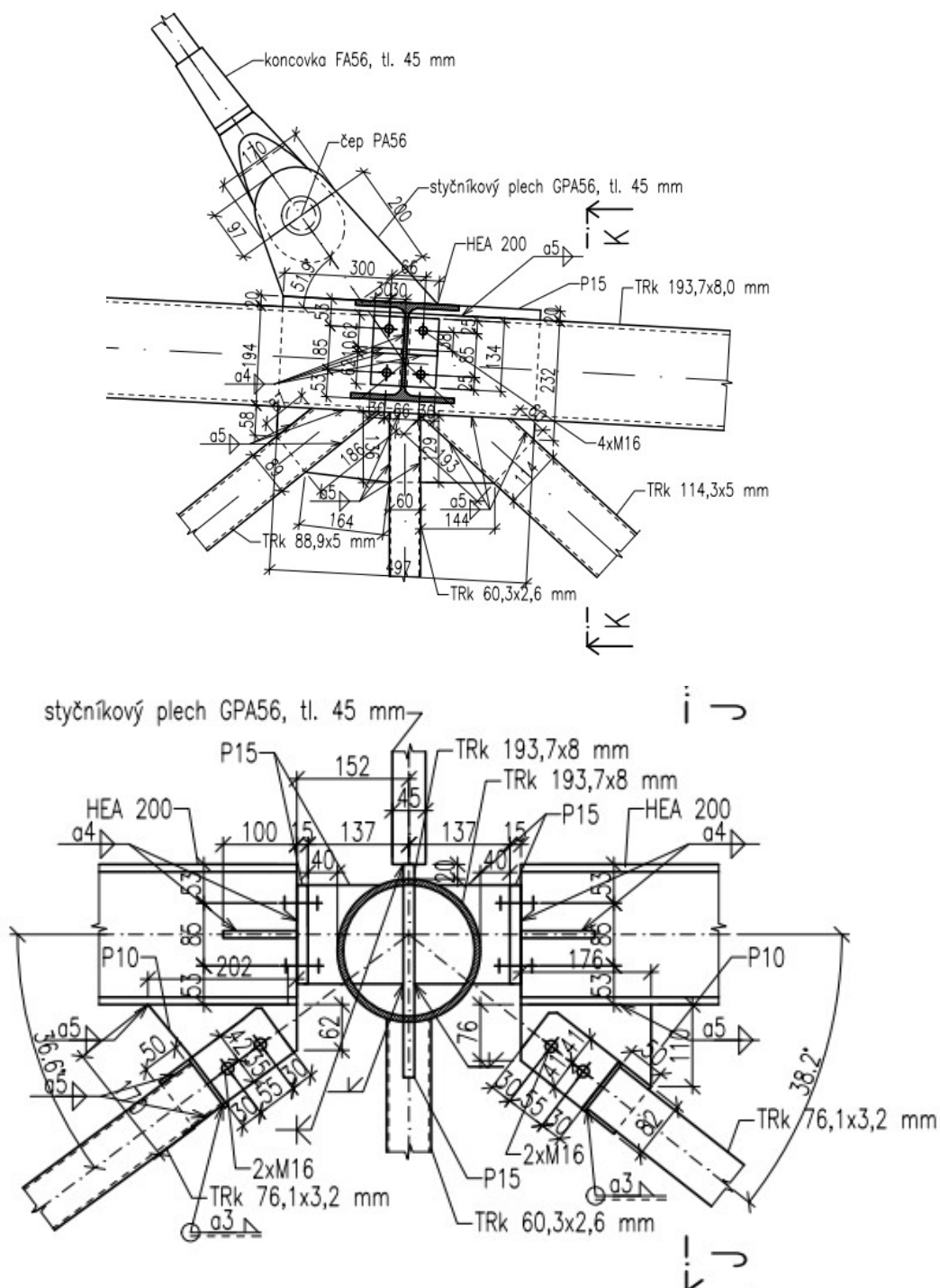
Únosnost svaru	
Návrhová síla	$F_{Ed} = 645,0$ kN
Úhel	$\alpha = 90$ °
Složka F_{Ed} kolmo na svar	$F_{v,Ed} = 645,0$ kN
Složka F_{Ed} rovnoběžně se svarem	$F_{h,Ed} = 0,0$ kN
Materiál	Ocel S355
Mez pevnosti oceli	$f_u = 490$ MPa
	$\gamma_{M2} = 1,25$
Korekční součinitel	$\beta_w = 0,9$ mm
Návrh svaru	2 x koutový svar
Účinný rozměr svaru	$a = 6$ mm
Délka svaru	$L_w = 300$ mm
Plocha svaru	$A_w = 3600$ mm ²
	$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 126,69$ MPa
	$\tau_{\parallel} = 0,00$ MPa
Posouzení svaru	$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$
	253,38 MPa ≤ 436 MPa
	VYHOVUJE 58,2 %
	$\sigma_{\perp} \leq \frac{0,9 f_u}{\gamma_{M2}}$
	126,69 MPa ≤ 353 MPa
	VYHOVUJE 35,9 %



Kombinace:		Únosnost styčníků se styčnickovými plechy	
KZ7	Návrhová síla	$F_{Ed} =$	645,0 kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_{y0} =$	355 MPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M5} =$	1,0
	Síla v pásu	$N_{0,Ed} =$	7551,6 kN
	Moment v pásu	$M_{0,Ed} =$	61,7 kNm
	Průřez pásu	TRk 1067x20	
	$W_y = 2,0 \cdot 10^7 \text{ mm}^3$	$A =$	65800 mm ²
	$t_0 = 20,0 \text{ mm}$	$d_0 =$	1067,0 mm
	$\sigma_{p,Ed} = N_{0,Ed}/A + M_{0,Ed}/W_y$	$\sigma_{p,Ed} =$	118,42 MPa
	$n_p = \sigma_{p,Ed}/f_{y0}$	$n_p =$	0,3
	$k_p = 1 - 0,3n_p(1 + n_p) \leq 1,0$	$k_p =$	0,9
	$b_i = 300,0 \text{ mm}$	$t_i =$	45,0 mm
	$\beta = b_i/d_0$	$\beta =$	0,28 < 4,0
Porušení povrchu pásu			
	$N_{i,Rd} = k_p t_0^2 (4 + 20\beta^2) \frac{f_{y0}}{\gamma_{M5}}$	$N_{i,Rd} =$	1184,14 kN
	$N_{i,Rd}$	\geq	F_{Ed}
	1184,14 kN	\geq	645,0 kN
	VYHOVUJE		54,5 %
Porušení prolomení smykem			
	$\sigma_{max} t_i = (N_{Ed}/A_i) t_i$	$N_{i,Rd} =$	2150,00 MPa
	$\sigma_{max} t_i$	\leq	$2t_0(f_{y0}/\sqrt{3})/\gamma_{M5}$
	2150,00 N/mm	\leq	8198,4 N/mm
	VYHOVUJE		26,2 %

5.2 Styčník vazníku s napojením táhla

Vzhledem k vysokým tahovým silám by nevyhovělo obyčejné přivaření styčnickového plechu ke stěně trubky horního pásu vazníku, z tohoto důvodu bude do horního pásu navařený plech k roznošení sil do konstrukce. Navařený plech bude tvořit svařenec na sebe kolmých plechů, u kterého kolmé plech budou sloužit k přenosu tahových a tlakových sil z vaznic.



1) Přípoj diagonály podélného svislého ztužidla k vaznici

Návrh proveden pro maximální normálovou sílu 94,13 kN.

Posudek svaru plechu vloženého do trubky svislého ztužidla

Únosnost svaru		
Návrhová síla	$F_{Ed} =$	95,0 kN
Úhel	$\alpha =$	0 °
Složka F_{Ed} kolmo na svar	$F_{v,Ed} =$	0,0 kN
Složka F_{Ed} rovnoběžně se svarem	$F_{h,Ed} =$	95,0 kN
Materiál	Ocel	S355
Mez pevnosti oceli	$f_u =$	490 MPa
	$\gamma_{M2} =$	1,25
Korekční součinitel	$\beta_w =$	0,9 mm
Návrh svaru		4 x koutový svar
Účinný rozměr svaru	$a =$	3 mm
Délka svaru	$L_w =$	50 mm
Plocha svaru	$A_w =$	600 mm ²
$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{F_{v,Ed}}{A_w}$	$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} =$	0,00 MPa
$\tau_{\parallel} = \frac{F_{h,Ed}}{A_w}$	$\tau_{\parallel} =$	158,33 MPa
Posouzení svaru	$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$	
	274,24 MPa	\leq 436 MPa
	VYHOVUJE	63,0 %

Posouzení svaru plechu k pásnici vaznice

Únosnost svaru		
Návrhová síla	$F_{Ed} =$	95,0 kN
Úhel	$\alpha =$	36,6 °
Svislá složka síly F_{Ed}	$F_{v,Ed} =$	56,6 kN
Vodorovná složka síly F_{Ed}	$F_{h,Ed} =$	76,3 kN
Excentricita	$e =$	125 mm
Moment	$M =$	11,88 kNm
Mez pevnosti oceli	$f_u =$	490 MPa
	$\gamma_{M2} =$	1,25
Korekční součinitel	$\beta_w =$	0,9 mm
Návrh svaru		2 x koutový svar
Účinný rozměr svaru	$a =$	5 mm
Délka svaru	$L_w =$	202 mm
Plocha svaru	$A_w =$	2020 mm ²
Průřezový modul svaru	$W_w =$	68006,7 mm ³
$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{F_{h,Ed}}{A_w} + \frac{M}{W_w}$	$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} =$	143,30 MPa
$\tau_{\parallel} = \frac{F_{v,Ed}}{A_w}$	$\tau_{\parallel} =$	28,04 MPa
Posouzení svaru	$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$	
	290,68 MPa	\leq 436 MPa
	VYHOVUJE	66,7 %
	$\sigma_{\perp} \leq \frac{0,9 f_u}{\gamma_{M2}}$	
	143,30 MPa	\leq 353 MPa
	VYHOVUJE	40,6 %

Posouzení šroubového spoje diagonály svislého ztužidla

Únosnost šroubového přípoje			
Návrhová síla	$F_{Ed} =$	95	kN
Návrh šroubů	2 x M16	8.8	
Mez kluzu šroubu	$f_{y,b} =$	640	MPa
Mez pevnosti šroubu	$f_{u,b} =$	800	MPa
Průměr šroubu	$d =$	16	mm
Průměr otvoru	$d_0 =$	18	mm
Plocha jádra šroubu	$A_s =$	157	mm ²
Rozteče šroubů			
$p_1 =$	55	mm	
	$e_1 =$	30	mm
	$e_2 =$	42	mm
Materiál	Ocel	S355	
Tloušťka plechu/stojiny	$t_p =$	10	mm
Mez pevnosti plechu	$f_u =$	490	MPa
$k_1 =$	2,50		
	$\alpha_b =$	0,56	
	$\alpha_v =$	0,6	
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M2} =$	1,25	
Únosnost ve stříhu	počet stříh. ploch	1	
$F_{v,Rd} = n_{stříh.} \frac{\alpha_v f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$	$n F_{v,Rd}$	$F_{v,Rd} =$	60,29 kN
		\geq	F_{Ed}
		120,58 kN	\geq 95,0 kN
VYHOVUJE			78,8 %
Únosnost v otláčení			
$F_{b,Rd} = \frac{k_1 f_u a_b d t}{\gamma_{M2}}$	$n F_{b,Rd}$	$F_{b,Rd} =$	87,11 kN
		\geq	F_{Ed}
		174,22 kN	\geq 95,0 kN
VYHOVUJE			54,5 %

2) Přípoj vaznice k styčnickovému plechu

Přípoj navržen na maximální tah ve vaznici 300,5 kN, maximální posouvající sílu ve vaznici 26,17 kN a na příspěvek od maximálního tahu ve svislém střešním ztužidle připojeném k vaznici 61,9 kN. Vzhledem k tomu, že se úhly připojení liší pro každý styčnick bude uvažováno se úhlem připojení vyvozující maximální svislou a vodorovnou složku.

Návrhové síly – Tah = $300,5 + 61,9 \cos(31,4) = 353,4$ kN

– Smyk = $26,17 + 61,9 \sin(39,6) = 65,6$ kN

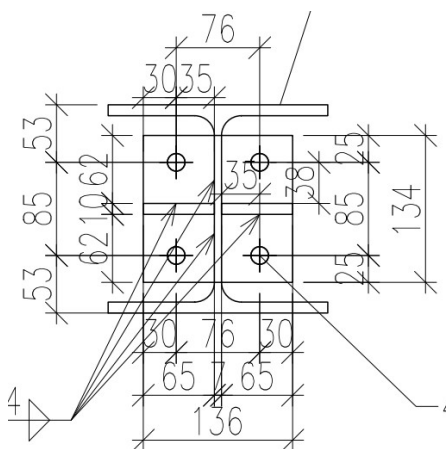
Návrh svaru vaznice s výztuhami k plechu

Uvažován svar stojiny nosníku přenos smykových sil a svar k výztuhám pro přenos tahových sil.

Únosnost svaru			
Složka F_{Ed} kolmo na svar	$F_{v,Ed} =$	0,0	kN
Složka F_{Ed} rovnoběžně se svarem	$F_{h,Ed} =$	65,6	kN
Materiál	Ocel	S355	
Mez pevnosti oceli	$f_u =$	490	MPa
	$\gamma_{M2} =$	1,25	
Korekční součinitel	$\beta_w =$	0,9	mm
Návrh svaru	2 x koutový svar		
Účinný rozměr svaru	$a =$	4	mm
Délka svaru	$L_w =$	124	mm
Plocha svaru	$A_w =$	992	mm ²
$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{F_{v,Ed}}{A_w}$	$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} =$	0,00	MPa
$\tau_{\parallel} = \frac{F_{h,Ed}}{A_w}$	$\tau_{\parallel} =$	66,13	MPa
Posouzení svaru	$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$		
	114,54	MPa	\leq 436 MPa
VYHOVUJE		26,3	%
	$\sigma_{\perp} \leq \frac{0,9f_u}{\gamma_{M2}}$		
	0,00	MPa	\leq 353 MPa
VYHOVUJE		0,0	%

Únosnost svaru			
Složka F_{Ed} kolmo na svar	$F_{v,Ed} =$	353,4	kN
Složka F_{Ed} rovnoběžně se svarem	$F_{h,Ed} =$	0,0	kN
Materiál	Ocel	S355	
Mez pevnosti oceli	$f_u =$	490	MPa
	$\gamma_{M2} =$	1,25	
Korekční součinitel	$\beta_w =$	0,9	mm
Návrh svaru	4 x koutový svar		
Účinný rozměr svaru	$a =$	4	mm
Délka svaru	$L_w =$	100	mm
Plocha svaru	$A_w =$	1600	mm ²
$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{F_{v,Ed}}{A_w}$	$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} =$	156,18	MPa
$\tau_{\parallel} = \frac{F_{h,Ed}}{A_w}$	$\tau_{\parallel} =$	0,00	MPa
Posouzení svaru	$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$		
	312,36	MPa	\leq 436 MPa
VYHOVUJE		71,7	%
	$\sigma_{\perp} \leq \frac{0,9f_u}{\gamma_{M2}}$		
	156,18	MPa	\leq 353 MPa
VYHOVUJE		44,3	%

Posouzení čelní desky



Čelní deska páčení

Návrhová síla	$F_{t,Ed} =$	354,4 kN
Počet šroubů		4
Geometrie přípoje	$m_2 =$	33,5 mm
$m = e_1 - 0,8a\sqrt{2}$	$m =$	30,5 mm
$n = \min(e, 1,25m)$	$n =$	30 mm
	$e =$	30 mm
	$e_1 =$	25 mm
Velikost svaru	$a =$	4 mm
Tloušťka čelní desky	$t =$	15 mm
	$\lambda_1 =$	0,50
	$\lambda_2 =$	0,55
	$\alpha =$	5,6
Materiál	Ocel	S355
Mez kluzu	$f_y =$	355 MPa
Mez pevnosti	$f_u =$	490 MPa
Modul pružnosti	$E =$	210 Gpa
Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M0} =$	1,0
	$\gamma_{M2} =$	1,25
Návrh šroubů	M16	Materiál: 10.9
Průměr šroubu	$d =$	16 mm
Plocha díku šroubu	$A_s =$	157 mm ²
Průměr hlavičky šroubu	$d_w =$	26,75 mm
Mez kluzu šroubu	$f_{yb} =$	640 MPa
Mez pevnosti šroubu	$f_{ub} =$	1000 MPa
Únosnost 1 šroubu v tahu	$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$	
	$F_{t,Rd} =$	113,04 kN

Posouzení T profilu

Výpočet efektivních délek

$l_{eff,cp} = 2\pi m$	$l_{eff,cp} =$	191,48 mm
$l_{eff,nc} = \pi m + 2e_1$	$l_{eff,nc} =$	145,74 mm
$l_{eff,nc} = e_1 + am - (2m + 0,625e)$	$l_{eff,nc} =$	115,96 mm
$l_{eff1} = \min(l_{eff,cp}, l_{eff,nc})$	$l_{eff1} =$	115,96 mm
$l_{eff2} = \min(l_{eff,nc})$	$l_{eff2} =$	115,96 mm
$M_{pl,Rd,1} = 0,25l_{eff1} \cdot t^2 \cdot f_y / \gamma_{M0}$	$M_{pl,1,Rd} =$	2,32 kNm
$M_{pl,Rd,2} = 0,25l_{eff2} \cdot t^2 \cdot f_y / \gamma_{M0}$	$M_{pl,2,Rd} =$	2,32 kNm

Způsoby porušení

Únosnost na 1 řady šroubů počet řad 2

1. Způsob porušení plastizace čelní desky

$$F_{Rd,1} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m} \quad F_{Rd,1} = 303,93 \text{ kN}$$

2. Způsob porušení - porušení čelní desky a šroubů

$$F_{Rd,2} = \frac{2M_{pl,1,Rd} + \Sigma F_{t,Rd} \cdot n}{(m + n)} \quad F_{Rd,2} = 188,73 \text{ kN}$$

3. Způsob porušení - porušení šroubů

$$F_{Rd,3} = \Sigma F_{t,Rd} \quad F_{Rd,3} = 226,08 \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = \min(F_{Rd,1}, F_{Rd,2}, F_{Rd,3}) \quad F_{t,Rd} = 188,73 \text{ kN}$$

$$\begin{array}{l} n \cdot F_{t,Rd} \geq N_{t,1,Ed} \\ 377,46 \text{ kN} \geq 354,4 \text{ kN} \end{array}$$

VYHOVUJE	93,9 %
----------	--------

Posouzení šroubů na stříh a otačení

Únosnost šroubového přípoje			
Návrhová síla	$F_{Ed} =$	65,6	kN
Návrh šroubů	4 x	M16	8.8
Mez kluzu šroubu	$f_{y,b} =$	640	MPa
Mez pevnosti šroubu	$f_{u,b} =$	800	MPa
Průměr šroubu	$d =$	16	mm
Průměr otvoru	$d_0 =$	18	mm
Plocha jádra šroubu	$A_s =$	157	mm ²
Rozteče šroubů			
$p_1 =$	85	mm	
$p_2 =$	66	mm	
Materiál	Ocel	S355	
Tloušťka plechu/stojiny	$t_p =$	15	mm
Mez pevnosti plechu	$f_u =$	490	MPa
$k_1 =$	2,50		
	$\alpha_b =$	0,46	
	$\alpha_v =$	0,6	
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{m2} =$	1,25	
Únosnost ve stříhu	počet stříh. ploch	1	
$F_{v,Rd} = n_{stříh.} \frac{\alpha_v f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$	$n F_{v,Rd}$	\geq	F_{Ed}
	241,15 kN	\geq	65,6 kN
VYHOVUJE			27,2 %
Únosnost v otačení			
$F_{b,Rd} = \frac{k_1 f_u a_b d t}{\gamma_{M2}}$	$n F_{b,Rd}$	\geq	F_{Ed}
	435,56 kN	\geq	65,6 kN
VYHOVUJE			15,1 %

Posudek šroubů na kombinaci stříhu a tahu

Kombinace tahu a stříhu			
Návrhová síla tah	$F_{h,Ed} =$	354,4	kN
Návrhová síla smyk	$F_{v,Ed} =$	65,6	kN
Únosnost v tahu	$F_{t,Rd} =$	452,16	kN
Únosnost ve smyku	$F_{v,Rd} =$	251,20	kN
	$\frac{F_{vEd}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{tEd}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1,0$		
0,26	+	0,56	$\leq 1,0$
	0,82		$\leq 1,0$
VYHOVUJE			

3) Návrh připojení mezipásových prutů k navařenému plechu

Posudek svarů diagonál vazníku k plechu tak aby přenesly maximální zatížení, pro diagonály je to 390 kN a pro svislici 48 kN.

Pro diagonály svar minimální délky 400 mm

Únosnost svaru	
Návrhová síla	$F_{Ed} = 390,0 \text{ kN}$
Úhel	$\alpha = 0^\circ$
Složka F_{Ed} kolmo na svar	$F_{v,Ed} = 0,0 \text{ kN}$
Složka F_{Ed} rovnoběžně se svarem	$F_{h,Ed} = 390,0 \text{ kN}$
Materiál	Ocel S355
Mez pevnosti oceli	$f_u = 490 \text{ MPa}$
	$\gamma_{M2} = 1,25$
Korekční součinitel	$\beta_w = 0,9 \text{ mm}$
Návrh svaru	1 x koutový svar
Účinný rozměr svaru	$a = 5 \text{ mm}$
Délka svaru	$L_w = 400 \text{ mm}$
Plocha svaru	$A_w = 2000 \text{ mm}^2$
$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{F_{v,Ed}}{A_w}$	$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 0,00 \text{ MPa}$
$\tau_{\parallel} = \frac{F_{h,Ed}}{A_w}$	$\tau_{\parallel} = 195,00 \text{ MPa}$
Posouzení svaru	$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$
	337,75 MPa ≤ 436 MPa
VYHOVUJE	77,5 %
	$\sigma_{\perp} \leq \frac{0,9 f_u}{\gamma_{M2}}$
	0,00 MPa ≤ 353 MPa
VYHOVUJE	0,0 %

4) Posouzení přípoje střešních ztužidel

Návrh přípoje na maximální osovou sílu 151 kN.

Návrh svaru plechu s trubkou ztužidla TRk 139,7x4 mm.

Únosnost svaru	
Návrhová síla	$F_{Ed} = 151,0 \text{ kN}$
Úhel	$\alpha = 0^\circ$
Složka F_{Ed} kolmo na svar	$F_{v,Ed} = 0,0 \text{ kN}$
Složka F_{Ed} rovnoběžně se svarem	$F_{h,Ed} = 151,0 \text{ kN}$
Materiál	Ocel S235
Mez pevnosti oceli	$f_u = 360 \text{ MPa}$
	$\gamma_{M2} = 1,25$
Korekční součinitel	$\beta_w = 0,9 \text{ mm}$
Návrh svaru	4 x koutový svar
Účinný rozměr svaru	$a = 4 \text{ mm}$
Délka svaru	$L_w = 80 \text{ mm}$
Plocha svaru	$A_w = 1280 \text{ mm}^2$
$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{F_{v,Ed}}{A_w}$	$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 0,00 \text{ MPa}$
$\tau_{\parallel} = \frac{F_{h,Ed}}{A_w}$	$\tau_{\parallel} = 117,97 \text{ MPa}$
Posouzení svaru	$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$
	204,33 MPa ≤ 320 MPa
VYHOVUJE 63,9 %	
	$\sigma_{\perp} \leq \frac{0,9 f_u}{\gamma_{M2}}$
	0,00 MPa ≤ 259 MPa
VYHOVUJE 0,0 %	

Návrh šroubového přípoje

Únosnost šroubového přípoje			
Návrhová síla	$F_{Ed} =$	151	kN
Návrh šroubů	2 x M20	8.8	
Mez kluzu šroubu	$f_{y,b} =$	640	MPa
Mez pevnosti šroubu	$f_{u,b} =$	800	MPa
Průměr šroubu	$d =$	20	mm
Průměr otvoru	$d_0 =$	22	mm
Plocha jádra šroubu	$A_s =$	245	mm ²
Rozteče šroubů			
$p_1 =$	60	mm	
$p_2 =$	70	mm	
$e_1 =$	50	mm	
$e_2 =$	50	mm	
Materiál	Ocel	S235	
Tloušťka plechu/stojiny	$t_p =$	10	mm
Mez pevnosti plechu	$f_u =$	360	MPa
$k_1 =$	2,50		
	$\alpha_b =$	0,76	
	$\alpha_v =$	0,6	
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{m2} =$	1,25	
Únosnost ve stříhu	počet stříh. ploch	1	
$F_{v,Rd} = n_{stříh.} \frac{\alpha_v f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$	$F_{v,Rd} =$	94,08	kN
	$n F_{v,Rd} \geq F_{Ed}$		
	188,16 kN	≥ 151,0 kN	
VYHOVUJE		80,3	%
Únosnost v otláčení			
$F_{b,Rd} = \frac{k_1 f_u a_b d t}{\gamma_{M2}}$	$F_{b,Rd} =$	109,09	kN
	$n F_{b,Rd} \geq F_{Ed}$		
	218,18 kN	≥ 151,0 kN	
VYHOVUJE		69,2	%

Svar plechu k hornímu pásu

Únosnost svaru			
Návrhová síla	$F_{Ed} =$	151,0	kN
Úhel	$\alpha =$	0	°
Složka F_{Ed} kolmo na svar	$F_{v,Ed} =$	0,0	kN
Složka F_{Ed} rovnoběžně se svarem	$F_{h,Ed} =$	151,0	kN
Materiál	Ocel	S235	
Mez pevnosti oceli	$f_u =$	360	MPa
	$\gamma_{M2} =$	1,25	
Korekční součinitel	$\beta_w =$	0,9	mm
Návrh svaru		4 x koutový svar	
Účinný rozměr svaru	$a =$	4	mm
Délka svaru	$L_w =$	172	mm
Plocha svaru	$A_w =$	2752	mm ²
$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{F_{v,Ed}}{A_w}$	$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} =$	0,00	MPa
$\tau_{\parallel} = \frac{F_{h,Ed}}{A_w}$	$\tau_{\parallel} =$	54,87	MPa
Posouzení svaru	$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$		
	95,04	MPa	≤ 320 MPa
VYHOVUJE		29,7	%

Přípoj plechu k trubce

Únosnost styčnicků se styčnickovými plechy	
Návrhová síla	$F_{Ed} = 151,0 \text{ kN}$
Materiál	Ocel S355
Mez kluzu	$f_{y0} = 355 \text{ MPa}$
Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M5} = 1,0$
Síla v pásu	$N_{0,Ed} = 450,0 \text{ kN}$
Moment v pásu	$M_{0,Ed} = 5,0 \text{ kNm}$
Průřez pásu	TRk 193,7x8
$W_y = 2, E+05 \text{ mm}^3$	$A = 4670 \text{ mm}^2$
$t_0 = 8,0 \text{ mm}$	$d_0 = 193,7 \text{ mm}$
$\sigma_{p,Ed} = N_{0,Ed}/A + M_{0,Ed}/W_y$	$\sigma_{p,Ed} = 120,40 \text{ MPa}$
$n_p = \sigma_{p,Ed}/f_{y0}$	$n_p = 0,3$
$k_p = 1 - 0,3n_p(1 + n_p) \leq 1,0$	$k_p = 0,9$
$b_i = 150,0 \text{ mm}$	$t_i = 10,0 \text{ mm}$
$\beta = b_i/d_0$	$\beta = 0,77 < 4,0$
Porušení povrchu pásu	
$N_{i,Rd} = \frac{5k_p t_0^2 f_{y0}}{1 - 0,8\beta \gamma_{M5}}$	$N_{i,Rd} = 257,89 \text{ kN}$
$N_{i,Rd}$	$\geq F_{Ed}$
257,89 kN	$\geq 151,0 \text{ kN}$
VYHOVUJE	58,6 %
Porušení prolomení smykem	
$\sigma_{max} t_i = (N_{Ed}/A_i) t_i$	$N_{i,Rd} = 1006,67 \text{ MPa}$
$\sigma_{max} t_i$	$\leq 2t_0(f_{y0}/\sqrt{3})/\gamma_{M5}$
1006,67 N/mm	$\leq 3279,3 \text{ N/mm}$
VYHOVUJE	30,7 %

5.3 Návrh čepu oblouku

Čepový spoj je navržen jako šesti střížný spoj s průměrem čepu 140 mm. Spoj je tvořen celkem 5 plechy, 2 plechy (tl. 60 mm) jsou přivařené k oblouku a další tři plechy (1x tl. 60 mm a 2x tl. 30 mm) jsou přivařeny k patnímu plechu tl. 40 mm. Přípoj je navržen na maximální talkovou sílu v oblouku.

Kombinace: **Návrh čepu**

KZ7	Návrhová síla	$F_{Ed} = 8108,0 \text{ kN}$
	Materiál	Ocel S355
	Mez kluzu	$f_{yp} = 335 \text{ MPa}$
	Mez pevnosti	$f_{up} = 470 \text{ MPa}$
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M0} = 1,0$
		$\gamma_{M2} = 1,25$
	Průměr čepu	$d = 140 \text{ mm}$
	Otvor pro čep	$d_0 = 143 \text{ mm}$
	Plocha čepu	$A = 15394 \text{ mm}^2$
		$W_{el} = 269391,6 \text{ mm}^3$
	Geometrie čepu	$t_{min} = 54,5 \text{ mm}$
	$a = 30 \text{ mm}$	$t = 60 \text{ mm}$
		$c = 2 \text{ mm}$
	$M_{Ed} = \frac{F_{Ed}}{8} (2t + 4c + a) 0,5$	$M_{Ed} = 80,1 \text{ kNm}$
	Únosnost čepu ve stříhu	$n_{střih} = 4$
	$F_{v,Rd} = 0,6A \frac{f_{up}}{\gamma_{M2}}$	$F_{v,Rd} = 3472,8 \text{ kN}$
	$n_{střih} * F_{v,Rd}$	$\geq F_{Ed}$
	13891,37 kN	$\geq 8108,0 \text{ kN}$

VYHOVUJE 58,4 %

Únosnost čepu v otlačení

$$F_{b,Rd} = 1,5 d \Sigma t \frac{f_{yp}}{\gamma_{M0}} \quad F_{b,Rd} = 14773,5 \text{ kN}$$

$$N_{i,Rd} \geq F_{Ed}$$

$$14773,50 \text{ kN} \geq 4054,0 \text{ kN}$$

VYHOVUJE 27,4 %

Únosnost čepu v ohybu

$$M_{Rd} = 1,5W_{el} \frac{f_{yp}}{\gamma_{M0}} \quad M_{Rd} = 135,4 \text{ kNm}$$

$$N_{i,Rd} \geq F_{Ed}$$

$$135,37 \text{ kN} \geq 80,1 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE 59,1 %

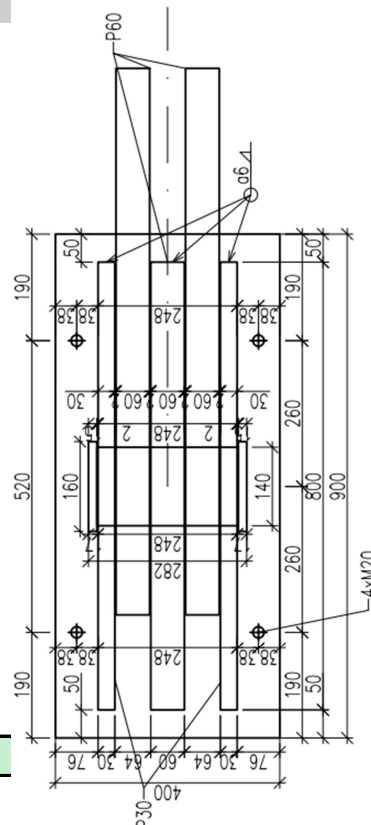
Posudek kombinace stříhu a ohybu

$$\left[\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \right]^2 + \left[\frac{F_{vEd}}{F_{v,Rd}} \right]^2 \leq 1,0$$

$$0,35 + 0,34 \leq 1,0$$

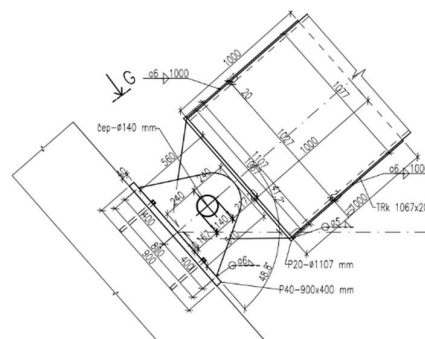
$$0,69 \leq 1,0$$

VYHOVUJE



Návrh svaru vložených plechů do trubky oblouku

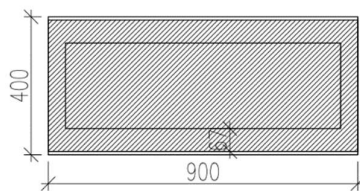
Únosnost svaru	
Návrhová síla	$F_{Ed} = 8108,0 \text{ kN}$
Úhel	$\alpha = 0^\circ$
Složka F_{Ed} kolmo na svar	$F_{v,Ed} = 0,0 \text{ kN}$
Složka F_{Ed} rovnoběžně se svarem	$F_{h,Ed} = 8108,0 \text{ kN}$
Materiál	Ocel S355
Mez pevnosti oceli	$f_u = 490 \text{ MPa}$
	$\gamma_{M2} = 1,25$
Korekční součinitel	$\beta_w = 0,9 \text{ mm}$
Návrh svaru	8 x koutový svar
Účinný rozměr svaru	$a = 6 \text{ mm}$
Délka svaru	$L_w = 1000 \text{ mm}$
Plocha svaru	$A_w = 48000 \text{ mm}^2$
$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{F_{v,Ed}}{A_w}$	$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 0,00 \text{ MPa}$
$\tau_{\parallel} = \frac{F_{h,Ed}}{A_w}$	$\tau_{\parallel} = 168,92 \text{ MPa}$
Posouzení svaru	$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$
	292,57 MPa ≤ 436 MPa
VYHOVUJE 67,2 %	



Přenos tlakové síly se přeneso do patního plechu kontaktem. Základovou konstrukce vzhledem k velikosti šikmé síly (a její vodorovné složky) bude tvořit betonový blok se skupinou pilot (není řešeno v rámci DP). Patní plech je navržen pro rozměr betonového bloku. Patní plech bude do kotven 4x kotvami M20 z konstrukčních důvodů, patní plech se nedostane do tahu ani při minimální tlakové síle a maximální působící posouvající síle vytvářející ohybový moment.

Návrh patního plechu

Návrhová síla	$N_{Ed} =$	8108,0	kN
Materiál	Ocel	S355	
Mez kluzu	$f_y =$	355	MPa
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M0} =$	1,0	
Materiál třída betonu:	Beton	C 30/37	
Charakteristická pevnost v tlaku	$f_{ck} =$	30	MPa
Součinitel materiálu	$\gamma_c =$	1,5	
Návrhová pevnost v tlaku	$f_{cd} =$	20,0	MPa
rozměry roznášecí hlavy	$a =$	1,50	m
	$b =$	1,50	m
	$h =$	0,7	m
Rozměry plechu	$a_0 =$	900	mm
	$b_0 =$	400	mm
Tloušťka plechu	$t =$	40	mm
Započitatelné rozměry betonové patky			
	$a_1 = b_1 = \min \begin{cases} 3a; b_0 \\ a; b_0 + h \\ a; b \end{cases}$	$a_1 =$	1500 mm
		$b_1 =$	1100 mm
Návrhová pevnost betonu v uložení			
	$A_{c,1} = a_1 b_1$	$A_{c,1} =$	1650000 mm ²
	$A_{c,0} = a_0 b_0$	$A_{c,0} =$	360000 mm ²
	$f_{Rdu} = f_{cd} \sqrt{A_{c,1}/A_{c,0}}$	$f_{Rdu} =$	42,82 MPa
Návrhová pevnost betonu			
součinitel vlivu podlití	$\beta_j =$	1,00	
	$f_{jd} = \beta_j f_{Rdu}$	$f_{jd} =$	42,82 MPa
	$c =$	66,5	mm
Účinná plocha patního plechu	$A_{eff} =$	342900	mm ²
	$N_{Rd} = A_{eff} f_{jd}$	$N_{Rd} =$	14682,1 kN
	$N_{Rd} \geq$	N_{Ed}	
	14682,10 kN	≥	8108,0 kN
	VYHOVUJE		55,2 %



5.4. Návrh uložení vazníku

Uložení vazníku bude navrženo na tahovou sílu, která v připojení vzniká od sání větru a na smyk. Přípoj vaznice a střešních ztužidel řešeny v detailu 5.2.

Návrh šroubů na tah pro kombinaci sání větru KZ20

Únosnost šroubů v tahu			
Návrhová síla	$F_{Ed} =$	101,5 kN	KZ20
Návrh šroubů	4 x	M16	Materiál: 8.8
Průměr šroubu	$d =$	16 mm	
Plocha dříku šroubu	$A_s =$	157 mm ²	
Mez kluzu šroubu	$f_{yb} =$	640 MPa	
Mez pevnosti šroubu	$f_{ub} =$	800 MPa	
Únosnost 1 šroubu v tahu	$F_{t,Rd} =$	$\frac{0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$	
	$F_{t,Rd} =$	72,35 kN	
	$\Sigma N_{i,Rd} \geq N_{t,Ed}$	$289,38 \text{ kN} \geq 101,5 \text{ kN}$	
VYHOVUJE			
		35,1 %	

Návrh svarů prutů k styčnickovému plechu, tak aby přenesly maximální zatížení. Maximální tah v diagonále 281,1 kN

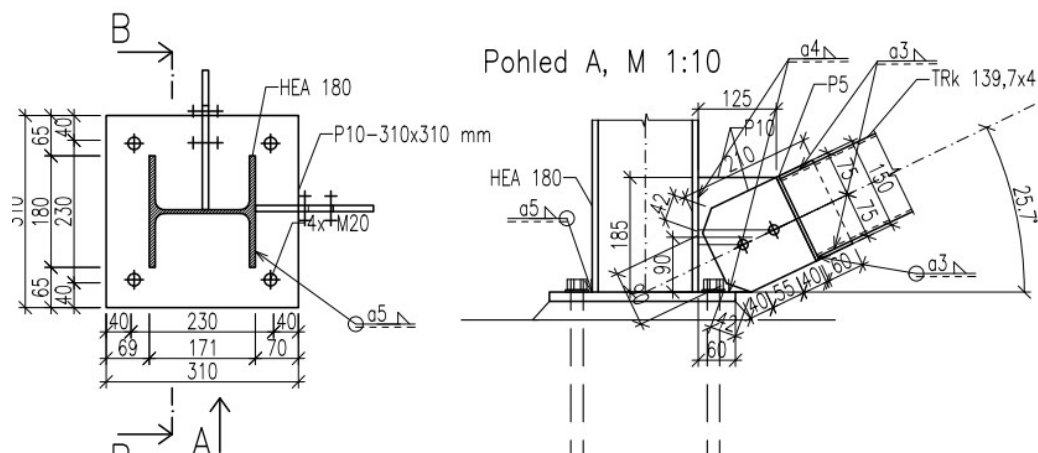
Návrh délky svaru minimálně 400 mm

Únosnost svaru			
Návrhová síla	$F_{Ed} =$	281,1 kN	
Úhel	$\alpha =$	0 °	
Složka F_{Ed} kolmo na svar	$F_{v,Ed} =$	0,0 kN	
Složka F_{Ed} rovnoběžně se svarem	$F_{h,Ed} =$	281,1 kN	
Materiál	Ocel	S355	
Mez pevnosti oceli	$f_u =$	490 MPa	
	$\gamma_{M2} =$	1,25	
Korekční součinitel	$\beta_w =$	0,9 mm	
Návrh svaru		1 x koutový svar	
Účinný rozměr svaru	$a =$	4 mm	
Délka svaru	$L_w =$	400 mm	
Plocha svaru	$A_w =$	1600 mm ²	
$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{F_{v,Ed}}{A_w}$	$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} =$	0,00 MPa	
$\tau_{\parallel} = \frac{F_{h,Ed}}{A_w}$	$\tau_{\parallel} =$	175,69 MPa	
Posouzení svaru	$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$	$304,30 \text{ MPa} \leq 436 \text{ MPa}$	
VYHOVUJE			
		69,9 %	

5.5. Návrh kotvení rohového sloupu

Návrh kotvení sloupu, ve kterém vzniká tah v kombinacích (KZ20-KZ22). V rámci detailu jsou navrženy kotevní šrouby, patní plech a přípoje ztužidel. Vzhledem k tahovému namáhání v patě sloupu, by základ tvořila patka, ale pilota (návrh není předmětem DP).

Detail rohové patky
Půdorys, M 1:10



Návrh kotev

je proveden pomocí software fischer

Kotvy jsou navrženy pro přenos tahových i smykových sil z rozhodujících kombinací.

fischer international s.r.o.

Průmyslová 1833
 25001 Brandýs nad Labem
 Telefon: +42 03 26 90 46 01
 Fax: +42 03 26 90 46 00
 adam.vesely@fischer-cz.cz
 www.fischer-cz.cz

Detaily návrhu

Kotva

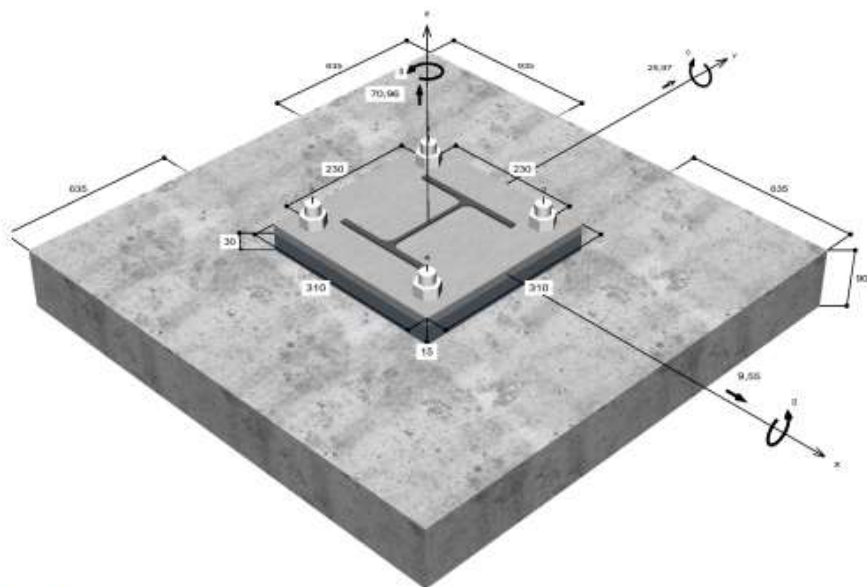
Systém	fischer Systém Superbond
Chemická patrona	1 x Chemická patrona RSB 20 E/24
Upevňovací element	Závitová tyč RG M 24 x 295 8.8, Ocel galvanicky zinkovaná, pevnostní třída 8.8
Kotevní hloubka	210 mm
Design data	Návrh kotev dle Beton Evropský technický posudek ETA-12/0258, Option 1, Datum vydání 17.06.2020



Geometrie / Zatížení

mm, kN, kNm

Hodnoty návrhového zatížení (včetně součinitele bezpečnosti pro zatížení)



Neodpovídá měřítku

Vstupní hodnoty a výsledky návrhu je nutné podrobit kontrole souladu s národními normami a certifikáty.

Strana 1

Vstupní data

Návrhová metoda	ETAG 001, TR 029, Příloha C, Metoda A
Kotevní podklad	C25/30, EN 206
Vlastnosti betonu	Tažený beton, Suchý otvor
Teplotní rozmezí	24 °C dlouhodobá teplota, 40 °C Krátkodobá teplota
Výztuž	Hustá výztuž. Podélná výztuž s třmínky. S výztuží proti rozštěpení
Metoda vrtání	Přilepové vrtání
Typ montáže	Předsazená montáž
Prstencová mezera	Prstencová mezera bez výplně
Druh zatížení	Statické
Distance	S nenosnou vrstvou, $g = 30$ mm Rameno síly $l = 50$ mm Míra vetknutí $\alpha_M = 1,0$
Tvar kotevní desky	Pevnost malty v tlaku: $30,0$ N/mm ²
Typ profilu	310 mm x 310 mm x 15 mm HEA 180

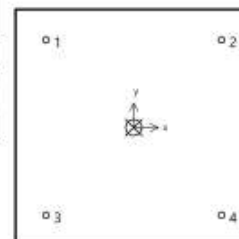
Návrhová zatížení *)

#	N _{Sd} kN	V _{Sd,x} kN	V _{Sd,y} kN	M _{Sd,x} kNm	M _{Sd,y} kNm	M _{T,Sd} kNm	Druh zatížení
1	70,96	9,55	25,97	0,00	0,00	0,00	Statické

*) Požadovaný součinitel bezpečnosti pro zatížení je vzat do úvahy

Výsledné síly kotev

Kotva č.	Tahová síla kN	Smyková síla kN	Smyková síla x kN	Smyková síla y kN
1	17,74	6,92	2,39	6,49
2	17,74	6,92	2,39	6,49
3	17,74	6,92	2,39	6,49
4	17,74	6,92	2,39	6,49



Max. stlačení betonu : 0,00 ‰
 Max. tlakové napětí v betonu : 0,0 N/mm²
 Výsledné tahové síly : 70,96 kN , Poloha X/Y (0 / 0)
 Výsledné tlakové síly : 0,00 kN , Poloha X/Y (0 / 0)

Únosnost kombinace tahu a smyku.

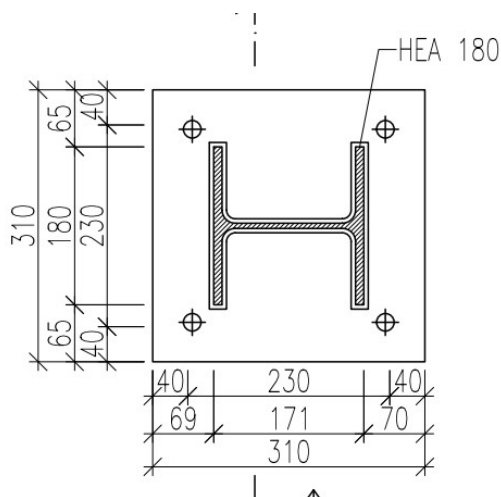
$\beta_N = \beta_{N,e1} = 0,48 \leq 1$	 Zkouška úspěšná	Rovnice (5.9a)
$\beta_V = \beta_{V,e1} = 0,53 \leq 1$		Rovnice (5.9b)
$\beta_N^{1,5} + \beta_V^{1,5} = \beta_{N,e1}^{1,5} + \beta_{V,e1}^{1,5} = 0,71 \leq 1$		Rovnice (5.10)

Vstupní hodnoty a výsledky návrhu je nutné podrobit kontrole souladu s národními normami a certifikáty.

Návrh patního plechu

Na kombinaci tahu a na kombinaci maximální tlakové síly.

Návrh patního plechu			
Návrhová síla	$N_{Ed} =$	577,0	kN
Materiál	Ocel	S355	
Mez kluzu	$f_y =$	355	MPa
Součinitel spolehlivosti	$Y_{M0} =$	1,0	
Materiál třída betonu:	Beton	C 20/25	
Charakteristická pevnost v tlaku	$f_{ck} =$	20	MPa
Součinitel materiálu	$\gamma_c =$	1,5	
Návrhová pevnost v tlaku	$f_{cd} =$	13,3	MPa
rozměry roznášecí hlavy	$a =$	1,50	m
	$b =$	1,00	m
	$h =$	0,7	m
Rozměry plechu	$a_0 =$	900	mm
	$b_0 =$	400	mm
Tloušťka plechu	$t =$	20	mm
Započitatelné rozměry betonové patky			
$a_1 = b_1 = \min \begin{cases} 3a; b_0 \\ a; b_0 + h \\ a; b \end{cases}$	$a_1 =$	1500	mm
	$b_1 =$	1000	mm
Návrhová pevnost betonu v uložení			
$A_{c,1} = a_1 b_1$	$A_{c1} =$	1500000	mm ²
$A_{c,0} = a_0 b_0$	$A_{c0} =$	360000	mm ²
$f_{Rdu} = f_{cd} \sqrt{A_{c,1}/A_{c,0}}$	$f_{Rdu} =$	27,22	MPa
Návrhová pevnost betonu			
součinitel vlivu podlití	$\beta_j =$	1,00	
$f_{jd} = \beta_j f_{Rdu}$	$f_{jd} =$	27,22	MPa
	$c =$	41,7	mm
Účinná plocha patního plechu	$A_{eff} =$	55100	mm ²
$N_{Rd} = A_{eff} f_{jd}$	$N_{Rd} =$	1499,632	kN
	$N_{Rd} \geq$	N_{Ed}	
1499,63 kN	\geq	577,0	kN
VYHOVUJE		38,5	%

**Patní plech v tahu**

Návrhová síla	$F_{t,Ed} = 70,9$ kN
Počet šroubů	4
Geometrie přípoje	$b_p = 310,0$ mm
	$e = 40$ mm
	$ex = 40$ mm
	$p = 230$ mm
	$m = 34,3$ mm
	$n = 40$ mm
Velikost svaru	$a = 5$ mm
Tloušťka čelní desky	$t = 20,0$ mm
Materiál	Ocel S355
Mez kluzu	$f_y = 355$ MPa
Mez pevnosti	$f_u = 490$ MPa
Modul pružnosti	$E = 210$ Gpa
Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M0} = 1,0$
	$\gamma_{M2} = 1,25$

Návrh šroubů	M24 Materiál: 8.8
Průměr šroubu	$d = 24$ mm
Plocha díku šroubu	$A_s = 353$ mm ²
Průměr hlavičky šroubu	$d_w = 39,98$ mm
Mez kluzu šroubu	$f_{yb} = 640$ MPa
Mez pevnosti šroubu	$f_{ub} = 800$ MPa
Únosnost 1 šroubu v tahu	$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = 203,33$ kN

Posouzení T profilu

Výpočet efektivních délek

$l_1 = 4m + 1,25ex$	$l_1 = 187,37$ mm
$l_2 = 4\pi m$	$l_2 = 431,57$ mm
$l_3 = 0,5bp$	$l_3 = 155$ mm
$l_4 = 2m + 0,625e + 0,5p$	$l_4 = 208,69$ mm
$l_5 = 2m + e + 0,625ex$	$l_5 = 133,69$ mm
$l_6 = 2\pi m + 4e$	$l_6 = 375,78$ mm
$l_7 = 2\pi m + 2p$	$l_7 = 675,78$ mm
$l_{eff1} = \min(l_1 - l_7)$	$l_{eff1} = 133,69$ mm
$l_{eff2} = \min(l_1, l_3, l_4, l_5)$	$l_{eff2} = 133,69$ mm
$M_{pl,Rd,1} = 0,25l_{eff1} \cdot t^2 \cdot f_y / \gamma_{M0}$	$M_{pl,1,Rd} = 4,75$ kNm
$M_{pl,Rd,2} = 0,25l_{eff2} \cdot t^2 \cdot f_y / \gamma_{M0}$	$M_{pl,2,Rd} = 4,75$ kNm

Způsoby porušení

Únosnost jedna řada šroubů 2 šrouby v řadě, počet řad 2

Způsob porušení plastizace plechu

$$F_{Rd,1-2} = \frac{2M_{pl,1,Rd}}{m} = 276,38 \text{ kN}$$

Porušení šroubů

$$F_{Rd,3} = \Sigma F_{t,Rd} = 406,66 \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = \min(F_{Rd,1-2}, F_{Rd,3}) = 276,38 \text{ kN}$$

$$n \cdot F_{t,Rd} = 552,76 \text{ kN} \geq N_{t,Ed} = 70,9 \text{ kN}$$

$$\text{VYHOVUJE} \quad 12,8 \%$$

Návrh přípoje ztužidla

Šroubový přípoj na ztužidla navržen na maximální osovou sílu 92,8 kN.

Návrh svaru plechu k trubce ztužidla

Únosnost svaru			
Návrhová síla	$F_{Ed} =$	91,6	kN
Úhel	$\alpha =$	0	°
Složka F_{Ed} kolmo na svar	$F_{v,Ed} =$	0,0	kN
Složka F_{Ed} rovnoběžně se svarem	$F_{h,Ed} =$	91,6	kN
Materiál	Ocel	S235	
Mez pevnosti oceli	$f_u =$	360	MPa
	$\gamma_{M2} =$	1,25	
Korekční součinitel	$\beta_w =$	0,9	mm
Návrh svaru		4 x koutový svar	
Účinný rozměr svaru	$a =$	3	mm
Délka svaru	$L_w =$	60	mm
Plocha svaru	$A_w =$	720	mm ²
$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{F_{v,Ed}}{A_w}$	$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} =$	0,00	MPa
$\tau_{\parallel} = \frac{F_{h,Ed}}{A_w}$	$\tau_{\parallel} =$	127,22	MPa
Posouzení svaru	$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$		
	220,36	MPa	\leq 320 MPa
	VYHOVUJE	68,9	%
	$\sigma_{\perp} \leq \frac{0,9f_u}{\gamma_{M2}}$		
	0,00	MPa	\leq 259 MPa
	VYHOVUJE	0,0	%

Návrh šroubového přípoje

Únosnost šroubového přípoje			
Návrhová síla	$F_{Ed} =$	91	kN
Návrh šroubů	2 x	M16	8.8
Mez kluzu šroubu	$f_{y,b} =$	640	MPa
Mez pevnosti šroubu	$f_{u,b} =$	800	MPa
Průměr šroubu	$d =$	16	mm
Průměr otvoru	$d_0 =$	18	mm
Plocha jádra šroubu	$A_s =$	157	mm ²
Rozteče šroubů			
$p_1 =$	55	mm	
$p_2 =$	55	mm	
	$e_1 =$	40	mm
	$e_2 =$	30	mm
Materiál	Ocel	S235	
Tloušťka plechu/stojiny	$t_p =$	10	mm
Mez pevnosti plechu	$f_u =$	360	MPa
$k_1 =$	2,50		
	$\alpha_b =$	0,74	
	$\alpha_v =$	0,6	
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{m2} =$	1,25	
Únosnost ve stříhu	počet stříh. ploch	1	
$F_{v,Rd} = n_{stříh.} \frac{\alpha_v f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$	$n F_{v,Rd}$	\geq	F_{Ed}
	120,58 kN	\geq	91,0 kN
VYHOVUJE			75,5 %
Únosnost v otláčení			
$F_{b,Rd} = \frac{k_1 f_u a_b d t}{\gamma_{M2}}$	$n F_{b,Rd}$	\geq	F_{Ed}
	170,67 kN	\geq	91,0 kN
VYHOVUJE			53,3 %

Návrh svarů plechů k patní desce

Největší osová síla v místě rohového sloupu je 73,8 kN, působí pod úhlem 25,7°.

Vodorovná složka síly $F_h = 73,8 \cos(25,7) = 66,5$ kN. Přenos této síly bude zjednodušeně uvažován svarem styčnickového a patního plechu. Svislá složka síly $F_v = 73,8 \sin(25,7) = 32$ kN pro zjednodušení přenášena svislým svarem plechu a stojiny sloupu.

Posudek svaru vždy pro kratší délku na stojině nebo na patním plechu.

Svar na patním plechu

Únosnost svaru		
Návrhová síla	$F_{Ed} =$	66,5 kN
Úhel	$\alpha =$	0 °
Složka F_{Ed} kolmo na svar	$F_{v,Ed} =$	0,0 kN
Složka F_{Ed} rovnoběžně se svarem	$F_{h,Ed} =$	66,5 kN
Materiál	Ocel	S235
Mez pevnosti oceli	$f_u =$	360 MPa
	$\gamma_{M2} =$	1,25
Korekční součinitel	$\beta_w =$	0,9 mm
Návrh svaru	2 x koutový svar	
Účinný rozměr svaru	$a =$	4 mm
Délka svaru	$L_w =$	60 mm
Plocha svaru	$A_w =$	480 mm ²
	$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{F_{v,Ed}}{A_w}$	$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} =$ 0,00 MPa
	$\tau_{\parallel} = \frac{F_{h,Ed}}{A_w}$	$\tau_{\parallel} =$ 138,54 MPa
Posouzení svaru	$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$	
	239,96 MPa	\leq 320 MPa
	VYHOVUJE	75,0 %

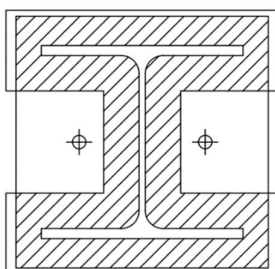
Svar na stojně

Únosnost svaru		
Návrhová síla	$F_{Ed} =$	73,8 kN
Úhel	$\alpha =$	0 °
Složka F_{Ed} kolmo na svar	$F_{v,Ed} =$	0,0 kN
Složka F_{Ed} rovnoběžně se svarem	$F_{h,Ed} =$	73,8 kN
Materiál	Ocel	S235
Mez pevnosti oceli	$f_u =$	360 MPa
	$\gamma_{M2} =$	1,25
Korekční součinitel	$\beta_w =$	0,9 mm
Návrh svaru	2 x koutový svar	
Účinný rozměr svaru	$a =$	4 mm
Délka svaru	$L_w =$	83 mm
Plocha svaru	$A_w =$	664 mm ²
	$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{F_{v,Ed}}{A_w}$	$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} =$ 0,00 MPa
	$\tau_{\parallel} = \frac{F_{h,Ed}}{A_w}$	$\tau_{\parallel} =$ 111,14 MPa
Posouzení svaru	$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$	
	192,51 MPa	\leq 320 MPa
	VYHOVUJE	60,2 %

5.4 Návrh patního plechu nejvíce zatíženého sloupu

Patka se nachází pod středním rohové věže. Konstrukčně navrženy 2xkotvy M16.

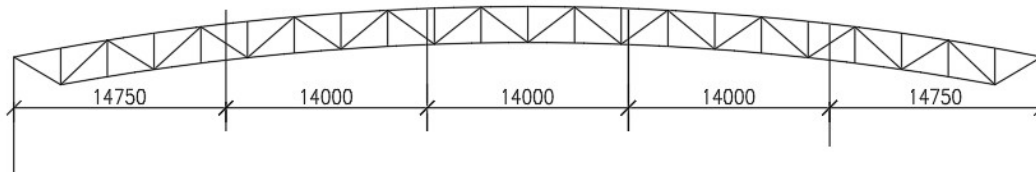
Kombinace:	Návrh kloubové patky	
KZ 2	Návrhová síla	$N_{Ed} = 1257,0 \text{ kN}$
	$V_{y,Ed} = 0,0 \text{ kN}$	$V_{x,Ed} = 0,0 \text{ kN}$
Materiál	Ocel	S355
Mez kluzu	$f_y = 355 \text{ MPa}$	
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M0} = 1,0$	
Materiál třída betonu:	Beton	C 20/25
Charakteristická pevnost v tlaku	$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$	
Součinitel materiálu	$\gamma_c = 1,5$	
Návrhová pevnost v tlaku	$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$	
Zjednodušený návrh rozměrů betonové patky		
odhad únosnosti základové spáry		400 kPa
rozměry betonové patky	$a = 1,90 \text{ m}$	
	$b = 1,90 \text{ m}$	
	$h = 0,8 \text{ m}$	
VI. Tíha betonové patky	$G_0 = 72,2 \text{ kN}$	
Excentricita zatížení	$e_x = 0,000 \text{ m}$	
	$e_y = 0,000 \text{ m}$	
Efektivní plocha	$A_{eff} = 3,61 \text{ m}^2$	
Ověření napětí v zs	$\sigma = 375,1994 \text{ kPa}$	
Rozměry plechu	$a_0 = 300 \text{ mm}$	
	$b_0 = 300 \text{ mm}$	
Tloušťka plechu	$t = 20 \text{ mm}$	
Započitatelné rozměry betonové patky		
$a_1 = b_1 = \min \begin{cases} 3a; b_0 \\ a; b_0 + h \\ a; b \end{cases}$	$a_1 = 900 \text{ mm}$	
	$b_1 = 900 \text{ mm}$	
Návrhová pevnost betonu v uložení		
$A_{c,1} = a_1 b_1$	$A_{c,1} = 810000 \text{ mm}^2$	
$A_{c,0} = a_0 b_0$	$A_{c,0} = 90000 \text{ mm}^2$	
$f_{Rdu} = f_{cd} \sqrt{A_{c,1}/A_{c,0}}$	$f_{Rdu} = 40,00 \text{ MPa}$	
Návrhová pevnost betonu		
součinitel vlivu podlití	$\beta_j = 0,67$	
$f_{jd} = \beta_j f_{Rdu}$	$f_{jd} = 26,67 \text{ MPa}$	
	$c = 42,1 \text{ mm}$	
Účinná plocha patního plechu	$A_{eff} = 56900 \text{ mm}^2$	
$N_{Rd} = A_{eff} f_{jd}$	$N_{Rd} = 1517,333 \text{ kN}$	
	$\frac{N_{Rd}}{1517,33 \text{ kN}} \geq \frac{N_{Ed}}{1257,0 \text{ kN}}$	
	1517,33 kN	≥ 1257,0 kN
	VYHOVUJE	82,8 %



5.6 Montážní přípoj vazníku

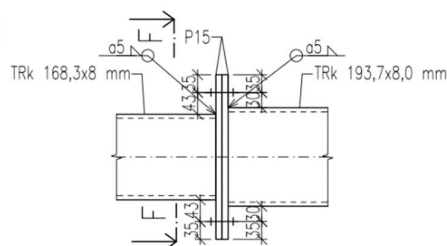
Vazníky jsou rozděleny do 5 dílců, které jsou spojeny pomocí montážních spojů čelní deskou. Je proveden návrh nejvíce namáhaného spoje, který se nachází na spodním pásu vazníku krajního dílce.

Rozdělení vazníku na montážní dílce

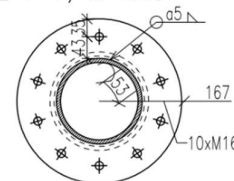


Návrh svaru trubky k čelní desce

Únosnost svaru	
Složka F_{Ed} kolmo na svar	$F_{v,Ed} = 6,0$ kN
Složka F_{Ed} rovnoběžně se svarem	$F_{h,Ed} = 515,0$ kN
Materiál	Ocel S355
Mez pevnosti oceli	$f_u = 490$ MPa
	$\gamma_{M2} = 1,25$
Korekční součinitel	$\beta_w = 0,9$ mm
Návrh svaru	1 x koutový svar
Účinný rozměr svaru	$a = 5$ mm
Délka svaru	$L_w = 529$ mm
Plocha svaru	$A_w = 2645$ mm ²
	$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 1,60$ MPa
	$\tau_{\parallel} = 194,71$ MPa
Posouzení svaru	$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$
	337,26 MPa ≤ 436 MPa
VYHOVUJE 77,4 %	



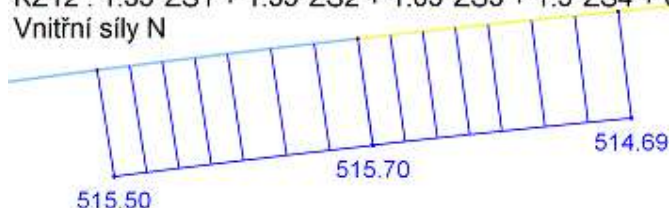
ŘEZ F-F, M 1:10



	$\sigma_{\perp} \leq \frac{0,9 f_u}{\gamma_{M2}}$
1,60 MPa	≤ 353 MPa
VYHOVUJE 0,5 %	

KZ12 : 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS8 + 0.9*ZS14 + ZS17

Vnitřní síly N



Montážní přípoj			
Návrhová síla	$F_{t,Ed}$	=	515,7 kN
Počet šroubů			10
Geometrie přípoje	m	=	37,3 mm
$m = e1 - 0,8a\sqrt{2}$	e	=	30 mm
$n = \min(e, 1,25m)$	n	=	30 mm
	$e1$	=	43 mm
	p	=	53 mm
Velikost svaru	a	=	5 mm
Tloušťka čelní desky	t	=	15,0 mm
Materiál	Ocel		S355
Mez kluzu	f_y	=	355 MPa
Mez pevnosti	f_u	=	490 MPa
Modul pružnosti	E	=	210 Gpa
Součinitele spolehlivosti	γ_{M0}	=	1,0
	γ_{M2}	=	1,25
Návrh šroubů	M16	Materiál:	8.8
Průměr šroubu	d	=	16 mm
Plocha dřívku šroubu	A_s	=	157 mm ²
Průměr hlavičky šroubu	d_w	=	26,75 mm
Mez kluzu šroubu	f_{yb}	=	640 MPa
Mez pevnosti šroubu	f_{ub}	=	800 MPa
Únosnost 1 šroubu v tahu	$F_{t,Rd}$	=	$\frac{0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$
	$F_{t,Rd}$	=	90,43 kN
Posouzení T profilu			
Výpočet efektivních délek			
$l_{eff,cp,I} = 2\pi m$	$l_{eff,cp,I}$	=	234,63 mm
$l_{eff,cp,I} = 4m + 1,25e$	$l_{eff,nc,I}$	=	186,87 mm
$l_{eff,cp,II} = 2p$	$l_{eff,cp,II}$	=	106 mm
$l_{eff,nc} = p$	$l_{eff,nc}$	=	53 mm
$l_{eff1} = \min(l_{eff,nc}, l_{eff,cp})$	l_{eff1}	=	53 mm
$l_{eff2} = \min(l_{eff,nc,I}, l_{eff,nc,II})$	l_{eff2}	=	53 mm
$M_{pl,Rd,1} = 0,25l_{eff} \cdot t^2 \cdot f_y / \gamma_{M0}$	$M_{pl,1,Rd}$	=	1,06 kNm
$M_{pl,Rd,2} = 0,25l_{eff} \cdot t^2 \cdot f_y / \gamma_{M0}$	$M_{pl,2,Rd}$	=	1,06 kNm
Způsoby porušení			
Únosnost na T profil	počet T profilů		5
1. Způsob porušení plastizace čelní desky			
$F_{Rd,1} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m}$	$F_{Rd,1}$	=	113,36 kN
2. Způsob porušení - porušení čelní desky a šroubů			
$F_{Rd,2} = \frac{2M_{pl,1,Rd} + \Sigma F_{t,Rd} \cdot n}{(m + n)}$	$F_{Rd,2}$	=	112,00 kN
3. Způsob porušení - porušení šroubů			
$F_{Rd,3} = \Sigma F_{t,Rd}$	$F_{Rd,3}$	=	180,86 kN
$F_{t,Rd} = \min(F_{Rd,1}, F_{Rd,2}, F_{Rd,3})$	$F_{t,Rd}$	=	112,00 kN
	$n_T F_{t,Rd}$	\geq	$N_{t,1,Ed}$
	560,01 kN	\geq	515,7 kN
VYHOVUJE			92,1 %

5.7 Přípoj nosníku tribuny na sloup

Vedlejší tribuna

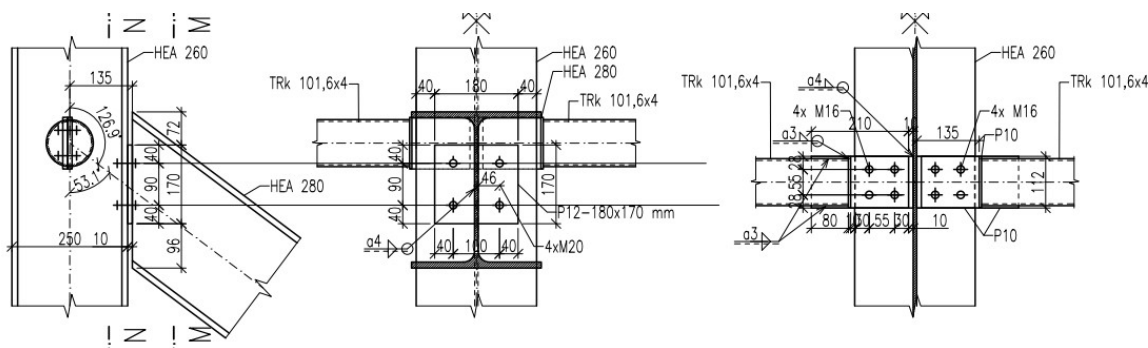
Přípoj na čelní desku je navržen na maximální svislou reakci z dílčího modelu tribuny a maximální tahovou sílu od vlivu větru z globálního modelu konstrukce $F_{v1,Ed} = 172 \text{ kN}$, $F_{t1,Ed} = 162,13 \text{ kN}$. Převod šikmé tahové síly do složek svislé a vodorovné síly.

Svislá síla $F_{v2,Ed} = F_{t,Ed} \cos(53,1) = 97,3 \text{ kN}$.

Vodorovná síla $F_{t2,Ed} = F_{t,Ed} \sin(53,1) = 129,7 \text{ kN}$.

Celková tahová síla na přípoj $F_{t,Ed} = 129,7 \text{ kN}$

Celková smyková síla na přípoj $F_{v,Ed} = 172 + 97,3 = 269,3 \text{ kN}$



Únosnost svaru stojiny k čelnímu plechu

Únosnost svaru

Složka F_{Ed} kolmo na svar	$F_{v,Ed} = 129,7 \text{ kN}$
Složka F_{Ed} rovnoběžně se svarem	$F_{h,Ed} = 269,3 \text{ kN}$
Materiál	Ocel S355
Mez pevnosti oceli	$f_u = 490 \text{ MPa}$
	$\gamma_{M2} = 1,25$
Korekční součinitel	$\beta_w = 0,9 \text{ mm}$
Návrh svaru	2 x koutový svar
Účinný rozměr svaru	$a = 4 \text{ mm}$
Délka svaru	$L_w = 170 \text{ mm}$
Plocha svaru	$A_w = 1360 \text{ mm}^2$
$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{F_{v,Ed}}{A_w}$	$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 67,44 \text{ MPa}$
$\tau_{\parallel} = \frac{F_{h,Ed}}{A_w}$	$\tau_{\parallel} = 198,01 \text{ MPa}$
Posouzení svaru	$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$
	$368,54 \text{ MPa} \leq 436 \text{ MPa}$
	VYHOVUJE 84,6 %
	$\sigma_{\perp} \leq \frac{0,9 f_u}{\gamma_{M2}}$
	$67,44 \text{ MPa} \leq 353 \text{ MPa}$
	VYHOVUJE 19,1 %

Únosnost stěny nosníku ve smyku

Únosnost stěny ve smyku		
Smyková síla	$F_{v,Ed} =$	269,3 kN
Materiál	Ocel	S355
Mez pevnosti oceli	$f_u =$	355 MPa
	$\gamma_{M1} =$	1,0
Tloušťka stojiny	$t_w =$	8
Účinná výška svaru	$a =$	4 mm
Délka čelní desky	$l =$	170 mm
Smyková plocha		
$A_v = t_w(l + 2a\sqrt{2})$	$A_v =$	1450,51 mm ²
Smyková únosnost	$V_{pl,Rd} = A_v \frac{f_y}{\sqrt{3}\gamma_{M1}}$	$V_{pl,Rd} = 297,296$ kN
	$v_{pl,Rd} \geq F_{v,Ed}$	
	297,30 kN	≥ 269 kN
	VYHOVUJE	90,6 %

Únosnost šroubů v otláčení a stříhu

Únosnost šroubového přípoje		
Návrhová síla	$F_{Ed} =$	269,3 kN
Návrh šroubů	4 x M20	8.8
Mez kluzu šroubu	$f_{y,b} =$	640 MPa
Mez pevnosti šroubu	$f_{u,b} =$	800 MPa
Průměr šroubu	$d =$	20 mm
Průměr otvoru	$d_0 =$	22 mm
Plocha jádra šroubu	$A_s =$	245 mm ²
Rozteče šroubů		
$p_1 = 90$ mm	$e_1 =$	40 mm
$p_2 = 100$ mm	$e_2 =$	40 mm
Materiál	Ocel	S355
Tloušťka plechu/stojiny	$t_p =$	10 mm
Mez pevnosti plechu	$f_u =$	490 MPa
$k_1 = 2,50$	$\alpha_b =$	0,61
	$\alpha_v =$	0,6
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{m2} =$	1,25
Únosnost ve stříhu	počet stříh. ploch	1
$F_{v,Rd} = n_{stříh.} \frac{\alpha_v f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$	$F_{v,Rd} =$	94,08 kN
	$\geq F_{Ed}$	
	376,32 kN	$\geq 269,3$ kN
	VYHOVUJE	71,6 %
Únosnost v otláčení		
$F_{b,Rd} = \frac{k_1 f_u a_b d t}{\gamma_{M2}}$	$F_{b,Rd} =$	118,79 kN
	$\geq F_{Ed}$	
	475,15 kN	$\geq 269,3$ kN
	VYHOVUJE	56,7 %

Posudek šroubů v tahu

Posouzení čelní desky			
Návrhová síla	$F_{t,Ed}$	=	129,7 kN
Počet šroubů			4
Geometrie přípoje	m	=	41,5 mm
$n = \min(e, 1,25m)$	n	=	40 mm
	e	=	40 mm
	e_1	=	40 mm
	p	=	90 mm
Velikost svaru	a	=	4 mm
Tloušťka čelní desky	t	=	10 mm
Materiál	Ocel		S355
Mez kluzu	f_y	=	355 MPa
Mez pevnosti	f_u	=	490 MPa
Modul pružnosti	E	=	210 Gpa
Součinitele spolehlivosti	γ_{M0}	=	1,0
	γ_{M2}	=	1,25
Návrh šroubů	M20	Materiál:	8.8
Průměr šroubu	d	=	20 mm
Plocha dřívku šroubu	A_s	=	245 mm ²
Průměr hlavičky šroubu	d_w	=	33,53 mm
Mez kluzu šroubu	f_{yb}	=	640 MPa
Mez pevnosti šroubu	f_{ub}	=	800 MPa
Únosnost 1 šroubu v tahu	$F_{t,Rd}$	=	$\frac{0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$
	$F_{t,Rd}$	=	141,12 kN

Únosnost T profilu

Výpočet efektivních délek koncová řada

$l_{eff,cp,I} = 2\pi m$	$l_{eff,cp,I}$	=	260,59 mm
$l_{eff,cp,I} = \pi m + 2e_1$	$l_{eff,cp,I}$	=	210,3 mm
$l_{eff,nc,I} = 4m + 1,25e_1$	$l_{eff,nc,I}$	=	215,9 mm
$l_{eff,nc,I} = 2m + 0,625e + e_1$	$l_{eff,nc,I}$	=	147,95 mm
$l_{eff,cp,II} = \pi m + p$	$l_{eff,cp,II}$	=	220,3 mm
$l_{eff,cp,II} = p + 2e_1$	$l_{eff,cp,II}$	=	170 mm
$l_{eff,nc,II} = 0,5p + e_1$	$l_{eff,nc,II}$	=	85 mm
$l_{eff,nc,II} = 2m + 0,625e + 0,5p$	$l_{eff,nc,II}$	=	152,9 mm
$l_{eff1} = \min(l_{eff,cp}, l_{eff,nc})$	$l_{eff,1}$	=	85 mm
$l_{eff2} = \min(l_{eff,nc})$	$l_{eff,2}$	=	85 mm
$M_{pl,Rd,1} = 0,25l_{eff1} \cdot t^2 \cdot f_y / \gamma_{M0}$	$M_{pl,1,Rd}$	=	0,75 kNm
$M_{pl,Rd,2} = 0,25l_{eff2} \cdot t^2 \cdot f_y / \gamma_{M0}$	$M_{pl,2,Rd}$	=	0,75 kNm

Způsoby porušení

Únosnost na 1 koncové řady šroubů počet řad 2

1. Způsob porušení plastizace čelní desky

$$F_{Rd,1} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m} \quad F_{Rd,1} = 72,76 \text{ kN}$$

2. Způsob porušení - porušení čelní desky a šroubů

$$2M_{pl,1,Rd} + \Sigma F_{t,Rd} \cdot n$$

$l_{eff,nc,II} = 2m + 0,625e + 0,5p$	$l_{eff,nc,II} = 152,9$ mm	
$l_{eff1} = \min(l_{eff,cp}, l_{eff,nc})$	$l_{eff,1} = 85$ mm	
$l_{eff2} = \min(l_{eff,nc})$	$l_{eff,2} = 85$ mm	
II. Statický výpočet	$M_{pl,1,Rd} = 0,25l_{eff1} \cdot t^2 \cdot f_y / \gamma_{M0}$	$M_{pl,1,Rd} = 0,75$ kNm
	$M_{pl,2,Rd} = 0,25l_{eff2} \cdot t^2 \cdot f_y / \gamma_{M0}$	$M_{pl,2,Rd} = 0,75$ kNm
Způsoby porušení		
Únosnost na 1 koncové řady šroubů	počet řad	2
1. Způsob porušení plastizace čelní desky		
$F_{Rd,1} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m}$	$F_{Rd,1} = 72,76$ kN	
2. Způsob porušení - porušení čelní desky a šroubů		
$F_{Rd,2} = \frac{2M_{pl,1,Rd} + \Sigma F_{t,Rd} \cdot n}{(m + n)}$	$F_{Rd,2} = 157,08$ kN	
3. Způsob porušení - porušení šroubů		
$F_{Rd,3} = \Sigma F_{t,Rd}$	$F_{Rd,3} = 282,24$ kN	
$F_{t,Rd} = \min(F_{Rd,1}, F_{Rd,2}, F_{Rd,3})$	$F_{t,Rd} = 72,76$ kN	
$\Sigma n F_{t,Rd}$		$\geq N_{t,1,Ed}$
145,51 kN		$\geq 129,7$ kN
VYHOVUJE		89,1 %

Posouzení kombinace tahu a stříhu

Únosnost šroubů v tahu			
Návrhová síla	$F_{Ed} =$	360,0	kN
Návrh šroubů	4 x	M20	8.8
Průměr šroubu	d =	20	mm
Plocha dřívku šroubu	$A_s =$	245	mm ²
Mez kluzu šroubu	$f_{yb} =$	640	MPa
Mez pevnosti šroubu	$f_{ub} =$	800	MPa
Únosnost 1 šroubu v tahu	$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$		
	$F_{t,Rd} =$	141,12	kN
$\Sigma N_{t,Rd}$		$\geq N_{t,Ed}$	
564,48 kN		$\geq 360,0$ kN	
VYHOVUJE		63,8 %	

Kombinace tahu a stříhu			
Návrhová síla tah	$F_{h,Ed} =$	129,7	kN
Návrhová síla smyk	$F_{v,Ed} =$	269,3	kN
Únosnost v tahu	$F_{t,Rd} =$	564,48	kN
Únosnost ve smyku	$F_{v,Rd} =$	376,32	kN
$\frac{F_{vEd}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{tEd}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1,0$			
0,72	+	0,16	$\leq 1,0$
0,88			$\leq 1,0$
VYHOVUJE			

Návrh přípoje trubek TRk 101,6x4 mm na pásnici sloupu, navržený na maximální osovou sílu v prutu 142,3 kN.

Posudek svaru vloženého plechu do trubky

Únosnost svaru	
Návrhová síla	$F_{Ed} = 142,0$ kN
Úhel	$\alpha = 0$ °
Složka F_{Ed} kolmo na svar	$F_{v,Ed} = 0,0$ kN
Složka F_{Ed} rovnoběžně se svarem	$F_{h,Ed} = 142,0$ kN
Materiál	Ocel S235
Mez pevnosti oceli	$f_u = 360$ MPa
	$\gamma_{M2} = 1,25$
Korekční součinitel	$\beta_w = 0,9$ mm
Návrh svaru	4 x koutový svar
Účinný rozměr svaru	$a = 3$ mm
Délka svaru	$L_w = 80$ mm
Plocha svaru	$A_w = 960$ mm ²
$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{F_{v,Ed}}{A_w}$	$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 0,00$ MPa
$\tau_{\parallel} = \frac{F_{h,Ed}}{A_w}$	$\tau_{\parallel} = 147,92$ MPa
Posouzení svaru	$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$
	256,20 MPa ≤ 320 MPa
	VYHOVUJE 80,1 %

Šroubový přípoj

Únosnost šroubového přípoje	
Návrhová síla	$F_{Ed} = 142,3$ kN
Návrh šroubů	4 x M16 8.8
Mez kluzu šroubu	$f_{y,b} = 640$ MPa
Mez pevnosti šroubu	$f_{u,b} = 800$ MPa
Průměr šroubu	$d = 16$ mm
Průměr otvoru	$d_0 = 18$ mm
Plocha jádra šroubu	$A_s = 157$ mm ²
Rozteče šroubů	
$p_1 = 55$ mm	$e_1 = 30$ mm
$p_2 = 55$ mm	$e_2 = 28$ mm
Materiál	Ocel S235
Tloušťka plechu/stojiny	$t_p = 10$ mm
Mez pevnosti plechu	$f_u = 360$ MPa
$k_1 = 2,50$	$\alpha_b = 0,56$
	$\alpha_v = 0,6$
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{m2} = 1,25$
Únosnost ve stříhu počet stříh. ploch	1
$F_{v,Rd} = n_{stříh} \frac{\alpha_v f_{ub} A_s}{\gamma_{M2} n F_{v,Rd}}$	$F_{v,Rd} = 60,29$ kN
	≥ F_{Ed}
	241,15 kN ≥ 142,3 kN
	VYHOVUJE 59,0 %
Únosnost v otláčení	
$F_{b,Rd} = \frac{k_1 f_u a_b d t}{\gamma_{M2} n F_{b,Rd}}$	$F_{b,Rd} = 64,00$ kN
	≥ F_{Ed}
	256,00 kN ≥ 142,3 kN
	VYHOVUJE 55,6 %

Posudek svaru styčnickového plechu k pásnici sloupu

Únosnost svaru	
Návrhová síla	$F_{Ed} = 142,0 \text{ kN}$
Úhel	$\alpha = 90^\circ$
Složka F_{Ed} kolmo na svar	$F_{v,Ed} = 142,0 \text{ kN}$
Složka F_{Ed} rovnoběžně se svarem	$F_{h,Ed} = 0,0 \text{ kN}$
Materiál	Ocel S235
Mez pevnosti oceli	$f_u = 360 \text{ MPa}$
	$\gamma_{M2} = 1,25$
Korekční součinitel	$\beta_w = 0,9 \text{ mm}$
Návrh svaru	2 x koutový svar
Účinný rozměr svaru	$a = 4 \text{ mm}$
Délka svaru	$L_w = 112 \text{ mm}$
Plocha svaru	$A_w = 896 \text{ mm}^2$
$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{F_{v,Ed}}{A_w}$	$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 112,06 \text{ MPa}$
$\tau_{\parallel} = \frac{F_{h,Ed}}{A_w}$	$\tau_{\parallel} = 0,00 \text{ MPa}$
Posouzení svaru	$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$
	224,13 MPa ≤ 320 MPa
	VYHOVUJE 70,0 %
	$\sigma_{\perp} \leq \frac{0,9 f_u}{\gamma_{M2}}$
	112,06 MPa ≤ 259 MPa
	VYHOVUJE 43,2 %

Únosnost šroubového přípoje			
Návrhová síla	$F_{Ed} =$	269,3	kN
Návrh šroubů	6 x M20	8.8	
Mez kluzu šroubu	$f_{y,b} =$	640	MPa
Mez pevnosti šroubu	$f_{u,b} =$	800	MPa
Průměr šroubu	$d =$	20	mm
Průměr otvoru	$d_0 =$	22	mm
Plocha jádra šroubu	$A_s =$	245	mm ²
Rozteče šroubů			
$p_1 =$	60	mm	
$p_2 =$	94	mm	
	$e_1 =$	50	mm
	$e_2 =$	40	mm
Materiál	Ocel	S355	
Tloušťka plechu/stojiny	$t_p =$	12	mm
Mez pevnosti plechu	$f_u =$	490	MPa
$k_1 =$	2,50		
	$\alpha_b =$	0,76	
	$\alpha_v =$	0,6	
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{m2} =$	1,25	
Únosnost ve stříhu	počet stříh. ploch	1	
$F_{v,Rd} = n_{stříh.} \frac{\alpha_v f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$	$F_{v,Rd} =$	94,08	kN
	$n F_{v,Rd} \geq F_{Ed}$		
	564,48 kN	≥	269,3 kN
VYHOVUJE			47,7 %
Únosnost v otláčení			
$F_{b,Rd} = \frac{k_1 f_u a_b d t}{\gamma_{M2}}$	$F_{b,Rd} =$	178,18	kN
	$n F_{b,Rd} \geq F_{Ed}$		
	1069,09 kN	≥	269,3 kN
VYHOVUJE			25,2 %

Únosnost stěny nosníku ve smyku

Únosnost stěny ve smyku			
Smyková síla	$F_{v,Ed} =$	327,3	kN
Materiál	Ocel	S355	
Mez pevnosti oceli	$f_u =$	355	MPa
	$\gamma_{M1} =$	1	
Tloušťka stojiny	$t_w =$	11	
Účinná výška svaru	$a =$	4	mm
Délka čelní desky	$l =$	260	mm
Smyková plocha	$A_v = t_w(l + 2a\sqrt{2})$	$A_v =$	2984,45 mm ²
Smyková únosnost	$V_{pl,Rd} = A_v \frac{f_y}{\sqrt{3}\gamma_{M1}}$	$V_{pl,Rd} =$	611,691 kN
	$v_{pl,Rd} \geq F_{v,Ed}$		
	611,69	MPa	≥ 327 MPa
VYHOVUJE			53,5 %

Páčení	
Návrhová síla	$F_{t,Ed} = 129,7$ kN
Počet šroubů	6
Geometrie přípoje	$m = 37,5$ mm
$n = \min(e, 1,25m)$	$n = 47$ mm
	$e = 50$ mm
	$e_1 = 40$ mm
	$p = 80$ mm
Velikost svaru	$a = 4$ mm
Tloušťka čelní desky	$t = 12$ mm
Materiál	Ocel S355
Mez kluzu	$f_y = 355$ MPa
Mez pevnosti	$f_u = 490$ MPa
Modul pružnosti	$E = 210$ Gpa
Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M0} = 1,0$
	$\gamma_{M2} = 1,25$
Návrh šroubů	M20 Materiál: 8.8
Průměr šroubu	$d = 20$ mm
Plocha dřívku šroubu	$A_s = 245$ mm ²
Průměr hlavičky šroubu	$d_w = 33,53$ mm
Mez kluzu šroubu	$f_{yb} = 640$ MPa
Mez pevnosti šroubu	$f_{ub} = 800$ MPa
Únosnost 1 šroubu v tahu	$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$
	$F_{t,Rd} = 141,12$ kN

Posouzení T profilu

Výpočet efektivních délek koncová řada

$l_{eff,cp,I} = 2\pi m$	$l_{eff,cp,I} = 235,46$ mm
$l_{eff,cp,I} = \pi m + 2e_1$	$l_{eff,cp,I} = 197,73$ mm
$l_{eff,nc,I} = 4m + 1,25e_1$	$l_{eff,nc,I} = 199,9$ mm
$l_{eff,nc,I} = 2m + 0,625e + e_1$	$l_{eff,nc,I} = 146,2$ mm
$l_{eff,cp,II} = \pi m + p$	$l_{eff,cp,II} = 197,73$ mm
$l_{eff,cp,II} = p + 2e_1$	$l_{eff,cp,II} = 160$ mm
$l_{eff,nc,II} = 0,5p + e_1$	$l_{eff,nc,II} = 80$ mm
$l_{eff,nc,II} = 2m + 0,625e + 0,5p$	$l_{eff,nc,II} = 146,2$ mm
$l_{eff1} = \min(l_{eff,cp}, l_{eff,nc})$	$l_{eff,1} = 80$ mm
$l_{eff2} = \min(l_{eff,nc})$	$l_{eff,2} = 80$ mm
$M_{pl,Rd,1} = 0,25l_{eff1} \cdot t^2 \cdot f_y / \gamma_{M0}$	$M_{pl,1,Rd} = 1,02$ kNm
$M_{pl,Rd,2} = 0,25l_{eff2} \cdot t^2 \cdot f_y / \gamma_{M0}$	$M_{pl,2,Rd} = 1,02$ kNm

Způsoby porušení

Únosnost na 1 koncové řady šroubů počet řad 2

1. Způsob porušení plastizace čelní desky

$$F_{Rd,1} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m} \quad F_{Rd,1} = 109,13 \text{ kN}$$

2. Způsob porušení - porušení čelní desky a šroubů

$$F_{Rd,2} = \frac{2M_{pl,1,Rd} + \Sigma F_{t,Rd} \cdot n}{(m + n)} \quad F_{Rd,2} = 181,05 \text{ kN}$$

3. Způsob porušení - porušení šroubů

$$F_{Rd,3} = \Sigma F_{t,Rd} \quad F_{Rd,3} = 282,24 \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = \min(F_{Rd,1}, F_{Rd,2}, F_{Rd,3}) \quad F_{t,Rd} = 109,13 \text{ kN}$$

Výpočet efektivních délek vnitřní řada

	$l_{eff,nc,II} = 2m + 0,625e + 0,5p$	$l_{eff,nc,II} = 146,2$	mm	
	$l_{eff1} = \min(l_{eff,cp}, l_{eff,nc})$	$l_{eff,1} = 80$	mm	
	$l_{eff2} = \min(l_{eff,nc})$	$l_{eff,2} = 80$	mm	
II. Statický výpočet	$M_{pl,Rd,1} = 0,25l_{eff1} \cdot t^2 \cdot f_y / \gamma_{M0}$	$M_{pl,1,Rd} = 1,02$	kNm	ově
	$M_{pl,Rd,2} = 0,25l_{eff2} \cdot t^2 \cdot f_y / \gamma_{M0}$	$M_{pl,2,Rd} = 1,02$	kNm	
	Způsoby porušení			
	Únosnost na 1 koncové řady šroubů	počet řad	2	
	1. Způsob porušení plastizace čelní desky			
	$F_{Rd,1} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m}$	$F_{Rd,1} = 109,13$	kN	
	2. Způsob porušení - porušení čelní desky a šroubů			
	$F_{Rd,2} = \frac{2M_{pl,1,Rd} + \Sigma F_{t,Rd} \cdot n}{(m + n)}$	$F_{Rd,2} = 181,05$	kN	
	3. Způsob porušení - porušení šroubů			
	$F_{Rd,3} = \Sigma F_{t,Rd}$	$F_{Rd,3} = 282,24$	kN	
	$F_{t,Rd} = \min(F_{Rd,1}, F_{Rd,2}, F_{Rd,3})$	$F_{t,Rd} = 109,13$	kN	
	Výpočet efektivních délek vnitřní řada			
	$l_{eff,cp,I} = 2\pi m$	$l_{eff,cp,I} = 235,46$	mm	
	$l_{eff,nc,I} = 4m + 1,22e$	$l_{eff,nc,I} = 212,4$	mm	
	$l_{eff,cp,II} = 2p$	$l_{eff,cp,II} = 160$	mm	
	$l_{eff,cp,II} = p$	$l_{eff,cp,II} = 80$	mm	
	$l_{eff1} = \min(l_{eff,cp}, l_{eff,nc})$	$l_{eff,1} = 80$	mm	
	$l_{eff2} = \min(l_{eff,nc})$	$l_{eff,2} = 80$	mm	
	$M_{pl,Rd,1} = 0,25l_{eff1} \cdot t^2 \cdot f_y / \gamma_{M0}$	$M_{pl,1,Rd} = 1,02$	kNm	
	$M_{pl,Rd,2} = 0,25l_{eff2} \cdot t^2 \cdot f_y / \gamma_{M0}$	$M_{pl,2,Rd} = 1,02$	kNm	
	Způsoby porušení			
	Únosnost na 1 vnitřní řady šroubů	počet řad	1	
	1. Způsob porušení plastizace čelní desky			
	$F_{Rd,1} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m}$	$F_{Rd,1} = 109,13$	kN	
	2. Způsob porušení - porušení čelní desky a šroubů			
	$F_{Rd,2} = \frac{2M_{pl,1,Rd} + \Sigma F_{t,Rd} \cdot n}{(m + n)}$	$F_{Rd,2} = 181,05$	kN	
	3. Způsob porušení - porušení šroubů			
	$F_{Rd,3} = \Sigma F_{t,Rd}$	$F_{Rd,3} = 282,24$	kN	
	$F_{t,Rd} = \min(F_{Rd,1}, F_{Rd,2}, F_{Rd,3})$	$F_{t,Rd} = 109,13$	kN	
	$\Sigma n F_{t,Rd}$	$\geq N_{t,1,Ed}$		
	327,39 kN	$\geq 129,7$	kN	
	VYHOVUJE	39,6	%	

Posouzení kombinace tahu a stříhu

Kombinace tahu a stříhu			
Návrhová síla tah	$F_{h,Ed} =$	137,3	kN
Návrhová síla smyk	$F_{v,Ed} =$	327,3	kN
Únosnost v tahu	$F_{t,Rd} =$	327,00	kN
Únosnost ve smyku	$F_{v,Rd} =$	564,48	kN
	$\frac{F_{vEd}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{tEd}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1,0$		
0,58	+	0,3	$\leq 1,0$
	0,88		$\leq 1,0$
VYHOVUJE			

Návrh přípoje trubek TRk 114,3x3,2 mm na pásnici sloupu, navržený na maximální osovou sílu v prutu 47,8 kN.

Šroubový přípoj

Únosnost šroubového přípoje			
Návrhová síla	$F_{Ed} =$	47,8	kN
Návrh šroubů	2 x M16	8.8	
Mez kluzu šroubu	$f_{y,b} =$	640	MPa
Mez pevnosti šroubu	$f_{u,b} =$	800	MPa
Průměr šroubu	$d =$	16	mm
Průměr otvoru	$d_0 =$	18	mm
Plocha jádra šroubu	$A_s =$	157	mm ²
Rozteče šroubů			
$p_1 =$	55	mm	
	$e_1 =$	30	mm
	$e_2 =$	30	mm
Materiál	Ocel	S355	
Tloušťka plechu/stojiny	$t_p =$	10	mm
Mez pevnosti plechu	$f_u =$	490	MPa
$k_1 =$	2,50		
	$\alpha_b =$	0,56	
	$\alpha_v =$	0,6	
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{m2} =$	1,25	
Únosnost ve střihu	počet střih. ploch	1	
$F_{v,Rd} = n_{střih.} \frac{\alpha_v f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$	$F_{v,Rd} =$	60,29	kN
	$n F_{v,Rd} \geq F_{Ed}$		
	120,58 kN	≥	47,8 kN
VYHOVUJE			39,6 %
Únosnost v otláčení			
$F_{b,Rd} = \frac{k_1 f_u a_b d t}{\gamma_{M2}}$	$F_{b,Rd} =$	87,11	kN
	$n F_{b,Rd} \geq F_{Ed}$		
	174,22 kN	≥	47,8 kN
VYHOVUJE			27,4 %

Posudek svaru vloženého plechu do trubky

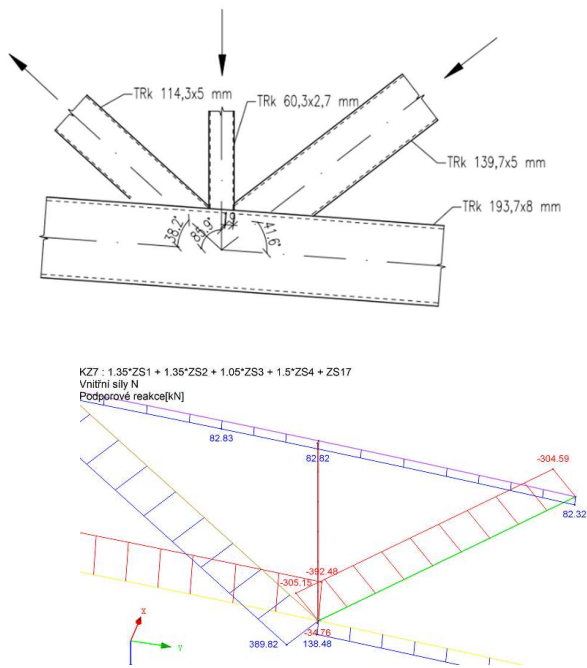
Únosnost svaru			
Návrhová síla	$F_{Ed} =$	47,8	kN
Úhel	$\alpha =$	0	°
Složka F_{Ed} kolmo na svar	$F_{v,Ed} =$	0,0	kN
Složka F_{Ed} rovnoběžně se svarem	$F_{h,Ed} =$	47,8	kN
Materiál	Ocel	S235	
Mez pevnosti oceli	$f_u =$	360	MPa
	$\gamma_{M2} =$	1,25	
Korekční součinitel	$\beta_w =$	0,9	mm
Návrh svaru		4 x koutový svar	
Účinný rozměr svaru	$a =$	3	mm
Délka svaru	$L_w =$	50	mm
Plocha svaru	$A_w =$	600	mm ²
$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{F_{v,Ed}}{A_w}$	$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} =$	0,00	MPa
$\tau_{\parallel} = \frac{F_{h,Ed}}{A_w}$	$\tau_{\parallel} =$	79,67	MPa
Posouzení svaru	$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$		
	137,99	MPa	\leq 320 MPa
	VYHOVUJE	43,1	%

Posudek svaru styčnickového plechu k pásnici sloupu

Únosnost svaru			
Návrhová síla	$F_{Ed} =$	47,8	kN
Úhel	$\alpha =$	90	°
Složka F_{Ed} kolmo na svar	$F_{v,Ed} =$	47,8	kN
Složka F_{Ed} rovnoběžně se svarem	$F_{h,Ed} =$	0,0	kN
Materiál	Ocel	S235	
Mez pevnosti oceli	$f_u =$	360	MPa
	$\gamma_{M2} =$	1,25	
Korekční součinitel	$\beta_w =$	0,9	mm
Návrh svaru		2 x koutový svar	
Účinný rozměr svaru	$a =$	3	mm
Délka svaru	$L_w =$	114	mm
Plocha svaru	$A_w =$	684	mm ²
$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{F_{v,Ed}}{A_w}$	$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} =$	49,41	MPa
$\tau_{\parallel} = \frac{F_{h,Ed}}{A_w}$	$\tau_{\parallel} =$	0,00	MPa
Posouzení svaru	$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$		
	98,83	MPa	\leq 320 MPa
	VYHOVUJE	30,9	%
	$\sigma_{\perp} \leq \frac{0,9 f_u}{\gamma_{M2}}$		
	49,41	MPa	\leq 259 MPa
	VYHOVUJE	19,1	%

5.8 Styčníky příhradových vazníků

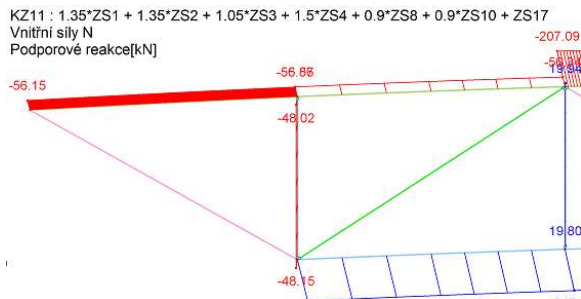
Styčník KT



Únosnost styčníku KT

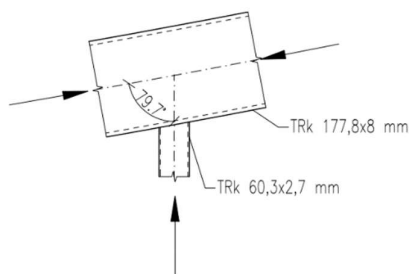
Materiál	Ocel	S355	
Mez kluzu	f_{y0}	= 355	MPa
Součinitele spolehlivosti	γ_{M5}	= 1,0	
Síla v pásu	$N_{0,Ed}$	= 392,0	kN
Moment v pásu	$M_{0,Ed}$	= 4,9	kNm
Průřez pásu	TRK 193,7x8		
W_y	= 2,1,E+05	mm ³	
d_0	= 193,7	mm	
g	= -19	mm	
A	= 4670	mm ²	
t_0	= 8,0	mm	
γ	= 12,11		
Výplňový prut 1	TRK 139,7x5		
Síla v prutu	$N_{1,Ed}$	= 305	kN
Úhel prutu	θ_1	= 41,6	°
d_1	= 139,7	mm	
t_1	= 5,0	mm	
Výplňový prut 2	TRK 114,3x5		
Návrhová síla v prutu	$N_{2,Ed}$	= 389,0	kN
Úhel prutu	θ_2	= 38,2	°
d_2	= 114,3	mm	
t_2	= 5,0	mm	
Výplňový prut 3	TRK 60,3x2,7		
Návrhová síla v prutu	$N_{3,Ed}$	= 34,8	kN
Úhel prutu	θ_3	= 85,9	°
d_3	= 60,3	mm	
t_3	= 2,6	mm	
Součinitel překrytí	$k_g = \gamma^{0,2} \left(1 + \frac{0,024\gamma^{1,2}}{1 + e^{(0,5g/t_0 - 1,33)}} \right)$	k_g	= 2,38
stanovení napětí pásu	$\sigma_{p,Ed} = N_{0,Ed}/A + M_{0,Ed}/W_y$	$\sigma_{p,Ed}$	= 221,50 MPa
	$n_p = \sigma_{p,Ed}/f_{y0}$	n_p	= 0,6
	$k_p = 1 - 0,3n_p(1 + n_p) \leq 1,0$	k_p	= 0,7
Porušení povrchu pásu	$N_{1,Rd} = \frac{k_g k_p f_{y0} t_0^2}{\sin \theta_1} \left(1,8 + 10,2 \frac{d_1 + d_2 + d_3}{3d_0} \right) / \gamma_{M5}$	$N_{1,Rd}$	= 414,03 kN
	$N_{1,Rd} \sin \theta_1$	$\geq N_{1,Ed} \sin \theta_1 + N_{3,Ed} \sin \theta_3$	
	274,88 kN	\geq	171,9 kN
	VYHOVUJE		62,5 %
	$N_{1,Rd} \sin \theta_1$	$\geq N_{2,Ed} \sin \theta_2$	
	274,88 kN	\geq	240,6 kN
	VYHOVUJE		87,5 %
Porušení pásu prolomení smykem	$N_{i,Rd} = \frac{f_{y0}}{\sqrt{3}} t_0 \pi d_i \frac{1 + \sin \theta_i}{\sin \theta_i} / \gamma_{M5}$	$N_{1,Rd}$	= 1358,21 kN
		$N_{2,Rd}$	= 1245,84 kN
	$N_{1,Rd}$	\geq	$N_{1,Ed}$
1	1358,21 kN	\geq	305,0 kN
2	1245,84 kN	\geq	389,0 kN
	VYHOVUJE		31,2 %

Styčnick T



Kombinace:

Únosnost styčnicku T



KZ11	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_{y0} =$	355 MPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M5} =$	1,0
	Průřez pásu		TRk 177,8x8
	$W_y = 1,7,E+05 \text{ mm}^3$	$A =$	4270 mm ²
	Síla v pásu	$N_{0,Ed} =$	56,0 kN
	Moment v pásu	$M_{0,Ed} =$	2,9 kNm
	$d_0 = 177,8 \text{ mm}$	$t_0 =$	8,0 mm
	$\gamma = d_0/2t_0$	$\gamma =$	11,11
	$\sigma_{p,Ed} = N_{0,Ed}/A + M_{0,Ed}/W_y$	$\sigma_{p,Ed} =$	29,88 MPa
	$n_p = \sigma_{p,Ed}/f_{y0}$	$n_p =$	0,1
	$k_p = 1 - 0,3n_p(1 + n_p) \leq 1,0$	$k_p =$	1,0
	Výplňový prut 1		TRk 60,3x2,6
	Síla v prutu	$N_{1,Ed} =$	48,0 kN
	Úhel prutu	$\theta_1 =$	79,7 °
	$d_1 = 60,3 \text{ mm}$	$t_1 =$	2,6 mm
	$\beta = d_i/d_0$	$\beta =$	0,34
	Porušení povrchu pásu		
	$N_{1,Rd} = \frac{\gamma^{0,2} k_p t_0^2 (2,8 + 14,2\beta^2) f_{y0}}{\sin \theta_1 \gamma_{M5}}$	$N_{i,Rd} =$	161,17 kN

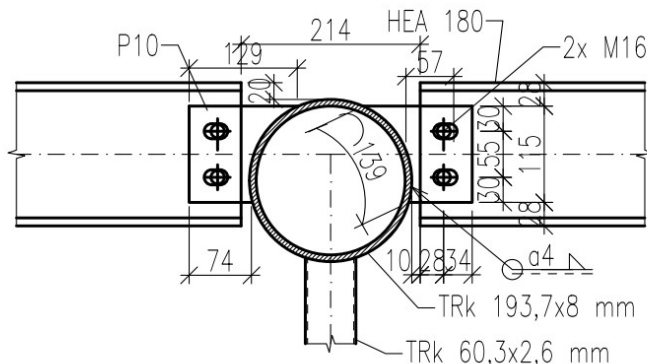
$N_{1,Rd}$	\geq	F_{Ed}
161,17 kN	\geq	48,0 kN
VYHOVUJE		29,8 %

Porušení pásu prolomení smykem

$N_{i,Rd} = \frac{f_{y0}}{\sqrt{3}} t_0 \pi d_i \frac{1 + \sin \theta_i}{\sin \theta_i} / \gamma_{M5}$	$N_{1,Rd} =$	318,29 kN
$N_{1,Rd}$	\geq	$N_{1,Ed}$
318,29 kN	\geq	48,0 kN
VYHOVUJE		15,1 %

5.8 Přípoj vaznice na ohyb

Vaznice na ohyb je připojena k hornímu pásu vazníku pomocí konzolového plechu. Přenos tlakových sil do vaznice je omezen díky prodlouženému otvoru, ve kterém může docházet k podélnému posunu. Návrh přípoje je proveden na maximální posouvající sílu ve vaznici.



Únosnost šroubového přípoje

Návrhová síla	$V_{Ed} = 24,63$	kN
Svislá síla	$F_{v,Ed} = 22,34$	kN
Vodorovná síla	$F_{h,Ed} = V_{Ed} \frac{e}{p_1}$	25,53 kN
Excentricita	$e = 57$	mm
	$F_{Ed} = \sqrt{F_{h,Ed}^2 + F_{v,Ed}^2}$	33,92 kN
Návrh šroubů	2 x M16	8.8
Mez kluzu šroubu	$f_{y,b} = 640$	MPa
Mez pevnosti šroubu	$f_{u,b} = 800$	MPa
Průměr šroubu	$d = 16$	mm
Průměr otvoru	$d_0 = 18$	mm
Plocha jádra šroubu	$A_s = 157$	mm ²
Rozteče šroubů	$e_1 = 30$	mm
	$e_2 = 25$	mm
$p_1 = 55$		mm
Materiál	Ocel	S355
Tloušťka plechu/stojiny	$t_p = 6$	mm
Mez pevnosti plechu	$f_u = 490$	MPa
$k_1 = 2,19$	$\alpha_b = 0,56$	
	$\alpha_v = 0,6$	
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M2} = 1,25$	
Únosnost ve stříhu	počet stříh. ploch	1
	$F_{v,Rd} = 60,29$	kN
$F_{v,Rd} = n_{střih.} \frac{\alpha_v f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$	$n F_{v,Rd} \geq F_{Ed}$	
	120,58 kN	≥ 33,9 kN

VYHOVUJE 28,1 %

Únosnost v otláčení redukce x 0,6 prodloužený otvor

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 f_u a_b d t}{\gamma_{M2}} \quad F_{b,Rd} = 45,76 \text{ kN}$$

$$n F_{b,Rd} \geq F_{Ed}$$

$$\mathbf{54,91 \text{ kN} \geq 33,9 \text{ kN}}$$

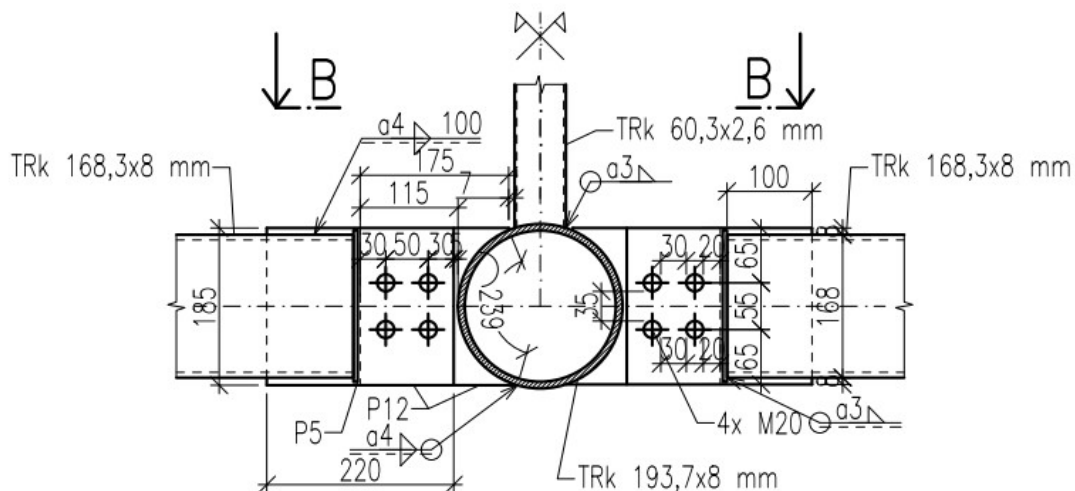
VYHOVUJE 61,8 %

Posouzení svaru konzolky

Únosnost svaru

Svislá složka síly F_{Ed}	$F_{v,Ed} = 22,3$	kN
Vodorovná složka síly F_{Ed}	$F_{h,Ed} = 25,5$	kN
Excentricita	$e = 57$	mm
Moment	$M = 1,27$	kNm
Mez pevnosti oceli	$f_u = 490$	MPa
	$\gamma_{M2} = 1,25$	
Korekční součinitel	$\beta_w = 0,9$	mm
Návrh svaru	2 x koutový svar	
Účinný rozměr svaru	$a = 4$	mm
Délka svaru	$L_w = 139$	mm
Plocha svaru	$A_w = 1112$	mm ²
Průřezový modul svaru	$W_w = 25761,3$	mm ³
$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{F_{h,Ed}}{A_w} + \frac{M}{W_w}$	$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 49,16$	MPa
$\tau_{\parallel} = \frac{F_{v,Ed}}{A_w}$	$\tau_{\parallel} = 20,09$	MPa
Posouzení svaru	$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$	
	104,29 MPa	≤ 436 MPa
	VYHOVUJE	23,9 %
	$\sigma_{\perp} \leq \frac{0,9 f_u}{\gamma_{M2}}$	
	49,16 MPa	≤ 353 MPa
	VYHOVUJE	13,9 %

5.9 Přípoj spodního pásu podélného střešního ztužidla k vazníku

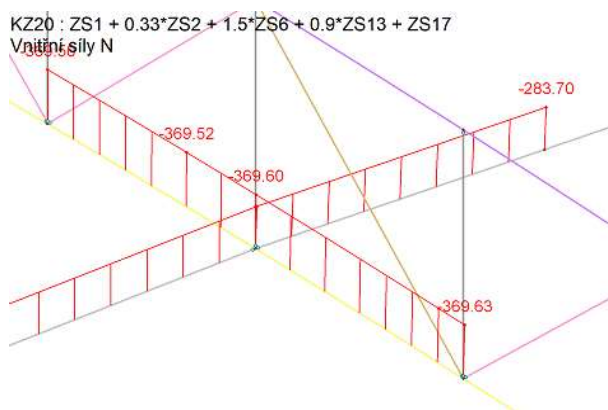


Přípoj je navržen na maximální tlakovou sílu 283,8 kN (KZ20) a na maximální tahovou sílu 161,7 kN (KZ10).

Posouzení svaru plechu a trubky TRk 186,3x8 mm

Únosnost svaru	
Návrhová síla	$F_{Ed} = 284,0 \text{ kN}$
Úhel	$\alpha = 0^\circ$
Svislá složka síly F_{Ed}	$F_{v,Ed} = 0,0 \text{ kN}$
Vodorovná složka síly F_{Ed}	$F_{h,Ed} = 284,0 \text{ kN}$
Mez pevnosti oceli	$f_u = 490 \text{ MPa}$
	$\gamma_{M2} = 1,25$
Korekční součinitel	$\beta_w = 0,9 \text{ mm}$
Návrh svaru	4 x koutový svar
Účinný rozměr svaru	$a = 4 \text{ mm}$
Délka svaru	$L_w = 100 \text{ mm}$
Plocha svaru	$A_w = 1600 \text{ mm}^2$
$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{F_{v,Ed}}{A_w}$	$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 0 \text{ MPa}$
$\tau_{\parallel} = \frac{F_{h,Ed}}{A_w}$	$\tau_{\parallel} = 177,50 \text{ MPa}$
Posouzení svaru	$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$
	$307,44 \text{ MPa} \leq 436 \text{ MPa}$
	70,6 %

Posouzení přípoje styčnickového plechu na dolní pás vazníku



Kombinace:

Únosnost styčnicků se styčnickovými plechy

KZ20	Návrhová síla	$F_{Ed} = 283,8$	kN
	Materiál	Ocel	S355
	Mez kluzu	$f_{y0} = 355$	MPa
	Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M5} = 1,0$	
	Síla v pásu	$N_{0,Ed} = 369,0$	kN
	Moment v pásu	$M_{0,Ed} = 2,0$	kNm
	Průřez pásu	TRk 193,7x8	
	$W_y = 2, E+05$	$A = 4670$	mm ²
	$t_0 = 8,0$	$d_0 = 193,7$	mm
	$\sigma_{p,Ed} = N_{0,Ed}/A + M_{0,Ed}/W_y$	$\sigma_{p,Ed} = 88,63$	MPa
	$n_p = \sigma_{p,Ed}/f_{y0}$	$n_p = 0,2$	
	$k_p = 1 - 0,3n_p(1 + n_p) \leq 1,0$	$k_p = 0,9$	
	$b_i = 185,0$	$t_i = 12,0$	mm
	$\beta = b_i/d_0$	$\beta = 0,96$	< 4,0

Porušení povrchu pásu

$$N_{i,Rd} = \frac{5k_p t_0^2 f_{y0}}{1 - 0,8\beta \gamma_{M5}} \quad N_{i,Rd} = 436,43 \text{ kN}$$

$N_{i,Rd}$	\geq	F_{Ed}
436,43 kN	\geq	283,8 kN
VYHOVUJE		65,0 %

Porušení prolomení smykem

$$\sigma_{max t_i} = (N_{Ed}/A_i)t_i \quad N_{i,Rd} = 1534,05 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{max t_i} \leq 2t_0(f_{y0}/\sqrt{3})/\gamma_{M5}$$

$$\mathbf{1534,05 \text{ N/mm}} \leq \mathbf{3279,3 \text{ N/mm}}$$

VYHOVUJE	46,8 %
-----------------	--------

Posouzení šroubového přípoje

Únosnost šroubového přípoje			
Návrhová síla	$F_{Ed} =$	283,8 kN	
Návrh šroubů	4 x M20	8.8	
Mez kluzu šroubu	$f_{y,b} =$	640 MPa	
Mez pevnosti šroubu	$f_{u,b} =$	800 MPa	
Průměr šroubu	$d =$	20 mm	
Průměr otvoru	$d_0 =$	22 mm	
Plocha jádra šroubu	$A_s =$	245 mm ²	
Rozteče šroubů			
$p_1 =$	50 mm	$e_1 =$	30 mm
$p_2 =$	55 mm	$e_2 =$	57 mm
Materiál	Ocel	S355	
Tloušťka plechu/stojiny	$t_p =$	12 mm	
Mez pevnosti plechu	$f_u =$	490 MPa	
$k_1 =$	2,50	$\alpha_b =$	0,45
		$\alpha_v =$	0,6
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{m2} =$	1,25	
Únosnost ve stříhu	počet stříh. ploch	1	
$F_{v,Rd} = n_{střih.} \frac{\alpha_v f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$	$F_{v,Rd} =$	94,08 kN	
	$n F_{v,Rd} \geq F_{Ed}$		
	376,32 kN	≥	283,8 kN
VYHOVUJE		75,4	%
Únosnost v otláčení			
$F_{b,Rd} = \frac{k_1 f_u a_b d t}{\gamma_{M2}}$	$F_{b,Rd} =$	106,91 kN	
	$n F_{b,Rd} \geq F_{Ed}$		
	427,64 kN	≥	283,8 kN
VYHOVUJE		66,4	%

Návrh svaru styčnickového plechu na tah

Únosnost svaru			
Návrhová síla	$F_{Ed} =$	161,0	kN
Úhel	$\alpha =$	90	°
Svislá složka síly F_{Ed} kolmo na svar	$F_{v,Ed} =$	161,0	kN
Vodorovná složka síly F_{Ed} roně se svarem	$F_{h,Ed} =$	0,0	kN
Mez pevnosti oceli	$f_u =$	490	MPa
	$\gamma_{M2} =$	1,25	
Korekční součinitel	$\beta_w =$	0,9	mm
Návrh svaru		2 x koutový svar	
Účinný rozměr svaru	$a =$	4	mm
Délka svaru	$L_w =$	230	mm
Plocha svaru	$A_w =$	1840	mm ²
$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{F_{v,Ed}}{A_w}$	$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} =$	61,87	MPa
$\tau_{\parallel} = \frac{F_{h,Ed}}{A_w}$	$\tau_{\parallel} =$	0,00	MPa
Posouzení svaru	$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$	123,74	MPa ≤ 436 MPa
		VYHOVUJE	28,4 %
	$\sigma_{\perp} \leq \frac{0,9 f_u}{\gamma_{M2}}$	61,87	MPa ≤ 353 MPa
		VYHOVUJE	17,5 %

Posouzení přípoje na vytržení skupiny šroubů

Únosnost stěny nosníku			
Návrhová síla	$F_{Ed} =$	161,0	kN
Materiál	Ocel	S355	
Mez kluzu	$f_y =$	355	MPa
Mez kluzu	$f_u =$	490	MPa
Součinitele spolehlivosti	$\gamma_{M2} =$	1,25	
	$\gamma_{M0} =$	1	
Oslabená plocha při působení tahu	$A_{nt} =$	420	mm ²
Oslabená plocha při působení smyku	$A_{nv} =$	1200	mm ²
Únosnost ny vytržení skupiny šroubů			
$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_u A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{f_y A_{nv}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$	$V_{eff,1,Rc} =$	410,591	kN
	$V_{eff,1,Rd} \geq F_{Ed}$	410,59	kN ≥ 161,0 kN
		VYHOVUJE	39,2 %



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

DIPLOMOVÁ PRÁCE

HOKEJOVÁ SPORTOVNÍ HALA V CHOMUTOVĚ

III. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Vypracoval: Bc. Pavel Polanský

Vedoucí práce: prof. Ing. Michal Jandera, Ph.D.

Leden 2023

Seznam výkresů

Výkres č.1 – Pohled na střechu, 1:200

Výkres č. 2 - Půdorys dispozice 1.NP s vedlejší tribunou, 1:200

Výkres č. 3 – Půdorys dispozice 1.NP s hlavní tribunou, Půdorys dispozice 3.NP, 1:200

Výkres č. 4 - Pohled A, Pohled D, Řez C-C, Řez B-B, geometrie vazníků, 1:200/1:100

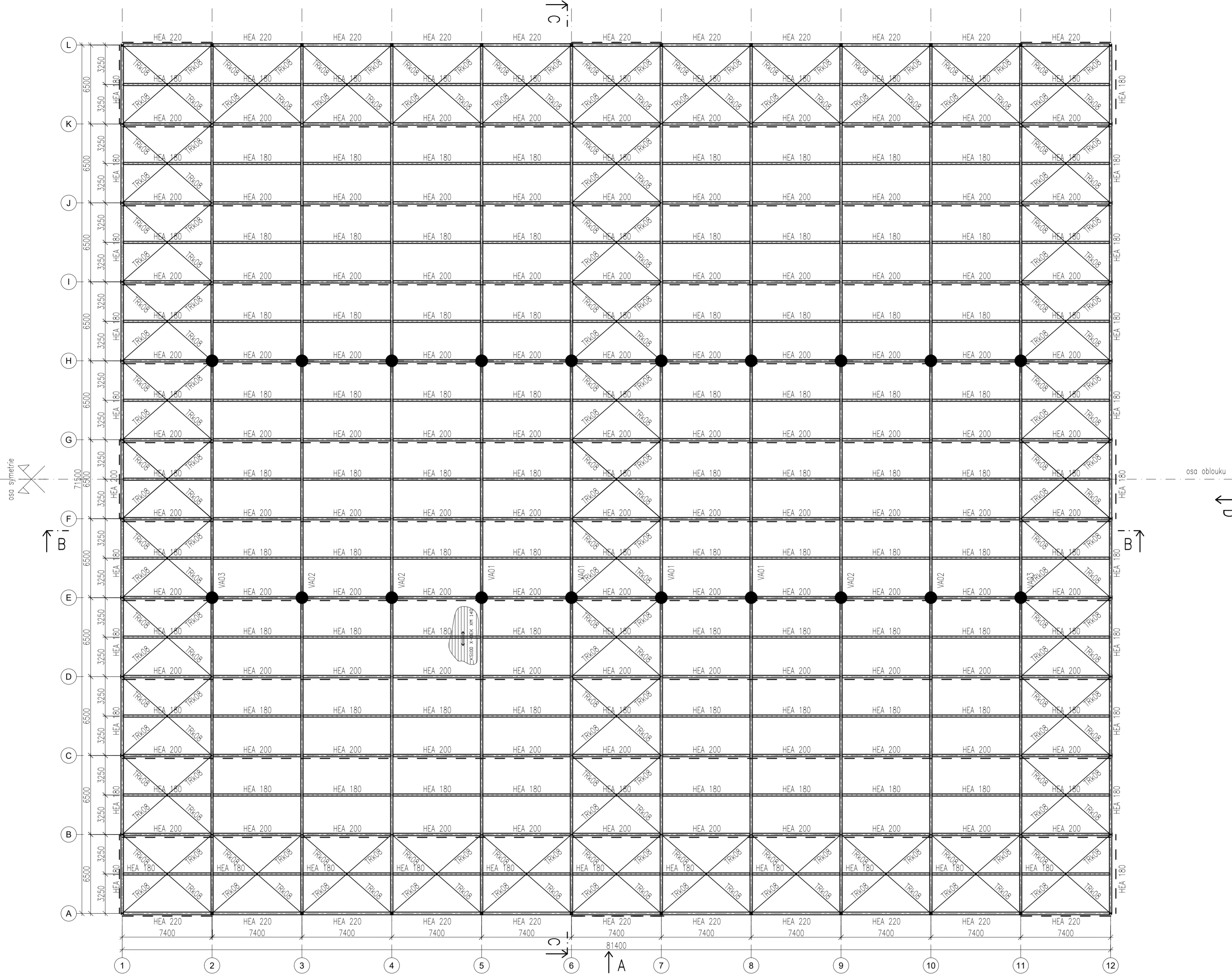
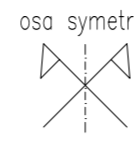
Výkres č.5 – Výkresy detailů 01, 1:10/1:20

Výkres č.6 – Výkresy detailů 02, 1:10/1:20

Výkres č.7 – Výkresy detailů 03, 1:10

PŮDORYS STŘEŠNÍ KONSTRUKCE
M 1:200


osa symetrie



Legenda popisu prutů:
TRK08 – Ocelová trubka kruhová 139,7x4 mm, Ocel S235JR

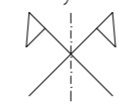
 Pozice připoje tábla na vazník

Materiál: Ocel – S355J0, S235JR, S460
Šrouby třída 8.8, 10.9
Beton C20/25, C30/37
Třída provedení EXC3

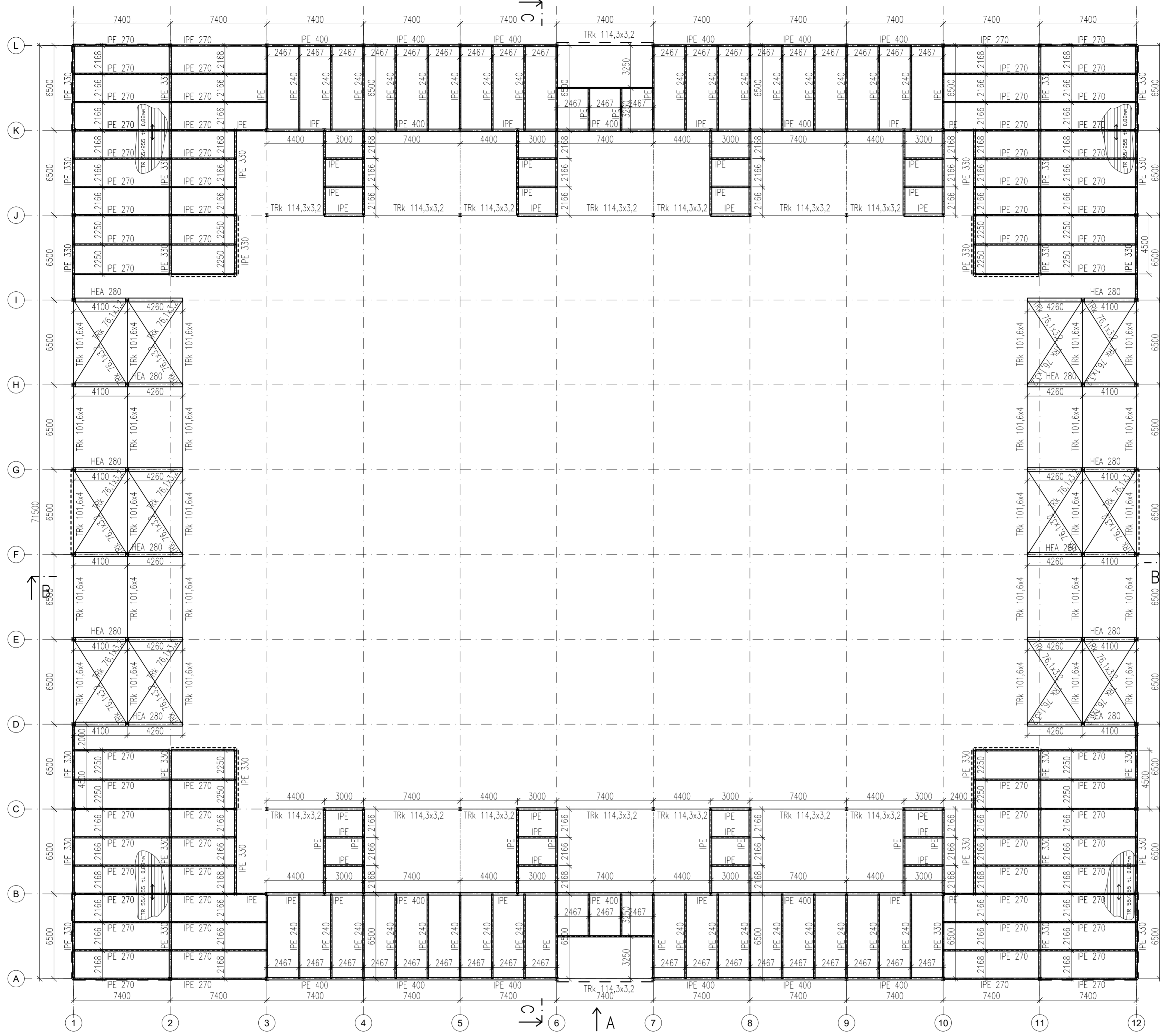
Zpracoval: Bc. Pavel Polanský	Konzultant: prof. Ing. Michal Jandera, Ph.D.	Školní rok: 2022–2023	Fakulta stavební ČVUT 
Předmět: Diplomová práce			
Úloha: III. Výkresová dokumentace	Datum: 04.01.2023	Meřítko: 1:200	
Výkres: Přehledové výkresy dispozice a pohled na střechu	Č. výkresu: 1		

PŮDORYS DISPOZICE 1. NP (+3.250) S VEDLEJŠÍ TRIBUNOU
M 1:200

osa symetrie



osa symetrie

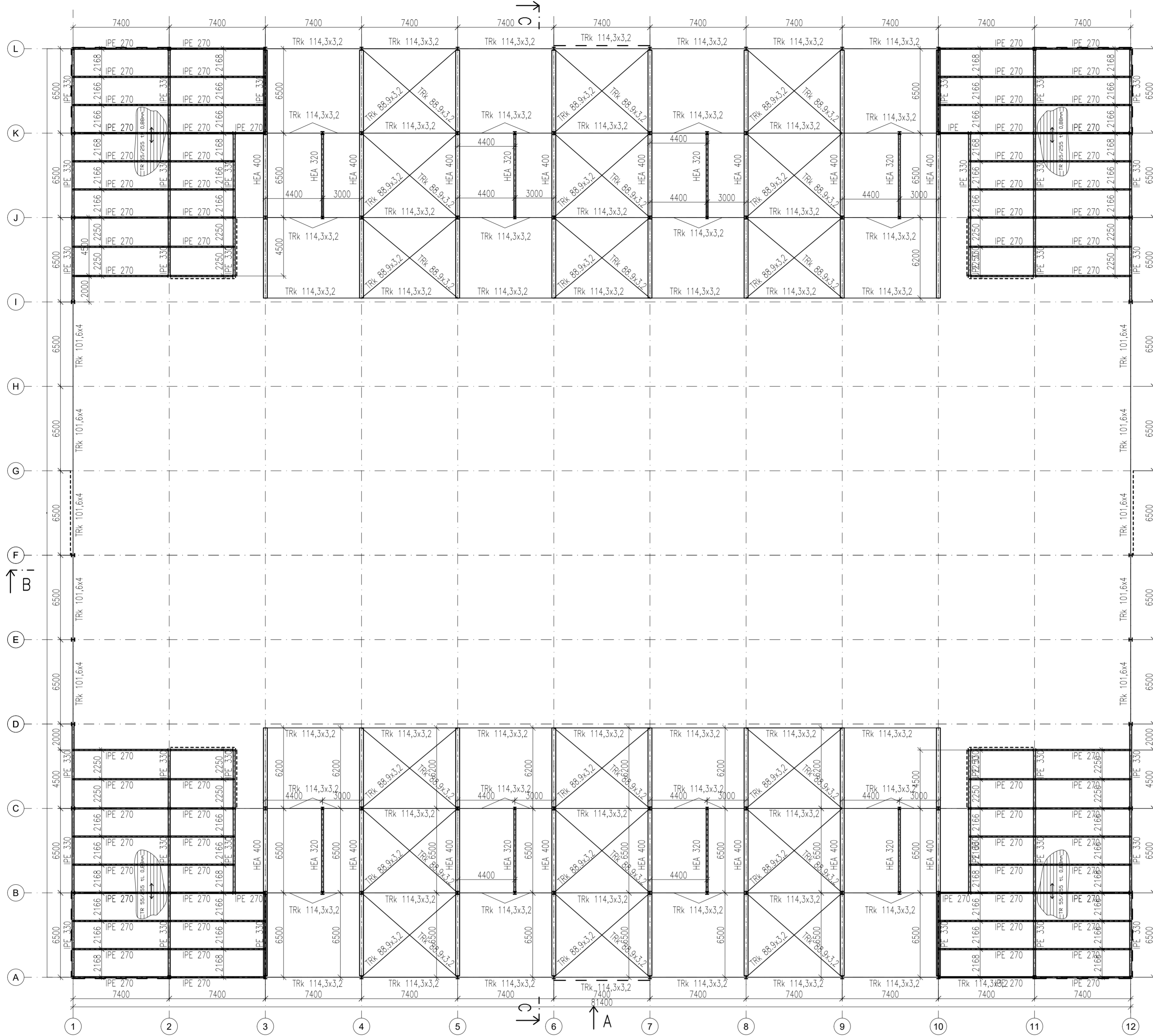
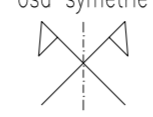


Materiál: Ocel - S355J0, S235JR, S460
Šrouby třída 8.8, 10.9
Beton C20/25, C30/37
Třída provedení EXC3

Zpracoval: Bc. Pavel Polanský	Konzultant: prof. Ing. Michal Jandera, Ph.D.	Školní rok: 2022-2023	Fakulta stavební ČVUT
Předmět: Diplomová práce			
Úloha: III. Výkresová dokumentace	Datum	04.01.2023	
Výkres: Půdorys dispozice 1.NP s vedlejší tribunou	Meřítko	1:200	
	Č. výkresu	2	

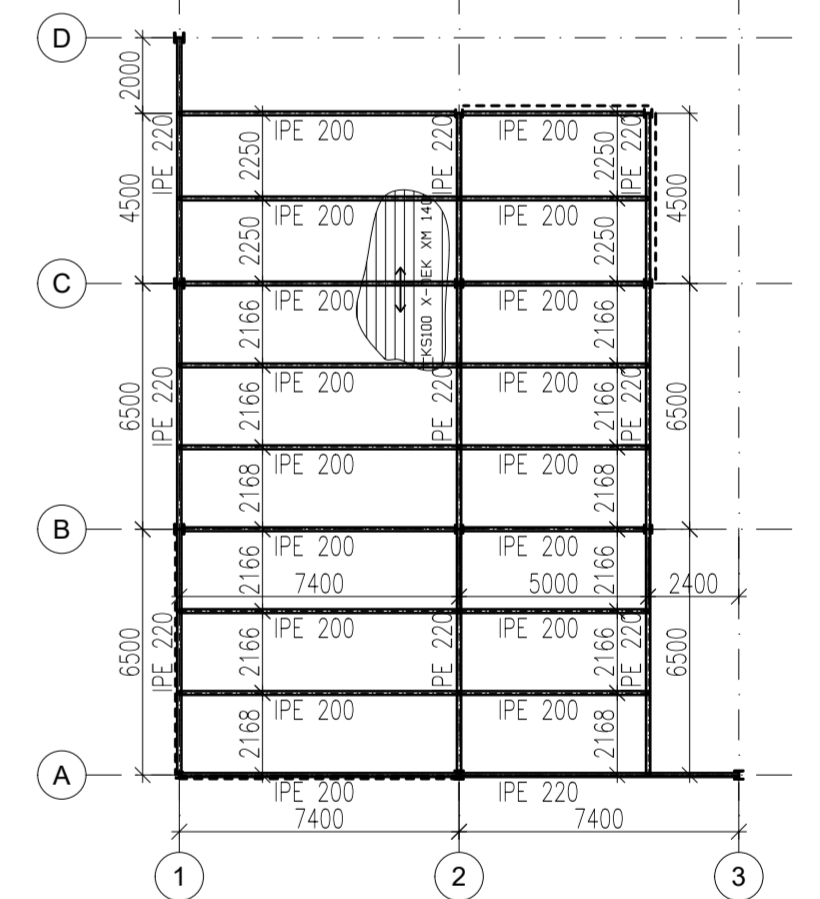
PŮDORYS DISPOZICE 2. NP (+6.940) S HLAVNÍ TRIBUNOU
M 1:200

oso symetrie



PŮDORYS DISPOZICE 3. NP (+10.490)
M 1:200

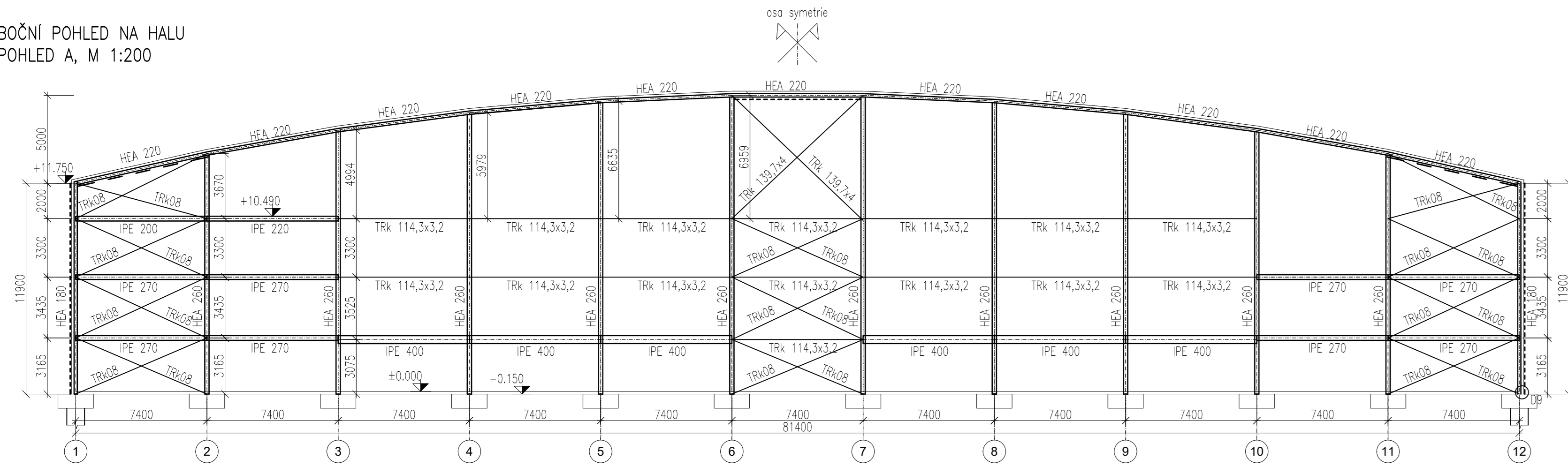
Symetrický úsek, který se nachází konstrukce v každém rohu haly



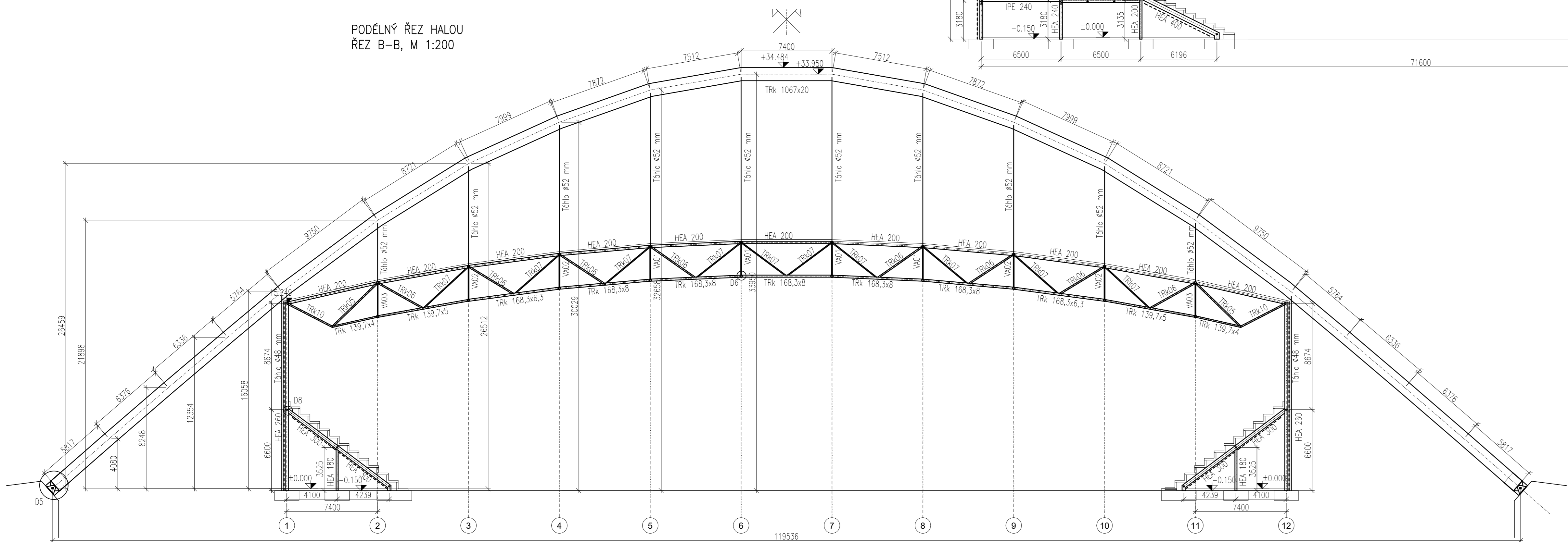
Materiál: Ocel – S355J0, S235JR, S460
Šrouby třída 8.8, 10.9
Beton C20/25, C30/37
Třída provedení EXC3

Zpracoval: Bc. Pavel Polanský	Konzultant: prof. Ing. Michal Jandera, Ph.D.	Školní rok: 2022–2023	Fakulta stavební ČVUT	
Předmět: Diplomová práce			Datum: 04.01.2023	
Úloha: III. Výkresová dokumentace			Merítko: 1:200	
Výkres: Půdorys dispozice 1.NP s hlavní tribunou, Půdorys dispozice 3.NP			Č. výkresu: 3	

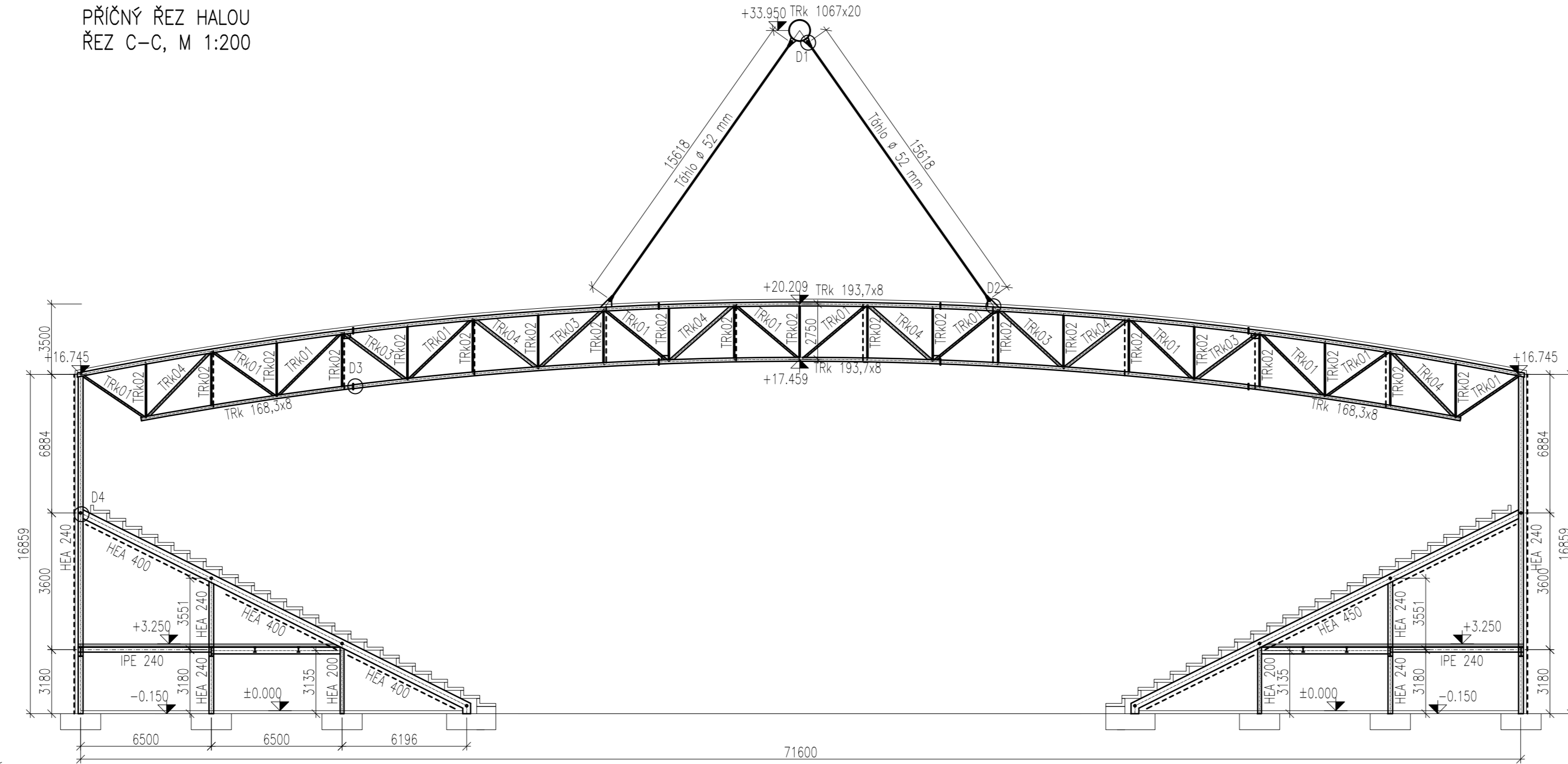
BOČNÍ POHLED NA HALU
POHLED A, M 1:200



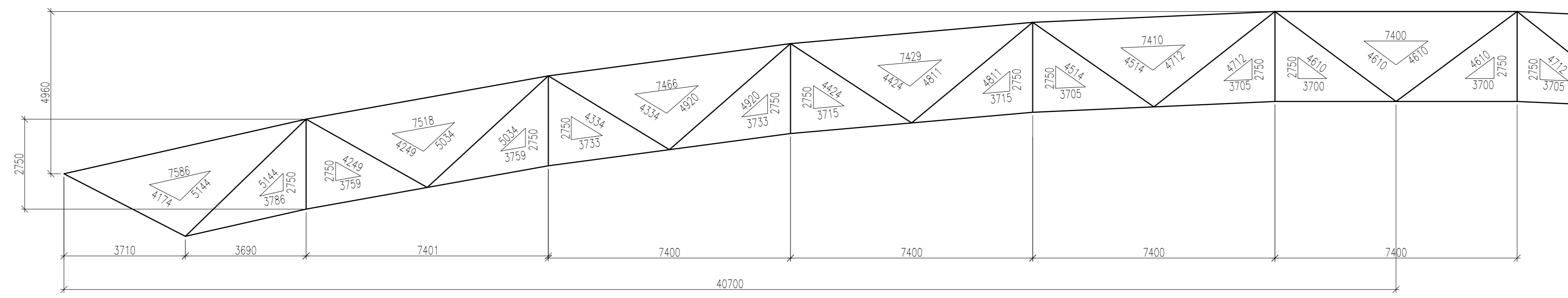
PODÉLNÝ ŘEZ HALOU
ŘEZ B-B, M 1:200



PŘÍČNÝ ŘEZ HALOU
ŘEZ C-C, M 1:200

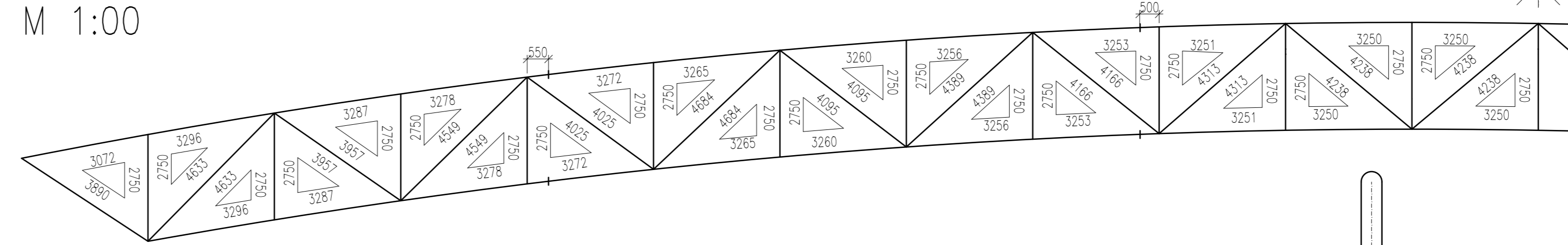


GEOMETRIE PODÉLNÉHO STŘEŠNÍHO ZTUŽIDLA
M 1:00

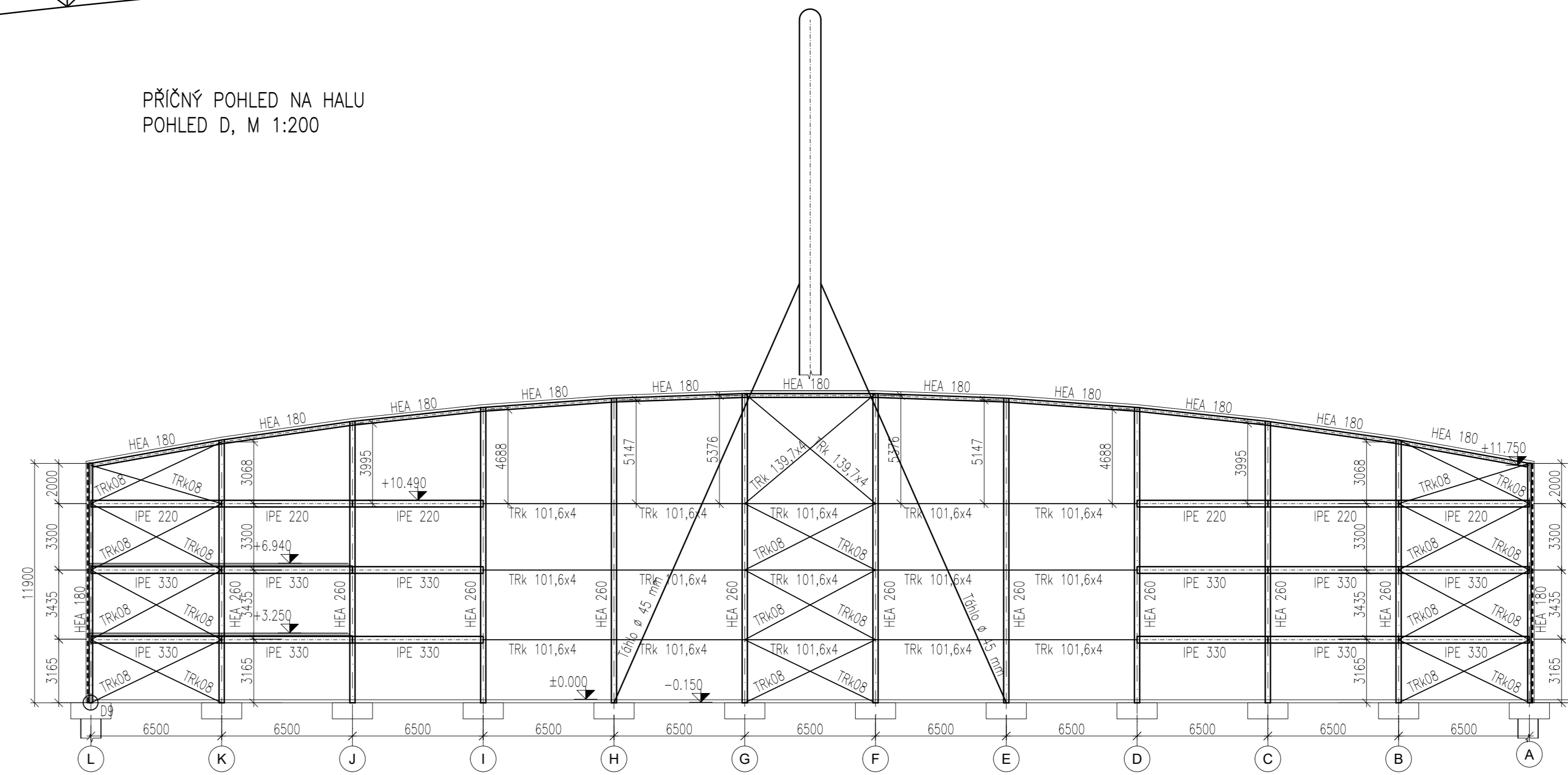


GEOMETRIE VAZNIKŮ
M 1:00

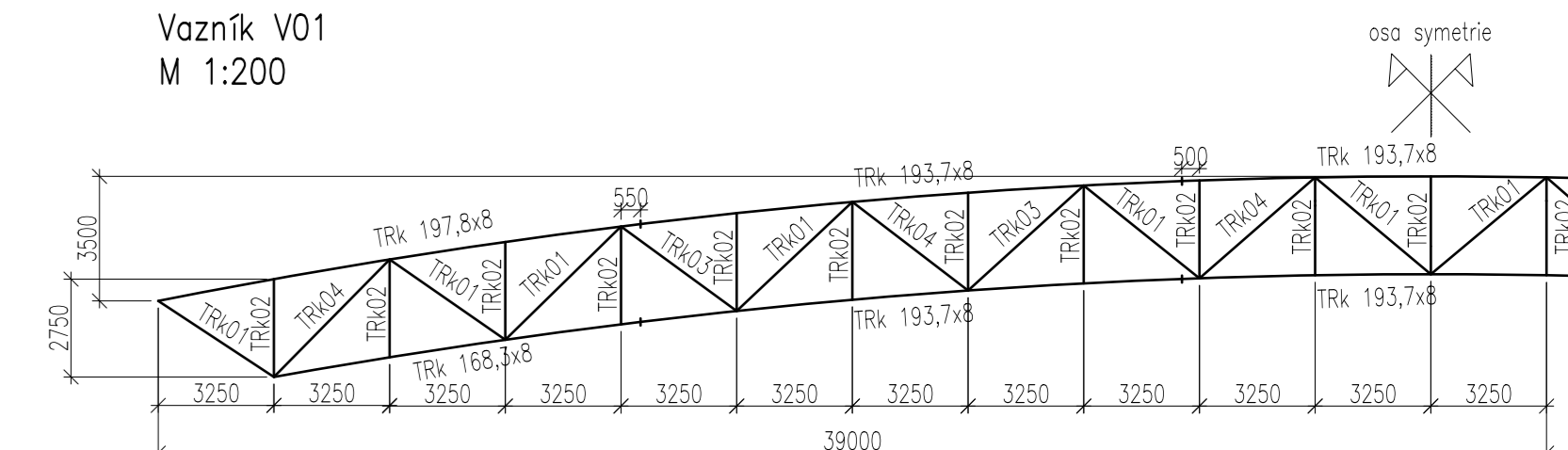
Horní a dolní pás tvoří oblouk, popis udává délku oblouku pro jednotlivé šesky
Poloměr zakřivení je 184,330 m



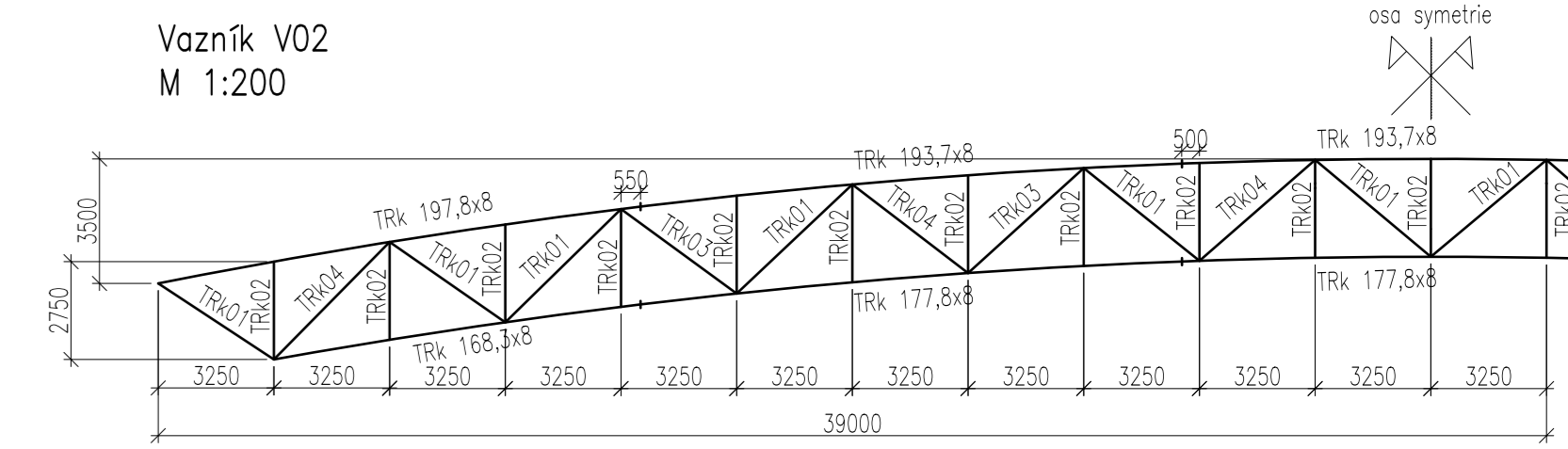
PŘÍČNÝ POHLED NA HALU
POHLED D, M 1:200



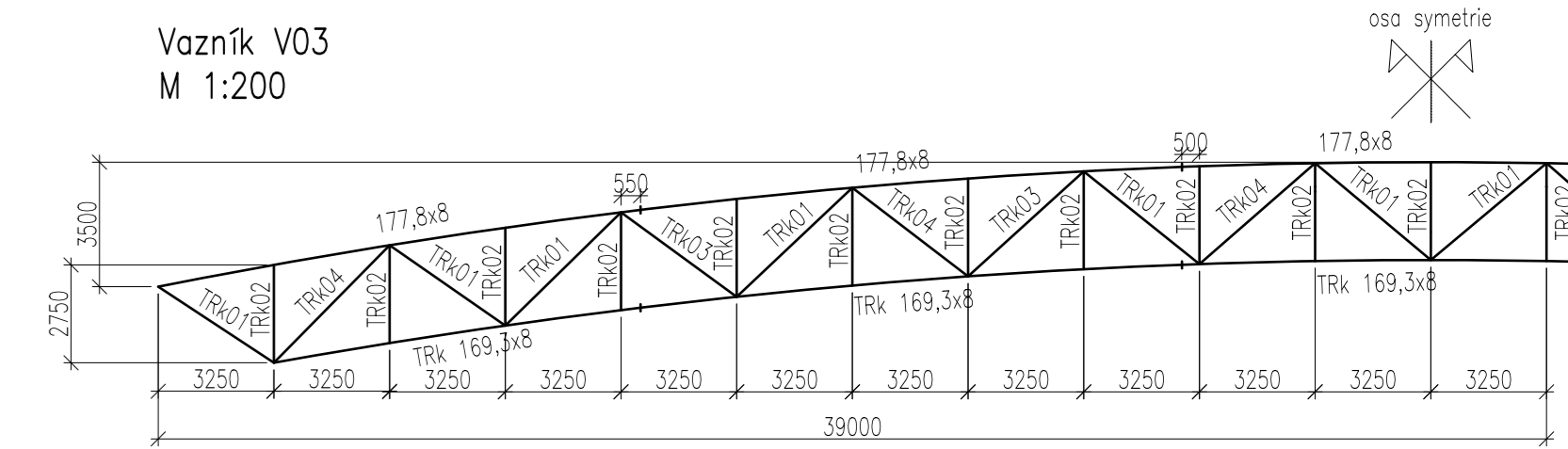
Vazník V01
M 1:200



Vazník V02
M 1:200



Vazník V03
M 1:200

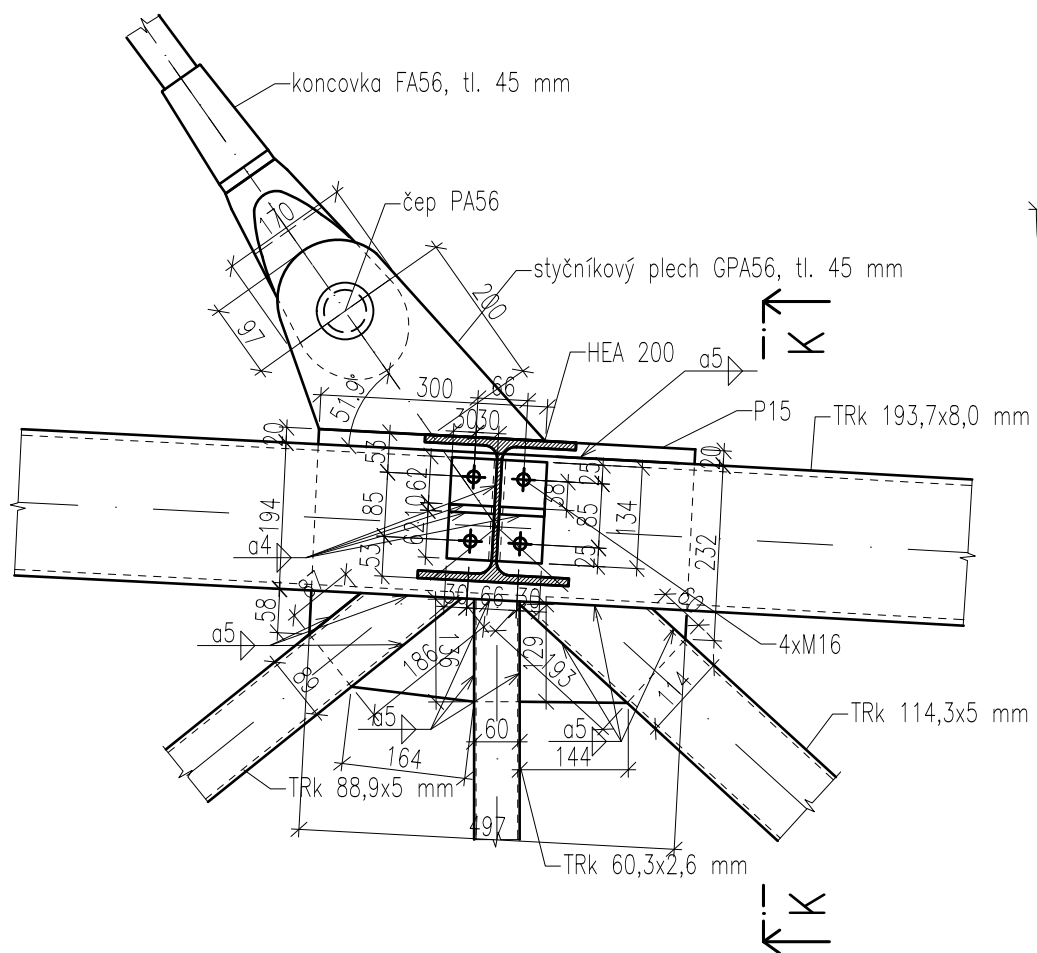


Legenda popisu průřezů:
TRK01 - Ocelová trubka kruhová 88,9x5 mm, Ocel S355JR
TRK02 - Ocelová trubka kruhová 60,3x2,6 mm, Ocel S355JR
TRK03 - Ocelová trubka kruhová 114,3x5 mm, Ocel S355JR
TRK04 - Ocelová trubka kruhová 139,7x5 mm, Ocel S355JR
TRK05 - Ocelová trubka kruhová 114,3x4 mm, Ocel S355JR
TRK06 - Ocelová trubka kruhová 88,9x4 mm, Ocel S355JR
TRK07 - Ocelová trubka kruhová 76,1x4 mm, Ocel S355JR
TRK08 - Ocelová trubka kruhová 139,7x4 mm, Ocel S235JR
TRK09 - Ocelová trubka kruhová 168,3x4 mm, Ocel S235JR
TRK10 - Ocelová trubka kruhová 139,7x4 mm, Ocel S355JR

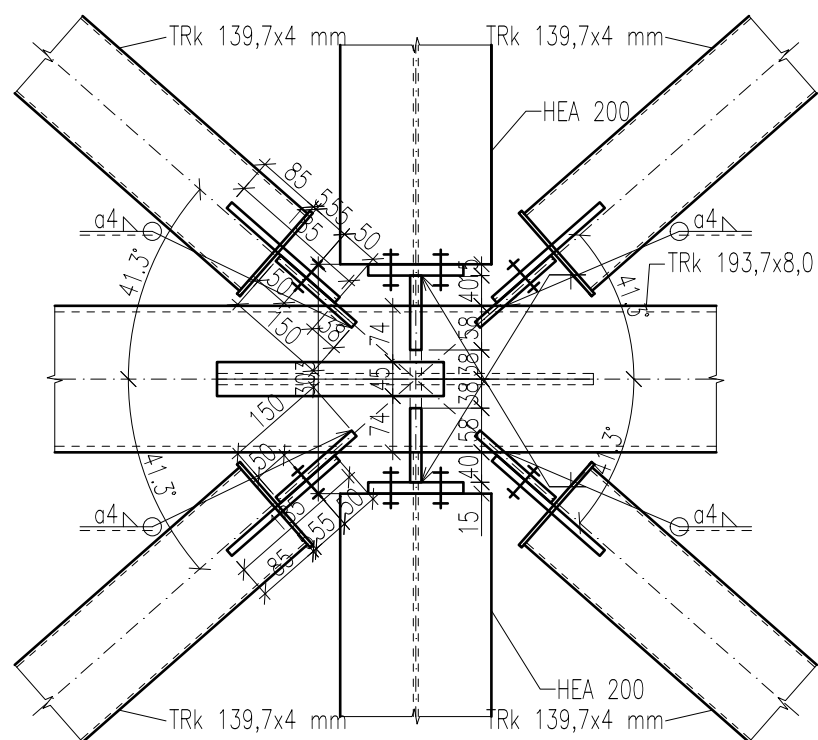
Materiál: Ocel - S355J0, S235JR, S460
Šrouby třídy 8.8, 10.9
Beton C20/25, C30/37
Třída provedení EXC3

Zpracoval: Bc. Pavel Polanský	Konzultant: prof. Ing. Michal Jandera, Ph.D.	Školní rok: 2022-2023	Fakulta stavební ČVUT
Předmět: Diplomová práce			
Úloha: III. Výkresová dokumentace		Datum: 04.01.2023	
Výkres: Pohled A, Pohled D, Řez C-C, Řez B-B, geometrie vazníků		Meřítko: 1:200	
		Č. výkresu: 4	

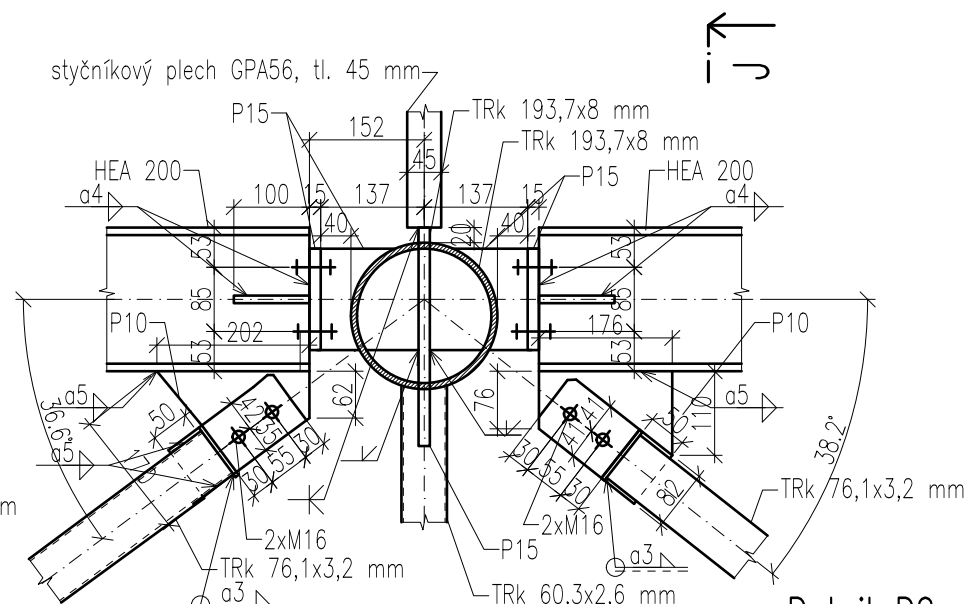
Detail D2 Připoj táhla k hornímu pásu vazníku
Řez J–J, M 1:10



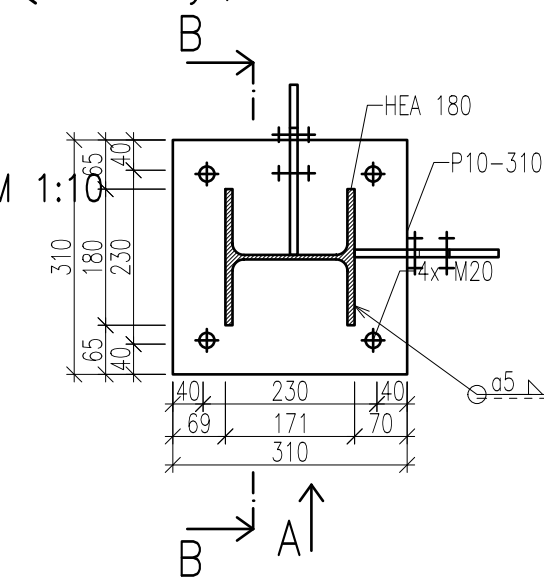
Horní pohled, M 1:10



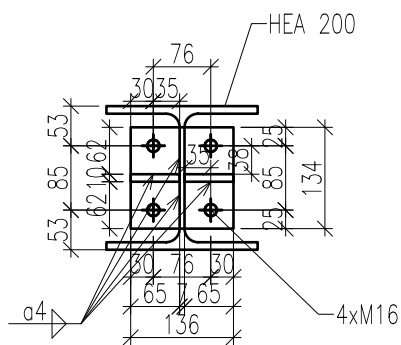
Řez K–K, M 1:10



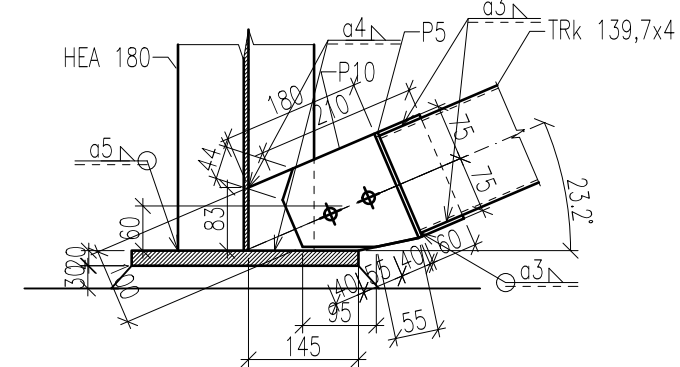
Detail D9 – Rohová patka
Půdorys, M 1:10



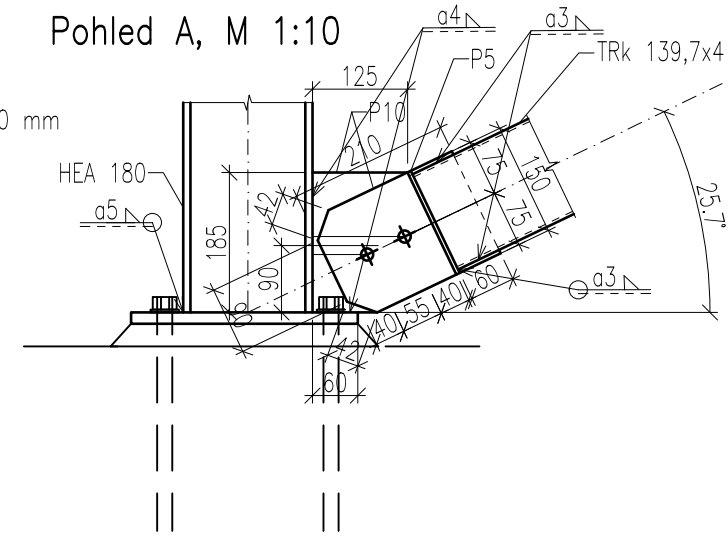
Pohled na čelní desku s výztuhami, M 1:10



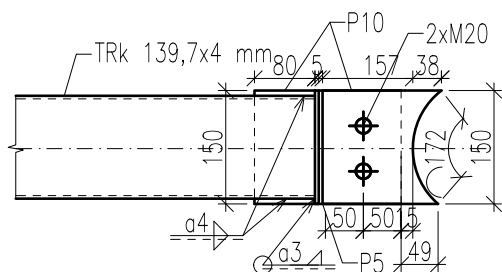
Řez B–B, M 1:10



Pohled A, M 1:10



Ztužidlo se styčníkovým plechem, M 1:10



Materiál: Ocel – S355J0, S235JR, S460
Šrouby třída 8.8, 10.9
Beton C20/25, C30/37
Třída provedení EXC3

Zpracoval: Bc. Pavel Polanský	Konzultant: prof. Ing. Michal Jandera, Ph.D.	Školní rok: 2022–2023	Fakulta stavební ČVUT
Předmět: Diplomová práce			
Úloha: III. Výkresová dokumentace		Datum: 04.01.2023	
Výkres: Detaily 03		Meřítko: 1:10/1:20	
		Č. výkresu: 7.	