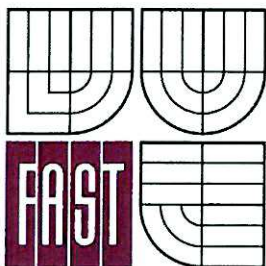


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

AUTOBUSOVÉ NÁDRAŽÍ

BUS STATION

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

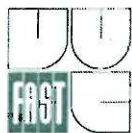
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. JAKUB ŠOTKOVSKÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MILAN PILGR, Ph.D.

BRNO 2016



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant Bc. Jakub Šotkovský

Název Autobusové nádraží

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

Datum zadání diplomové práce 31. 3. 2015

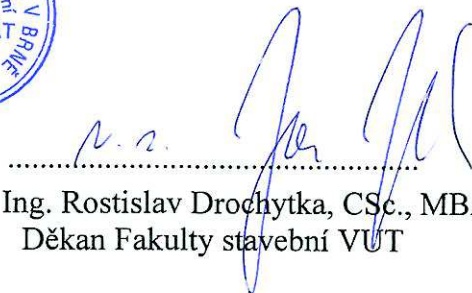
Datum odevzdání diplomové práce 15. 1. 2016

V Brně dne 31. 3. 2015





prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu



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

Podklady a literatura

Požadavky na architektonické a dispoziční řešení

Literatura doporučená vedoucím diplomové práce

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

Zadání a cíle:

Vypracujte variantní návrh nosné ocelové konstrukce autobusového nádraží o půdorysných rozměrech 60 × 60 m. Dispozici navrhnete v souladu s architektonickými požadavky na tvar zastřešení hyperbolického paraboloidu; klimatická zatížení uvažujte pro lokalitu Jablunkov.

Požadované výstupy:

Technická zpráva s odůvodněním zvolené varianty řešení

Statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce

Výkresová dokumentace v rozsahu stanoveném vedoucím diplomové práce

Výkaz spotřeby materiálu pro zvolenou variantu řešení

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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



.....

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

Abstrakt

Předmětem této diplomové práce bylo vypracovat variantní návrh a posoudit nosnou ocelovou konstrukci zastřešení autobusového nádraží ve tvaru hyperbolického paraboloidu. Byly vypracovány 2 varianty, z nichž jedna byla vybrána jako vhodnější a pro tuto byly zpracovány detaily a výkresová dokumentace. U obou variant jsou jako krytina použity skleněné tabule. Konstrukce jsou z oceli S 235J0.

Klíčová slova

hyperbolický paraboloid, bezpečnostní sklo, příhradová deska, trubka, autobusové nádraží

Abstract

The subject of this final thesis was to elaborate variant proposal and to assess supporting steel structure roof bus station in the shape of a hyperbolic paraboloid. 2 variants were proposed, one of which was chosen as a more appropriate and this was processed details and drawings. Both variants are used as cover glass panels. Structures are made of steel with 235J0.

Keywords

hyperbolic paraboloid, safety glass, flat space frame, tube, bus station

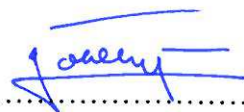
Bibliografická citace VŠKP

Bc. Jakub Šotkovský *Autobusové nádraží*. Brno, 2015. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Milan Pilgr, Ph.D.

Prohlášení:

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

V Brně dne 10.1.2016

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jakub Šotkovský', is written over a horizontal dotted line.

podpis autora
Bc. Jakub Šotkovský

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

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

V Brně dne 10.1.2016



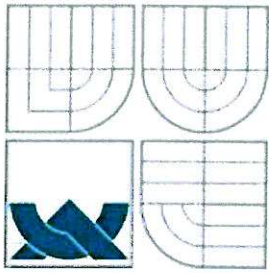
.....
podpis autora
Bc. Jakub Šotkovský

Poděkování:

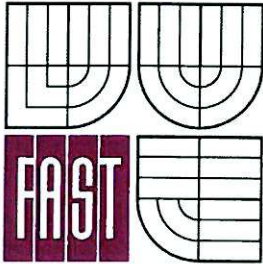
Děkuji panu Ing. Milanovi Pilgrovi, Ph.D. za odborné vedení při vypracovávání této práce, za jeho rady a připomínky.

OBSAH:

1. Technická zpráva
2. Statický výpočet - varianta A
3. Statický výpočet - varianta B
4. Přílohy: výkres č. 01 - Dispozice 1:100 (1:200)
 - výkres č. 02 - Kotvení 1:100 (1:10)
 - výkres č. 03 - Výrobní výkres vyššího sloupu S 01 1:20
 - výkres č. 04 - Detaily 1:10



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

AUTOBUSOVÉ NÁDRAŽÍ
BUS STATION

TECHNICKÁ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. JAKUB ŠOTKOVSKÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MILAN PILGR, Ph.D.

BRNO 2016

OBSAH: 1. Použité normy.....	1
2. Literatura, odkazy, použitý software.....	1
3. Popis objektu.....	2
4. Varianta A - Rámy.....	3
4.1 Popis konstrukčního a statického řešení.....	3
4.2 Výpočetní model.....	3
4.3 Zatížení.....	4
4.4 Ochrana konstrukce proti korozi a požáru.....	4
4.5 Postup montáže.....	4
4.6 Provádění prohlídek konstrukce.....	5
4.7 Hmotnost ocelové konstrukce.....	5
5. Varianta B - Příhradová deska.....	5
5.1 Popis konstrukčního a statického řešení.....	5
5.2 Výpočetní model.....	8
5.3 Zatížení.....	8
5.4 Ochrana konstrukce proti korozi a požáru.....	9
5.5 Postup montáže.....	9
5.6 Provádění prohlídek konstrukce.....	10
5.7 Hmotnost ocelové konstrukce.....	10
6. Zhodnocení variant.....	11

1. Použité normy

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [3] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem
- [4] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem
- [5] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [6] ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků
- [7] ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [8] ČSN 73 6425-2: Autobusové, trolejbusové a tramvajové zastávky, přestupní uzly a stanoviště - Část 2: Přestupní uzly a stanoviště
- [9] ETAG 001: Kovové kotvy do betonu - Příloha C: Metody návrhu kotvení
- [10] ČSN EN ISO 2553: Svařování a příbuzné procesy - Zobrazování na výkresech - Svarové spoje
- [11] ČSN EN 1090-2+A1: Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí - Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce

2. Literatura, odkazy, použitý software

- [12] ČSN 73 1401 Navrhování ocelových konstrukcí
- [13] ČSN 73 1403 Navrhování trubek v ocelových konstrukcích
- [14] ČSN 01 3483 Výkresy kovových konstrukcí
- [15] Prof. Ing. Pavel Ferjenčík, CSc., Prof. Ing. Dr. Ferdinand Lederer, DrSc., Doc. Ing. Jaroslav Schun, Csc., Prof. Ing. Jindřich Melcher, Csc., Doc. Ing. Vladimír Voříšek, Csc., Doc. Ing. Eugen Chladný, Csc. *Navrhovanie ocelových konštrukcií 2. část' 1.* vyd. Bratislava: Alfa, 1986, 472 s.
- [16] *Ocelové a dřevěné konstrukce: řešené příklady.* Editor Tomáš Rotter. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2009, 157 s. ISBN 978-80-01-04398-1.

- [17] *Odpovědi na otázky k navrhování styčnicků ocelových konstrukcí podle evropských norem*. Editor František Wald. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2003, 125 s. ISBN 80-010-2753-8.
- [18] WANKE, Josef a Luděk SPAL. *Ocelové trubkové konstrukce: určeno studentům vys. techn. škol*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1975, 492, [1] s. Řada stavební literatury.
- [19] LEDERER, Ferdinand. *Priestorové ocelové konštrukcie*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1981, 388 s. Edícia stavebníckej literatúry (Alfa).
- [20] VN 73 2615 Směrnice pro kotvení ocelových konstrukcí
- [21] WALD, František. *K navrhování ocelových, dřevěných a skleněných konstrukcí*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2012, 146 s. ISBN 978-80-01-05082-8.
- [22] VALA, Josef. *Deskriptivní geometrie. Část 2*. Brno: CERM, 2000, 130 s. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-214-0252-0.
- [23] Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy, Ing. Václav Pártl, Pavel Říha, Praha 2013
- <http://www.tension.cz/>
 - Scia Engineer 14
 - Dlubal RFEM
 - Idea Connection

3. Popis objektu

Jedná se o ocelovou konstrukci celoplošného zastřešení autobusového nádraží ve městě Jablunkov. V obou řešených variantách má zastřešení tvar hyperbolického paraboloidu tvořeným zborceným čtyřúhelníkem s délkou strany 60 m a výškovým převýšením mezi jednotlivými rohy 4,5 m. Šířka střešní konstrukce je 65 m a délka 60 m. Výška konstrukce nad úrovní nástupišť je v první variantě (A) cca 9,2 m, u druhé varianty (B) cca 12,4 m. První varianta je tvořena systémem 13 rámových vazeb o 4 polích. Druhá varianta je tvořena příhradovou deskou o výšce 3 m podporována 4 příhradovými sloupy. Jako krytina jsou použité skleněné tabule o rozměrech 1,25 x 1,25 m z bezpečnostního dvouvrstvého tepelně tvrzeného plaveného skla. Obě konstrukce jsou z oceli S 235J0. Obě konstrukce jsou symetrické podle středu.

4. Varianta A - Rámy

4.1 Popis konstrukčního a statického řešení

Hlavní nosný konstrukční systém konstrukce tvoří 13 příčných rámových vazeb o 4 polích. Rámy jsou v podélném směru osově vzdáleny 5 m. Jednotlivá pole jsou široká 15 m. Krajní pole mají přesahy střešní konstrukce 2,5 m. Sloupy rámu jsou v příčném směru vetknuty, v podélném směru jsou uloženy kloubově. Krajní sloupy v rámové vazbě jsou z obdélníkových trubek 400 x 150 x 12,5, vnitřní sloupy ze čtvercových trubek 150 x 12,5. Příčle průřezu obdélníkové trubky 250 x 150 x 16 jsou na sloupy a ztužující pásy průřezu čtvercové trubky 100 x 6,3 uloženy kloubově a působí jako spojitý nosník. Pásy jsou rovněž připojeny ke sloupům kloubově. Z hlediska statické neurčitosti je příčná vazba jako celek 12 x staticky neurčitá. Výška jednotlivých sloupů a sklon příčlí je dán tvarem zborceného čtyřúhelníka. Výška rohových sloupů je 9 a 4,5 m.

Vaznice o rozpětí 5 m profilu obdélníkové trubky 150 x 100 x 5 působí jako prosté nosníky uloženy mezi příčle kloubově. Vaznice jsou uloženy po 1,25 m.

Tuhost konstrukce je v příčném směru zajištěna rámovým působením, v podélném směru 2 příčnými ztužidly. Střešní část příčného ztužidla je tvořena systémem táhel Macalloy 460 M 16 (průměr 15 mm), stěnová část Macalloy 460 M 30 (průměr 28 mm).

Střešní zborcená plocha je vytvořena z jednotlivých elementárních skleněných tabulí z bezpečnostního dvouvrstvého tepelně tvrzeného plaveného skla. Jsou použity 2 vrstvy skel o tloušťce 2 x 10 mm + PVB fólie 0,38 mm. Tabule o rozměru 1,25 x 1,25 m budou uloženy bodově v rozích pomocí systému uchycení dodavatele.

4.2 Výpočetní model

Konstrukce byla vymodelována ve výpočetním programu Scia Engineer 14 jako prostorový prutový model, kde u jednotlivých prvků byly nastaveny vzpěrné délky, bylo zadáno zatížení a vygenerovány kombinace zatěžovacích stavů. Byl proveden lineární výpočet a vnitřní síly a deformace konstrukce byly počítány metodou konečných prvků. Konstrukce byla posouzena dle ČSN EN 1993-1-1 na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti.

Návrh skladby bezpečnostních skel byl proveden v programovém modulu RF-Glass softwaru Dlubal RFEM dle DIN 18008:2010-12. Byla ověřena únosnost a mezní průhyb. Výpočet byl proveden lineárně Kirchhoffovou teorií ohybu desek bez smykového spřažení jednotlivých vrstev (na stranu bezpečnou).

4.3 Zatížení

Konstrukce byla dimenzována na tyto zatížení:

Stálé: - vlastní tíha ocelových prvků (generována programem)

- tíha střešních skleněných tabulí 50 kg/m^2

Proměnné: - zatížení sněhem pro lokalitu Jablunkov ($S_k = 1,94 \text{ kN/m}^2$)

- zatížení větrem pro lokalitu Jablunkov (oblast I, $v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$)

- zatížení užitné kategorie H: nepřístupné střechy s výjimkou běžné údržby, oprav hodnotou 1 kN (pouze pro návrh skel; pro návrh ocelových prvků není rozhodující)

4.4 Ochrana konstrukce proti korozi a požáru

Stupeň korozní agresivity atmosféry dle ČSN EN ISO 12944-2 vzhledem k blízkosti nedalekých Třineckých Železáren je C4 (vysoká). Je navržen nátěrový systém A4.09 (základní nátěr $80 \mu\text{m}$ + 2 až 3 vrstvy finálních nátěrů celkové tloušťky $280 \mu\text{m}$) dle ČSN EN ISO 12944-5. Z hlediska požární odolnosti není na tuto konstrukci žádný požadavek.

4.5 Postup montáže

Třída provedení konstrukce dle ČSN EN 1090-2 je EXC2. Po realizaci betonových patek budou ukotveny sloupy. Následovat bude připojení pásků a ukládání příčlív ve ztužidlových polích. Vazby ve ztužidlových polích se stabilizují v podélném směru ztužidly a osadí se rovněž vaznice. Následovat bude osazení příčlív a vaznic v ostatních polích. Po dokončení montáže ocelové konstrukce budou postupně ukládány dle montážního postupu výrobce a dodavatele skleněné tabule. Tabule budou podporovány v rozích a budou zatěžovat bodově vaznice ve $1/4$, $1/2$ a $3/4$ délky a po $1,25$ metrech rovněž příčle.

4.6 Provádění prohlídek konstrukce

Dle ČSN EN 1990 je konstrukce zařazena do třídy následků CC2. Dle ČSN 73 2604 bude u této konstrukce prováděna **běžná prohlídka** (vizuální kontrola konstrukce, zda nevykazuje nadměrné deformace, hluk nebo kmitání, zda nedošlo k poškození prvků a detailů konstrukce, kontroluje se kotvení a spoje konstrukce, stav protikorozní ochrany, příp. korozní poškození) **jednou za 5 let. Podrobná prohlídka** (stejně úkony jako u běžné prohlídky a navíc se provede kontrola dokumentace, zaměří se skutečný geometrický tvar konstrukce, změří se případné korozní úbytky) bude prováděna **jednou za 10 let.**

4.7 Hmotnost ocelové konstrukce

Ozn.	Profil	Prvek	Jednotková hmotnost [kg/m]	Délka [m]	Hmotnost [kg]
1	TR OBD 400 x 150 x 12,5	Krajní sloupy	102,1	175,500	17909,8
2	TR 4 HR 150 x 12,5	Vnitřní sloupy	52,7	263,250	13866,3
3	TR OBD 250 x 150 x 16	Příčle	90,3	845,923	76365,7
4	TR 4 HR 100 x 6,3	Pásy	18,2	416,373	7583,0
5	TR OBD 150 x 100 x 5	Vaznice	18,6	3183,625	59229,8
6	Macalloy 460 – M30	Stěnové ztužidlo	4,8	168,935	816,2
7	Macalloy 460 – M16	Střešní ztužidlo	1,4	582,162	807,2

Celkem 176 578 kg

Hmotnost je pouze orientační a byla stanovena programem Scia Engineer 14.

5. Varianta B - Příhradová deska

5.1 Popis konstrukčního a statického řešení

Hlavní nosný konstrukční systém tvoří příhradová dvousměrná zakřivená deska ve tvaru hyperbolického paraboloidu. Zborcená plocha hyperbolického paraboloidu je vytvořena zborceným čtyřúhelníkem o straně délky 60 m a převýšením rohových bodů 4,5 m. Svislá vzdálenost mezi rovinami horních a dolních pásů desky je 3 m. Celkové půdorysné rozměry desky jsou 65 m v příčném směru (směr kolmý na budoucí podélný směr nástupišť) a 60 m v podélném směru (směr rovnoběžný s podélným směrem nástupišť). Nejvyšší bod zborcené roviny horních pásů je ve výšce cca 12,4 m nad úrovní nástupišť, nejnižší cca 7,5 m.

Nejvyšší bod zborcené plochy dolních pásů je ve výšce cca 9,2 m nad úrovní nástupiště, nejnižší cca 4,7 m.

Horní a dolní pásy jsou tvořeny **čtvercovým rastrem** s půdorysnými rozměry 2,5 x 2,5 m. Zmíněný rastr je u roviny dolních pásů vůči rastru horních pásů posunut půdorysně o polovinu dílčího rozměru rastru, tedy o 1,25 m. Jednotlivé roviny horních a dolních pásů jsou navzájem propojené systémem šikmých diagonál. Všechny pruty příhradové desky jsou tvořeny **kruhovými trubkami** odstupňovanými po několika průřezech podle působících normálových sil. Pruty horních pásů jsou rozděleny do 6 průřezů, dolních pásů do 7 a diagonály do 8 průřezů (viz. 5.7 Hmotnost ocelové konstrukce).

Všechny pruty příhradové desky jsou spojené pomocí **dutých koulí** a tyto styčníky byly modelovány kloubově. Průměr a tloušťka koulí vychází z průměrů a tlouštěk stěn připojovaných trubek a z geometrického požadavku, aby se připojované trubky ve styčníku nepřekrývaly. Trubky budou na kouli připojeny tupým 1/2 V svarem (doporučení dle [13]). Koule je vytvořena ze dvou polokoulí vzájemně svařených tupým V svarem.

Z důvodu dimenzovatelnosti skleněných tabulí použitých jako krytina jsou jednotlivé čtverce rastru horních pásů (2,5 x 2,5 m) doplněny **vaznicemi** z kruhových trubek (okrajové vaznice TR Ø 88,9 x 4, vnitřní vaznice TR Ø 76,1 x 5) připojených kloubově k prutům horních pásů uprostřed rozpětí přímým spojením plášťů pomocí tupého 1/2 V svaru doplněného koutovým svarem tloušťky $a = 3$ mm (doporučení dle [18]). Směr uložení vaznic v jednotlivých polích se střídá šachovnicově (viz. výkres 01 - Dispozice).

Střešní zborcená plocha je vytvořena z jednotlivých elementárních skleněných tabulí z bezpečnostního dvouvrstvého tepelně tvrzeného plaveného skla. Jsou použity 2 vrstvy skel o tloušťce 2 x 12 mm + PVB fólie 0,38 mm. Tabule o rozměru 1,25 x 1,25 m budou uloženy bodově v rozích pomocí systému uchycení dodavatele a budou zatěžovat bodově horní pásy ve styčnicích, v polovině rozpětí a rovněž vaznice v polovině rozpětí.

Příhradová deska bude podporována 4 **příhradovými sloupy** čtvercového půdorysu o rozměrech 2,5 x 2,5 m a vzpěrami. Sloupy jsou umístěny v rozích ve čtvrtém poli rastru dolních pásů od obou okrajů desky. Umístění sloupů bylo zvoleno se snahou vyrovnání nadpodporových momentů a momentů v poli s ohledem na dispoziční uspořádání ploch nástupiště. Dílčí 4 dřívky sloupů tvořící příhradový sloup jsou z kruhových trubek 355,6 x 25 mm. Příhradové spojky vodorovné z profilu TR Ø 168,3 x 12,5, diagonální spojky TR Ø 193,7 x 16. Vzdálenost vodorovných spojek je u vyššího sloupu 2 m, u nižšího 1,8 m. Jednotlivé výšky dílčích sloupů jsou dány zborcenou plochou dolních pásů, a tudíž jsou

proměnné. Spojky jsou uvažovány jako kloubově připojené a jsou ke dříkům sloupů připojeny přímým spojením pláštěů pomocí svarů vedených v prostorových pronikových křivkách. Jedná se o tupé 1/2 V svary doplněné koutovými svary tloušťky $a=3$ mm (doporučení dle [18]). Na průběžnou trubku dříku sloupu budou nejprve připojeny diagonální spojky a poté vodorovné spojky (vodorovná spojka bude ořezána dříkem sloupu a diagonální spojkou; diagonální spojka pouze dříkem sloupu viz. výkres č. 03). Ze statického hlediska jsou příhradové sloupy jako celek vetknuty do základů a s deskou jsou spojeny rámově, tím je zajištěna **tuhost** celé konstrukce ve vodorovném směru.

Styčníky mezi dílčími hlavami sloupů a deskou byly uvažovány kloubově. Samotný přípoj je realizován pomocí 2 kruhových čelních desek spojených šrouby. Jedna čelní deska je navařena koutovým svarem ke sloupu, druhá čelní deska je spojena rovněž koutovým svarem ke svislé přípojné trubce vycházející z kulového styčníku (viz výkres č. 04). Tento přípoj bude proveden na montáži (podrobněji viz. 5.5 Postup montáže).

Pro eliminaci efektu "propíchnutí" desky sloupem, pro zvýšení tuhosti celé konstrukce ve vodorovném směru a pro snížení svislých průhybů desky jsou navrženy **vzpěry** vycházející z dříků sloupů (z každého dříku 3) v třetí resp. druhé úrovni vodorovných spojek. Vzpěry jsou z kruhových trubek $\varnothing 219,1 \times 16$ a $\varnothing 114,3 \times 5$. Jsou ke sloupům připojeny kloubově přímým spojením pláštěů pomocí tupých 1/2 V svarů doplněných koutovými svary $a=3$ mm. Uspořádání z hlediska návaznosti jednotlivých vzpěr viz. Výrobní výkres sloupu S 01. Vzpěry jsou připojeny k desce montážním spojem pomocí 2 čelních kruhových desek (viz. výkres 04 Detaily).

Kotvení dílčích dříků sloupů je realizováno kloubově. Jako celek působí příhradový sloup jako vetknutý do základů. Kotvení **K1** vyššího příhradového sloupu je realizováno pomocí patní desky tloušťky 28 mm o rozměrech 530 x 530 mm, která je přivařena k dílčímu dříku koutovým obvodovým svarem $a=10$ mm. Jsou navrženy 4 předem zabetonované šrouby M 30 - 6.8 s kotevní délkou v betonové patce 700 mm. Ke šroubům jsou na konci přivařeny kotevní hlavy s výztuhami. Montážní tolerance pro osazení šroubů je ± 20 mm a z toho vyplývající otvory v patní desce průměru 70 mm. Podlití tloušťky 50 mm musí mít stejnou nebo větší pevnost, než je pevnost betonu patky (C 20/25). Pro přenos smykových sil je navržena smyková zarážka z profilu HEA 300 s hloubkou v betonové patce 270 mm. Smyková zarážka musí být orientována tak, aby pásnice profilu HEA 300 byly rovnoběžné se směrem, kde navazuje diagonální spojka (viz. výkres kotvení 02)! Smyková zarážka je připojena k patní desce obvodovým koutovým svarem $a=5$ mm. Bude zhotovena jedna patka pro všechny dříky o min. rozměrech 5690 x 5690 x 1000 z prostého betonu C 20/25. Patka

bude případně podporována systémem mikropilot dle návrhu statika-betonáře a geotechnika na základě daných geotechnických podmínek a reakcí vyvozených ocelovou konstrukcí (globální reakce pro návrh základů viz. výkres č. 02 Kotvení). Návrh založení není předmětem této práce.

Kotvení nižšího příhradového sloupu **K2** je realizováno pomocí patní desky tloušťky 24 mm o rozměrech 530 x 530 mm, která je přivařena k dílčímu dříku koutovým obvodovým svarem $a = 10$ mm. Jsou navrženy 4 předem zabetonované šrouby M 27 - 6.8 s kotevní délkou v betonové patce 700 mm. Ke šroubům jsou na konci přivařeny kotevní hlavy s výztuhami. Montážní tolerance pro osazení šroubů je ± 20 mm a z toho vyplývající otvory v patní desce průměru 70 mm. Podlité tloušťky 54 mm musí mít stejnou nebo větší pevnost, než je pevnost betonu patky (C 20/25). Pro přenos smykových sil je navržena smyková zarážka z profilu HEB 300 s hloubkou v betonové patce 336 mm. Smyková zarážka musí být orientována tak, aby pásnice profilu HEB 300 byly rovnoběžné se směrem, kde navazuje diagonální spojka (viz. výkres kotvení 02)! Stojina smykové zarážky je svařena s patní deskou koutovým svarem $a = 5$ mm a pásnice $a = 6$ mm. Bude zhotovena jedna patka pro všechny dříky o min. rozměrech 5190 x 5190 x 1000 z prostého betonu C 20/25. Patka bude případně podporována systémem mikropilot dle návrhu statika-betonáře a geotechnika na základě daných geotechnických podmínek a reakcí vyvozených ocelovou konstrukcí (globální reakce pro návrh základů viz. výkres č. 02 Kotvení).

5.2 Výpočetní model

viz. 4.2

5.3 Zatížení

Konstrukce byla dimenzována na tyto zatížení:

Stálé: - vlastní tíha ocelových prvků (generována programem)

- tíha střešních skleněných tabulí 60 kg/m^2

Proměnné: - zatížení sněhem pro lokalitu Jablunkov ($S_k = 1,94 \text{ kN/m}^2$)

- zatížení větrem pro lokalitu Jablunkov (oblast I, $v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$)

- zatížení užitné kategorie H: nepřístupné střechy s výjimkou běžné údržby, oprav hodnotou 1 kN (pouze pro návrh skel; pro návrh ocelových prvků není)

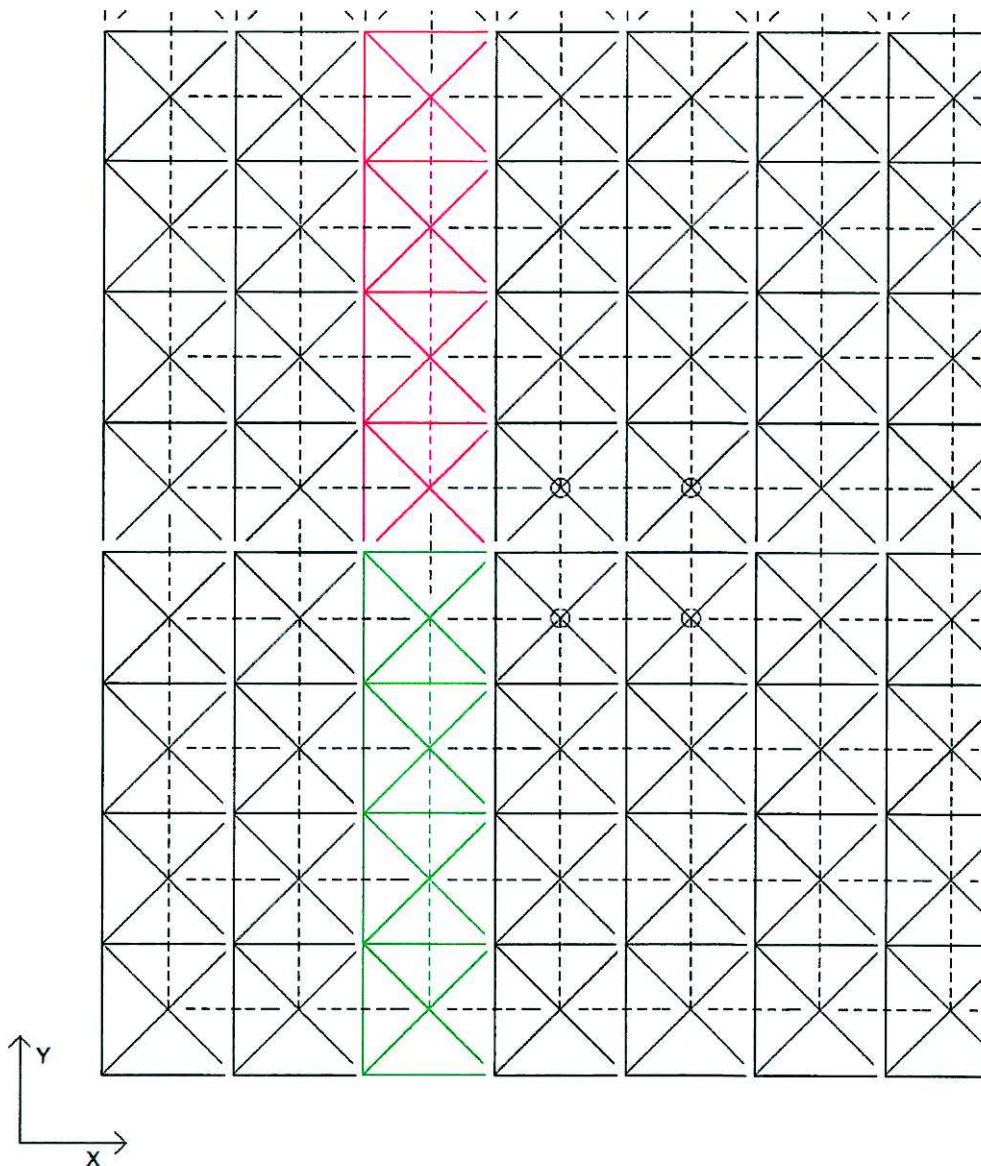
rozhodující)

5.4 Ochrana konstrukce proti korozi a požáru

viz. 4.4

5.5 Postup montáže

Třída provedení konstrukce dle ČSN EN 1090-2 je EXC2. Po provedení betonových patek se osadí příhradové sloupy, které budou dovezeny na stavbu vcelku. Sloupy budou mít zárodky pro připojení vzpěr. Vzpěry se svaří se zárodky na sloupech montážním tupým V svarem. Následně se postaví celoplošné podpěrné bednění dle návrhu dodavatele, na němž se bude celá deska postupně svařovat z jednotlivých dílců.



Výšek schématu jednotlivých montážních dílců (krajní a vnitřní dílec)

Dílce se budou sestávat ze 4 čtvercových polí horního pásu, 3 prutů dolního pásu, 16 diagonál a 4 vaznic (viz. obrázek). Pruty dolního pásu ve směru X budou všechny montážní, ve směru Y pouze mezi jednotlivými dílci. Montážní styky budou realizovány na styčnickových koulích pomocí tupých 1/2 V svarů. Po zhotovení celé desky se deska zvedne pomocí jeřábů. Deska musí být zavěšena v místech budoucího osazení na sloupy, resp. vzpěry. Následně se podpůrné lešení demontuje nebo sníží pomocí rektifikace, aby mohla být následně deska nasazena a připojena na sloupy a vzpěry. Nakonec se bude realizovat montáž střešního zasklení dle montážního postupu dodavatele.

5.6 Provádění prohlídek konstrukce

viz. 4.6

5.7 Hmotnost ocelové konstrukce

Ozn.	Profil	Prvek	Jednotková hmotnost [kg/m]	Délka [m]	Hmotnost [kg]
1	TR Ø 355,6 x 25	Sloupy	204,1	111,200	22695,9
2	TR Ø 139,7 x 10	Horní pás 1	31,9	180,210	5757,6
3	TR Ø 139,7 x 8	Horní pás 2	26,0	365,388	9494,1
4	TR Ø 139,7 x 5	Horní pás 3	16,6	315,319	5247,5
5	TR Ø 114,3 x 6,3	Horní pás 4	16,8	265,263	4456,2
6	TR Ø 114,3 x 5	Horní pás 5	13,5	615,603	8311,9
7	TR Ø 88,9 x 5	Horní pás 6	10,4	1506,782	15613,2
8	TR Ø 168,3 x 12,5	Diagonály 1	48,0	27,861	1338,5
9	TR Ø 139,7 x 6,3	Diagonály 2	20,7	125,741	2605,9
10	TR Ø 114,3 x 6,3	Diagonály 3	16,8	271,397	4559,2
11	TR Ø 114,3 x 5	Diagonály 4	13,5	594,276	8023,9
12	TR Ø 88,9 x 4	Diagonály 5	8,4	710,350	5966,6
13	TR Ø 76,1 x 4	Diagonály 6	7,1	1047,604	7450,7
14	TR Ø 60,3 x 5	Diagonály 7	6,8	1202,867	8205,5
15	TR Ø 60,3 x 4	Diagonály 8	5,5	4711,810	26150,4
16	TR Ø 168,3 x 8	Dolní pás 1	31,6	65,085	2059,0
17	TR Ø 114,3 x 6,3	Dolní pás 2	16,8	60,083	1009,3
18	TR Ø 114,3 x 5	Dolní pás 3	13,5	330,284	4459,5
19	TR Ø 88,9 x 4	Dolní pás 4	8,4	735,811	6180,4
20	TR Ø 60,3 x 5	Dolní pás 5	6,8	530,645	3619,9
21	TR Ø 48,3 x 5	Dolní pás 6	5,3	598,205	3193,2
22	TR Ø 42,4 x 4	Dolní pás 7	3,8	677,932	2570,4
23	TR Ø 76,1 x 5	Vnitřní vaznice	8,8	1000,649	8797,7
24	TR Ø 88,9 x 4	Okrajové vaznice	8,4	560,937	4711,6
25	TR Ø 219,1 x 16	Vzpěry 1	80,1	102,599	8215,1
26	TR Ø 114,3 x 5	Vzpěry 2	13,5	69,385	936,8

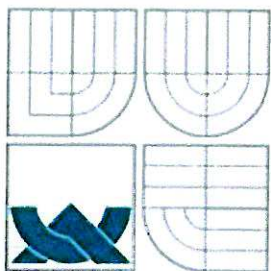
27	TR Ø 193,7 x 16	Spojky diagonální	70,1	178,905	12541,3
28	TR Ø 168,3 x 12,5	Spojky vodorovné	48,0	100,000	4804,2
				Celkem 198 975,5 kg	

Hmotnost je pouze orientační a byla stanovena programem Scia Engineer 14.

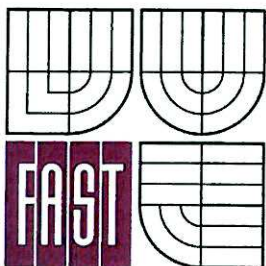
6. Zhodnocení variant

Varianta	A - Rámy	B - Příhradová deska
Hmotnost [kg]	176 578	198 975,5
Nátěrová plocha [m ²]	2731,9	4500,5
Počet prutů	968	5776
Počet styčnicků	819	2603

Z výše uvedené tabulky můžeme vidět, že varianta A - Rámy je ve všech uvedených parametrech vhodnější. Varianta B - Příhradová deska bude složitější na výrobu i montáž (větší počet prutů i styčnicků). Nicméně ve variantě A budou vzhledem k velkému počtu sloupů daleko větší náklady na založení a kotvení. Ve variantě B je velkou výhodou takřka volný vnitřní prostor s nárůstem hmotnosti oproti variantě A pouze o 12,7 % a proto s přihlédnutím k větší estetičnosti byla pro zpracování výkresů a detailů vybrána **varianta B - Příhradová deska**.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

AUTOBUSOVÉ NÁDRAŽÍ BUS STATION

STATICKÝ VÝPOČET - VARIANTA A

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. JAKUB ŠOTKOVSKÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MILAN PILGR, Ph.D.

BRNO 2016

OBSAH:

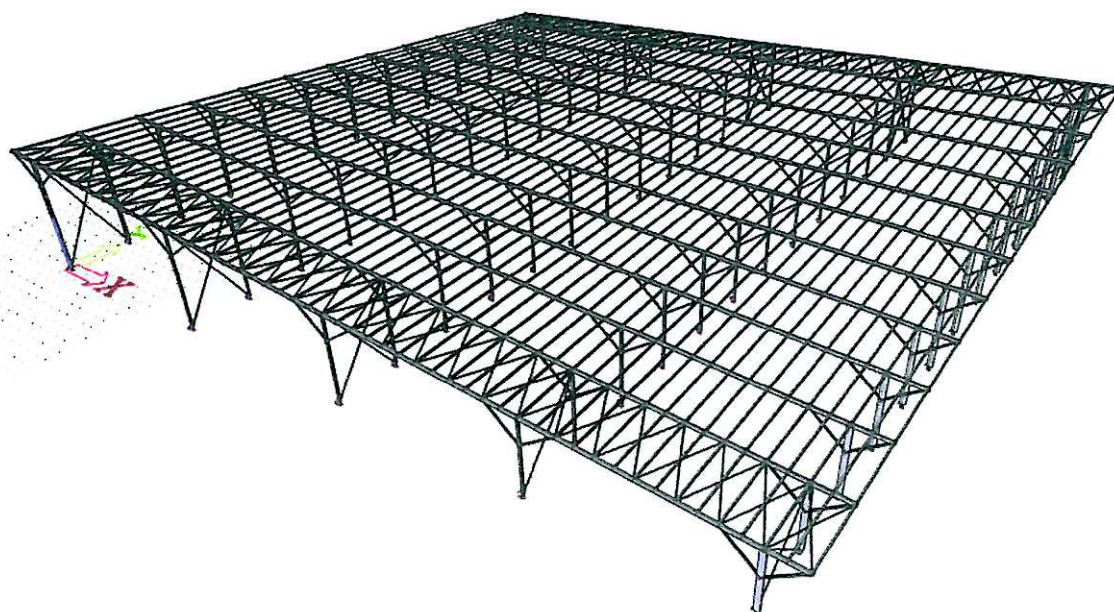
1. Popis konstrukce.....	1
2. Geometrie konstrukce.....	1
2.1 3D model.....	1
2.2 3D model se zobrazením ploch nástupišť.....	2
2.3 Půdorys střešní konstrukce.....	2
2.4 Pohled A-A.....	3
2.5 Pohled B-B.....	3
3. Zatížení.....	4
4. Posouzení střešních skleněných tabulí.....	24
5. Kombinace zatěžovacích stavů.....	28
6. Ruční ověření sil ve ztužidlu.....	30
7. Posouzení prvků na mezní stav únosnosti.....	34
7.1 Vaznice - TR OBD 150 x 100 x 5.....	34
7.2 Příčle - TR OBD 250 x 150 x 16.....	37
7.3 Pásy - TR 4 HR 100 x 6,3.....	44
7.4 Sloupy.....	47
7.4.1 Krajní sloupy - TR OBD 400 x 150 x 12,5.....	49
7.4.2 Vnitřní sloupy - TR 4 HR 150 x 12,5.....	52
7.5 Stěnové ztužidlo - Macalloy 460 M30.....	55
7.6 Střešní ztužidlo - Macalloy 460 M16.....	56
8. Posouzení prvků na mezní stav použitelnosti.....	58
8.1 Svislý průhyb vaznic.....	58
8.2 Svislý průhyb příčlí.....	59
8.3 Vodorovný průhyb sloupů.....	60

1. Popis konstrukce

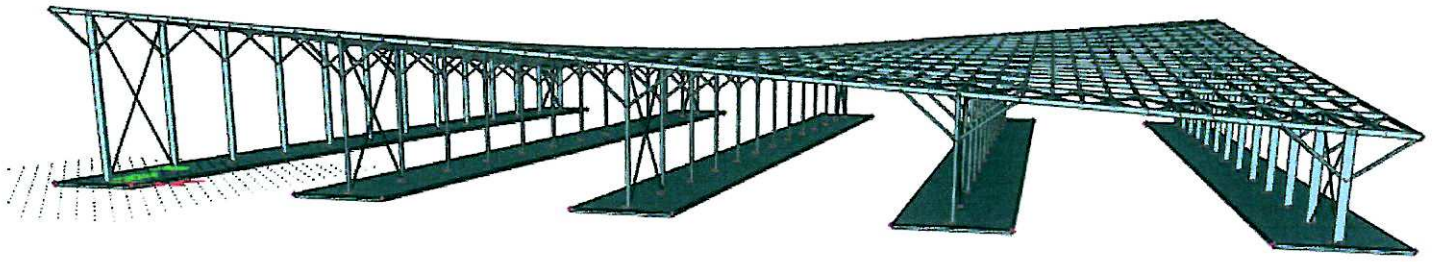
Jedná se o ocelovou konstrukci celoplošného zastřešení autobusového nádraží ve městě Jablunkov. Zastřešení má tvar hyperbolického paraboloidu tvořeným zborceným čtyřúhelníkem s délkou strany 60 m a výškovým převýšením mezi jednotlivými rohy 4,5 m. Šířka střešní konstrukce je 65 m a délka 60 m. Výška konstrukce nad úroveň nástupišť je cca 9,2 m. Konstrukci tvoří 13 příčných rámových vazeb o 4 polích. Rámy jsou v podélném směru osově vzdáleny 5 m. Jednotlivá pole jsou široká 15 m. Krajiní pole mají přesahy střešní konstrukce 2,5 m. Sloupy rámu jsou v příčném směru vetknuty, v podélném směru jsou uloženy kloubově. Příčle jsou na sloupy a ztužující pásy uloženy kloubově a působí jako spojitý nosník. Pásy jsou rovněž připojeny ke sloupům kloubově. Z hlediska statické neurčitosti je příčná vazba jako celek 12 x staticky neurčitá. Výška jednotlivých sloupů a sklon příčlí je dán tvarem zborceného čtyřúhelníka. Výška rohových sloupů je 9 a 4,5 m. Vaznice o rozpětí 5 m působí jako prosté nosníky uloženy mezi příčle kloubově a jsou uloženy po 1,25 m. Tuhost konstrukce je v příčném směru zajištěna rámovým působením, v podélném směru příčným ztužidlem tvořeným táhly Macalloy 460. Jako krytina jsou použité skleněné tabule o rozměrech 1,25 x 1,25 m z bezpečnostního dvouvrstvého tepelně tvrzeného plaveného skla. Všechny profily jsou z uzavřených obdélníkových nebo čtvercových průřezů. Konstrukce je z oceli S 235J0. Plocha pod zastřešením bude členěna na 5 nástupišť umístěných v podélném směru mezi sloupy. Šířka nástupišť bude 5 m, 3 vnitřní nástupiště budou využité z obou stran, krajní 2 z jedné strany.

2. Geometrie konstrukce

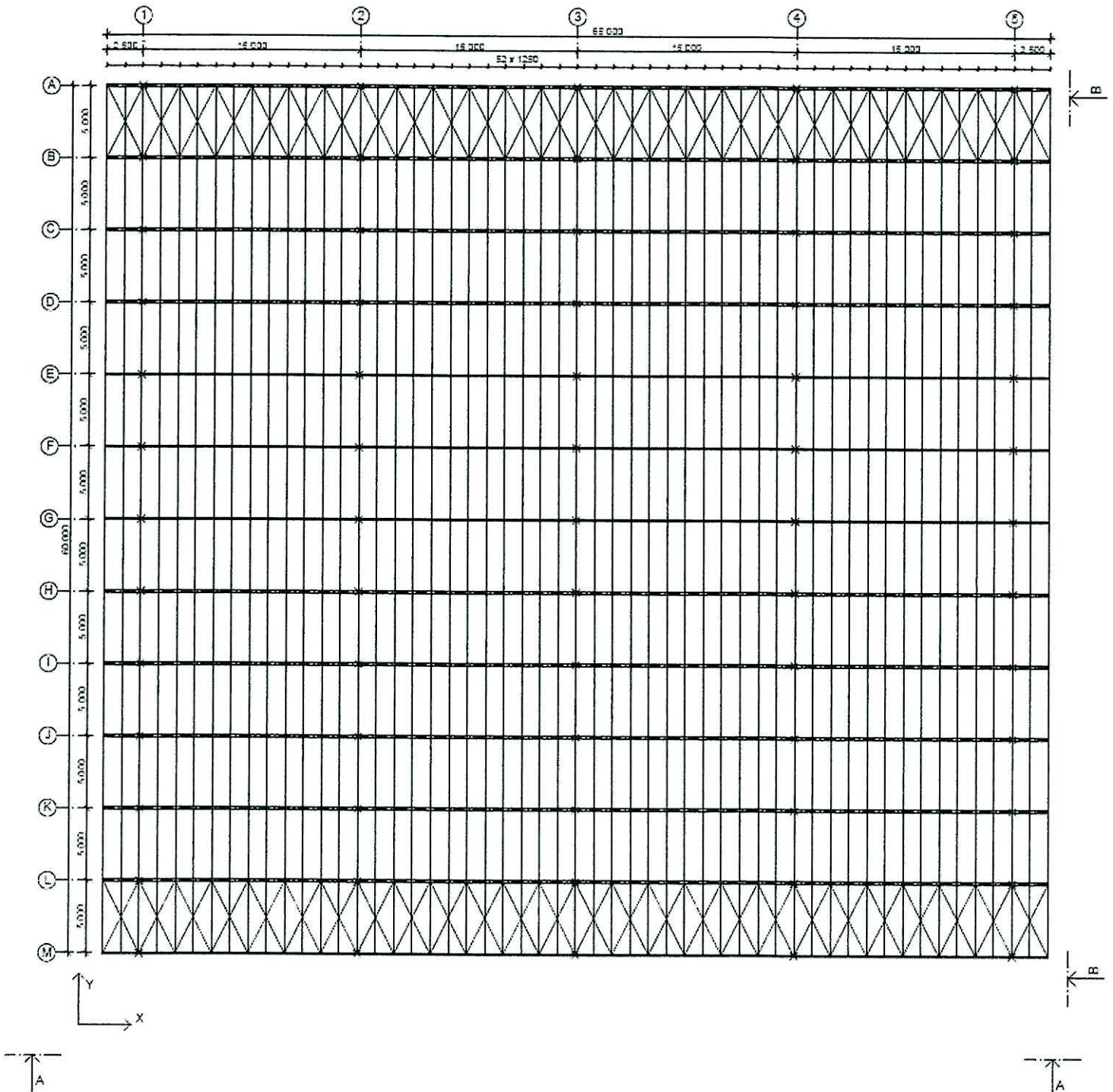
2.1 3D model



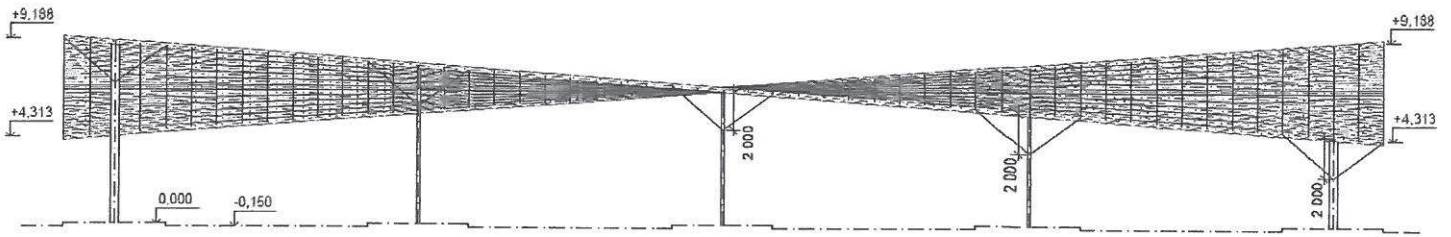
2.2 3D model se zobrazením ploch nástupišť



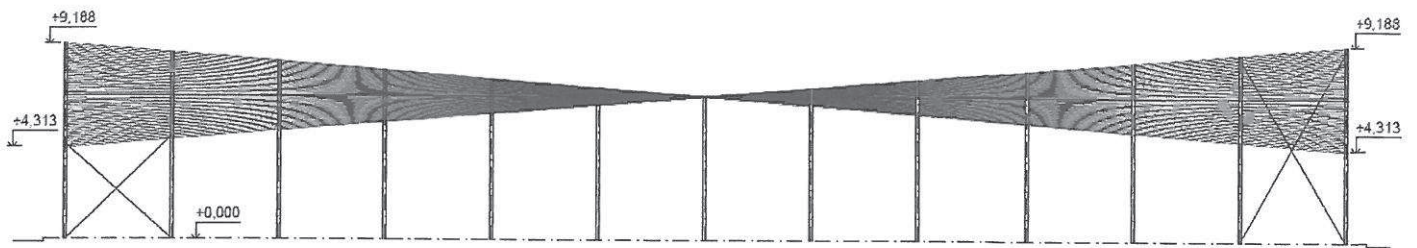
2.3 Půdorys střešní konstrukce



2.4 Pohled A - A



2.5 Pohled B - B



3. Zátěžemi

ZS 1 - Vlastní tíha

- vlastní tíha žce je generována programem
Seia Engineer 14

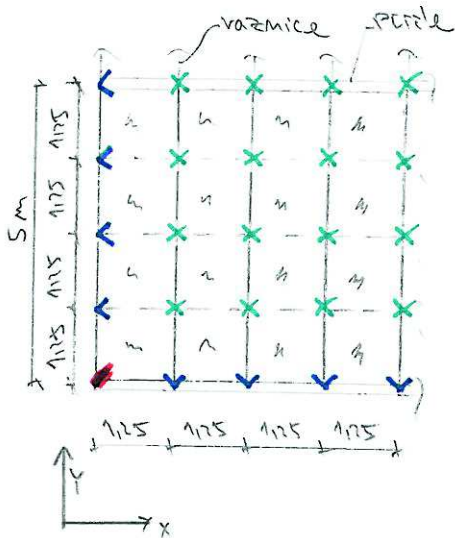
ZS 2 - Ostatní statické zátěže

- jedná se o zátěž střešních tímů tvořenou
slepenými tabulemi z bezpečnostního
dvostranného tepelně tvrzeného plaveného skla
- jsou rozloženy 2 vrstvy skla o tloušťce $2 \times 10 \text{ mm}$
+ PVF folie $0,38 \text{ mm} \Rightarrow \underline{g_2 = 0,5 \text{ kN/m}^2}$

- tabule o rozměrech $1,25 \times 1,25 \text{ m}$ budou uloženy
bodově v rozích pomocí systému uchycení dodavatele
(např. systém střešních křehko bodového zesílení
Structura od společnosti AGC Glass Europe, kde je
zesílení s předvrtanými otvory v rozích připraveno
přímou na nosnou žci pomocí ocelových pruhů - držáků
z mřížové oceli - viz. obvržek)



Všech částí střechy



- tabule budou bodově zatíženy vaznicemi v 1/4, 1/2 a 3/4 rozměrů a po 1,25 m průřezě

- plocha 1 dílčí tabule $A_i = 1,25 \cdot 1,25 = 1,563 \text{ m}^2$

bodově zatížení má 3ci

$$G_{a1} = g_a \cdot A_i = 0,15 \cdot 1,563 = 0,234 \text{ kN} \text{ (vnitřní uzel)}$$

$$G_{a2} = g_a \cdot \frac{A_i}{2} = 0,15 \cdot \frac{1,563}{2} = 0,117 \text{ kN} \text{ (hraniční uzel)}$$

$$G_{a3} = g_a \cdot \frac{A_i}{4} = 0,15 \cdot \frac{1,563}{4} = 0,0585 \text{ kN} \text{ (rohový uzel)}$$

ZS3 - směr P(mj)

- lokalita Jablonek → charakteristická hodnota zatížení směrem na zem $s_g = 1,94 \text{ kN/m}^2$ (dle směrem.mapei.cz)

- součinitel expozice $C_e = 1$

- tepelný součinitel $C_t = 1$

zatížení směrem na střešní S

$$S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_g = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,94 = 1,552 \text{ kN/m}^2$$

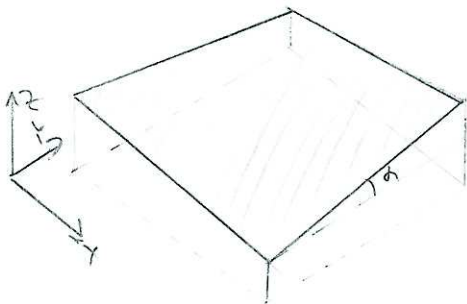
bodově zatížení má 3ci

- systém zatížení je stejný jako u ZS2

$$S_{a1} = S \cdot A_i = 1,552 \cdot 1,563 = 2,426 \text{ kN}$$

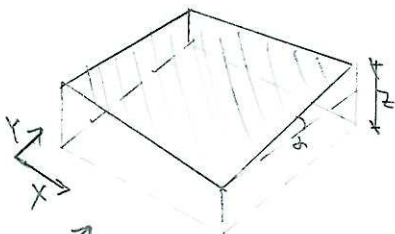
$$S_{a2} = S \cdot \frac{A_i}{2} = 1,552 \cdot \frac{1,563}{2} = 1,213 \text{ kN}$$

$$S_{a3} = S \cdot \frac{A_i}{4} = 1,552 \cdot \frac{1,563}{4} = 0,606 \text{ kN}$$

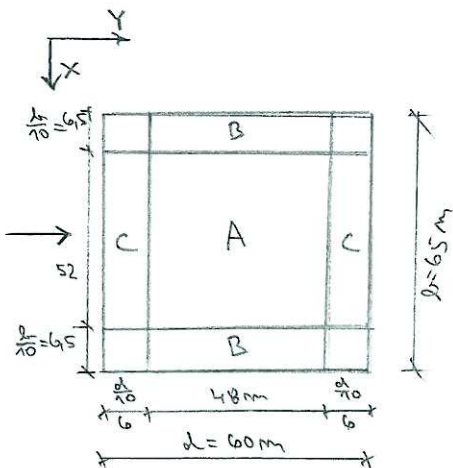


max. úhel $\alpha = 4,289^\circ$

⇒ $\mu_i = 0,8$



$z = 2,188 \text{ m}$



ZS 4 a - Vítr podélný, střeška tlak

- zátěž - na střeše uvažováno pro pulsový přísuvěs
- součinitel plochy: $\psi = 0$
- největší sklon na střeše $\alpha = 4,289^\circ$
- na celé střeše působí tlak větru
- větrná oblast I ($v_{z0} = 22,5 \text{ m/s}$)
- laterálně tenký III ($z_0 = 0,3 \text{ m}$; $z_{0H} = 5 \text{ m}$)

základní rychlost větru v_{z0}

$v_{z0} = C_{dir} \cdot C_{wson} \cdot v_{z00} = 1 \cdot 1 \cdot 22,5 = 22,5 \text{ m/s}$

střední rychlost větru $v_m(z)$

$v_m(z) = C_r(z) \cdot C_0(z) \cdot v_{z0} = 0,736 \cdot 1 \cdot 22,5 = 16,56 \text{ m/s}$

součinitel druzstří. tenký $C_r(z)$

$C_r(z) = k_r \cdot k_z \left(\frac{z}{z_0} \right) = 0,215 \cdot k_z \left(\frac{2,188}{0,3} \right) = 0,736$

$k_r = 0,19 \left(\frac{z_0}{z_{0H}} \right)^{907} = 0,19 \left(\frac{0,3}{905} \right)^{907} = 0,215$

intenzita turbulence větru $I_v(z)$

$I_v(z) = \frac{k_I}{C_0(z) \cdot k_z \left(\frac{z}{z_0} \right)} = \frac{1}{1 \cdot k_z \left(\frac{2,188}{0,3} \right)} = 0,292$

maximální dynamický tlak $q_k(z)$

$q_k(z) = [1 + 7 I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) =$
 $= [1 + 7 \cdot 0,292] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 16,56^2 = \underline{\underline{0,522 \text{ kN/m}^2}}$

součinitel tlaku C_{knet} (pro $\alpha = 4,289^\circ$)

$C_{knet}(A) = 0,757$

$C_{knet}(B) = 2,057$

$C_{knet}(C) = 1,272$

kolonos oblast B+C: $C_{knet}(B+C) = \frac{C_{knet}(B) + C_{knet}(C)}{2} =$
 $= \frac{2,057 + 1,272}{2} = 1,665$

Normované síly působící na železobeton:

- systémem zatížení je shodný jako u žs2, síly působí dolmo le střešní rovinně v daném bodě

Oblast A

$$W_{a1} = q_k(z) \cdot A_i \cdot c_{k,net}(A) = 0,522 \cdot 1,563 \cdot 0,757 = 0,6189 \text{ kN}$$

Oblast B

$$W_{a1} = q_k(z) \cdot A_i \cdot c_{k,net}(B) = 0,522 \cdot 1,563 \cdot 2,057 = 1,6789 \text{ kN}$$

$$W_{a2} = q_k(z) \cdot \frac{A_i}{2} \cdot c_{k,net}(B) = 0,522 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot 2,057 = 0,8399 \text{ kN}$$

Oblast C

$$W_{a1} = q_k(z) \cdot A_i \cdot c_{k,net}(C) = 0,522 \cdot 1,563 \cdot 1,122 = 1,0389 \text{ kN}$$

$$W_{a2} = q_k(z) \cdot \frac{A_i}{2} \cdot c_{k,net}(C) = 0,522 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot 1,122 = 0,5199 \text{ kN}$$

Oblast D a C

$$W_{a1} = q_k(z) \cdot A_i \cdot c_{k,net}(D a C) = 0,522 \cdot 1,563 \cdot 1,665 = 1,3589 \text{ kN}$$

$$W_{a2} = q_k(z) \cdot \frac{A_i}{2} \cdot c_{k,net}(D a C) = 0,522 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot 1,665 = 0,6799 \text{ kN}$$

$$W_{a3} = q_k(z) \cdot \frac{A_i}{4} \cdot c_{k,net}(D a C) = 0,522 \cdot \frac{1,563}{4} \cdot 1,665 = 0,3499 \text{ kN}$$

Termit

- součinitel termit $C_{tr} = 0,01$ (žl'o → hladký povrch)

$$w_{tr} = C_{tr} \cdot q_k(z) = 0,01 \cdot 0,522 = 0,005 \text{ kN/m}^2$$

$$x = \min \{ 2h, 4h \} = \min \{ 2 \cdot 65, 4 \cdot 9,188 \} = \min \{ 130, 36,752 \} = 36,752 \text{ m}$$

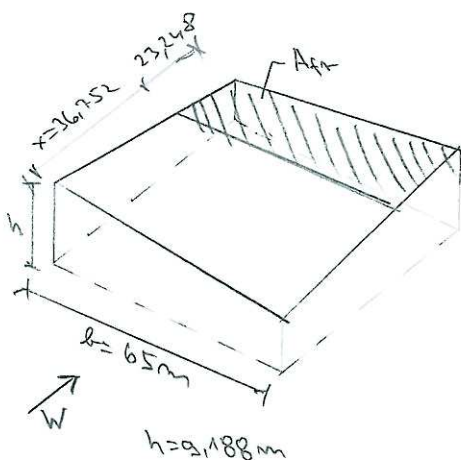
Atr... oblast, kde působí termit na horní i spodní plochu

Síly působící // s vzhledem k termitu → tečným směrem le střešní ploše

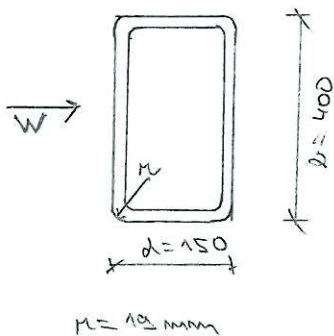
$$W_{tr,1} = w_{tr} \cdot A_i \cdot 2 = 0,005 \cdot 1,563 \cdot 2 = 0,016 \text{ kN}$$

$$W_{tr,2} = w_{tr} \cdot \frac{A_i}{2} \cdot 2 = 0,005 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot 2 = 0,008 \text{ kN}$$

$$W_{tr,3} = w_{tr} \cdot \frac{A_i}{4} \cdot 2 = 0,005 \cdot \frac{1,563}{4} \cdot 2 = 0,004 \text{ kN}$$



TR OBD 400x150x12,5



Vítez působící na nosné prvky

2trajmí slohy (P) - TR OBD 400x150x12,5

Součinitel síly C_f

$$C_f = C_{f0} \cdot \psi_r \cdot \psi_\lambda = 2,153 \cdot 0,881 \cdot 1 = 1,897$$

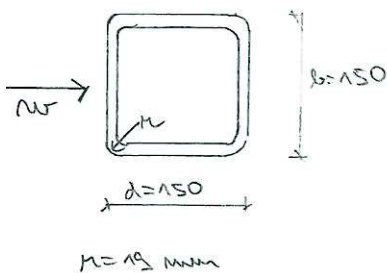
$$\frac{d}{b} = \frac{150}{400} = 0,375 \Rightarrow C_{f0} = 2,153 \text{ (dle přík. 7.23 ČSN EN 1993-1-1)}$$

$$\frac{t}{b} = \frac{12,5}{400} = 0,03125 \Rightarrow \psi_r = 0,881 \text{ (dle přík. 7.24 ČSN EN 1993-1-1)}$$

souč. laťového efektu $\psi_\lambda = 1$ (prvky nejsou s volnými laťmi)

$$N_w = C_f \cdot q_k(z) \cdot b = 1,897 \cdot 0,522 \cdot 0,4 = \underline{0,396 \text{ kN/m}}$$

TR 4 HR 150x12,5



Vnitřní slohy (P) - TR 4 HR 150x12,5

$$C_f = C_{f0} \cdot \psi_r \cdot \psi_\lambda = 2,1 \cdot 0,683 \cdot 1 = 1,435$$

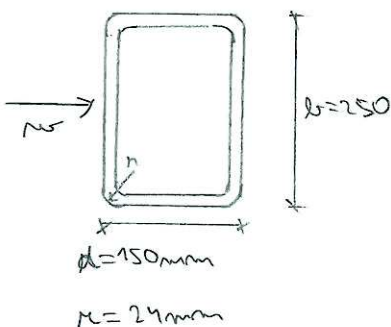
$$\frac{d}{b} = \frac{150}{150} = 1 \Rightarrow C_{f0} = 2,1$$

$$\frac{t}{b} = \frac{12,5}{150} = 0,0833 \Rightarrow \psi_r = 0,683$$

$\psi_\lambda = 1$ (viz. předchozí)

$$N_w = C_f \cdot q_k(z) \cdot b = 1,435 \cdot 0,522 \cdot 0,15 = \underline{0,112 \text{ kN/m}}$$

TR OBD 250x150x16



Průřez - TR OBD 250x150x16

$$C_f = C_{f0} \cdot \psi_r \cdot \psi_\lambda = 2,35 \cdot 0,76 \cdot 1 = 1,786$$

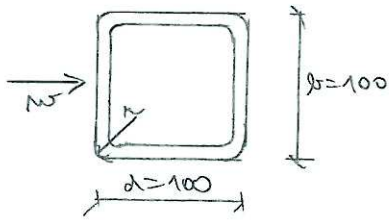
$$\frac{d}{b} = \frac{150}{250} = 0,6 \Rightarrow C_{f0} = 2,35$$

$$\frac{t}{b} = \frac{16}{250} = 0,064 \Rightarrow \psi_r = 0,76$$

$\psi_\lambda = 1$

$$N_w = C_f \cdot q_k(z) \cdot b = 1,786 \cdot 0,522 \cdot 0,25 = \underline{0,233 \text{ kN/m}}$$

TR 4HR 100 x 6,3



$t = 9 \text{ mm}$

Přesný - TR 4HR 100 x 6,3

$$C_f = C_{f0} \cdot \gamma_r \cdot \gamma_\lambda = 2,1 \cdot 0,775 \cdot 1 = 1,628$$

$$\frac{d}{e} = \frac{100}{100} = 1 \Rightarrow C_{f0} = 2,1$$

$$\frac{h}{e} = \frac{9}{100} = 0,09 \Rightarrow \gamma_r = 0,775$$

$$\gamma_\lambda = 1$$

$$W = C_f \cdot \gamma_k(z) \cdot e = 1,628 \cdot 0,522 \cdot 0,1 = \underline{0,085 \text{ kNm/m}}$$

Pozn: Zkontrolujeme náčrtek na průřezovém vzhledu a malým průřezem zanedbáme

ZS 4 l - vlny podélmy, střecha sámy

- zkontrolujeme střeše uvažujeme pro průřez
- vlnění se souř. ploštní $\varphi = 0$
- největší úhlon na střeše $\alpha = 4,289^\circ$ (viz. předchozí)
- na ale střeše působí sámy vlny

Součinitele tlaků c_{knet} (pro $\alpha = 4,289^\circ$)

$$c_{knet}(A) = -1,029 \text{ kN}$$

$$c_{knet}(B) = -1,643 \text{ kN}$$

$$c_{knet}(C) = -1,743 \text{ kN}$$

$$c_{knet}(B+C) = \frac{c_{knet}(B) + c_{knet}(C)}{2} = \frac{-1,643 - 1,743}{2} = -1,693$$

Normálové síly působící na lci:

- systém zkontroluje se s hodnoty s_{lci} u ZS 2, síly působí jako se střešou rovinně

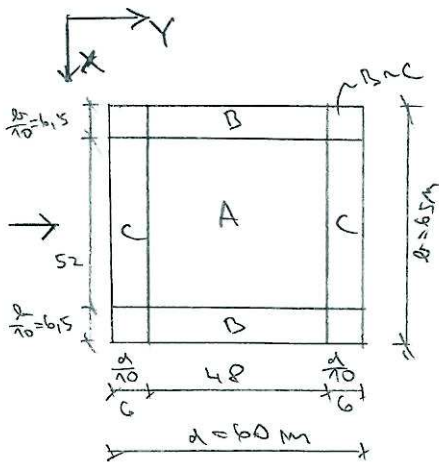
oblast A

$$W_{A1} = \gamma_k(z) \cdot A_i \cdot c_{knet}(A) = 0,522 \cdot 1,563 \cdot (-1,029) = -0,814 \text{ kN}$$

oblast B

$$W_{B1} = \gamma_k(z) \cdot A_i \cdot c_{knet}(B) = 0,522 \cdot 1,563 \cdot (-1,643) = -1,341 \text{ kN}$$

$$W_{B2} = \gamma_k(z) \cdot \frac{A_i}{2} \cdot c_{knet}(B+C) = 0,522 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot (-1,693) = -0,67 \text{ kN}$$



oblast C

$$W_{k1} = q_k(z) \cdot A_i \cdot c_{net}(C) = 0,522 \cdot 1,563 \cdot (-1,773) = -1,422 \text{ kN}$$

$$W_{k2} = q_k(z) \cdot \frac{A_i}{2} \cdot c_{net}(C) = 0,522 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot (-1,773) = -0,711 \text{ kN}$$

oblast Dac

$$W_{k1} = q_k(z) \cdot A_i \cdot c_{net}(Dac) = 0,522 \cdot 1,563 \cdot (-1,693) = -1,341 \text{ kN}$$

$$W_{k2} = q_k(z) \cdot \frac{A_i}{2} \cdot c_{net}(Dac) = 0,522 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot (-1,693) = -0,691 \text{ kN}$$

$$W_{k3} = q_k(z) \cdot \frac{A_i}{4} \cdot c_{net}(Dac) = 0,522 \cdot \frac{1,563}{4} \cdot (-1,693) = -0,345 \text{ kN}$$

TRÉMĚ

- složené jádro ZS 4 a

Vítr působící na nosič dle ZS 4 a

- složené jádro ZS 4 a

ZS 5 a - Vítr příčný, střední tlak

- zatížení na středě uvažujeme pro příčný průřez
 se souč. ploš. $\varphi = 0$

- největší zátěž na středě $d = 4,289 \text{ m}$

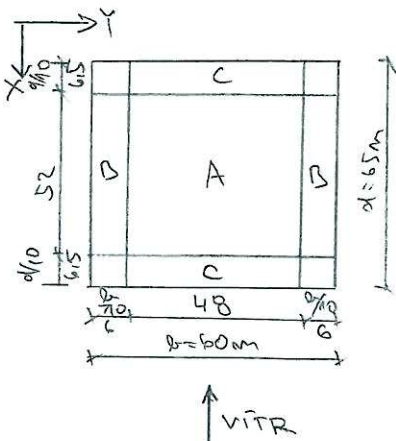
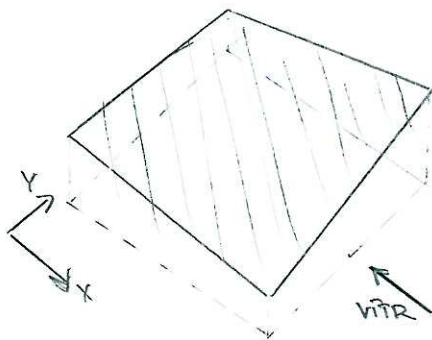
- na celé středě působí tlak větru

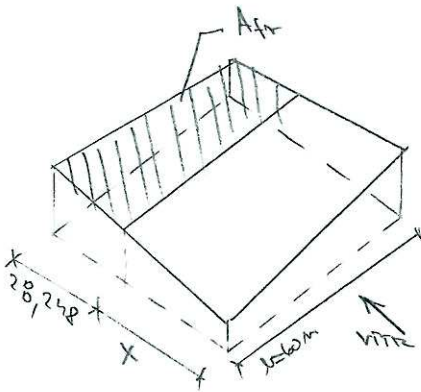
Součinitel tlaku c_{net} (pro $d = 4,289 \text{ m}$)

viz. ZS 4 a

Normované síly působící na ZS

viz. ZS 4 a





TR 2M

$$x = \min \{ 2a, 4h \} = \min \{ 2 \cdot 60, 4 \cdot 9,188 \} =$$

$$= \min \{ 120, 36,752 \} = 36,752 \text{ m}$$

A_{tr} ... obklopené plochy - výška má být i spodní povrch

Síť prvků II s průřely → každý směr se střeší ploché

→ 2 povrchy

$$W_{tr,1} = W_{tr} \cdot A_i \cdot 2 = 0,005 \cdot 1,563 \cdot 2 = 0,0169 \text{ m}$$

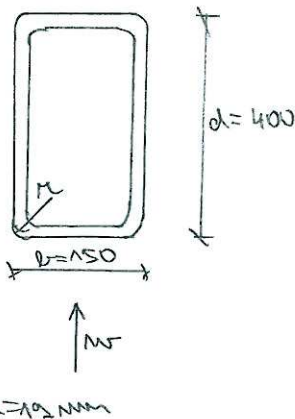
$$W_{tr,2} = W_{tr} \cdot \frac{A_i}{2} \cdot 2 = 0,005 \cdot 1,563 \cdot 2 = 0,0089 \text{ m}$$

$$W_{tr,3} = W_{tr} \cdot \frac{A_i}{4} \cdot 2 = 0,005 \cdot \frac{1,563}{4} \cdot 2 = 0,0039 \text{ m}$$

Vítěz průběh má nosnou funkci

2rajim sloupy - TR OBD 400 x 150 x 12,5

TR OBD 400 x 150 x 12,5



$$C_f = C_{f0} \cdot \gamma_r \cdot \gamma_{\lambda} = 1,505 \cdot 0,683 \cdot 1 = 1,029$$

$$\frac{d}{r} = \frac{400}{150} = 2,667 \Rightarrow C_{f0} = 1,505$$

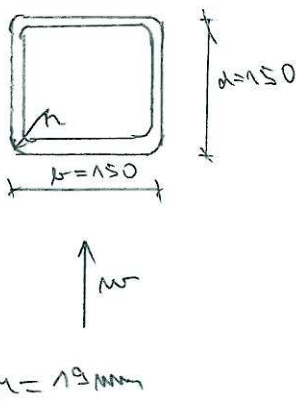
$$\frac{t}{r} = \frac{12}{150} = 0,08 \Rightarrow \gamma_r = 0,683$$

$$\gamma_{\lambda} = 1 \text{ (průběh nosný s volným záclonem)}$$

$$W = C_f \cdot q_{k(z)} \cdot b = 1,029 \cdot 0,522 \cdot 0,15 = \underline{0,0819 \text{ m/m}}$$

Vnitřní sloupy - TR 4HR 150 x 12,5

TR 4HR 150 x 12,5



$$C_f = C_{f0} \cdot \gamma_r \cdot \gamma_{\lambda} = 2,1 \cdot 0,683 \cdot 1 = 1,435$$

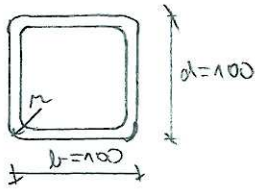
$$\frac{d}{r} = \frac{150}{150} = 1 \Rightarrow C_{f0} = 2,1$$

$$\frac{t}{r} = \frac{12}{150} = 0,08 \Rightarrow \gamma_r = 0,683$$

$$\gamma_{\lambda} = 1$$

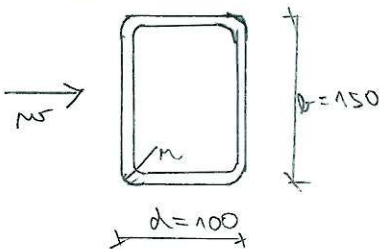
$$W = C_f \cdot q_{k(z)} \cdot b = 1,435 \cdot 0,522 \cdot 0,15 = \underline{0,1129 \text{ m/m}}$$

TR 4 HZ 100 x 6,3



$t = 9 \text{ mm}$

TR 08D 150 x 100 x 5



$t = 8 \text{ mm}$

Průřez - TR 4 HZ 100 x 6,3

$$C_f = C_{f0} \cdot \gamma_r \cdot \gamma_\lambda = 2,1 \cdot 0,775 \cdot 1 = 1,628$$

$$\frac{d}{r} = \frac{100}{100} = 1 \Rightarrow C_{f0} = 2,1$$

$$\frac{t}{s} = \frac{9}{100} = 0,09 \Rightarrow \gamma_r = 0,775$$

$$\gamma_\lambda = 1$$

$$W = C_f \cdot q_k(z) \cdot s = 1,628 \cdot 0,522 \cdot 0,1 = \underline{0,085 \text{ kN/m}}$$

Průřez - TR 08D 150 x 100 x 5

$$C_f = C_{f0} \cdot \gamma_r \cdot \gamma_\lambda = 2,383 \cdot 0,867 \cdot 1 = 2,066$$

$$\frac{d}{r} = \frac{100}{150} = 0,667 \Rightarrow C_{f0} = 2,383$$

$$\frac{t}{s} = \frac{8}{150} = 0,053 \Rightarrow \gamma_r = 0,867$$

$$\gamma_\lambda = 1$$

$$W = C_f \cdot q_k(z) \cdot s = 2,066 \cdot 0,522 \cdot 0,15 = \underline{0,162 \text{ kN/m}}$$

ZS 5 b - Větr průřez, střecha sámy

- zatížení na střeše uvažováno pro průběhy průřezů
- se souč. příloha. $\psi = 0$
- největší úhel $\alpha = 4,1289^\circ$
- na obě střeše působí sámy větry

Součinitele tlaku C_{pe} (pro $\alpha = 4,1289^\circ$)

viz. ZS 4 b

Normované síly působící na s_{11}

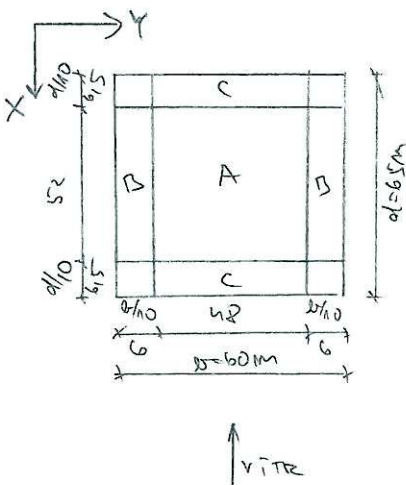
viz. ZS 4 b

TR 11

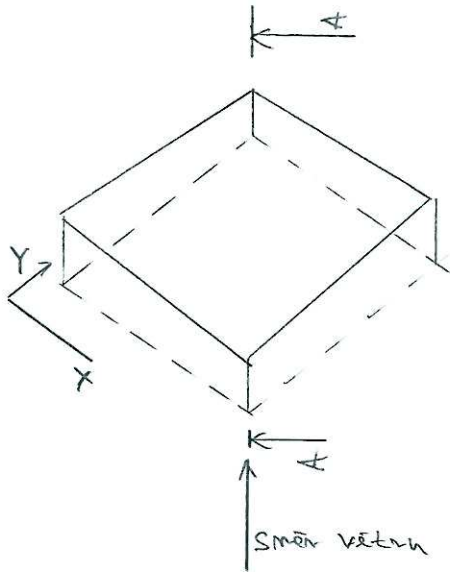
- shoda jako u ZS 5 a

Větr průřez na nosu průřez s_{11}

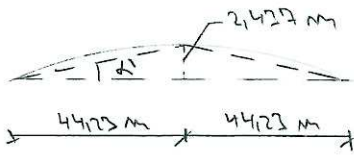
- shoda jako ZS 5 a



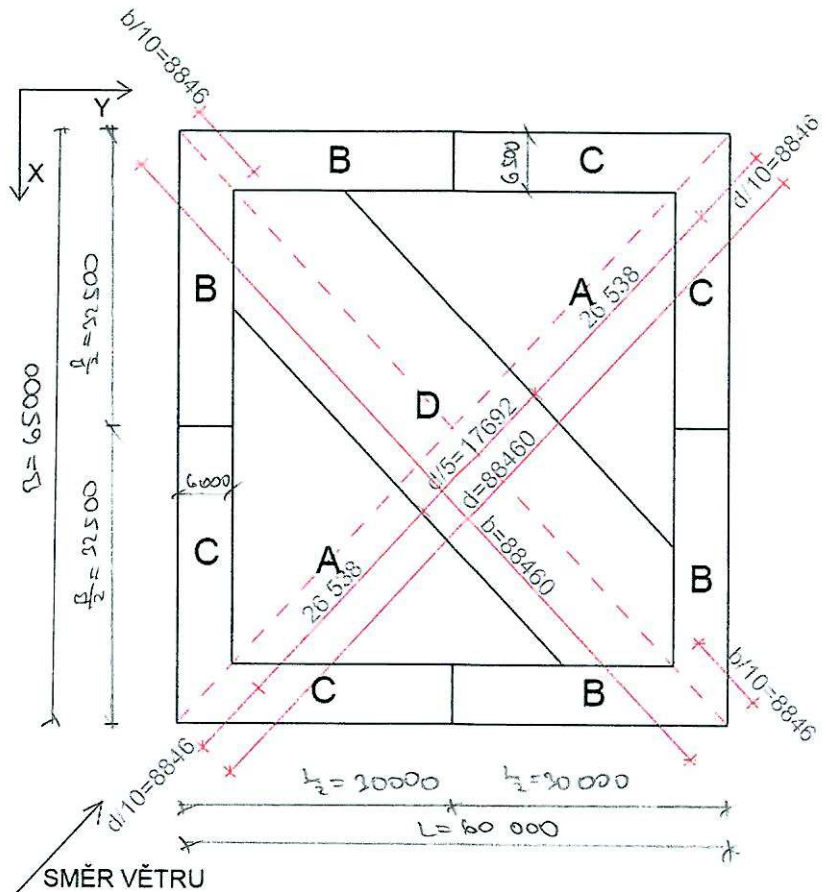
ZS 6 a - Větr dle goniometr I, celá střecha tlak
 - zadržemí na střeše uvažováno pro sedlový
 PÚTS kresele se souč. ploš. $\rho = 0$ (zjednodušený)
 - na celé střeše působí tlak větru
 - úhlon $\alpha' = 3,154^\circ$



ŘEZ A-A



$\sin \alpha' = \frac{2,437}{44,23} = 0,055$
 $\alpha' = 3,154^\circ$



Součinitele tlaku c_{inet} (i pro $\alpha' = 3,154^\circ$)

- $c_{inet}(A) = 0,582$
- $c_{inet}(B) = 1,745$
- $c_{inet}(C) = 1,108$
- $c_{inet}(D) = 0,474$

normálové síly působící na žci:

-systém zatížení je dle ZS 2; síly působí kolmo k střední rovině v daném kole

oblast A

$$W_{A1} = q_A(z) \cdot A_i \cdot c_{\text{norm}}(A) = 0,522 \cdot 1,563 \cdot 0,582 = 0,475 \text{ kN}$$

oblast B

$$W_{B1} = q_A(z) \cdot A_i \cdot c_{\text{norm}}(B) = 0,522 \cdot 1,563 \cdot 1,745 = 1,424 \text{ kN}$$

$$W_{B2} = q_A(z) \cdot \frac{A_i}{2} \cdot c_{\text{norm}}(B) = 0,522 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot 1,745 = 0,712 \text{ kN}$$

$$W_{B3} = q_A(z) \cdot \frac{A_i}{4} \cdot c_{\text{norm}}(B) = 0,522 \cdot \frac{1,563}{4} \cdot 1,745 = 0,356 \text{ kN}$$

oblast C

$$W_{C1} = q_A(z) \cdot A_i \cdot c_{\text{norm}}(C) = 0,522 \cdot 1,563 \cdot 1,108 = 0,910 \text{ kN}$$

$$W_{C2} = q_A(z) \cdot \frac{A_i}{2} \cdot c_{\text{norm}}(C) = 0,522 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot 1,108 = 0,453 \text{ kN}$$

$$W_{C3} = q_A(z) \cdot \frac{A_i}{4} \cdot c_{\text{norm}}(C) = 0,522 \cdot \frac{1,563}{4} \cdot 1,108 = 0,246 \text{ kN}$$

oblast D

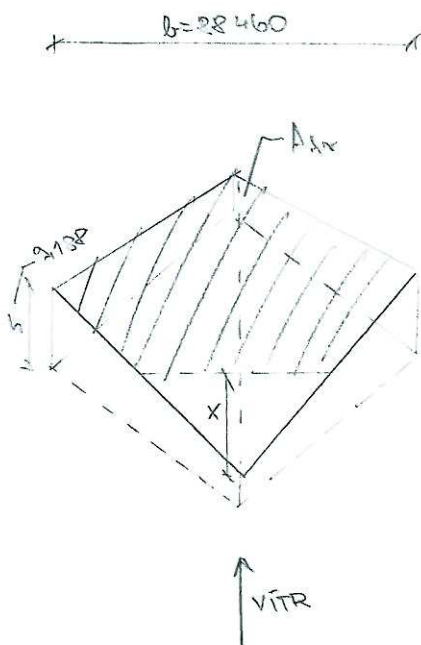
$$W_{D1} = q_A(z) \cdot A_i \cdot c_{\text{norm}}(D) = 0,522 \cdot 1,563 \cdot 0,475 = 0,384 \text{ kN}$$

PRŮMĚR

$$x = \min \{2a, 4b\} = \min \{2 \cdot 88,46; 4 \cdot 9,188\} = \min \{176,92; 36,752\}$$

$$x = 36,752 \text{ m}$$

hodnoty číselných sil viz ZS 4a; síly působí || se směrem větru tečně ke střední rovině



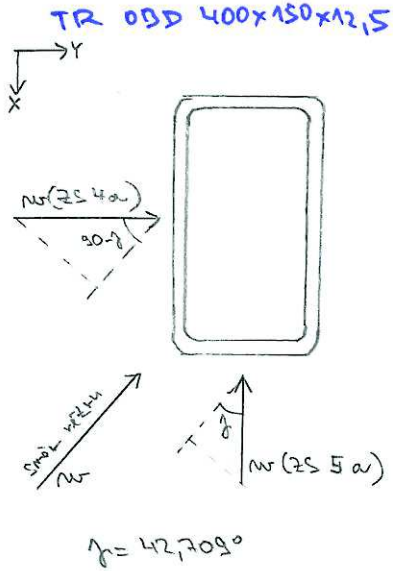
Vítez působící na nosné prvky 2-e

2xajm - sloupky - TR ODD 400x150x12,5

- výsledek přímo zatížen lamelre složením ze 2 ⊥ směrů (ze zS 4a a zS 5a)

$$N = N(zS 5a) \cdot \cos \gamma + N(zS 4a) \cdot \cos(90 - \gamma) =$$

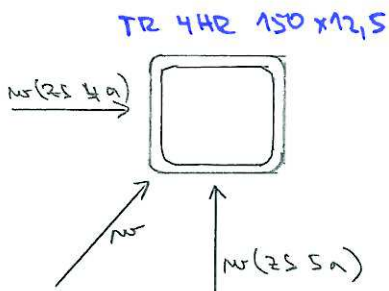
$$= 0,081 \cdot \cos 42,709^\circ + 0,396 \cdot \cos(90 - 42,709^\circ) = \underline{0,322 \text{ MN/m}}$$



Vnitřní sloupky - TR 4HR 150x12,5

$$N = N(zS 5a) \cdot \cos \gamma + N(zS 4a) \cdot \cos(90 - \gamma) =$$

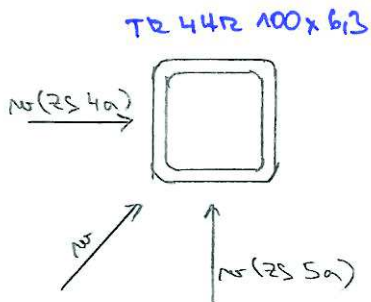
$$= 0,112 \cdot \cos 42,709^\circ + 0,112 \cdot \cos(90 - 42,709^\circ) = \underline{0,159 \text{ MN/m}}$$



Pařby - TR 4HR 100x6,3

$$N = N(zS 5a) \cdot \cos \gamma + N(zS 4a) \cdot \cos(90 - \gamma) =$$

$$= 0,085 \cdot \cos 42,709^\circ + 0,085 \cdot \cos(90 - 42,709^\circ) = \underline{0,12 \text{ MN/m}}$$



Příčle - TR ODD 250x150x16

- zatížen N shodě jako u zS 4a, zatížen působí přímo ve směru větru

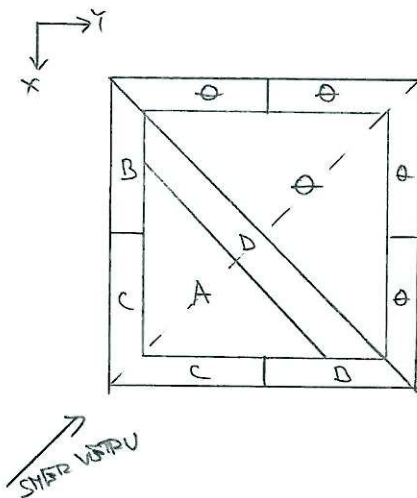
Váznice - TR ODD 150x100x5

- zatížen N shodě jako u zS 5a; zatížen působí přímo ve směru větru

Pozn: zatížen na tlak je zanedbatelné

ZS 6b - Vítr diagonální I, střešní tlak +
+ neživí zemní

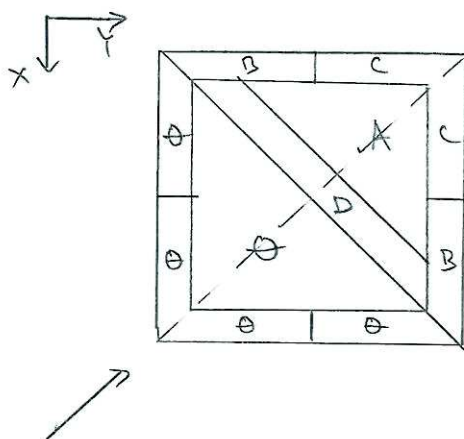
- zátěžem je naprosto shodná jako u ZS 6a,
 pouze závětrmá část střechy je neživí zemní



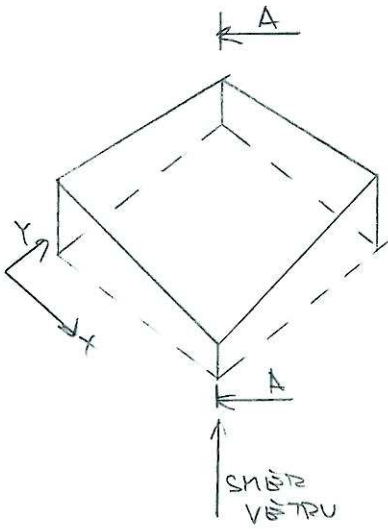
- zátěžem tlakem a možný proud shodná jako ZS 6a

ZS 6c - Vítr diagonální I, střešní neživí zemní +
+ tlak

- zátěžem je naprosto shodná jako u ZS 6a,
 pouze mážečmá část střechy je neživí zemní



- zátěžem tlakem a možný proud více než ZS 6a



Růz A-A

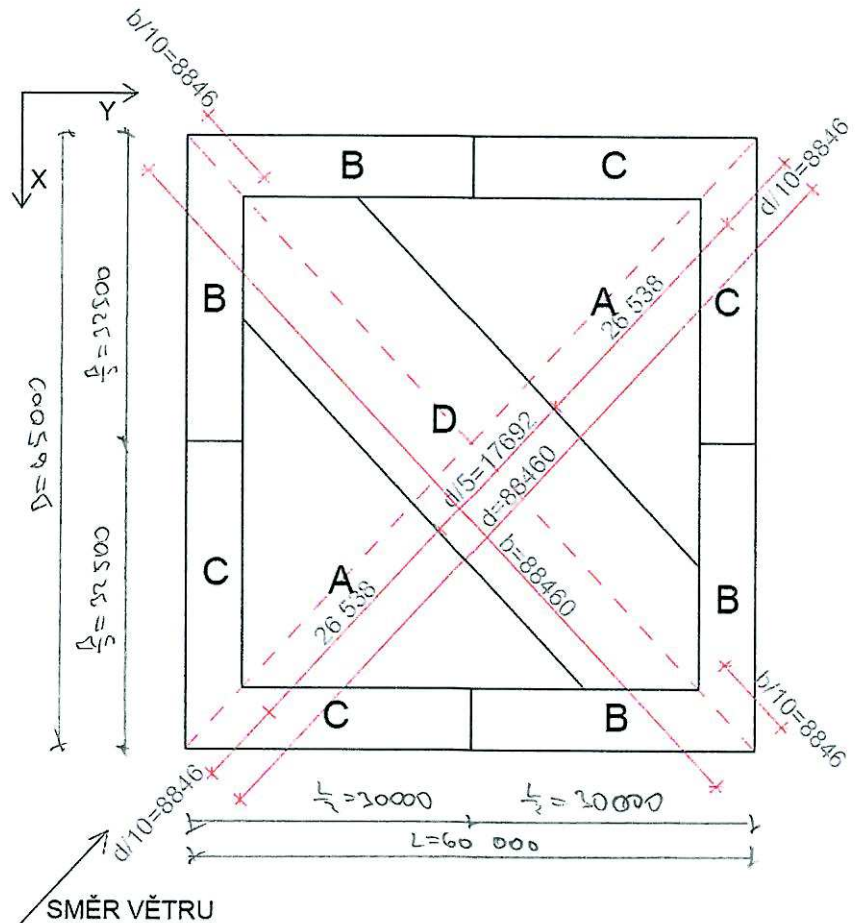


ZS 6 d - Větr diagonální I, celá střešní sáň

- zadržet na střeše uvažováno pro sedlový průřez
 se souř. plochy $\psi = 0$

- na cele střeše příloha sáň větru

- úhlon $\alpha' = 3,154^\circ$



Součinitele tlaku c_{inet} ($\alpha' = 3,154^\circ$)

$c_{\text{inet}}(A) = -0,618$

$c_{\text{inet}}(B) = -1,382$

$c_{\text{inet}}(C) = -1,127$

$c_{\text{inet}}(D) = -1,008$

normálové síly působící na osy

-systém zatížen je jako u ZS 2, síla působí dolmo a střešní koutě v daném kole-

oblast A

$$W_{A1} = q_p(z) \cdot A_i \cdot c_{1,net}(A) = 0,522 \cdot 1,563 \cdot (-0,618) = -0,504 \text{ kN}$$

oblast B

$$W_{B1} = q_p(z) \cdot A_i \cdot c_{1,net}(B) = 0,522 \cdot 1,563 \cdot (-1,382) = -1,128 \text{ kN}$$

$$W_{B2} = q_p(z) \cdot \frac{A_i}{2} \cdot c_{1,net}(B) = 0,522 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot (-1,382) = -0,567 \text{ kN}$$

$$W_{B3} = q_p(z) \cdot \frac{A_i}{4} \cdot c_{1,net}(B) = 0,522 \cdot \frac{1,563}{4} \cdot (-1,382) = -0,282 \text{ kN}$$

oblast C

$$W_{C1} = q_p(z) \cdot A_i \cdot c_{1,net}(C) = 0,522 \cdot 1,563 \cdot (-1,137) = -1,132 \text{ kN}$$

$$W_{C2} = q_p(z) \cdot \frac{A_i}{2} \cdot c_{1,net}(C) = 0,522 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot (-1,137) = -0,586 \text{ kN}$$

$$W_{C3} = q_p(z) \cdot \frac{A_i}{4} \cdot c_{1,net}(C) = 0,522 \cdot \frac{1,563}{4} \cdot (-1,137) = -0,293 \text{ kN}$$

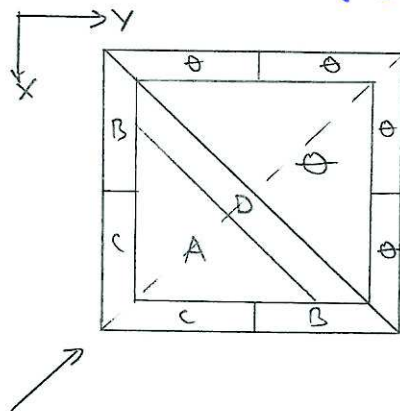
oblast D

$$W_{D1} = q_p(z) \cdot A_i \cdot c_{1,net}(D) = 0,522 \cdot 1,563 \cdot (-1,008) = -0,522 \text{ kN}$$

Tělem a zatížen nosných prvků viz ZS 6a

ZS 6e - Vítěz diagonální I, střecha sání + nozatížen

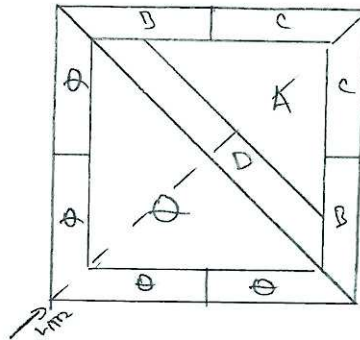
-zatížen je jako u ZS 6d, pouze zúčtovan část střechy je nozatížen



-zatížen tělem a nosných prvků jako u ZS 6a

ZS G f - Vitr diagonální I, střecha mezižebří + sašmy

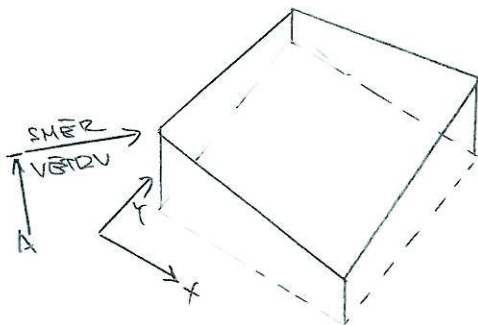
- zabíjen je stejně jako u ZS G d, pouze mělkou část střechy je mezižebří



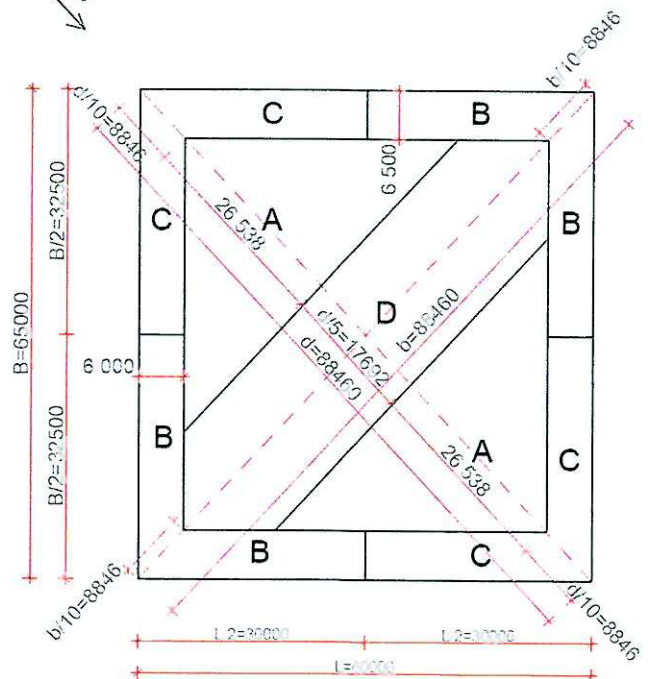
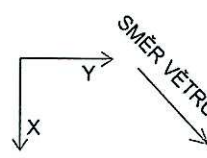
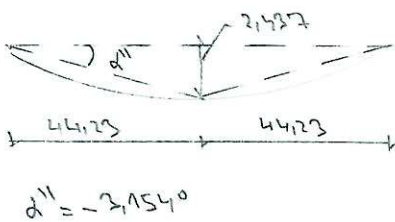
- zatížen tvrdím a možná ruče viz. ZS G a

ZS A a - Vitr tra gonelny II, cela střecha tlal

- zabíjen na stejné uvažování pro sedlový pás tvrdím a souř. plochy $\psi=0$
 - na celé stejné přísoh- tlal užty
 - sňom $d'' = -3,154^\circ$



REZ A-A



Součinitel tlaku c_{inet} (pro $\alpha'' = -3,154^\circ$)

$$c_{\text{inet}}(A) = 0,518$$

$$c_{\text{inet}}(B) = 1,555$$

$$c_{\text{inet}}(C) = 0,892$$

$$c_{\text{inet}}(D) = 0,726$$

Normální síly působící na α -ci

- systém zatížení je jako v ZS 2; síly působí jako se stěží rovná v daném bodě

oblast A

$$W_{A1} = q_A(z) \cdot A_i \cdot c_{\text{inet}}(A) = 0,522 \cdot 1,563 \cdot 0,518 = 0,423 \text{ kN}$$

oblast B

$$W_{B1} = q_A(z) \cdot A_i \cdot c_{\text{inet}}(B) = 0,522 \cdot 1,563 \cdot 1,555 = 1,269 \text{ kN}$$

$$W_{B2} = q_A(z) \cdot \frac{A_i}{2} \cdot c_{\text{inet}}(B) = 0,522 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot 1,555 = 0,634 \text{ kN}$$

$$W_{B3} = q_A(z) \cdot \frac{A_i}{4} \cdot c_{\text{inet}}(B) = 0,522 \cdot \frac{1,563}{4} \cdot 1,555 = 0,317 \text{ kN}$$

oblast C

$$W_{C1} = q_A(z) \cdot A_i \cdot c_{\text{inet}}(C) = 0,522 \cdot 1,563 \cdot 0,892 = 0,728 \text{ kN}$$

$$W_{C2} = q_A(z) \cdot \frac{A_i}{2} \cdot c_{\text{inet}}(C) = 0,522 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot 0,892 = 0,367 \text{ kN}$$

$$W_{C3} = q_A(z) \cdot \frac{A_i}{4} \cdot c_{\text{inet}}(C) = 0,522 \cdot \frac{1,563}{4} \cdot 0,892 = 0,182 \text{ kN}$$

oblast D

$$W_{D1} = q_A(z) \cdot A_i \cdot c_{\text{inet}}(D) = 0,522 \cdot 1,563 \cdot 0,726 = 0,592 \text{ kN}$$

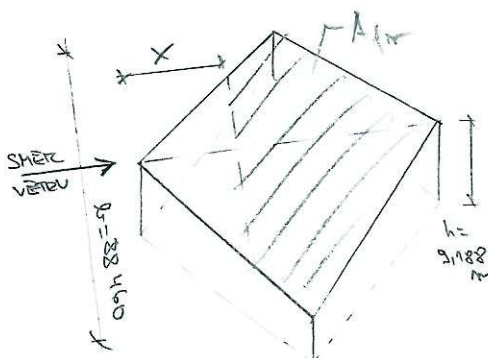
Třetí

$$x = \min \{ 20,44 \} = \min \{ 2 \cdot 8,16, 4 \cdot 9,188 \} = 36,752 \text{ m}$$

hodnoty tícných sil viz ZS 4a; síly působí II se směrem větru těmě se stěží rovná

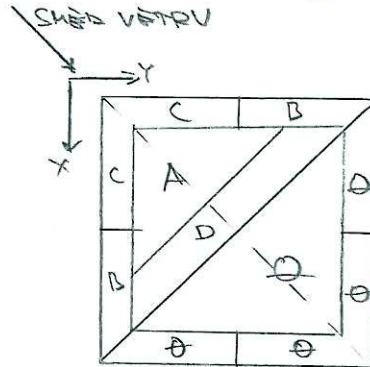
Větr působící na nosné prvky α -ce

- hodnoty spojitéch zatížení jsou s hodnoty jako v ZS 6a; síly působí ve směru větru



ZS 7 b - Vítr dle normy II, střešní tlak +
+ nežabížení

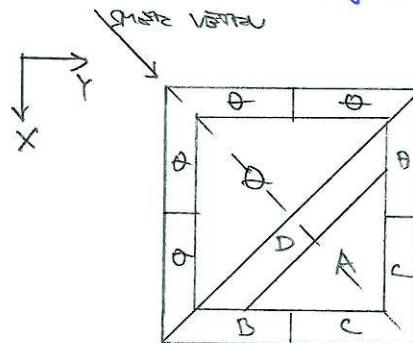
- zábrázek je shodný jako u ZS 7 a, pouze
 zábrázek stěna střechy je nežabížení



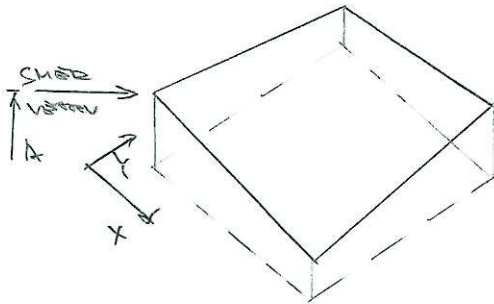
- zábrázek členům a nosným prvků viz ZS 7 a

ZS 7 c - Vítr dle normy II, střešní nežabížení +
+ tlak

- zábrázek je shodný jako u ZS 7 a, pouze
 největší část střechy je nežabížení



- zábrázek členům a nosným prvků viz. ZS 7 a



Roz A-A

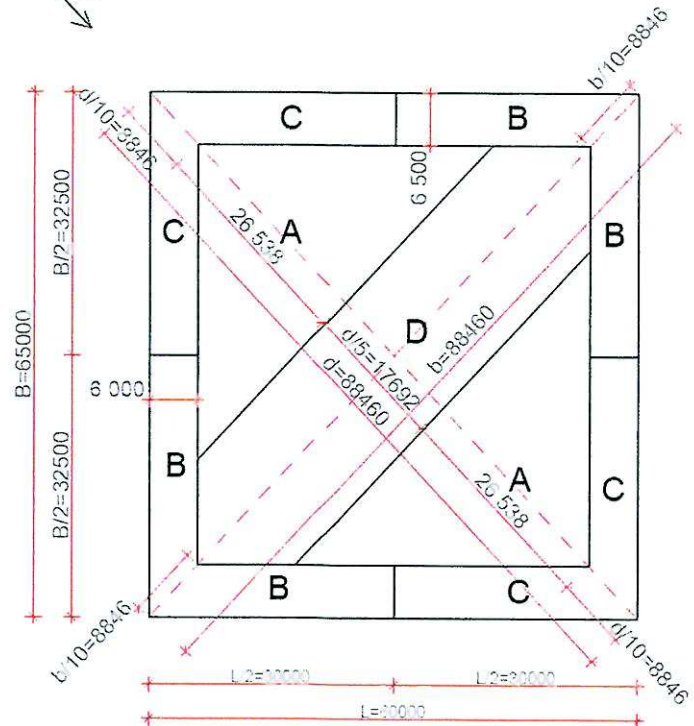
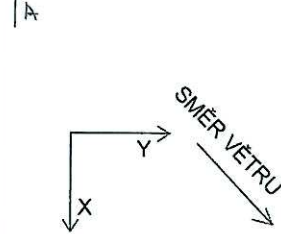


ZS 7 d - Vektor diagonální II, celá struktura sáhl

- zadržem m stěže horizontálně pro každý prvek
 se souč. ploš. $\varphi = 0$

- na cel. struktuře působí sáhl větru

- úhlon $\alpha'' = -2,154^\circ$



Součinitele - tlak $c_{\text{prvek}}(\alpha'' = -2,154^\circ)$

$$c_{\text{prvek}}(A) = -0,682$$

$$c_{\text{prvek}}(B) = -1,318$$

$$c_{\text{prvek}}(C) = -1,563$$

$$c_{\text{prvek}}(D) = -0,692$$

normované síly působící na řu.

- systém zadržem je jak u ZS 2; síly působí
 do Lmo se stěží rovně v daném bodě

Oblast A

$$W_{A1} = q_{\text{f}(z)} \cdot A_i \cdot c_{\text{prvek}}(A) = 0,522 \cdot 1,563 \cdot (-0,682) = -0,556 \text{ qM}$$

Oblast B

$$W_{B1} = q_{k(z)} \cdot A_i \cdot c_{knet}(B) = 0,522 \cdot 1,563 \cdot (-1,318) = -1,075 \text{ kNm}$$

$$W_{B2} = q_{k(z)} \cdot \frac{A_i}{2} \cdot c_{knet}(B) = 0,522 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot (-1,318) = -0,538 \text{ kNm}$$

$$W_{B3} = q_{k(z)} \cdot \frac{A_i}{4} \cdot c_{knet}(B) = 0,522 \cdot \frac{1,563}{4} \cdot (-1,318) = -0,269 \text{ kNm}$$

Oblast C

$$W_{C1} = q_{k(z)} \cdot A_i \cdot c_{knet}(C) = 0,522 \cdot 1,563 \cdot (-1,563) = -1,275 \text{ kNm}$$

$$W_{C2} = q_{k(z)} \cdot \frac{A_i}{2} \cdot c_{knet}(C) = 0,522 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot (-1,563) = -0,638 \text{ kNm}$$

$$W_{C3} = q_{k(z)} \cdot \frac{A_i}{4} \cdot c_{knet}(C) = 0,522 \cdot \frac{1,563}{4} \cdot (-1,563) = -0,319 \text{ kNm}$$

Oblast D

$$W_{D1} = q_{k(z)} \cdot A_i \cdot c_{knet}(D) = 0,522 \cdot 1,563 \cdot (-0,692) = -0,565 \text{ kNm}$$

Těmto a zobrazenými nosnými prvky viz ZS 7 a.

ZS 7 e - Vítěz diagonální II, střechy sámk + nezabíjená

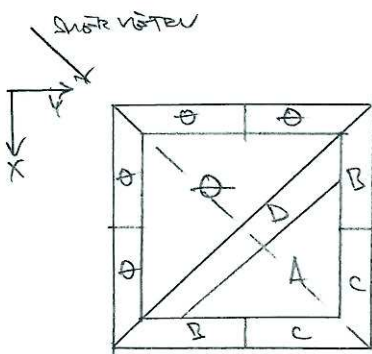
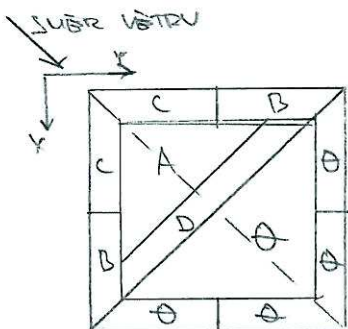
- zabíjená je shodně jako u ZS 7 d, pouze zabíjená část střechy je nezabíjená

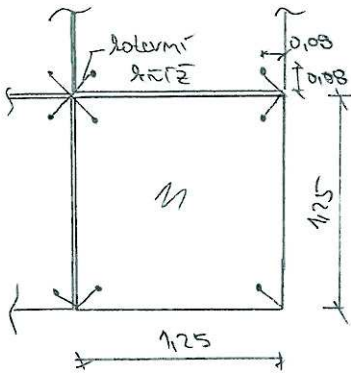
- zabíjená těmito a nosnými prvky shodně jako ZS 7 a

ZS 7 f - Vítěz diagonální II, střechy nezabíjená + sámk

- zabíjená je shodně jako u ZS 7 d, pouze méně těmito část střechy je nezabíjená

- zabíjená těmito a nosnými prvky viz ZS 7 a

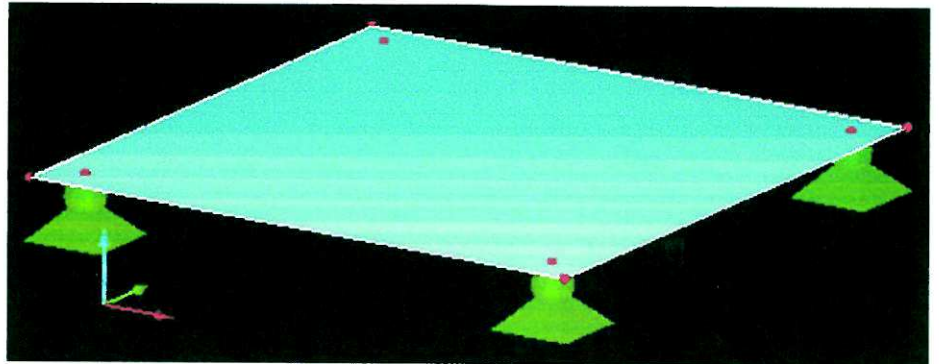




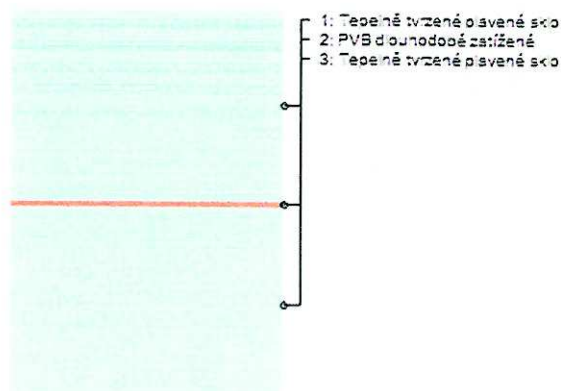
4. Posouzením střešních skleněných tabulí

- střešní loubinní točící skleněná tabule z bezpečnostního laminátového tepelně tvrděného plaveného skla o tloušťce 2 x 10 mm + PVB fólie 0,28 mm
- tabule o rozměru 1125 x 1125 mm byly uloženy bodově v rozích
- posouzení bylo provedeno v prostorném modulu RF-Glass softwarem Dlubal RFEM dle německé normy DIN 18008:2010-12
- byla ověřena únosnost a mezní posunutí
- výpočet byl proveden lineárně kinetickou teorií objemového bez smybového sřaznění jednotlivých vrstev (na stranu bezpečnou)

Model



Složba zesílení



Materiálové vlastnosti jednotlivých vrstev

Vrstva	Typ	Označení	Tloušťka	Modul pružnosti	Smykový modul	Poissonův součinitel	Objemová tíha	Souč. tepl. roztažnosti	Mezní napětí	Tepel. vodivost λ
č.	vrstvy	materiálu	t [mm]	E [MPa]	G [MPa]	ν [-]	γ [kN/m ³]	α_T [1/K]	σ_{limit} [MPa]	[W/m/K]
1	Sklo	Tepelně tvrzené plavené sklo	10,0	70000,000	28455,300	0,230	25,00	9,0E-06	120,000	1,00
2	Fólie	PVB dlouhodobě zatížené	0,4	0,030	0,010	0,499	10,70	8,0E-05		1,00
3	Sklo	Tepelně tvrzené plavené sklo	10,0	70000,000	28455,300	0,230	25,00	9,0E-06	120,000	1,00

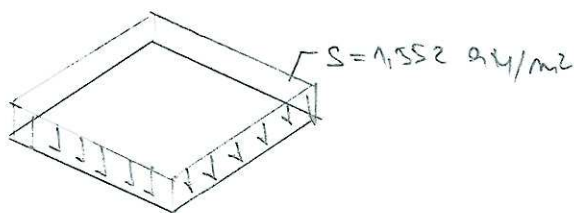
Za tížem

1 ZS - vlastní tíha

- generováno programem

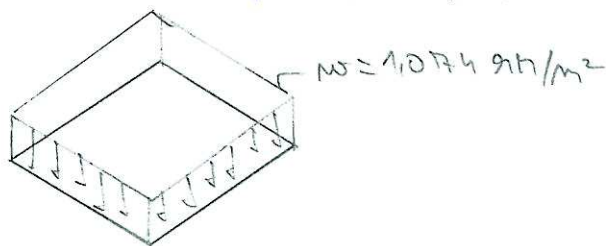
ZS 2 - Směh

$S = 1,552 \text{ kN/m}^2$



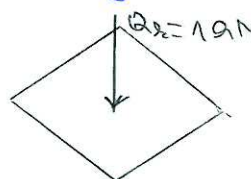
ZS 3 - Vrtel

→ maximální hodnota součinitele tlaku $c_{\text{max}}(B) = 2,057 \Rightarrow W = \gamma_k(z) \cdot c_{\text{max}}(B) = 0,522 \cdot 2,057 = 1,074 \text{ kN/m}^2$



ZS 4 - Vítr

- vzhledem k zatížení stěh a desky H - stěhly napříč stěhly s výjimkou ležící vítrů a opěr $\rightarrow Q_{20} = 1 \text{ kN}$ uprostřed tabule



Kombinace zatížení (dle programu podle normy DIN 18800)

MSV: KZ1: $\gamma_G \cdot ZS1 + \gamma_Q \cdot Y \cdot ZS2 + \gamma_Q \cdot Y \cdot ZS3$

KZ2: $\gamma_G \cdot ZS1 + \gamma_Q \cdot ZS4$

$\gamma_G = 1,35$

$\gamma_Q = 1,5$

$Y = 0,9$

MSP: KZ3: $\gamma_G \cdot ZS1 + \gamma_Q \cdot Y \cdot ZS2 + \gamma_Q \cdot Y \cdot ZS3$

KZ4: $\gamma_G \cdot ZS1 + \gamma_Q \cdot Y \cdot ZS4$

$\gamma_G = 1$

$\gamma_Q = 1$

$Y = 1$

Posouzení na mezní stav únosnosti (rozhodující kombinace KZ1, napětí σ_1)

2.1 Max. využití po zatíženích

Zatížení	A Plocha č.	B Bod č.	C Souřadnice bodu [m] X Y Z			F č.	G Vrstva z [mm]	H Strana	J Napětí [MPa], [°] Symbol Hodnota		K Limit	L Využití [-]	M Graf v protokolu
KZ1	MSU - selhání konstrukce - základní kombinace												
	1	64	0.615	0.000	0.000	1	10.0	Dolní	σ_x	22.000	80.000	0.28	<input type="checkbox"/>
	1	1985	0.000	0.615	0.000	1	10.0	Dolní	σ_y	22.000	80.000	0.28	<input type="checkbox"/>
	1	3836	1.171	1.171	0.000	1	5.0	Střední	τ_{yz}	-1.371			<input type="checkbox"/>
	1	3836	1.171	1.171	0.000	1	5.0	Střední	τ_{xz}	1.371			<input type="checkbox"/>
	1	456	0.139	0.139	0.000	1	10.0	Dolní	τ_{xy}	-7.057			<input type="checkbox"/>
	1	2112	1.250	0.635	0.000	1	10.0	Dolní	σ_1	22.002	80.000	0.28	<input type="checkbox"/>
	1	2016	0.615	0.615	0.000	1	10.0	Dolní	σ_2	16.410	80.000	0.21	<input type="checkbox"/>
	1	66	0.635	0.000	0.000	1	0.0	Horní	α	-89.48			<input type="checkbox"/>
KZ2	MSU - selhání konstrukce - základní kombinace												
	1	2080	0.615	0.635	0.000	1	10.0	Dolní	σ_x	21.309	80.000	0.27	<input type="checkbox"/>
	1	2016	0.615	0.615	0.000	1	10.0	Dolní	σ_y	21.309	80.000	0.27	<input type="checkbox"/>
	1	1952	0.615	0.595	0.000	1	5.0	Střední	τ_{yz}	-0.574			<input type="checkbox"/>
	1	2018	0.655	0.615	0.000	1	5.0	Střední	τ_{xz}	-0.574			<input type="checkbox"/>
	1	391	0.119	0.119	0.000	1	10.0	Dolní	τ_{xy}	-2.465			<input type="checkbox"/>
	1	2016	0.615	0.615	0.000	1	10.0	Dolní	σ_1	21.817	80.000	0.27	<input type="checkbox"/>
	1	2016	0.615	0.615	0.000	1	10.0	Dolní	σ_2	20.801	80.000	0.26	<input type="checkbox"/>
	1	928	0.615	0.278	0.000	1	0.0	Horní	α	-90.00			<input type="checkbox"/>

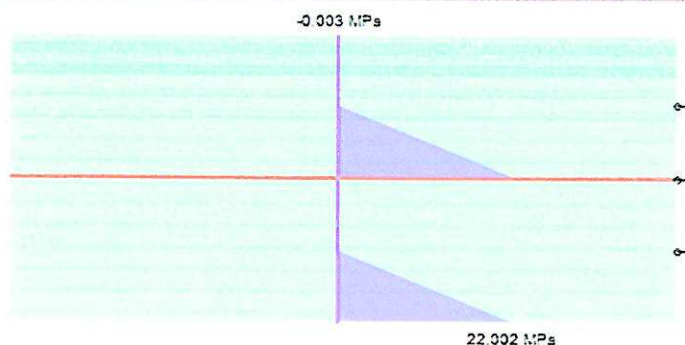
Maximální využití

Maximální hodnota napětí

Maximální využití:

0.28 ≤ 1

Napětí - σ_1
 Počet 6 1
 KZ1
 X: 1.250 m
 Y: 0.635 m
 Z: 0.000 m



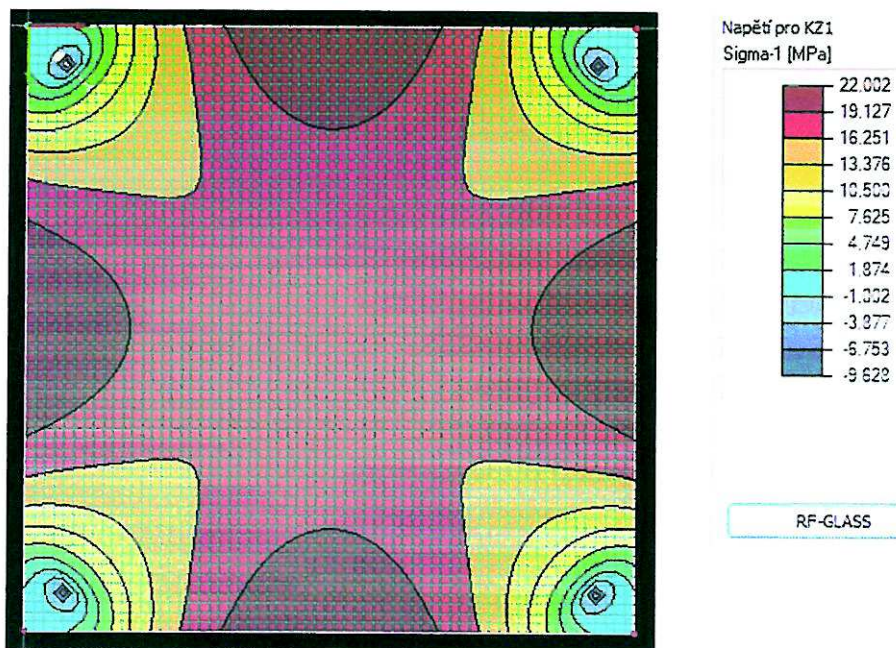
- 1: Tepelně tvrzené plavené sklo
- 2: PVB dounodopé zasklení
- 3: Tepelně tvrzené pavené sklo

Směr osy z

Dolní

Extrémy na ose
 Min: -20.801 MPa
 Max: 22.002 MPa

Průběh rozhodujícího napětí σ_1 po ploše

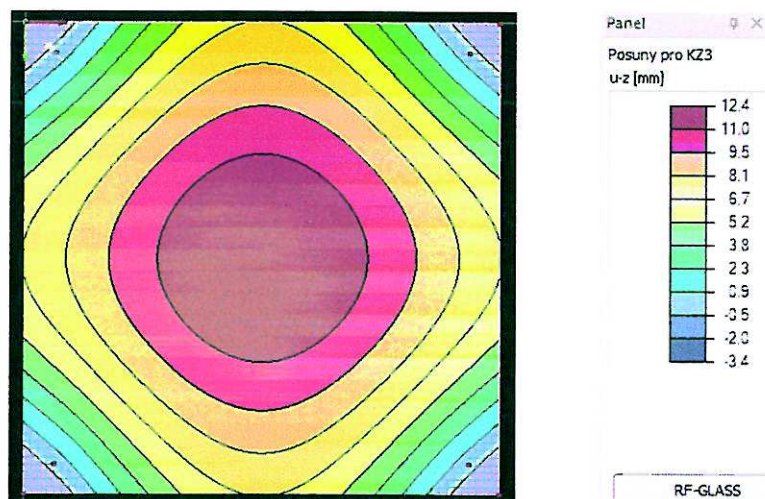


Posouzení na mezní stav použitelnosti (rozhodující kombinace KZ3, max. dovolený průhyb $L/100 = 1250/100 = 12,5$ mm)

3.1 Max. posunutí

Plocha č.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Bod č.	Souřadnice bodu [m]			Zatížení	Typ komb.	Paket č.	Posuny [mm]		Využití uz [-]
		X	Y	Z				uz	Mezní uz	
1	2081	0.635	0.635	0.000	KZ3	Charakteristická	1	12.4	12.5	0.99
	2091	0.635	0.635	0.000	KZ4	Charakteristická	1	6.8	12.5	0.55
Maximální posun / Maximální využití:										
1	2081	0.635	0.635	0.000	KZ3	Charakteristická	1	12.4	12.5	0.99
	2081	0.635	0.635	0.000		Charakteristická	1	12.4	12.5	0.99

Deformace od rozhodující kombinace KZ 3



5. Kombinace zatěžovacích stavů

Souhrn zatěžovacích stavů

Zatěžovací stavy								
Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Spec	Směr	Působení	Rídící zat. stav
ZS1	Vlastní tíha	Stálé	Stálé	Vlastní tíha			-Z	
ZS2	Ostatní stálé zatížení	Stálé	Stálé	Standard				
ZS3	Sníh plný	Proměnné	Sníh	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS4 a	Vítr podélný, střecha tlak	Proměnné	Vítr	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS4 b	Vítr podélný, střecha sání	Proměnné	Vítr	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS5 a	Vítr příčný, střecha tlak	Proměnné	Vítr	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS5 b	Vítr příčný, střecha sání	Proměnné	Vítr	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS6 a	Vítr diagonální I, celá střecha tlak	Proměnné	Vítr	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS6 b	Vítr diagonální I, střecha tlak+nezatížená	Proměnné	Vítr	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS6 c	Vítr diagonální I, střecha nezatížená+tlak	Proměnné	Vítr	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS6 d	Vítr diagonální I, celá střecha sání	Proměnné	Vítr	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS6 e	Vítr diagonální I, střecha sání+nezatížená	Proměnné	Vítr	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS6 f	Vítr diagonální I, střecha nezatížená+sání	Proměnné	Vítr	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS7 a	Vítr diagonální II, celá střecha tlak	Proměnné	Vítr	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS7 b	Vítr diagonální II, střecha tlak+nezatížená	Proměnné	Vítr	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS7 c	Vítr diagonální II, střecha nezatížená+tlak	Proměnné	Vítr	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS7 d	Vítr diagonální II, celá střecha sání	Proměnné	Vítr	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS7 e	Vítr diagonální II, střecha sání+nezatížená	Proměnné	Vítr	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS7 f	Vítr diagonální II, střecha nezatížená+sání	Proměnné	Vítr	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný

Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
Stálé	Stálé		
Sníh	Proměnné	Standard	Sníh
Vítr	Proměnné	Výběrová	Vítr

Programem Scia Engineer 14 bylo vytvořeno celkem 134 kombinací pro mezní stav únosnosti dle rovnice 6.10 normy ČSN EN 1990

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

kde $\gamma_{G,j} = 1,35$ pro stálá zatížení působící nepříznivě

$\gamma_{G,j} = 1$ pro stálá zatížení působící příznivě

$\gamma_Q = 1,5$ pro proměnná zatížení působící nepříznivě

$\gamma_Q = 0$ pro proměnná zatížení působící příznivě

$\psi_{0,i} = 0,5$ pro zatížení sněhem

$\psi_{0,i} = 0,6$ pro zatížení větrem

Pro mezní stav použitelnosti bylo vytvořeno celkem 67 charakteristických kombinací dle rovnice 6.14b normy ČSN EN 1990

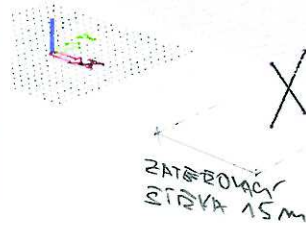
$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} " + " P " + " Q_{k,1} " + " \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

kde $\psi_{0,i} = 0,5$ pro zatížení sněhem

$\psi_{0,i} = 0,6$ pro zatížení větrem

6. Ruční ověření sil ve ztuhlých

- jedná se o manuální výpočet sil ve stěnovém ztuhlých u sloupů 3. osnoly mezi přičnými vazbami. LAM pro ZS 4 a - brát podřady, střeška, diaz



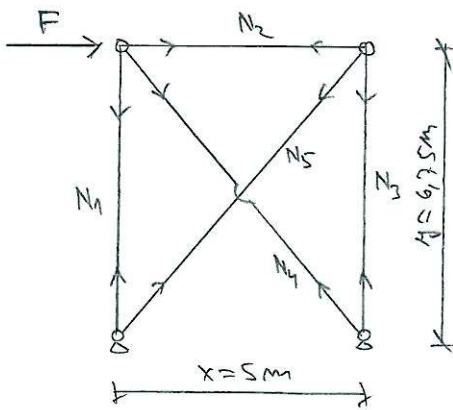
Zatížení

- ztuhlých bude přemístět zatížení ze ztuhlých silů podle vztahů sloupů v přičném směru, tedy 15 m; v podřadném směru bude přemístět polovinu vztahů ve směru y

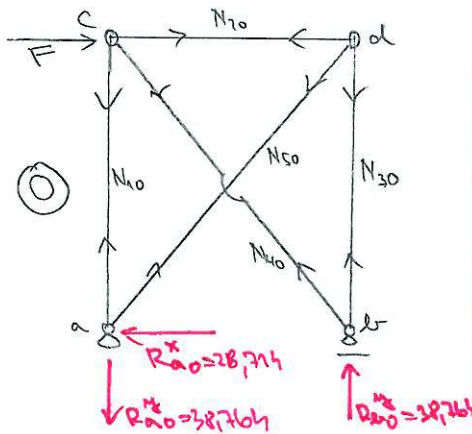
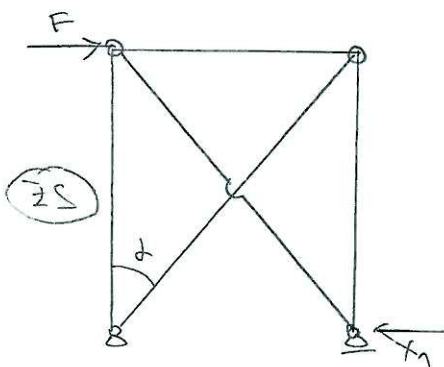
Převl	Délka [m]	Zatížení q [9N/m]	Počet	Síla [9N]
Převl	15	0,233	6,5	$15 \cdot 0,233 \cdot 6,5 = 22,718$
Podřady	3,203 (Přim. délka)	0,085	13	2,539
Horiz. poloviny sloupů	$\frac{6,35}{2} = 3,175$	0,112	6,5	2,157
$\Sigma F =$				<u><u>28,714 9N</u></u>

Pozn:

- třetí síly působí na druhé polovině q -ce \rightarrow převezme je ztuhlých na opačné straně
- rovinné složky sil působí na střešní plochy se v důsledku symetrie q -ce vyhlíží
- polovinu zatížení působí na sloupů se přeneso do ztuhlých



⇓



Výpočet sil ve ztužidle

Statikový mechanický systém Ms

$$M_s = f + a - 2b = 5 + 4 - 2 \cdot 4 = 1 \text{ x.l.m.}$$

$f = 5$ (počet možných sil v prutech)

$a = 4$ (počet vnějších vazeb)

$b = 4$ (počet styčnic)

→ výpočet pomocí silové metody

$$\tan \alpha = \frac{x}{h} = \frac{5}{6,75} \Rightarrow \alpha = 36,523^\circ$$

Výpočet sil ① stůp

$$\sum F_{ix} = 0$$

$$F - R_{a0}^x = 0$$

$$R_{a0}^x = F = \underline{28,714 \text{ kN}}$$

$$\sum M_{i0} = 0$$

$$R_{a0}^y \cdot x - F \cdot h = 0$$

$$R_{a0}^y = \frac{F \cdot h}{x} = \frac{28,714 \cdot 6,75}{5} = \underline{38,764 \text{ kN}}$$

$$\sum F_{iy} = 0$$

$$R_{a0}^y - R_{b0}^y = 0$$

$$R_{b0}^y = R_{a0}^y = \underline{38,764 \text{ kN}}$$

Stůp ①

$$\sum F_{ix} = 0 : R_{a0}^x - N_{10} - N_{50} \cdot \cos \alpha = 0$$

$$N_{10} = R_{a0}^x - N_{50} \cdot \cos \alpha = 38,764 - 48,24 \cdot \cos 36,523^\circ = \underline{0 \text{ kN}}$$

$$\sum F_{iy} = 0 : R_{a0}^y - N_{50} \cdot \sin \alpha = 0$$

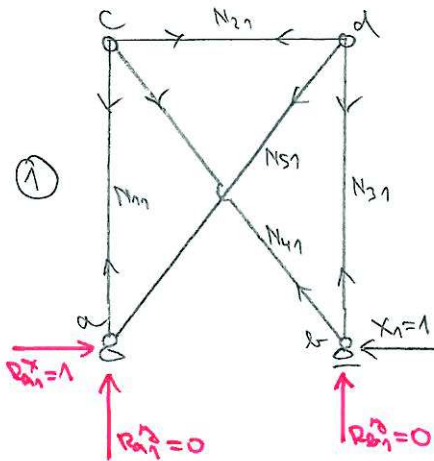
$$N_{50} = \frac{R_{a0}^y}{\sin \alpha} = \frac{38,764}{\sin 36,523^\circ} = \underline{48,24 \text{ kN}}$$

Stůp ②

$$\sum F_{ix} = 0 : N_{40} = 0 \text{ kN}$$

$$\sum F_{iy} = 0 : R_{b0}^y + N_{30} + N_{40} \cdot \cos \alpha = 0$$

$$N_{30} = -R_{b0}^y - N_{40} \cdot \cos \alpha = -38,764 - 0 = \underline{-38,764 \text{ kN}}$$



stěže (d)

$$\begin{aligned} \sum F_{ix} = 0 : N_{10} + N_{50} \cdot \sin \alpha &= 0 \\ N_{10} &= -N_{50} \cdot \sin \alpha = -48,24 \cdot \sin 36,529^\circ \approx \\ &= \underline{\underline{-28,717 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

Výpočet síl (1) stavu

stěže (b)

$$\begin{aligned} \sum F_{ix} = 0 : X_1 + N_{41} \cdot \sin \alpha &= 0 \\ N_{41} &= \frac{-X_1}{\sin \alpha} = \frac{-1}{\sin 36,529^\circ} = \underline{\underline{-1,68 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum F_{iy} = 0 : N_{11} \cdot \cos \alpha + N_{31} &= 0 \\ N_{31} &= -N_{11} \cdot \cos \alpha = 1,68 \cdot \cos 36,529^\circ \approx \underline{\underline{1,35 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

stěže (a)

$$\begin{aligned} \sum F_{iy} = 0 : N_{31} + N_{51} \cdot \cos \alpha &= 0 \\ N_{51} &= \frac{-N_{31}}{\cos \alpha} = \frac{-1,35}{\cos 36,529^\circ} = \underline{\underline{-1,68 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum F_{ix} = 0 : N_{21} + N_{51} \cdot \sin \alpha &= 0 \\ N_{21} &= -N_{51} \cdot \sin \alpha = 1,68 \cdot \sin 36,529^\circ = \underline{\underline{1 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

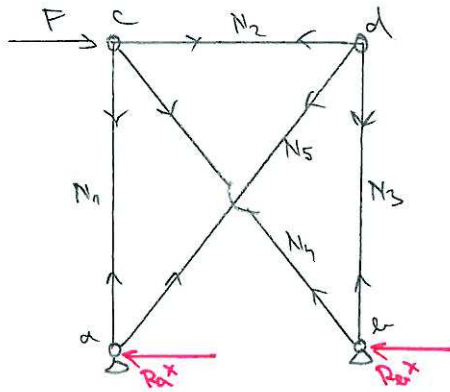
stěže (c)

$$\begin{aligned} \sum F_{iy} = 0 : N_{11} + N_{51} \cdot \cos \alpha &= 0 \\ N_{11} &= -N_{51} \cdot \cos \alpha = 1,68 \cdot \cos 36,529^\circ \approx \underline{\underline{1,35 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

Defomace podmínky

$$\delta_{10} + \delta_{11} \cdot X_1 = 0$$

Prvek	N_0 [kN]	N_1 [kN]	$d \cdot \frac{1}{2} l$ [m]	$\delta_{10} (N_0 N_1 l)$	$\delta_{11} (N_1^2 l)$
1	0	1,35	6,75	0	12,302
2	-28,717	1	5	-143,57	5
3	-38,764	1,35	6,75	-353,237	12,302
4	0	-1,68	8,4	0	23,708
5	48,24	-1,68	8,4	-680,763	23,708
				$\Sigma =$	-1177,57
					77,02



$$X_1 = R_{ax} = \frac{-S_{10}}{S_{11}} = \frac{1177,157}{77,102} = \underline{15,288 \text{ kN}}$$

$$\sum F_{ix} = 0: F - R_{ax} - R_{bx} = 0$$

$$R_{bx} = F - R_{ax} = 28,711 - 15,288 = \underline{13,426 \text{ kN}}$$

střed (2)

$$\sum F_{ix} = 0: R_{bx} + N_4 \cdot \sin \alpha = 0$$

$$N_4 = \frac{-R_{bx}}{\sin \alpha} = \frac{-13,426}{0,5736529} = \underline{-23,408 \text{ kN}}$$

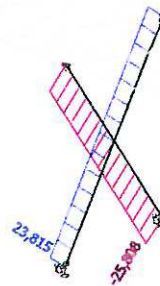
(Seia -23,408 kN) ✓

střed (3)

$$\sum F_{ix} = 0: R_{bx} - N_5 \cdot \sin \alpha = 0$$

$$N_5 = \frac{R_{bx}}{\sin \alpha} = \frac{13,426}{0,5736529} = \underline{23,408 \text{ kN}}$$

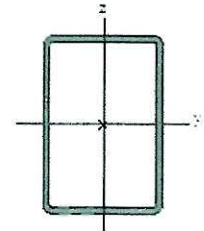
(Seia 23,415 kN) ✓



7. Posouzení prvků na mezní stav únosnosti

7.1 Vaznice - TR OBD 150 x 100 x 5

Jméno	Vaznice
Typ	RHS150/100/5.0
Zdroj hodnot	British Standard / BS 5950 part 1 : 1990 & EN 10210-2
Materiál	S 235
Výroba	válcovaný
Posudek rovinného vzpěru y-y	a
Posudek rovinného vzpěru z-z	a
Kl. peni	Výchozí
Použit 2D MKP výpočet	*



A [m ²]	2.3700e-03	
A _{y, z} [m ²]	9.4251e-04	1.4138e-03
I _{y, z} [m ⁴]	7.3900e-06	3.9200e-06
I _w [m ⁶], I _t [m ⁶]	1.1719e-08	8.0700e-06
W _{eI y, z} [m ³]	9.8500e-05	7.8500e-05
W _{pI y, z} [m ³]	1.1827e-04	8.9367e-05
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YUSS, ZUSS} [mm]	50	75
α [deg]	0.00	
A _{L, D} [m ² /m]	4.8700e-01	9.4275e-01
M _{ply +, -} [Nm]	2.78e+04	2.78e+04
M _{plz +, -} [Nm]	2.10e+04	2.10e+04

Vzpěrné délky

- $L_{cr,y} = L_{cr,z} = 0 \cdot L$ ($\beta = 1, L = \text{systemová délka}$)

- protože není možná výška šloperu $\rightarrow L_{cr} = 0$

- limitující posudek vyšel pro kombinaci CO21

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO21	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sníh plný ZS4 a - Vítr podélný, střecha tlak	1.35 1.35 1.50 0.90

1. Posudek oceli

Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : B676

Třída : MSÚ

Prvek B676	5,015 m	RHS150/100/5.0	S 235	CO21/14	0,59 -
------------	---------	----------------	-------	---------	--------

Díleč souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu fy	235,0	MPa
Mezní pevnost fu	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	27,00
Třída 1 limit	71,41
Třída 2 limit	82,22
Třída 3 limit	121,88

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 2.508 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-1,766	kN
Vy,Ed	0,005	kN
Vz,Ed	3,095	kN
T,Ed	-0,043	kNm
My,Ed	16,296	kNm
Mz,Ed	0,024	kNm

Posudek na tlak

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

A	2,3700e-03	m ²
Nc,Rd	556,950	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek ohybového momentu for My

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

Wpl,y	1,1827e-04	m ³
Mpl,y,Rd	27,794	kNm
Jedn. posudek	0,59	-

Posudek ohybového momentu for Mz

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

Wpl,z	8,9367e-05	m ³
Mpl,z,Rd	21,001	kNm
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro Vy

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

Eta	1,20	
Av	9,4800e-04	m ²
Vpl,y,Rd	128,622	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro Vz

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

Eta	1,20	
Av	1,4220e-03	m ²
Vpl,z,Rd	192,933	kN
Jedn. posudek	0,02	-

Posudek kroucení

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

Tau,t,Ed	0,3	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

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



Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

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

MN,y,Rd	27,794	kNm
Alfa	1,66	
MN,z,Rd	21,001	kNm
Beta	1,66	

Jednotkový posudek (6.41) = 0,41 + 0,00 = 0,41 -

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

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	27,00
Třída 1 limit	33,00
Třída 2 limit	38,00
Třída 3 limit	42,00

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

Posudek rovinného vzpěru

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

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčniců	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	5,015	5,015	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	5,015	5,015	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	608,949	323,031	kN
Štíhlost Lambda	89,81	123,31	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,96	1,31	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	

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

Posudek klopení

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

Posudek na tlak s ohybem

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

Interakční metoda 2

Tabulka hodnot	
kyy	0.902
kyz	0.571
kzy	0.541
kzz	0.952
Delta My	0.000 kNm
Delta Mz	0.000 kNm
A	2.3700e-03 m ²
Wy	1.1827e-04 m ³
Wz	8.9367e-05 m ³
NRk	556.950 kN
My,Rk	27.794 kNm
Mz,Rk	21.001 kNm
My,Ed	16.296 kNm
Mz,Ed	0.024 kNm
Interakční metoda 2	
Psi y	1.000
Psi z	1.000
Cmy	0.900
Cmz	0.950
CmLT	0.950

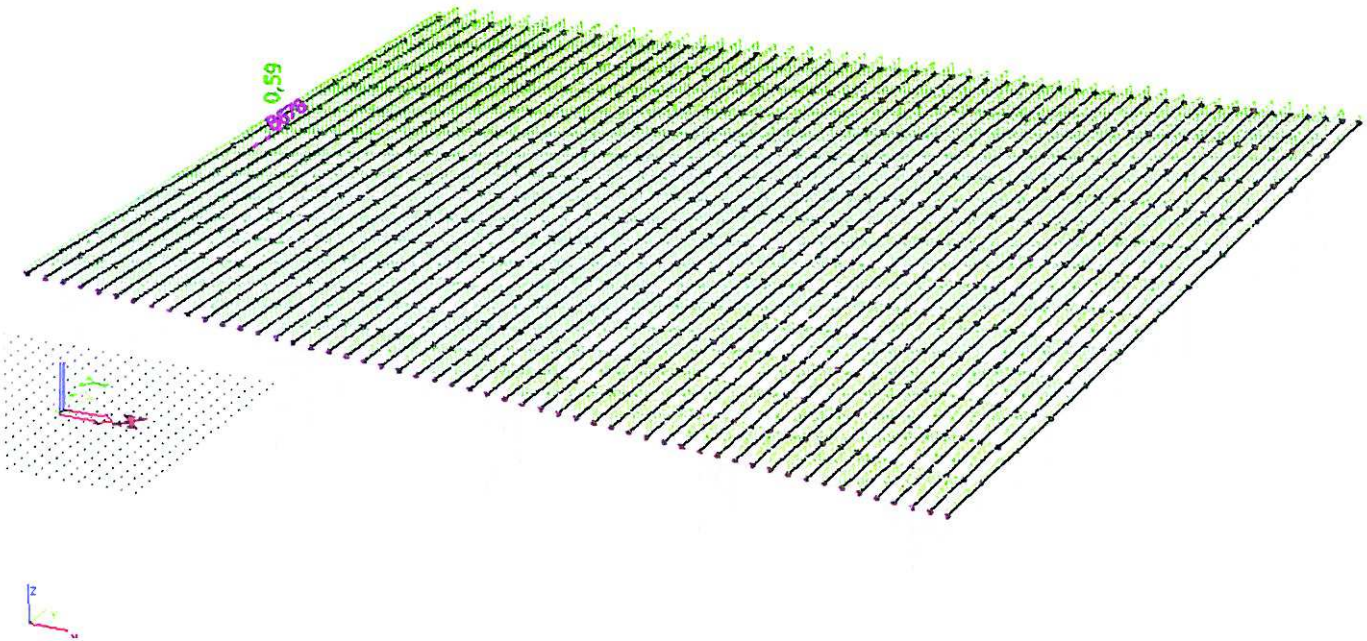
Jedn. posudek (6.61) = 0.00 + 0.53 + 0.00 = 0.53

Jedn. posudek (6.62) = 0.00 + 0.32 + 0.00 = 0.32

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

Studentská verze

Jednotkový posudek nejvíce namáhané vaznice

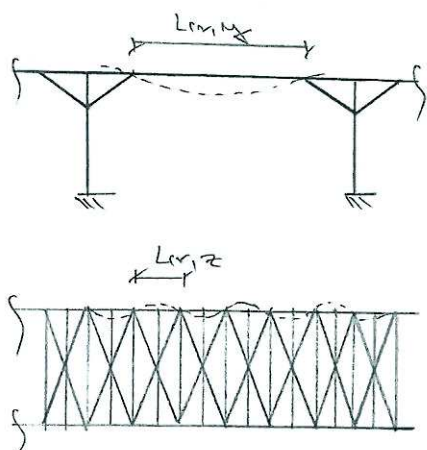


Pozn: Mrazovka je pro HSP

7.2 Příčle - TR OBD 250 x 150 x 16

Jméno	Příčle	
Typ	RHS250/150/16.0	
Zdroj hodnot	British Standard / BS 5950 part 1 : 1990 & EN 10210-2	
Material	S 235	
Výroba	válcovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y	a	
Posudek rovinného vzpěru z-z	a	
Klopení	Výchozí	
Použit 2D MKP výpočet	x	

A [m ²]	1,1500e-02	
A _{y, z} [m ²]	4,2481e-03	7,0802e-03
I _{y, z} [m ⁴]	8,8790e-05	3,8730e-05
I _w [m ⁶], I _t [m ⁶]	3,7500e-07	8,8680e-05
W _{eI} y, z [m ³]	7,1000e-04	5,1600e-04
W _{pI} y, z [m ³]	8,8757e-04	6,1555e-04
d y, z [mm]	0	0
c YUSS, ZUSS [mm]	75	125
α [deg]	0,00	
A _{L, D} [m ² /m]	7,5900e-01	1,4168e+00
M _{py} +, - [Nm]	2,09e+05	2,09e+05
M _{pz} +, - [Nm]	1,45e+05	1,45e+05



Vztažné body

$L_{m,xy}$ = vzdálenost mezi body, kde mají uzly příčle

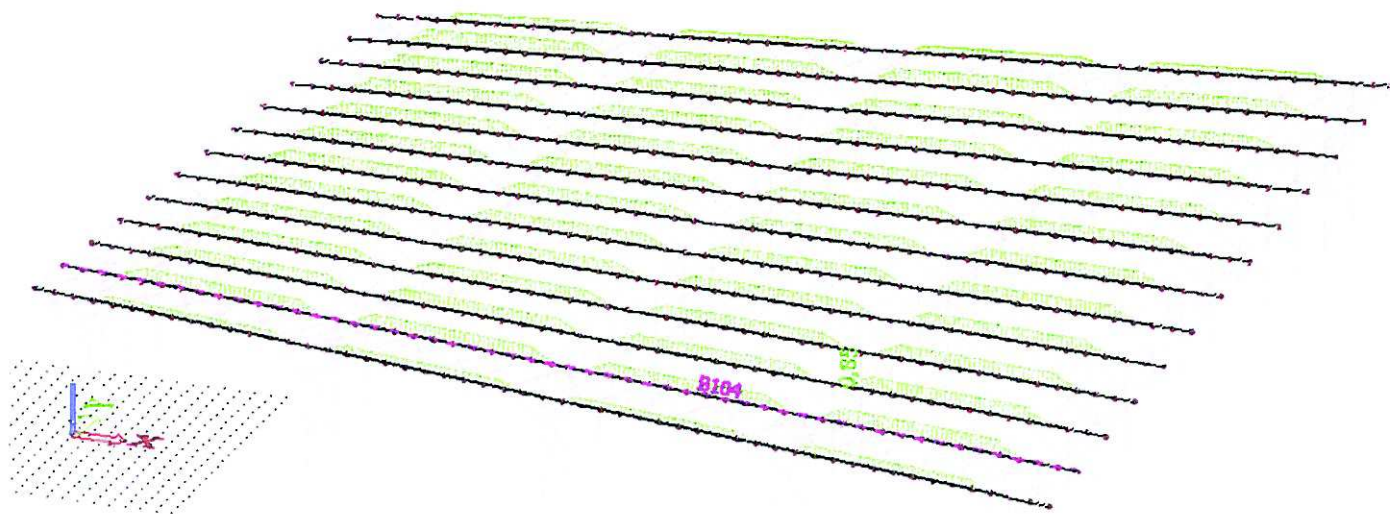
$L_{m,xz}$ = vektor z vpravo dole - příčle zleva
 (viz. obr. 2.2)

$L_T = 0$ (příčle mezi sebou)

- příčle paralelně sél pro rozměry CO 23 příčle B104

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO23	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sníh plný ZS5 a - Vítr příčný, sřecha tlak	1,35 1,35 1,50 0,90

Jednotkový posudek nejvíce namáhané příčle



1. Posudek oceli

Lineární výpočet, Extrém : Globální
Výběr : Pojmenovaný výběr - Příčle
Třída : MSÚ

Prvek B104 | 65,127 m | RHS250/150/16.0 | S 235 | C023/15 | 0,85 -

Díčí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu f_y	235,0	MPa
Mezní pevnost f_u	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

...:POSUDEK PRŮŘEZU:...:

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	12,63
Třída 1 limit	71,33
Třída 2 limit	82,14
Třída 3 limit	121,68

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 15.029 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{,Ed}$	-62,377	kN
$V_{y,Ed}$	-1,349	kN
$V_{z,Ed}$	-101,614	kN
$T_{,Ed}$	0,063	kNm
$M_{y,Ed}$	-176,663	kNm
$M_{z,Ed}$	-1,982	kNm

Posudek na tlak

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

A	1,1500e-02	m ²
$N_{c,Rd}$	2702,500	kN
Jedn. posudek	0,02	-

Posudek ohybového momentu for M_y

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

$W_{pl,y}$	8,8757e-04	m ³
$M_{pl,y,Rd}$	208,579	kNm
Jedn. posudek	0,85	-

Posudek ohybového momentu for M_z

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

$W_{pl,z}$	6,1555e-04	m ³
$M_{pl,z,Rd}$	144,655	kNm
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek smyku pro V_y

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

Eta	1,20	
Av	4,3125e-03	m ²
$V_{pl,y,Rd}$	585,108	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro V_z

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

Eta	1,20	
Av	7,1875e-03	m ²
$V_{pl,z,Rd}$	975,181	kN
Jedn. posudek	0,10	-

Posudek kroucení

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

$\tau_{a,t,Ed}$	0,1	MPa
$\tau_{a,Rd}$	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

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

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

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

MN _{y,Rd}	208,579	kNm
Alfa	1,66	
MN _{z,Rd}	144,655	kNm
Beta	1,66	

Jednotkový posudek (6.41) = 0,76 + 0,00 = 0,76 -

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

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 5,010 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	12,63
Třída 1 limit	68,18
Třída 2 limit	78,51
Třída 3 limit	113,55

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

Posudek rovinného vzpěru

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

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčniců	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	10,020	2,505	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka L _{cr}	10,028	2,505	m
Kritické Eulerovo zatížení N _{cr}	1830,014	12793,617	kN
Štíhlost Lambda	114,13	43,16	
Poměrná štíhlost Lambda _{rel}	1,22	0,46	
Mezní štíhlost Lambda _{rel,0}	0,20	0,20	

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

Posudek klopení

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

Posudek na tlak s ohybem

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

Interakční metoda 2

Tabulka hodnot	
k _{yy}	0.917
k _{yz}	0.241
k _{zy}	0.550
k _{zz}	0.402
Delta M _y	0.000 kNm
Delta M _z	0.000 kNm
A	1.1500e-02 m ²
W _y	8.8757e-04 m ³
W _z	6.1555e-04 m ³
NRK	2702.500 kN
M _{y,Rk}	208.579 kNm
M _{z,Rk}	144.655 kNm
M _{y,Ed}	-176.663 kNm
M _{z,Ed}	-1.982 kNm
Interakční metoda 2	
Psi y	0.472
Psi z	-0.320
C _{my}	0.900
C _{mz}	0.400
C _{mLT}	0.432

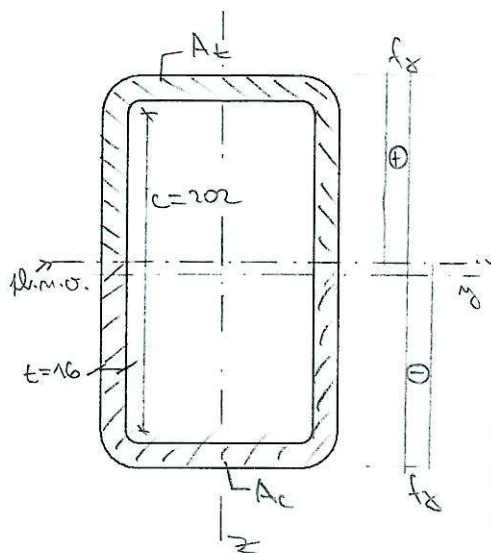
Jedn. posudek (6.61) = 0.02 + 0.78 + 0.00 = 0.80

Jedn. posudek (6.62) = 0.02 + 0.47 + 0.01 = 0.49

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

Studentská verze

TR 03B 250x150x16



Ruční posouzení přičle pro smičku
kombinací 10 23 pruh B 104

$$M_{y,d} = -176,663 \text{ kNm}$$

$$V_{zd} = -101,614 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = -62,377 \text{ kN}$$

→ vzpěrný tlak s ohybem

Zkontroluji průřez

$$A_c = \frac{1}{2} \left(A + \frac{N_{ed}}{f_{yk}} \right) = \frac{1}{2} \left(1,15 \cdot 10^{-2} + \frac{62,377}{235 \cdot 10^6} \right) = 5,88 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_t = A - A_c = 1,15 \cdot 10^{-2} - 5,88 \cdot 10^{-3} = 5,62 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_c \approx A_t$$

$5,88 \cdot 10^{-3} \approx 5,62 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \Rightarrow$ tlaková i tahová oblast je téměř shodná \rightarrow plast. neut. osa je blízko těžištné ose \Rightarrow zkontroluji na ohyb

$$\frac{c}{t} = \frac{202}{16} = 12,625 \leq 72 \varepsilon$$

$$12,625 \leq 72 \cdot 1 = 72 \Rightarrow \text{třída průřezu 1}$$

Smyková únosnost průřezu V_{pr,d,z}

$$V_{pr,d,z} = \frac{A_{v,z} \cdot f_t}{\sqrt{3} \cdot \beta_{w0}} = \frac{7,0802 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 1} = \underline{\underline{960,623 \text{ kN}}}$$

$$\frac{V_{zd}}{V_{pr,d,z}} \leq 1$$

$$\frac{101,614}{960,623} \leq 1$$

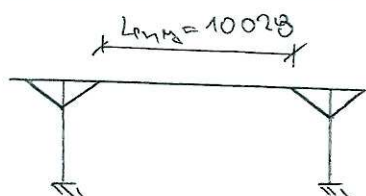
$$0,106 \leq 1 \Rightarrow \text{vyhoví}$$

$0,106 \leq 0,5 \Rightarrow$ účinek smykové síly na únosnost v ohybu můžeme zanedbat

Momentová únosnost M_{cr,d,y}

$$M_{cr,d,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\beta_{w0}} = \frac{8,8757 \cdot 10^{-5} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = \underline{\underline{208,573 \text{ kNm}}}$$

$$\frac{M_{y,d}}{M_{cr,d,y}} = \frac{176,663}{208,573} = 0,847 \leq 1 \Rightarrow \text{vyhoví}$$



Výpočet λ a ϕ oči y

-VZPĚRNÁ DĚLKA $L_{m1,y} = 10,028 \text{ m}$

SOUČINITEL VZPĚRNÉ POUVĚTI χ_{y1}

$$\chi_{y1} = \frac{1}{\phi_{y1} + \sqrt{\phi_{y1}^2 - \bar{\lambda}_{y1}^2}} = \frac{1}{1,034 + \sqrt{1,034^2 - 0,954^2}} = \underline{\underline{0,698}}$$

$$\phi_{y1} = 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda}_{y1} - 0,2) + \bar{\lambda}_{y1}^2] = 0,5 [1 + 0,21 (0,954 - 0,2) + 0,954^2] = 1,034$$

-SÍLA VZPĚRNÉ POUVĚTI: $\alpha \rightarrow \alpha = 0,21$

POMĚRNÁ ŠÍŘKOST $\bar{\lambda}_{y1}$

$$\bar{\lambda}_{y1} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{m1,y}}} = \sqrt{\frac{7,0802 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1830,014}} = 0,954$$

PRŮMĚRNÁ SMYKČOVÁ SÍLA $N_{m1,y}$

$$N_{m1,y} = \frac{\pi^2 E I_{y1}}{L_{m1,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 8,873 \cdot 10^{-5}}{10,028^2} = 1830,014 \text{ 9N}$$

Výpočet λ a ϕ oči z

-VZPĚRNÁ DĚLKA $L_{m1,z} = 2505 \text{ mm}$

SOUČINITEL VZPĚRNÉ POUVĚTI: χ_{z1}

$$\chi_{z1} = \frac{1}{\phi_{z1} + \sqrt{\phi_{z1}^2 - \bar{\lambda}_{z1}^2}} = \frac{1}{0,582 + \sqrt{0,582^2 - 0,361^2}} = \underline{\underline{0,963}}$$

$$\phi_{z1} = 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda}_{z1} - 0,2) + \bar{\lambda}_{z1}^2] = 0,5 [1 + 0,21 (0,361 - 0,2) + 0,361^2] = 0,582$$

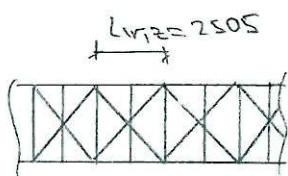
-SÍLA VZPĚRNÉ POUVĚTI: $\alpha \rightarrow \alpha = 0,21$

POMĚRNÁ ŠÍŘKOST $\bar{\lambda}_{z1}$

$$\bar{\lambda}_{z1} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{m1,z}}} = \sqrt{\frac{7,0802 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{12792,372}} = 0,361$$

PRŮMĚRNÁ SMYKČOVÁ SÍLA $N_{m1,z}$

$$N_{m1,z} = \frac{\pi^2 E I_{z1}}{L_{m1,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 3,873 \cdot 10^{-5}}{2,505^2} = 12792,372 \text{ 9N}$$



- protože nemáme náčrt m a g $\rightarrow \chi_{ct} = 1$

$$N_{RA} = f_j \cdot A = 235 \cdot 10^6 \cdot 1,15 \cdot 10^{-2} = 2702,5 \text{ N}$$

$$M_{gIRA} = f_j \cdot W_{gIRg} = 235 \cdot 10^6 \cdot 8,8757 \cdot 10^{-7} = 208,579 \text{ Nmm}$$

Výpočet interakčních součinitelů α_{1g} , α_{2g} dle metody 2
tab. B.1 - prvky, které nejsou mixy ke zřícení

$$\alpha_{2g} = \gamma_{mg} \left[1 + (\bar{\alpha}_{mg} - 0,2) \frac{N_{ed}}{\chi_{mg} N_{RA}} \right] \leq \gamma_{mg} \left(1 + 0,8 \frac{N_{ed}}{\chi_{mg} \cdot N_{RA}} \right)$$

$$0,9 \left[1 + (0,954 - 0,2) \frac{62,377}{\frac{0,698 \cdot 2702,5}{1}} \right] \leq 0,9 \left(1 + 0,8 \frac{62,377}{\frac{0,698 \cdot 2702,5}{1}} \right)$$

$$\underline{0,922 \leq 0,924}$$

$$\alpha_{2g} = 0,6 \alpha_{2g} = 0,6 \cdot 0,922 = 0,553$$

$$\frac{N_{ed}}{\chi_{g2} \cdot N_{RA}} + \alpha_{2g} \frac{M_{gIRd}}{\chi_{ct} \cdot M_{gIRA}} \leq 1$$

$$\frac{62,377}{\frac{0,698 \cdot 2702,5}{1}} + 0,522 \frac{176,663}{\frac{1 \cdot 208,579}{1}} \leq 1$$

$$\underline{0,874 \leq 1 \Rightarrow \text{ok!}}$$

$$\frac{N_{ed}}{\chi_{g2} \cdot N_{RA}} + \alpha_{2g} \frac{M_{gIRd}}{\chi_{ct} \cdot M_{gIRA}} \leq 1$$

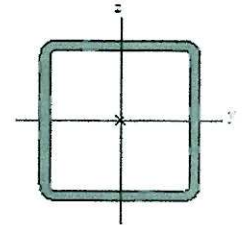
$$\frac{62,377}{\frac{0,963 \cdot 2702,5}{1}} + 0,553 \frac{176,663}{\frac{1 \cdot 208,579}{1}} \leq 1$$

$$\underline{0,492 \leq 1 \Rightarrow \text{ok!}}$$

Závěr: poslední se srovnává s programem ✓

7.3 Pásy - TR 4 HR 100 x 6,3

Jméno		Pásy
Typ		SHS100/100/6.3
Zdroj hodnot	British Standard / BS 5950 part 1 : 1990 & EN 10210-2	
Materiál		S 235
Výroba		válcovaný
Posudek rovinného vzpěru y-y		a
Posudek rovinného vzpěru z-z		a
Klopení		Výchozí
Použit 2D MKP výpočet		x



A [m ²]	2,3200e-03	
A _{y, z} [m ²]	1,1459e-03	1,1459e-03
I _{y, z} [m ⁴]	3,3600e-06	3,3600e-06
I _w [m ⁴], I _t [m ⁴]	5,2500e-09	5,3400e-06
W _e [m ³]	6,7100e-05	6,7100e-05
W _p [m ³]	7,9788e-05	7,9788e-05
d _{y, z} [mm]	0,0	0,0
c _{YUSS, ZUSS} [mm]	50,0	50,0
α [deg]	0,00	
A _{L, D} [m ² /m]	3,8400e-01	7,2787e-01
M _{ply +, -} [Nm]	1,87e+04	1,87e+04
M _{plz +, -} [Nm]	1,87e+04	1,87e+04

Vzpěrné body

- $L_{my} = L_{mz} = \beta \cdot L$ ($\beta = 1$, $L =$ systémová délka)

- $L_{ty} = 0$

- Analytický posudek výsledků pro kombinaci CO23
 u prvků B908

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO23	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sníh plný ZS5 a - Vítr příčný, sřecha tlak	1,35 1,35 1,50 0,90

1. Posudek oceli

Lineární výpočet, Extrém : Globální
Výběr : Pojmenovaný výběr - Pásky
Třída : MSÚ

Prvek B903 3,301 m SHS100/100/6.3 S 235 CO23/15 0,89 -

Dílicí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu f_y	235,0	MPa
Mezní pevnost f_u	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	12,87
Třída 1 limit	33,00
Třída 2 limit	38,00
Třída 3 limit	42,00

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 0,000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{y,Ed}$	-344,015	kN
$V_{y,Ed}$	0,000	kN
$V_{z,Ed}$	0,175	kN
$T_{,Ed}$	-0,037	kNm
$M_{y,Ed}$	0,000	kNm
$M_{z,Ed}$	0,000	kNm

Posudek na tlak

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

A	2,3200e-03	m ²
$N_{c,Rd}$	545,200	kN
Jedn. posudek	0,63	-

Posudek smyku pro Vz

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

Eta	1,20	
Av	1,1600e-03	m ²
$V_{pl,z,Rd}$	157,386	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek kroucení

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

$Tau_{t,Ed}$	0,3	MPa
$Tau_{,Rd}$	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

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

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	12,87
Třída 1 limit	33,00
Třída 2 limit	38,00
Třída 3 limit	42,00

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

Posudek rovinného vzpěru

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

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčnic	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3,301	3,301	m

Parametry vzpěru	yy	zz	
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka l_{cr}	3,301	3,301	m
Kritické Eulerovo zatížení N_{cr}	638,933	638,965	kN
Štíhlost λ_{bca}	86,75	86,75	
Poměrná štíhlost λ_{rel}	0,92	0,92	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,72	0,72	
Únosnost na vzpěr $N_{b,Rd}$	391,525	391,533	kN

Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha A	2,3200e-03	m ²
Únosnost na vzpěr $N_{b,Rd}$	391,525	kN
Jedn. posudek	0,88	-

Posudek na tlak s ohybem

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

Tabulka hodnot		
k _{yy}	1.472	
k _{yz}	0.982	
k _{zy}	0.883	
k _{zz}	1.636	
Delta My	0.000	kNm
Delta Mz	0.000	kNm
A	2.3200e-03	m ²
Wy	7.9788e-05	m ³
Wz	7.9788e-05	m ³
NRk	545.200	kN
My,Rk	18.750	kNm
Mz,Rk	18.750	kNm
My,Ed	0.145	kNm
Mz,Ed	0.000	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1.000	
Psi z	1.000	
C _{my}	0.900	
C _{mz}	1.000	
C _{mLT}	0.950	

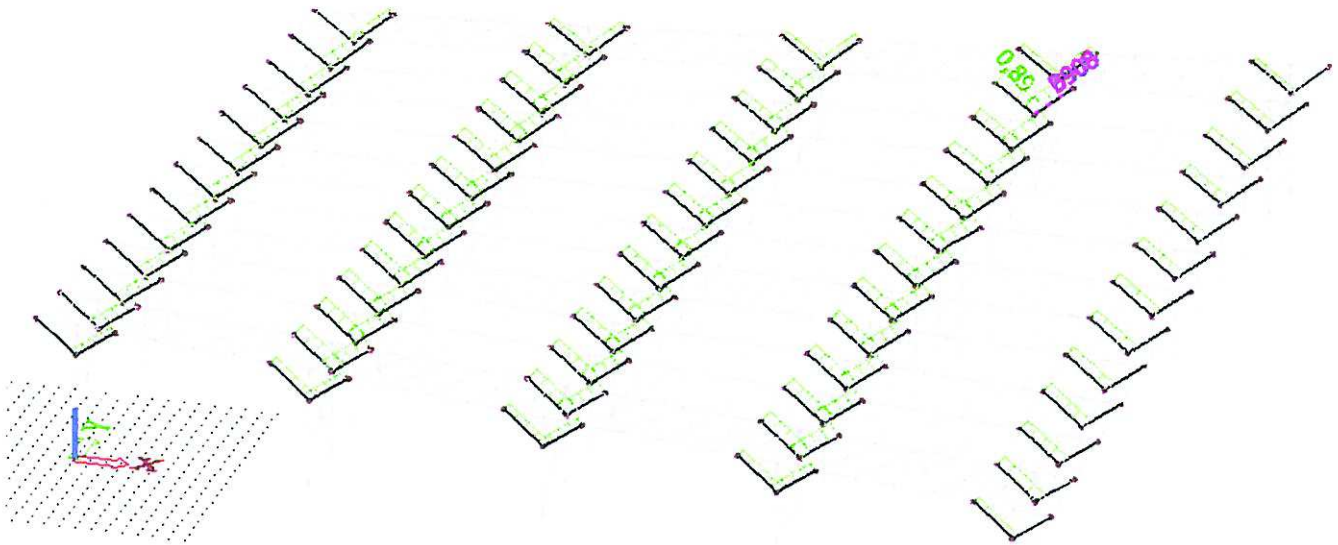
Jedn. posudek (6.61) = 0.88 + 0.01 + 0.00 = 0.89

Jedn. posudek (6.62) = 0.88 + 0.01 + 0.00 = 0.89

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

Studentská verze

Jednotkový posudek nejvíce namáhaného pásku



7.4 Sloupy

VZPĚRNÉ DĚLY

$L_{cz,z}$ (z rovné průřezové vazby) = $\beta \cdot L$ ($\beta = 1$, $L =$ systémová výška sloupů)

$L_{cz,y}$ (v rovné průřezové vazby) = $\beta \cdot h$

-dle ČSN 73 1401-Návrhová odolnost konstrukcí, příloha C.5-Rámy -případ 15

$$I = 2,437 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4 \text{ (TR OBD } 400 \times 150 \times 12,5)$$

$$I_c = 2,08 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \text{ (TR 4HR } 150 \times 12,5)$$

$$I_{cr} = 8,879 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \text{ (TR OBD } 250 \times 150 \times 16)$$

$$L = 15 \text{ m}$$

$h =$ výška sloupů

$P_c \approx 2P$ (2 násobná zatěžovací síla)

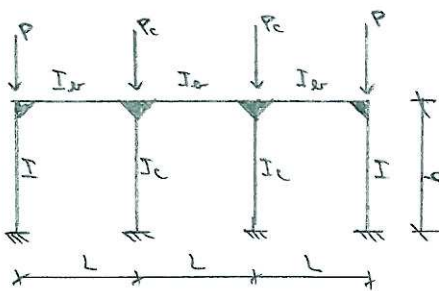
$$\psi = \frac{P_c}{P} = \frac{2P}{P} = 2$$

$$\eta = \frac{I_c}{I} = \frac{2,08 \cdot 10^{-5}}{2,437 \cdot 10^{-4}} = 0,085$$

$$\alpha = \frac{I \cdot L}{I_c \cdot h} \leq 10$$

Zvýšení sloupů

$$\beta = \frac{1 + 0,7\alpha}{1 + 0,2\alpha} \sqrt{\frac{1 + \psi}{1 + \eta}} \leq 3$$



Vnitřní sloup

$$\beta = \frac{1+0,4\alpha}{1+0,2\alpha} \sqrt{\frac{1+\gamma}{1+\mu}} \sqrt{\frac{\mu}{4}} \leq 3$$

Poznámka - přičítal jsem a sloupy (modulové síť) v tabulce
 vektor z přílohy střešm-9-02 (viz. 2.3)
 • 9-02 je symetrická podle středy → vzájemně dělí
 kolmé

Příčná vazba	Sloup	výška h[m]	α	β	$L_{cr,y}$ [m]
M	1	9,000	4,574	2,457	22,112
	2	7,875	5,228	0,519	4,087
	3	6,750	6,099	0,532	3,592
	4	5,625	7,319	0,548	3,080
	5	4,500	9,149	2,738	12,319

Příčná vazba	Sloup	výška h[m]	α	β	$L_{cr,y}$ [m]
L	1	8,625	4,773	2,475	21,343
	2	7,688	5,355	0,521	4,006
	3	6,75	6,099	0,532	3,592
	4	5,813	7,082	0,545	3,167
	5	4,875	8,445	2,707	13,196

Příčná vazba	Sloup	výška h[m]	α	β	$L_{cr,y}$ [m]
K	1	8,25	4,990	2,493	20,567
	2	7,5	5,489	0,523	3,924
	3	6,75	6,099	0,532	3,592
	4	6	6,862	0,542	3,253
	5	5,25	7,842	2,678	14,058

Příčná vazba	Sloup	výška h[m]	α	β	$L_{cr,y}$ [m]
J	1	7,875	5,228	2,512	19,785
	2	7,313	5,630	0,525	3,842
	3	6,75	6,099	0,532	3,592
	4	6,188	6,653	0,540	3,339
	5	5,625	7,319	2,650	14,908

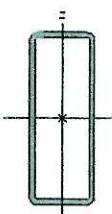
Příčná vazba	Sloup	výška h[m]	α	β	$L_{cr,y}$ [m]
I	1	7,5	5,489	2,533	18,995
	2	7,125	5,778	0,528	3,759
	3	6,75	6,099	0,532	3,592
	4	6,375	6,458	0,537	3,424
	5	6	6,862	2,624	15,746

Příčná vazba	Sloup	výška h[m]	η	β	$L_{cr,y}$ [m]
H	1	7,125	5,778	2,554	18,196
	2	6,938	5,934	0,530	3,676
	3	6,75	6,099	0,532	3,592
	4	6,563	6,273	0,535	3,508
	5	6,375	6,458	2,600	16,573

Příčná vazba	Sloup	výška h[m]	η	β	$L_{cr,y}$ [m]
G	1	6,75	6,099	2,576	17,389
	2	6,75	6,099	0,532	3,592
	3	6,75	6,099	0,532	3,592
	4	6,75	6,099	0,532	3,592
	5	6,75	6,099	2,576	17,389

7.4.1 Krajní sloupy - TR OBD 400 x 150 x 12,5

Jméno	Krajní sloupy		
Typ	RHS400/150/12.5		
Zdroj hodnot	British Standard / BS 5950 part 1 : 1990 & EN 10210-2		
Materiál	S 235		
Výroba	válcovaný		
Posudek rovinného vzpěru y-y	a		
Posudek rovinného vzpěru z-z	a		
Klopení	Výchozí		
Použití 2D MKP výpočet	x		



A [m ²]	1,3000e-02	
A _{y, z} [m ²]	3,5050e-03	9,3467e-03
I _{y, z} [m ⁴]	2,4370e-04	5,0430e-05
I _{xy} [m ⁴], I _{yz} [m ⁴]	1,0313e-06	1,3830e-04
W _{el y, z} [m ³]	1,2180e-03	6,7200e-04
W _{pl y, z} [m ³]	1,5516e-03	7,6549e-04
e _{y, z} [mm]	0,0	0,0
e _{YUS, ZUS} [mm]	75,0	200,0
α [deg]	0,00	
A _{L, D} [m ² /m]	1,0700e+00	2,0569e+00
M _{pl y, z} [Nm]	3,65e+05	3,65e+05
M _{pl z, y} [Nm]	1,80e+05	1,80e+05

-Zvýšený počet vln pro kombinaci CO25 podle B89

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
<small>*Sudanské vazze *Sudanské vazze *Sudanské vazze *Sudanské vazze *Sudanské vazze *Sudanské vazze *Sudanské vazze</small>			
CO25	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,35
		ZS3 - Sníh plný	1,50
		ZS6 a - Vítr diagonální I celá střecha tlak	0,90

1. Posudek oceli

Lineární výpočet, Extrém : Globální
Výběr : Pojmenovaný výběr - Krajní sloup
Třída : MSÚ

Prvek B89 8,625 m RHS400/150/12.5 S 235 CO25/16 0,91 -

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

Materiál		
Mez kluzu f_y	235,0	MPa
Mezní pevnost f_u	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	29,00
Třída 1 limit	63,92
Třída 2 limit	73,60
Třída 3 limit	104,01

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{,Ed}$	-222,867	kN
$V_{y,Ed}$	-0,894	kN
$V_{z,Ed}$	-67,940	kN
$T_{,Ed}$	0,007	kNm
$M_{y,Ed}$	215,394	kNm
$M_{z,Ed}$	0,000	kNm

Posudek na tlak

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

A	1,3000e-02	m ²
$N_{c,Rd}$	3055,000	kN
Jedn. posudek	0,07	-

Posudek ohybového momentu for M_y

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

$W_{pl,y}$	1,5516e-03	m ³
$M_{pl,y,Rd}$	364,638	kNm
Jedn. posudek	0,59	-

Posudek smyku pro V_y

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

E _t	1,20	
A _v	3,5455e-03	m ²
$V_{pl,y,Rd}$	481,038	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro V_z

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

E _t	1,20	
A _v	9,4545e-03	m ²
$V_{pl,z,Rd}$	1282,767	kN
Jedn. posudek	0,05	-

Posudek kroucení

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

$\tau_{u,t,Ed}$	0,0	MPa
$\tau_{u,Rd}$	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

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

Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 9.1.2.6 a rovnice (6.31)

$M_{N,y,Rd}$	364,638	kNm
Jedn. posudek	0,59	-

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

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

...:POSUDEK STABILITY:...

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	29,00
Třída 1 limit	63,92
Třída 2 limit	73,60
Třída 3 limit	104,01

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

Posudek rovinného vzpěru

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

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčnic	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	6,625	8,625	m
Součinitel vzpěru k	3,22	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	21,343	8,625	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	1108,825	1405,114	kN
Štíhlost Lambda	155,88	138,48	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	1,66	1,47	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,31	0,38	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	954,381	1171,275	kN

Posudek rovinného vzpěru

Průřezová plocha A	1,3000e-02	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	954,381	kN
Jedn. posudek	0,23	-

Posudek klopení

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

Tento průřez není náchylný ke klopení.

Posudek na tlak s ohybem

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

Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
kyy	1.068	
kyz	0.657	
kzy	0.641	
kzz	1.095	
Delta My	0.000	kNm
Delta Mz	0.000	kNm
A	1.3000e-02	m ²
Wy	1.5516e-03	m ³
Wz	7.6549e-04	m ³
NRk	3055.000	kN
My,Rk	364.638	kNm
Mz,Rk	179.890	kNm
My,Ed	-229.949	kNm
Mz,Ed	-1.986	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	-0.937	
Psi z	1.000	
Cmy	0.900	
Cmz	0.950	
CmLT	0.709	

Jedn. posudek (6.61) = 0.23 + 0.67 + 0.01 = 0.91

Jedn. posudek (6.62) = 0.19 + 0.40 + 0.01 = 0.61

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

Studentská verze

Jednotkový posudek nejvíce namáhaného krajního sloupu



7.4.2 Vnitřní sloupy - TR 4 HR 150 x 12,5

Jméno	Vnitřní sloupy	
Typ	SHS150/150/12,5	
Zdroj hodnot	British Standard / BS 5950 part 1 : 1990 & EN 10210-2	
Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y	a	
Posudek rovinného vzpěru z-z	a	
Klopení	Výchozí	
Použití 2D MKP výpočet	*	

A [m ²]	6.7100e-03	
A _{y, z} [m ²]	3.3009e-03	3.3009e-03
I _{y, z} [m ⁴]	2.0800e-05	2.0800e-05
I _w [m ⁴], I _t [m ⁴]	7.9102e-08	3.3750e-05
W _{el y, z} [m ³]	2.7700e-04	2.7700e-04
W _{pl y, z} [m ³]	3.3615e-04	3.3615e-04
d _{y, z} [mm]	0,0	0,0
c _{YUS, ZUSS} [mm]	75,0	75,0
α [deg]	0,00	
A _{L, D} [m ³ /m]	5.6800e-01	1.0569e+00
M _{pl y, z} [-] [Nm]	7.89e+04	7.89e+04
M _{pl z, y} [-] [Nm]	7.89e+04	7.89e+04

- Distribuce parametrů výsledků pro kombinaci CO89 podle BS4

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO89	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sníh plný ZS5 a - Vítr příčný, střecha tlak	1,35 1,35 0,75 1,50

1. Posudek oceli

Lineární výpočet, Extrém : Globální
Výběr : Pojmenovaný výběr - Vnitřní sloupy
Třída : MSÚ

Prvek B54 | 5,813 m | SHS150/150/12.5 | S 235 | C089/17 | 0,74 -

Dílicí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu fy	235,0	MPa
Mezní pevnost fu	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	9,00
Třída 1 limit	50,57
Třída 2 limit	58,23
Třída 3 limit	81,68

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-283,295	kN
Vy,Ed	-0,006	kN
Vz,Ed	-20,200	kN
T,Ed	-0,121	kNm
My,Ed	43,531	kNm
Mz,Ed	0,000	kNm

Posudek na tlak

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

A	6,7100e-03	m ²
Nc,Rd	1576,850	kN
Jedn. posudek	0,18	-

Posudek ohybového momentu for My

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

Wpl,y	3,3615e-04	m ³
Mpl,y,Rd	78,995	kNm
Jedn. posudek	0,55	-

Posudek smyku pro Vy

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

Eta	1,20	
Av	3,3550e-03	m ²
Vpl,y,Rd	455,197	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro Vz

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

Eta	1,20	
Av	3,3550e-03	m ²
Vpl,z,Rd	455,197	kN
Jedn. posudek	0,04	-

Posudek kroucení

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

Tau,t,Ed	0,3	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

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

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 9.1.2.6 a rovnice (6.31)

MN,y,Rd	78,995	kNm
Jedn. posudek	0,55	-

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

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

...:POSUDEK STABILITY:...

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	9,00
Třída 1 limit	50,57
Třída 2 limit	58,23
Třída 3 limit	81,68

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

Posudek rovinného vzpěru

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

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčnic	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3,813	5,813	m
Součinitel vzpěru k	0,83	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	3,167	5,812	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	4298,828	1276,081	kN
Štíhlost Lambda	56,88	104,40	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,61	1,11	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,89	0,59	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	1399,993	927,314	kN

Posudek rovinného vzpěru

Průřezová plocha A	6,7100e-03	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	927,314	kN
Jedn. posudek	0,31	-

Posudek klopení

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

Tento průřez není náchylný ke klopení.

Posudek na tlak s ohybem

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

Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
kyy	0.974	
kyz	0.672	
kzy	0.584	
kzz	1.120	
Delta My	0.000	kNm
Delta Mz	0.000	kNm
A	6.7100e-03	m ²
Wy	3.3615e-04	m ³
Wz	3.3615e-04	m ³
NRk	1576.850	kN
My,Rk	78.995	kNm
Mz,Rk	78.995	kNm
My,Ed	43.531	kNm
Mz,Ed	-0.022	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	-0.741	
Psi z	1.000	
Cmy	0.900	
Cmz	0.900	
CmLT	0.476	

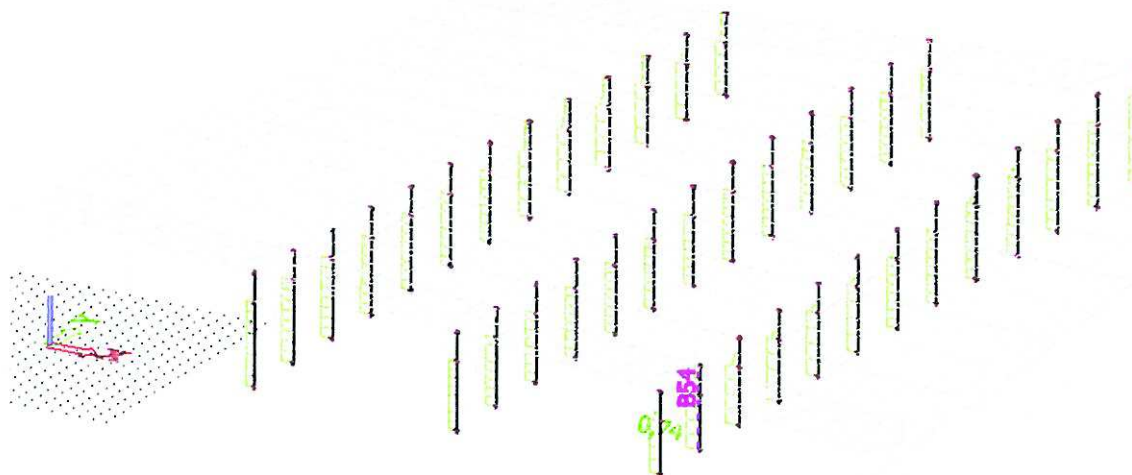
Jedn. posudek (6.61) = 0.20 + 0.54 + 0.00 = 0.74

Jedn. posudek (6.62) = 0.31 + 0.32 + 0.00 = 0.63

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

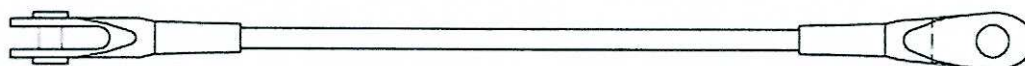
Studentská verze

Jednotkový posudek nejvíce namáhaného vnitřního sloupu



7.5 Stěnové ztužidlo - Macalloy 460 M30

- ztužidlo bude tvořeno táhly Macalloy 460 M30 (d=28 mm)



Tabulka únosností

Tendon Capacities for Carbon and Stainless Macalloy 460											
Thread	Units	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56
Nominal Bar Dia.	mm	10	11	15	19	22	28	34	39	45	52
Min. Yield Load	kN	25	36	69	108	156	249	364	501	660	912
Min. Break Load	kN	33	48	91	143	207	330	483	665	875	1209
Design Resistance to EC3 $N_{R,d}$	kN	24	35	66	103	149	238	348	479	630	870
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

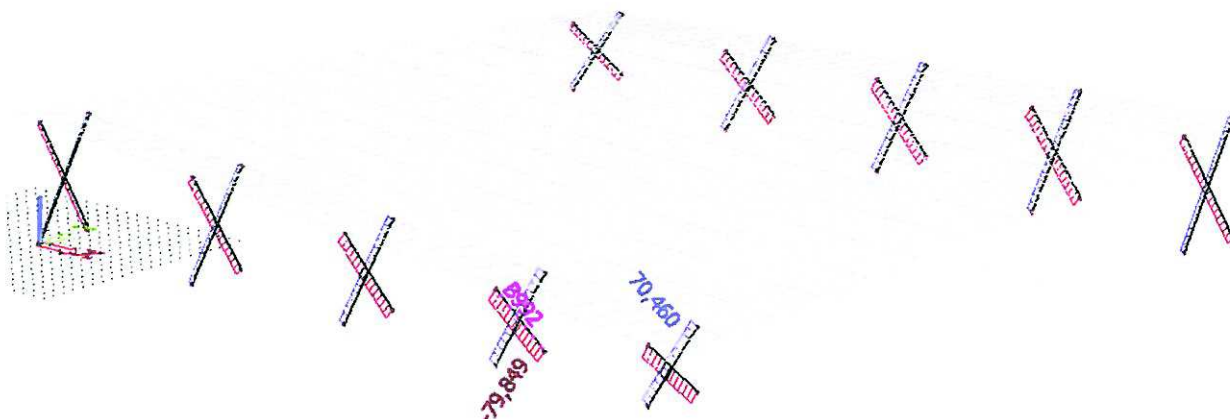
- únosnost táhla dle tabulky $N_{R,d} = 2389 \text{ N}$

- maximální nominální síla ve stěnovém ztužidle vyřídila v kombinaci CO100 a prutu B992

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO100	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sníh plný ZS7 a - Vítr diagonální II. celá střecha tlak	1.35 1.35 0.75 1.50

Max. normálová síla ve ztužidle $N_{E,d} = -79,849 \text{ kN}$



Pro menší tahla byl zaveřen předpoklad, že tláčeme tahlo vybočí, a proto maximální síla v tahle bude dvojnásobná (tahlo převezme sílu z tláčného ztužidla).

$$\frac{2 \cdot N_{E,d}}{N_{R,d}} \leq 1$$

$$\frac{2 \cdot 79,849}{238} \leq 1$$

$$0,671 \leq 1 \Rightarrow \text{vybočí}$$

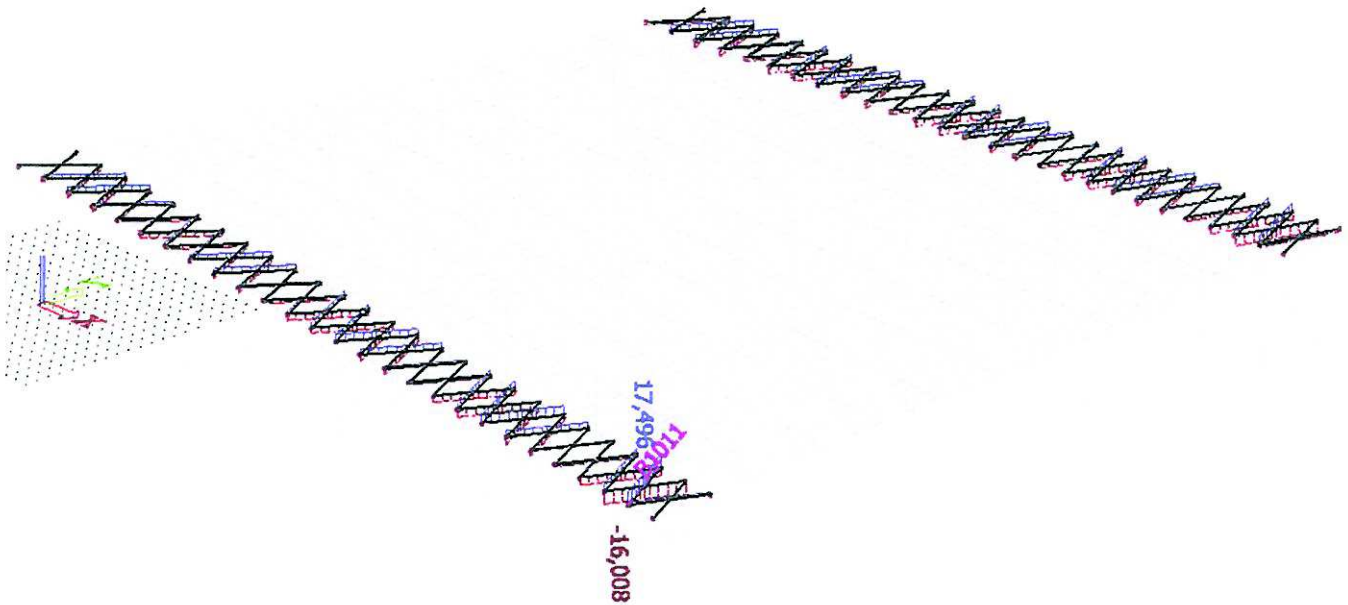
7.6 Střešní ztužidlo - Macalloy 460 M16

- ztužidlo bude tvořeno táhly Macalloy 460 M16 ($d=15 \text{ mm}$)
- únosnost táhla dle tabulky na předchozí straně $N_{R,d} = 66 \text{ kN}$
- maximální normálová síla ve střešním ztužidle vyšla v kombinaci CO 100 u prvku B1011

Kombinace

Jmeno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
<i>*Studená vána *Studená vána *Studená vána *Studená vána *Studená vána *Studená vána *Su</i>			
CO100	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,35
		ZS3 - Sníh plný	0,75
		ZS7 a - Vítr diagonální II, celá střecha tlak	1,50

Max. normálová síla ve ztužidle $N_{E,d} = 17,496 \text{ kN}$



Pro návrh tabule byl zanedbán předpoklad, že kladeš tabuli vybočít,
 a proto namáhací síla v tabuli bude dvojnásobná (býlo přečkeme
 síly z tlačného pruhu ztužidla).

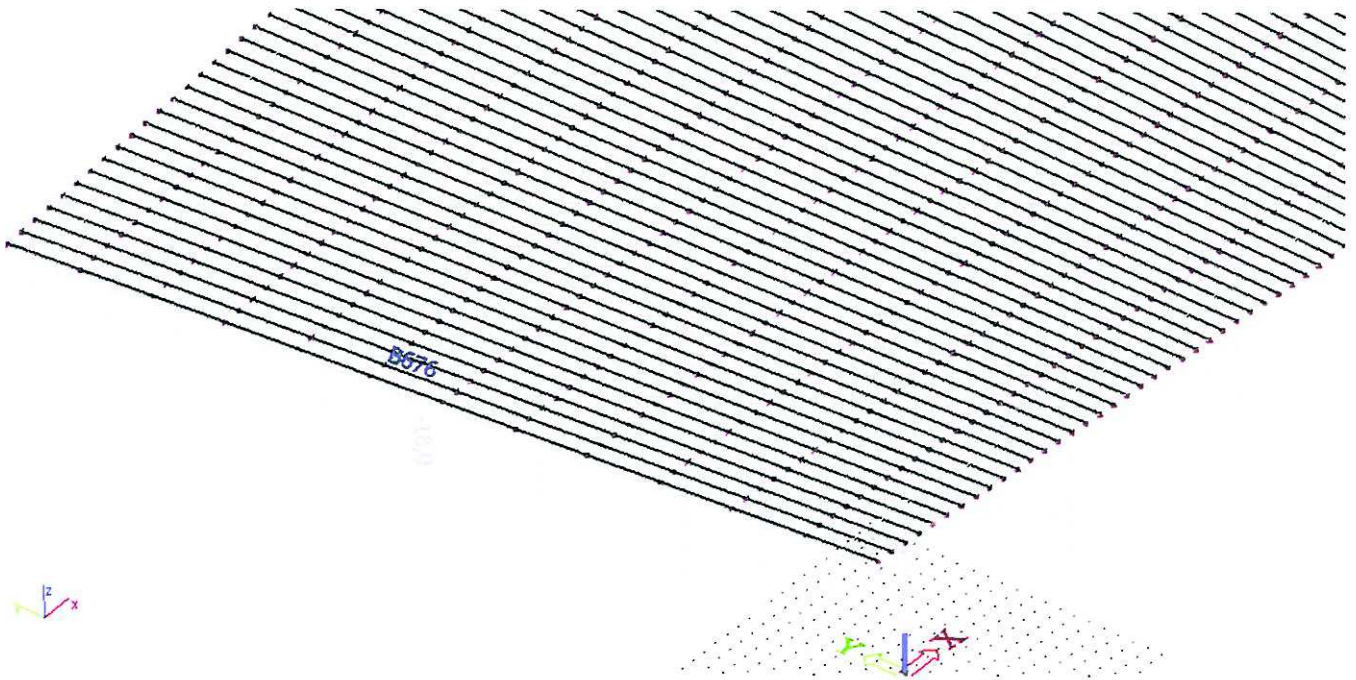
$$\frac{2 \cdot N_{E,d}}{N_{R,d}} \leq 1$$

$$\frac{2 \cdot 17,496}{66} \leq 1$$

$0,53 \leq 1 \Rightarrow$ vyhoví (rezerva, měšič možného káde M12 má
 únosnost 35 kN \rightarrow hraniční hodnota)

8. Posouzení prvků na mezní stav použitelnosti

8.1 Svislý průhyb vaznic



Maximální svislý průhyb je 18 mm u prvku B676 v kombinaci CO 155.

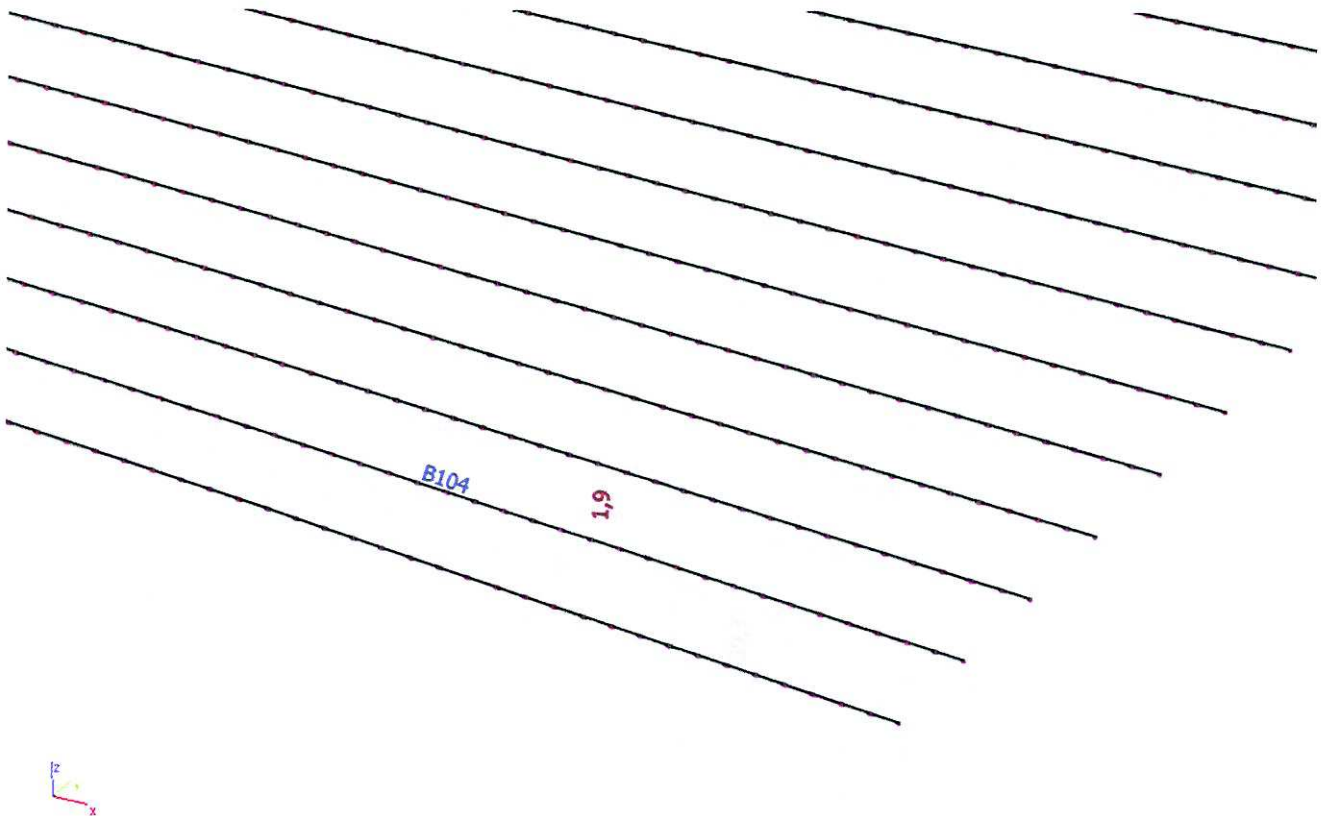
Maximální dovolený průhyb (stropní a střešní konstrukce nesoucí dlažby, omítky nebo jiné křehké obklady a nepoddajné příčky) je $L/250 = 5000/250 = 20$ mm.

18 mm < 20 mm → vyhoví

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO155	Lineární - použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sníh plný ZS4 a - Vítr podélný, střecha tlak	1,00 1,00 1,00 0,60

8.2 Svislý průhyb příčlí



Maximální svislý průhyb je 39,3 mm u prvku B104 v kombinaci CO 157.

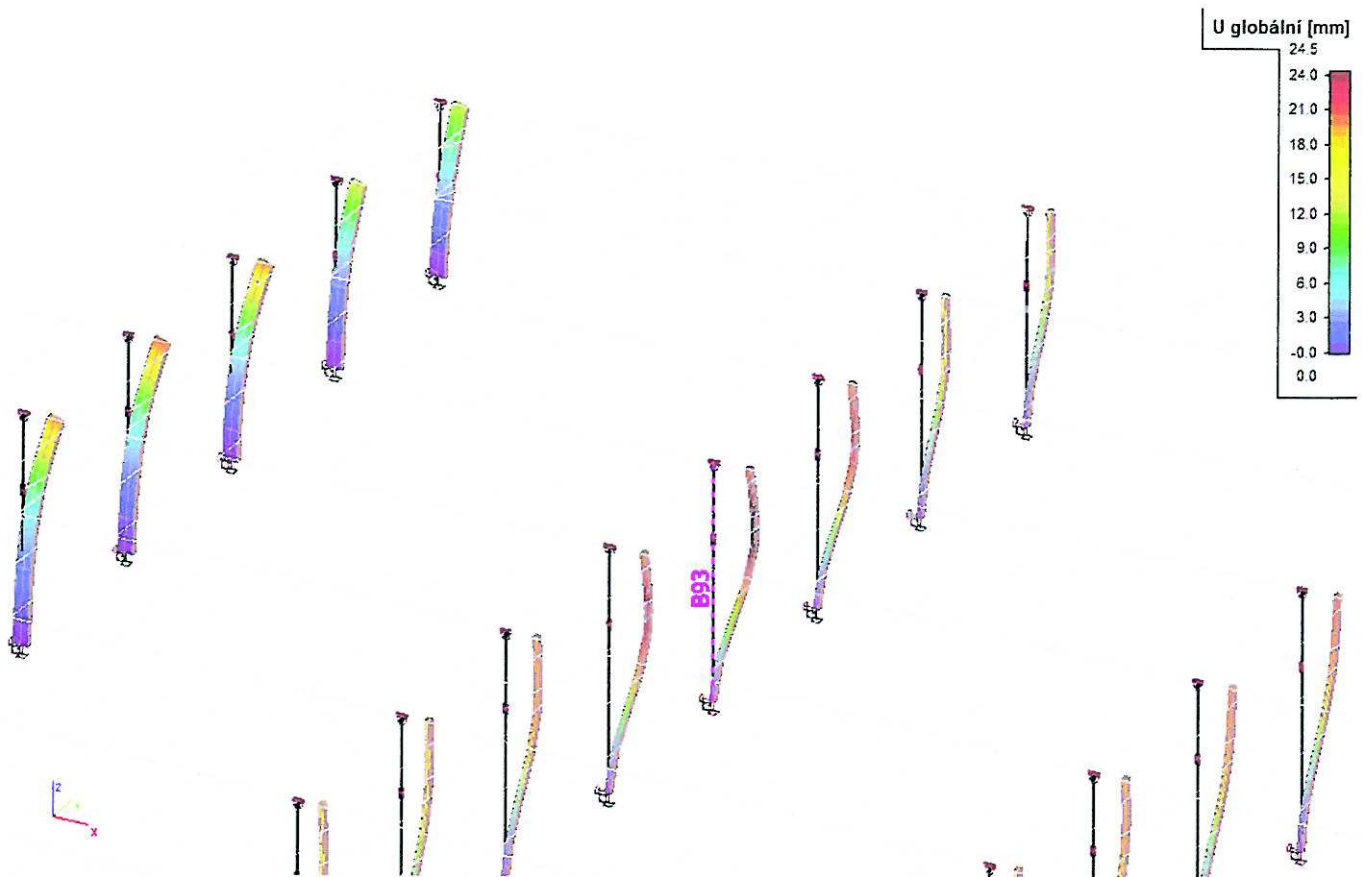
Maximální dovolený průhyb (stropní a střešní konstrukce nesoucí dlažby, omítky nebo jiné křehké obklady a nepoddajné příčky) je $L/250 = 10\ 000/250 = 40$ mm. L je bráno jako vzdálenost mezi pásky.

$39,3\ \text{mm} < 40\ \text{mm} \rightarrow$ vyhoví

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *St</i>			
CO157	Lineární - použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
		ZS3 - Sníh plný	1,00
		ZS5 a - Vitr příčný, střecha tlak	0,60

8.3 Vodorovný průhyb sloupů



3D přemístění

Lineární výpočet

Třída: MSP

Výběr: Pojmenovaný výběr - Sloupy

Systém: Lokální

Jméno	Stav	dx [m]	Vlákno	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	φ_x [mrad]	φ_y [mrad]	φ_z [mrad]	U globální [mm]
B37	MSP/2	0.000	0/1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0
B93	MSP/4	4.688	0/14	-0.3	3.4	-24.2	0.2	-0.4	0.4	24.5

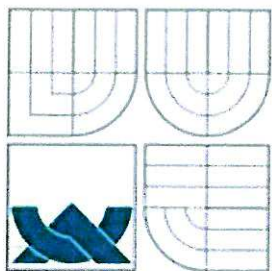
index	Klíč kombinace
1	ZS1 + ZS2 + ZS4 b
2	ZS1 + ZS2 + ZS6 e
3	ZS1 + ZS2 + 0.50*ZS3 + ZS5 a
4	ZS1 + ZS2 + 0.50*ZS3 + ZS7 b

- CO 199

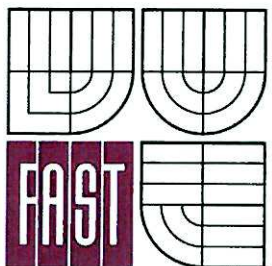
Maximální vodorovný průhyb je 24,5 mm u prvku B93 v kombinaci CO 199. Průhyb v sobě zahrnuje složku průhybu ve směru y a z lokálních os prutu. Maximální dovolený vodorovný průhyb (portálové rámy) je $h/150 = 6188/150 = 41,25$ mm. h je výška sloupu.

$24,5 \text{ mm} < 41,25 \text{ mm} \rightarrow$ vyhoví

Pozn: Výše uvedený max. průhyb je největší pro všechny sloupy. Pro menší sloupy, než je výška prvku B93 požadavek $h/150$ vyhoví rovněž. Pro nejmenší sloup je $h/150=4500/150=30$ mm.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

AUTOBUSOVÉ NÁDRAŽÍ

BUS STATION

STATICKÝ VÝPOČET - VARIANTA B

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. JAKUB ŠOTKOVSKÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MILAN PILGR, Ph.D.

BRNO 2016

OBSAH:

1. Popis konstrukce.....	1
2. Geometrie konstrukce.....	2
2.1 3D model.....	2
2.2 3D model se zobrazením ploch nástupišť.....	2
2.3 Půdorys střešní konstrukce.....	3
2.4 Pohled A-A.....	3
2.5 Pohled B-B.....	4
2.6 Zobrazení vaznic v rovině horních pásů.....	4
3. Zatížení.....	5
4. Posouzení střešních skleněných tabulí.....	23
5. Kombinace zatěžovacích stavů.....	25
6. "Ruční" ověření vnitřních sil.....	25
7. Posouzení prvků na mezní stav únosnosti.....	28
7.1 Prvky příhradové desky.....	28
7.1.1 Vnitřní vaznice - TR Ø 76,1 x 5.....	28
7.1.2 Okrajové vaznice - TR Ø 88,9 x 4.....	29
7.1.3 Horní pás 1 - TR Ø 139,7 x 10.....	30
7.1.4 Horní pás 2 - TR Ø 139,7 x 8.....	31
7.1.5 Horní pás 3 - TR Ø 139,7 x 5.....	32
7.1.6 Horní pás 4 - TR Ø 114,3 x 6,3.....	33
7.1.7 Horní pás 5 - TR Ø 114,3 x 5.....	34
7.1.8 Horní pás 6 - TR Ø 88,9 x 5.....	35
7.1.9 Diagonály 1 - TR Ø 168,3 x 12,5.....	36
7.1.10 Diagonály 2 - TR Ø 139,7 x 6,3.....	37
7.1.11 Diagonály 3 - TR Ø 114,3 x 6,3.....	38
7.1.12 Diagonály 4 - TR Ø 114,3 x 5.....	39
7.1.13 Diagonály 5 - TR Ø 88,9 x 4.....	40
7.1.14 Diagonály 6 - TR Ø 76,1 x 4.....	41
7.1.15 Diagonály 7 - TR Ø 60,3 x 5.....	42
7.1.16 Diagonály 8 - TR Ø 60,3 x 4.....	43
7.1.17 Dolní pás 1 - TR Ø 168,3 x 8.....	44
7.1.18 Dolní pás 2 - TR Ø 114,3 x 6,3.....	45
7.1.19 Dolní pás 3 - TR Ø 114,3 x 5.....	46
7.1.20 Dolní pás 4 - TR Ø 88,9 x 4.....	47
7.1.21 Dolní pás 5 - TR Ø 60,3 x 5.....	48
7.1.22 Dolní pás 6 - TR Ø 48,3 x 5.....	49
7.1.23 Dolní pás 7 - TR Ø 42,4 x 4.....	50
7.2 Vzpěry.....	51
7.2.1 Vzpěry 1 - TR Ø 219,1 x 16.....	51
7.2.2 Vzpěry 2 - TR Ø 114,3 x 5.....	52
7.3 Příhradové sloupy.....	53
7.3.1 Spojky diagonální - TR Ø 193,7 x 16.....	53
7.3.2 Spojky vodorovné - TR Ø 168,3 x 12,5.....	54
7.3.4 Větší příhradový sloup.....	55
7.3.5 Menší příhradový sloup.....	68
8. Posouzení prvků na mezní stav použitelnosti.....	76
8.1 Svislý průhyb vaznic.....	76
8.2 Svislý průhyb horních pásů.....	77
8.3 Svislý průhyb ve středu desky.....	78

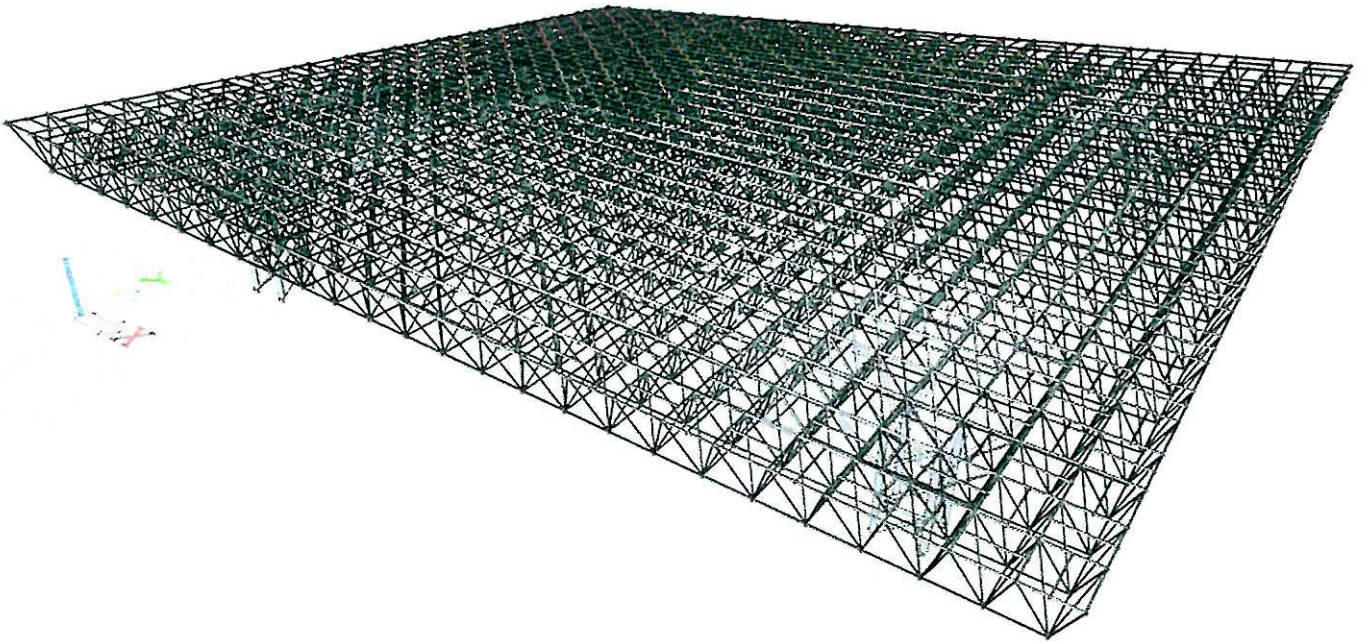
8.4 Svislý průhyb desky ve středu rozpětí mezi sloupy.....	79
8.5 Svislý průhyb vykonzolovaných rohů desky.....	79
8.6 Vodorovný průhyb příhradových sloupů.....	80
9. Kotvení příhradových sloupů.....	81
9.1 Kotvení většího sloupu K1.....	81
9.2 Kotvení menšího sloupu K2.....	93
10. Styk dřívku většího příhradového sloupu v úrovni vodorovných spojek s diagonálními spojkami.....	103
11. Styk vzpěr s dřívkem většího příhradového sloupu.....	107
12. Styčníky desky s dřívky většího příhradového sloupu.....	116
12.1 Detail A.....	117
12.2 Detail B.....	124
12.3 Detail C.....	131
12.4 Detail D.....	136
13. Styčníky desky se vzpěrami většího příhradového sloupu.....	143
13.1 Detail I.....	144
13.2 Detail II.....	148
13.3 Detail III.....	152
13.4 Detail IV.....	155
13.5 Detail V.....	158
13.6 Detail VI.....	162
13.7 Detail VII.....	166
13.8 Detail VIII.....	170
13.9 Detail IX.....	173
13.10 Detail X.....	176
13.11 Detail XI.....	179
13.12 Detail XII.....	183

1. Popis konstrukce

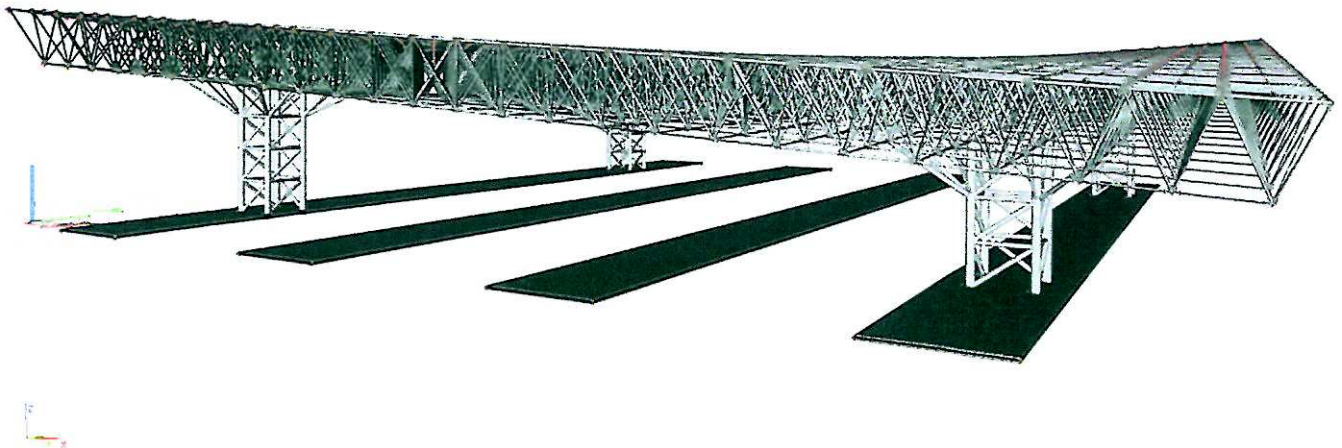
Jedná se o ocelovou konstrukci celoplošného zastřešení autobusového nádraží ve městě Jablunkov. Zastřešení má tvar hyperbolického paraboloidu tvořeným zborceným čtyřúhelníkem s délkou strany 60 m a výškovým převýšením mezi jednotlivými rohy 4,5 m. Šířka střešní konstrukce je 65 m a délka 60 m. Výška konstrukce nad úrovní nástupiště je cca 12,4 m. Konstrukci tvoří příhradová dvousměrná zakřivená deska ve tvaru hyperbolického paraboloidu. Svislá vzdálenost mezi rovinami horních a dolních pásů desky je 3 m. Horní a dolní pásy jsou tvořeny čtvercovým rastrem s půdorysnými rozměry 2,5 x 2,5 m. Zmíněný rastr je u roviny dolních pásů vůči rastru horních pásů posunut půdorysně o polovinu dílčího rozměru rastru, tedy o 1,25 m. Jednotlivé roviny horních a dolních pásů jsou navzájem propojené systémem šikmých diagonál. Všechny pruty příhradové desky jsou tvořeny kruhovými trubkami a všechny styčníky byly uvažovány jako klouby. Jednotlivé čtverce rastru horních pásů (2,5 x 2,5 m) jsou doplněny vaznicemi z kruhových trubek připojených kloubově k prutům horních pásů uprostřed rozpětí. Příhradová deska bude podporována 4 příhradovými sloupy čtvercového půdorysu o rozměrech 2,5 x 2,5 m a vzpěrami. Sloupy jsou umístěny v rozích ve čtvrtém poli rastru dolních pásů od obou okrajů desky. Dílčí 4 dřívky sloupů tvořící příhradový sloup jsou z kruhových trubek. Rovněž příhradové spojky jsou z kruhových trubek připojených kloubově ke dřívkům sloupů. Jednotlivé výšky dílčích sloupů jsou dány zborcenou plochou dolních pásů, a tudíž jsou proměnné. Ze statického hlediska jsou příhradové sloupy jako celek vetknuty do základů a s deskou jsou spojeny rámově, tím je zajištěna tuhost celé konstrukce ve vodorovném směru. Styčníky mezi dílčími hlavami sloupů a deskou byly uvažovány kloubově. Pro eliminaci efektu "propíchnutí" desky sloupem, pro zvýšení tuhosti celé konstrukce ve vodorovném směru a pro snížení svislých průhybů desky jsou navrženy vzpěry z kruhových trubek vycházející z dřívků sloupů (z každého dřívku 3) v třetí resp. druhé úrovni vodorovných spojek. Vzpěry jsou ke sloupům připojeny kloubově. Jako krytina jsou použity skleněné tabule o rozměrech 1,25 x 1,25 m z bezpečnostního dvouvrstvého tepelně tvrzeného plaveného skla. Konstrukce je z oceli S 235J0. Plocha pod zastřešením bude členěna na 4 nástupiště orientované podélnou stranou rovnoběžně s kratším rozměrem zastřešení (60 m, směr y). Krajní 2 nástupiště budou spojoval příhradové sloupy, vnitřní 2 nástupiště budou osově vzdáleny mezi sebou a od krajních 15 m. Šířka nástupiště bude 5 m a všechny budou využité z obou stran.

2. Geometrie konstrukce

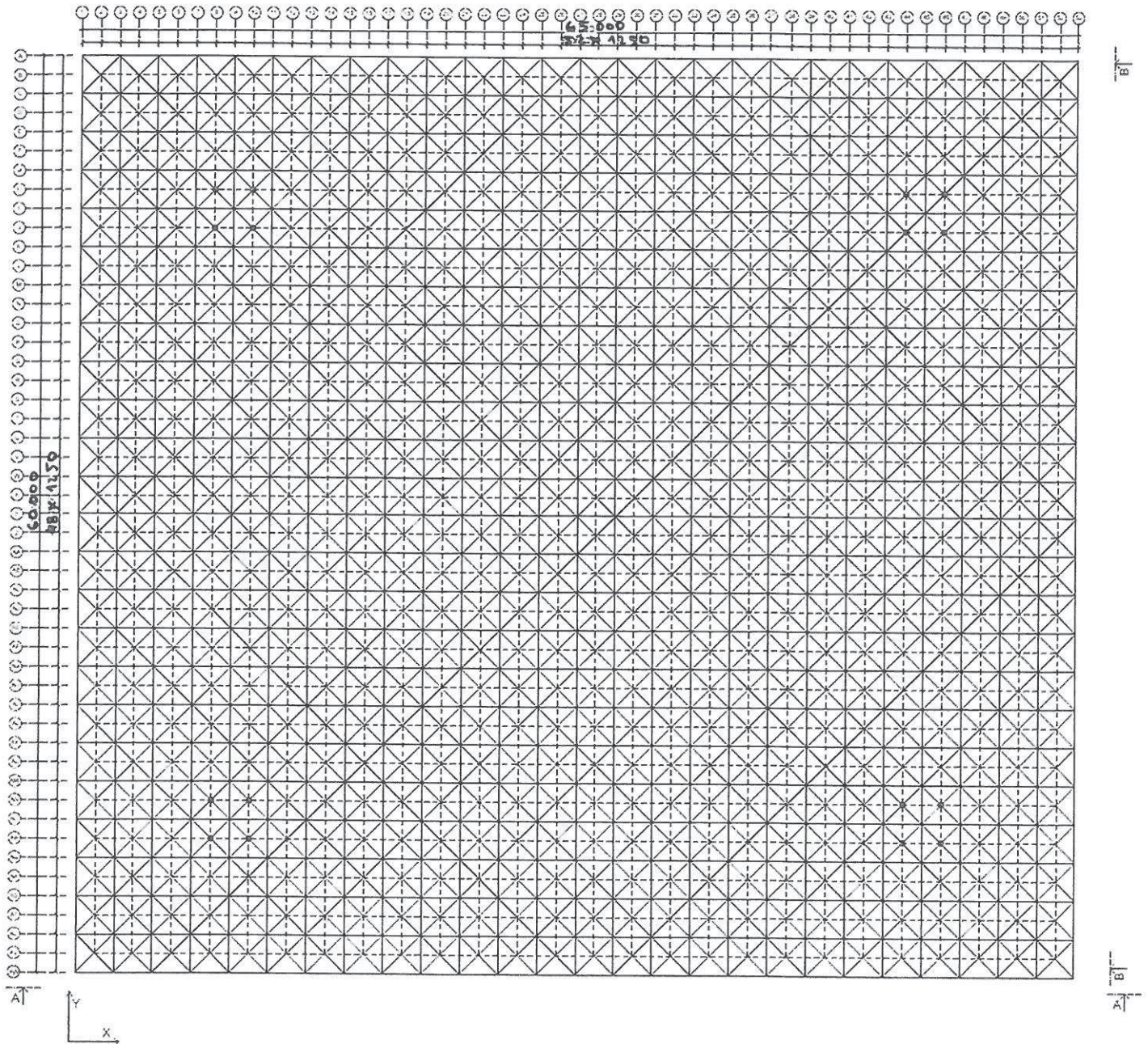
2.1 3D model



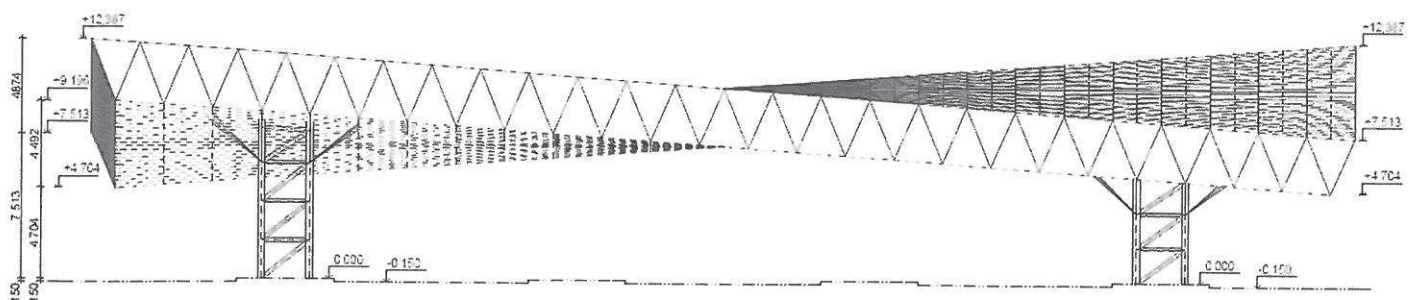
2.2 3D model se zobrazením ploch nástupišť



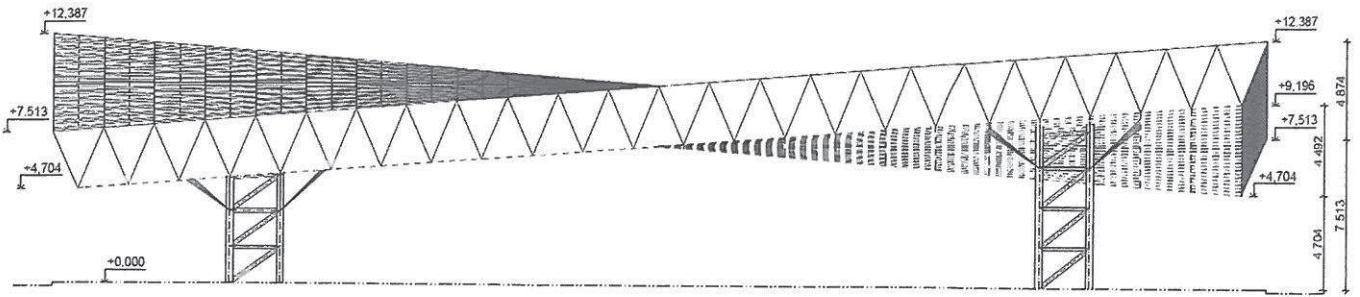
2.3 Půdorys střešní konstrukce



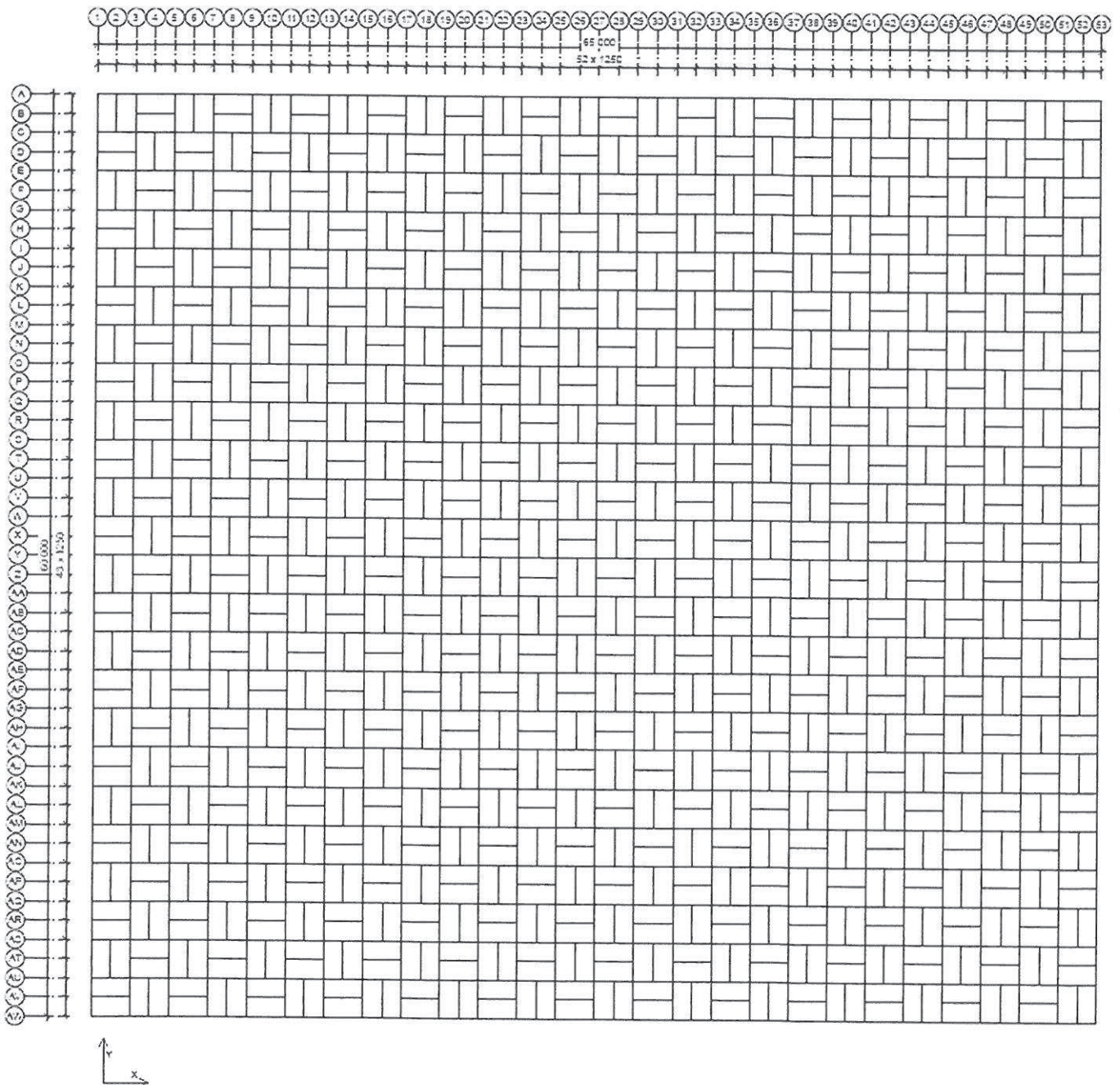
2.4 Pohled A - A



2.5 Pohled B - B



2.6 Zobrazení vaznic v rovině horních pásů



3. Zatížení

ZS1 - Vlastní tíha

- vlastní tíha zde je generována programem
 Sci a Engineer 14

ZS2 - Ostatní statické zatížení

- jedná se o zatížení střešních konstrukcí tvořenou
 srovnávanými tabulkami z bezpečnostního
 hlediska tepelně izolačního pláště střešního

$$2 \times 12 \text{ mm} + \text{PVB fólie } 0,38 \text{ mm} \Rightarrow g_2 = 0,6 \text{ kN/m}^2$$

- table o rozměru $1,25 \times 1,25 \text{ m}$ budou uloženy bodově
 v rozích pomocí systému uchytení dodavatele
 (viz. varianta A)

- table budou bodově zatížovat pruhy horních
 pásů ve vzájemných středcích, v polovinách
 rozpětí a rovněž vzhledem v polovinách rozpětí

- plocha 1 klet table $A_i = 1,25^2 = 1,563 \text{ m}^2$

bodové zatížení na řci

$$G_{a1} = g_2 \cdot A_i = 0,6 \cdot 1,563 = 0,938 \text{ kN (vnitřní uzel)}$$

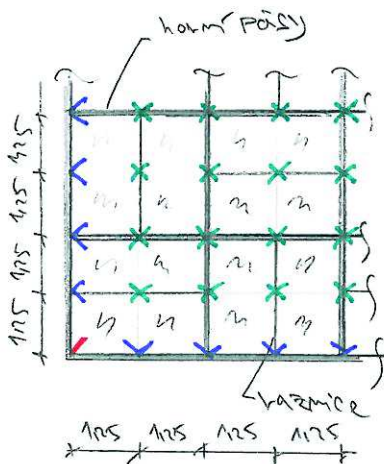
$$G_{a2} = g_2 \cdot \frac{A_i}{2} = 0,6 \cdot \frac{1,563}{2} = 0,469 \text{ kN (hraniční uzel)}$$

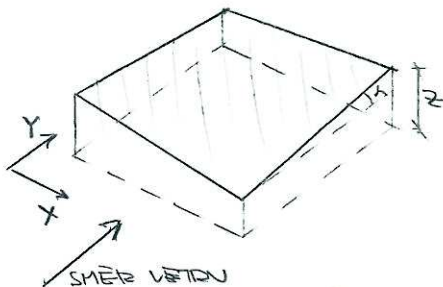
$$G_{a3} = g_2 \cdot \frac{A_i}{4} = 0,6 \cdot \frac{1,563}{4} = 0,234 \text{ kN (rohový uzel)}$$

ZS3 - Sníh plný

- viz. varianta A - tvar střechy je s bodový,
 systém zatížení je jako u ZS2, bezpečnostní
 síl odpovídá systému zatížení jako ve variantě A,
 tak ve variantě B

všechny střešní





$z = 12,287 \text{ m}$ (oproti variantě je větší)

ZS 4a - vítr: poběžný, střeška bláta

- zadržev m střeše uvažujeme pro přítlak
- přístředek se souř. ploštin $\varphi = 0$
- rychlost s 10m m střeše $v = 41,289$
- m celé střeše působí tlak větru
- větrný oblak I ($v_{z=0} = 22,5 \text{ m/s}$)
- rate souř. tlakem III ($z_0 = 0,13 \text{ m}$, $z_{mh} = 5 \text{ m}$)

základní rychlost větru N_{z0}

$$N_{z0} = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot N_{z10} = 1 \cdot 1 \cdot 22,5 = 22,5 \text{ m/s}$$

střední rychlost větru $N_m(z)$

$$N_m(z) = C_v(z) \cdot C_o(z) \cdot N_{z0} = 0,8 \cdot 1 \cdot 22,5 = 18 \text{ m/s}$$

součinitel drsmosdi tlakem $C_v(z)$

$$C_v(z) = k_v \cdot k_z \left(\frac{z}{z_0} \right) = 0,215 \cdot k_z \left(\frac{12,287}{0,13} \right) = 0,8$$

$$k_z = 0,19 \left(\frac{z_0}{z_{011}} \right)^{0,07} = 0,19 \left(\frac{0,13}{0,05} \right)^{0,07} = 0,215$$

intenzita turbulence větru $I_v(z)$

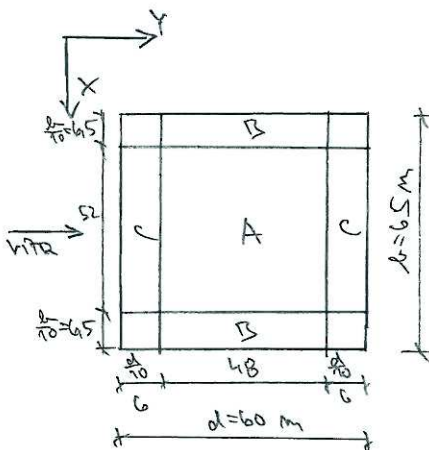
$$I_v(z) = \frac{zI}{C_o(z) \cdot k_z \left(\frac{z}{z_0} \right)} = \frac{1}{1 \cdot k_z \left(\frac{12,287}{0,13} \right)} = 0,269$$

maximální dynamický tlak $q_k(z)$

$$q_k(z) = [1 + 7I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot N_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,269] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 18^2 = 0,584 \text{ kN/m}^2$$

součinitele tlaků C_{inet} (pro $d = 4,289$)

- $C_{inet}(A) = 0,757$
- $C_{inet}(B) = 2,057$
- $C_{inet}(C) = 1,172$
- $C_{inet}(B+C) = 1,665$



Normované síly působící na žvy:

-systém zatížení je shodný jako u žb2; síly působí dolů ze stejné roviny v daném bodě

oblast A

$$W_{A1} = q_A(z) \cdot A_i \cdot c_{lim}(A) = 0,584 \cdot 1,563 \cdot 0,757 = 0,691 \text{ kN}$$

oblast B

$$W_{B1} = q_A(z) \cdot A_i \cdot c_{lim}(B) = 0,584 \cdot 1,563 \cdot 2,057 = 1,878 \text{ kN}$$

$$W_{B2} = q_A(z) \cdot \frac{A_i'}{2} \cdot c_{lim}(B) = 0,584 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot 2,057 = 0,939 \text{ kN}$$

oblast C

$$W_{C1} = q_A(z) \cdot A_i \cdot c_{lim}(C) = 0,584 \cdot 1,563 \cdot 1,172 = 1,161 \text{ kN}$$

$$W_{C2} = q_A(z) \cdot \frac{A_i'}{2} \cdot c_{lim}(C) = 0,584 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot 1,172 = 0,581 \text{ kN}$$

oblast B+C

$$W_{B+C1} = q_A(z) \cdot A_i \cdot c_{lim}(B+C) = 0,584 \cdot 1,563 \cdot 1,665 = 1,52 \text{ kN}$$

$$W_{B+C2} = q_A(z) \cdot \frac{A_i'}{2} \cdot c_{lim}(B+C) = 0,584 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot 1,665 = 0,76 \text{ kN}$$

$$W_{B+C3} = q_A(z) \cdot \frac{A_i'}{4} \cdot c_{lim}(B+C) = 0,584 \cdot \frac{1,563}{4} \cdot 1,665 = 0,38 \text{ kN}$$

Teplota

-srovnání teplot $t_{fr} = 901$ (SR10)

$$w_{fr} = c_{fr} \cdot q_A(z) = 0,01 \cdot 0,584 = 0,006 \text{ kN/m}^2$$

$$x = \min \{ 2h, 4z \} = \min \{ 2 \cdot 65, 4 \cdot 3 \} = 12 \text{ m}$$

Afr... oblast, ale působí teplota na horní i spodní povrch

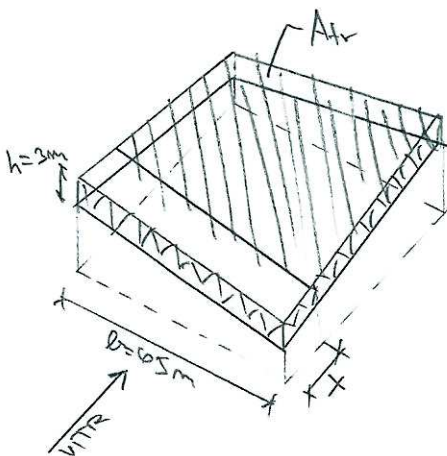
Síly působící na sítěm ležící na stěm ploše

→ horní a spodní povrch sítě

$$W_{fr1} = w_{fr} \cdot A_i \cdot 2 = 0,006 \cdot 1,563 \cdot 2 = 0,019 \text{ kN}$$

$$W_{fr2} = w_{fr} \cdot \frac{A_i'}{2} \cdot 2 = 0,006 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot 2 = 0,009 \text{ kN}$$

$$W_{fr3} = w_{fr} \cdot \frac{A_i'}{4} \cdot 2 = 0,006 \cdot \frac{1,563}{4} \cdot 2 = 0,005 \text{ kN}$$

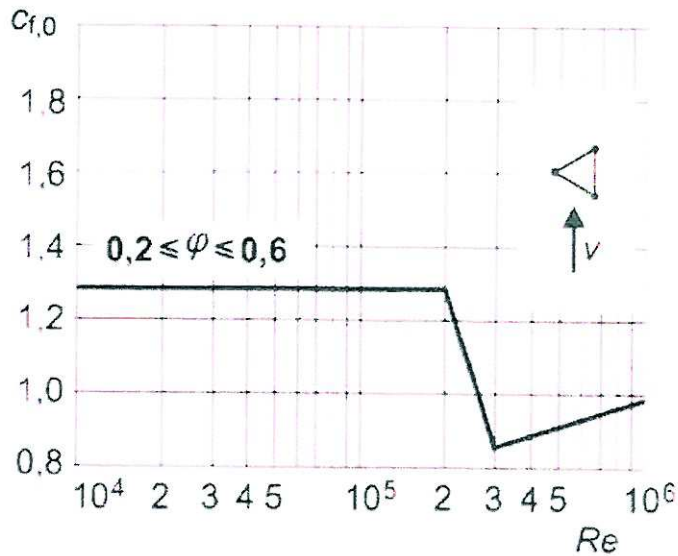
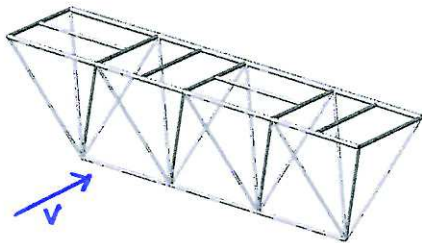


Vítez působení na nosné prvky žele

a) část příhradová deska + vzpěry

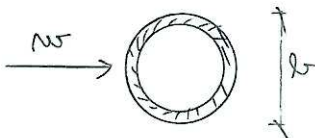
- součinitel síly C_{f0} je stanoven dle obr. 7.35 pro prostou příhradovou žele s průřezem s kruhovým průřezem normy ČSN EN 1991-1-4
- je určována tato varianta ↓

VÝSEK ČÁSTI DESKY



Reynoldsovo číslo Re

$$Re = \frac{d \cdot v(z_e)}{\nu} \quad [-]$$



$v(z_e)$ maximální rychlost větru

$$v(z_e) = \sqrt{\frac{2 \cdot q_k(z)}{\rho}} \quad [m/s] = \sqrt{\frac{2 \cdot 584}{1,25}} = 30,568 \text{ m/s}$$

hustota vzduchu ρ

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

kinematická viskozita vzduchu ν

$$\nu = 15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

součinitel síly C_f

$$C_f = C_{f0} \cdot \psi_x$$

součinitel formového odporu ψ_x

$$\psi_x = 1 \text{ (nejedná se o válcovou žele)}$$

Spojité zvláště včetně m a p u l e r m

$$w = q_k(z) \cdot c_f \cdot l \quad [kN/m]$$

Vnitřní vaznice - TR Ø 76,1 x 5

b [m]	0,0761
Re	1,55E+05
$c_{f,0} = c_f$	1,28
w [kN/m]	0,057

Horní pás 5- TR Ø 114,3 x 5

b [m]	0,1143
Re	2,33E+05
$c_{f,0} = c_f$	1,13841
w [kN/m]	0,076

Okrajové vaznice - TR Ø 88,9 x 4

b [m]	0,0889
Re	1,81E+05
$c_{f,0} = c_f$	1,28
w [kN/m]	0,066

Horní pás 6- TR Ø 88,9 x 5

b [m]	0,0889
Re	1,81E+05
$c_{f,0} = c_f$	1,28
w [kN/m]	0,066

Horní pás 1 - TR Ø 139,7 x 10

b [m]	0,1397
Re	2,85E+05
$c_{f,0} = c_f$	0,91583
w [kN/m]	0,075

Diagonály 1 - TR Ø 168,3 x 12,5

b [m]	0,1683
Re	3,43E+05
$c_{f,0} = c_f$	0,85859
w [kN/m]	0,084

Horní pás 2 - TR Ø 139,7 x 8

b [m]	0,1397
Re	2,85E+05
$c_{f,0} = c_f$	0,91583
w [kN/m]	0,075

Diagonály 2 - TR Ø 139,7 x 6,3

b [m]	0,1397
Re	2,85E+05
$c_{f,0} = c_f$	0,91583
w [kN/m]	0,075

Horní pás 3 - TR Ø 139,7 x 5

b [m]	0,1397
Re	2,85E+05
$c_{f,0} = c_f$	0,91583
w [kN/m]	0,075

Diagonály 3 - TR Ø 114,3 x 6,3

b [m]	0,1143
Re	2,33E+05
$c_{f,0} = c_f$	1,13841
w [kN/m]	0,076

Horní pás 4- TR Ø 114,3 x 6,3

b [m]	0,1143
Re	2,33E+05
$c_{f,0} = c_f$	1,13841
w [kN/m]	0,076

Diagonály 4 - TR Ø 114,3 x 5

b [m]	0,1143
Re	2,33E+05
$c_{f,0} = c_f$	1,13841
w [kN/m]	0,076

Diagonály 5 - TR Ø 88,9 x 4

b [m]	0,0889
Re	1,81E+05
$C_{f,0} = C_f$	1,28
w [kN/m]	0,066

Dolní pás 4 - TR Ø 88,9 x 4

b [m]	0,0889
Re	1,81E+05
$C_{f,0} = C_f$	1,28
w [kN/m]	0,066

Diagonály 6 - TR Ø 76,1 x 4

b [m]	0,0761
Re	1,55E+05
$C_{f,0} = C_f$	1,28
w [kN/m]	0,057

Dolní pás 5 - TR Ø 60,3 x 5

b [m]	0,0603
Re	1,23E+05
$C_{f,0} = C_f$	1,28
w [kN/m]	0,045

Diagonály 7 - TR Ø 60,3 x 5

b [m]	0,0603
Re	1,23E+05
$C_{f,0} = C_f$	1,28
w [kN/m]	0,045

Dolní pás 6 - TR Ø 48,3 x 5

b [m]	0,0483
Re	9,84E+04
$C_{f,0} = C_f$	1,28
w [kN/m]	0,036

Diagonály 8 - TR Ø 60,3 x 4

b [m]	0,0603
Re	1,23E+05
$C_{f,0} = C_f$	1,28
w [kN/m]	0,045

Dolní pás 7 - TR Ø 42,4 x 4

b [m]	0,0424
Re	8,64E+04
$C_{f,0} = C_f$	1,28
w [kN/m]	0,032

Dolní pás 1 - TR Ø 168,3 x 8

b [m]	0,1683
Re	3,43E+05
$C_{f,0} = C_f$	0,858595
w [kN/m]	0,084

Vzpěry 1 - TR Ø 219,1 x 16

b [m]	0,2191
Re	4,46E+05
$C_{f,0} = C_f$	0,879299
w [kN/m]	0,113

Dolní pás 2 - TR Ø 114,3 x 6,3

b [m]	0,1143
Re	2,33E+05
$C_{f,0} = C_f$	1,138409
w [kN/m]	0,076

Vzpěry 2 - TR Ø 114,3 x 5

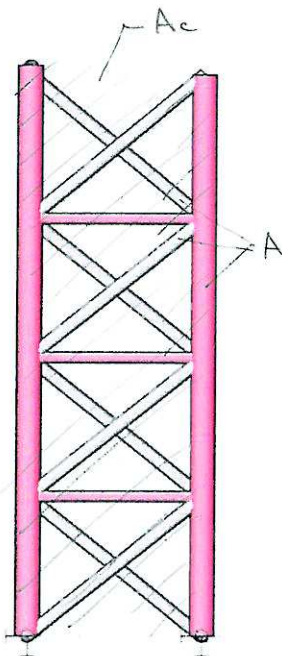
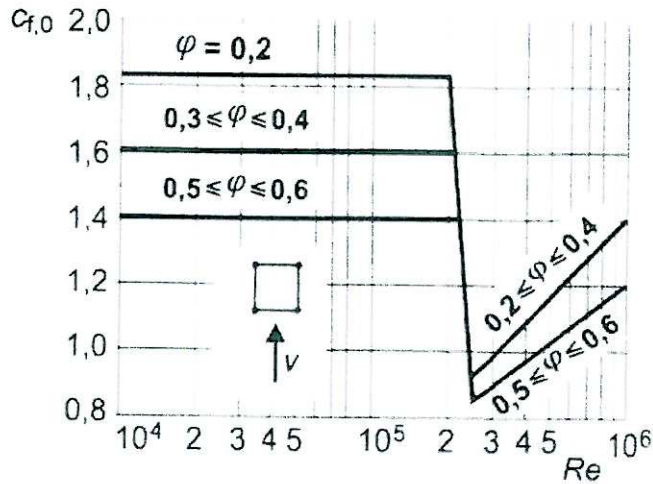
b [m]	0,1143
Re	2,33E+05
$C_{f,0} = C_f$	1,138409
w [kN/m]	0,076

Dolní pás 3 - TR Ø 114,3 x 5

b [m]	0,1143
Re	2,33E+05
$C_{f,0} = C_f$	1,138409
w [kN/m]	0,076

Průhradové sloupce

- součinitel síly $c_{f,0}$ pro průhradové sloupce je stanoven dle obr. 7.25 ↓ na základě Reynoldsova čísla a součinitele plošnosti φ



Součinitel plošnosti φ

pozn: V globálním výpočtovém modelu byl uvažován pouze 1 punt spojnicí hlavy těchto sloupů (punt současně desky); v místě vlně budou body 2 (1 současně desky a jeden spojnicí sloupů viz. výřez)

$$\varphi = \frac{A}{A_c} = \frac{11,34}{23,46} = 0,483$$

$A = 11,34 \text{ m}^2$ (součet průměrných ploch puntů)

$A_c = 23,46 \text{ m}^2$ (plocha vymezená síťkou a výřez sloupů)

Sloupce - TR \varnothing 355,6 x 25

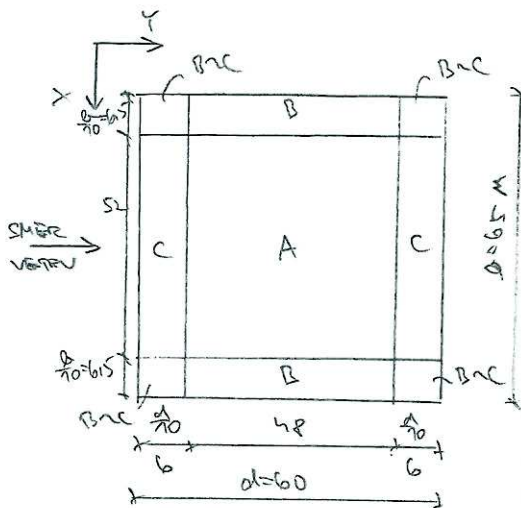
b [m]	0,3556
Re	7,25E+05
$c_{f,0} = c_f$	1,13
w [kN/m]	0,235

Spojky vodorovné - TR \varnothing 168,3 x 12,5

b [m]	0,1683
Re	3,43E+05
$c_{f,0} = c_f$	0,93
w [kN/m]	0,091

Spojky diagonální - TR \varnothing 193,7 x 16

b [m]	0,1937
Re	3,95E+05
$c_{f,0} = c_f$	0,98
w [kN/m]	0,111



ZS 4 a - Vítěr roletiny, střeška samot

- zohlednit na střeše uvažování pro pulsový působení se souv. přesl. $\rho=0$
- největší úhlon na střeše $\alpha=42.93^\circ$
- na celé střeše působí sáliv úžeh

Součinitele kladí c_{knet} ($\alpha=42.93^\circ$)

$c_{knet}(A) = -1.029$
 $c_{knet}(B) = -1.693$
 $c_{knet}(C) = -1.773$
 $c_{knet}(B2C) = -1.693$

normované síly působící na z-ci

oblast A

$W_{k1} = q_k(z) \cdot A_i \cdot c_{knet}(A) = 0.1584 \cdot 1.563 \cdot (-1.029) = -0.239 \text{ kN}$

oblast B

$W_{k1} = q_k(z) \cdot A_i \cdot c_{knet}(B) = 0.1584 \cdot 1.563 \cdot (-1.693) = -1.500 \text{ kN}$

$W_{k2} = q_k(z) \cdot \frac{A_i}{2} \cdot c_{knet}(B) = 0.1584 \cdot \frac{1.563}{2} \cdot (-1.693) = -0.275 \text{ kN}$

oblast C

$W_{k1} = q_k(z) \cdot A_i \cdot c_{knet}(C) = 0.1584 \cdot 1.563 \cdot (-1.773) = -1.591 \text{ kN}$

$W_{k2} = q_k(z) \cdot \frac{A_i}{2} \cdot c_{knet}(C) = 0.1584 \cdot \frac{1.563}{2} \cdot (-1.773) = -0.295 \text{ kN}$

oblast B2C

$W_{k1} = q_k(z) \cdot A_i \cdot c_{knet}(B2C) = 0.1584 \cdot 1.563 \cdot (-1.693) = -1.545 \text{ kN}$

$W_{k2} = q_k(z) \cdot \frac{A_i}{2} \cdot c_{knet}(B2C) = 0.1584 \cdot \frac{1.563}{2} \cdot (-1.693) = -0.277 \text{ kN}$

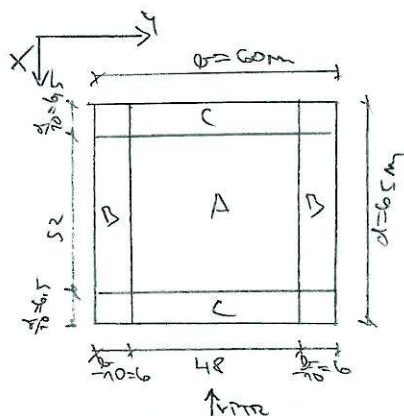
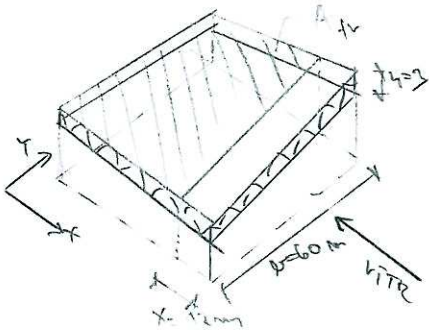
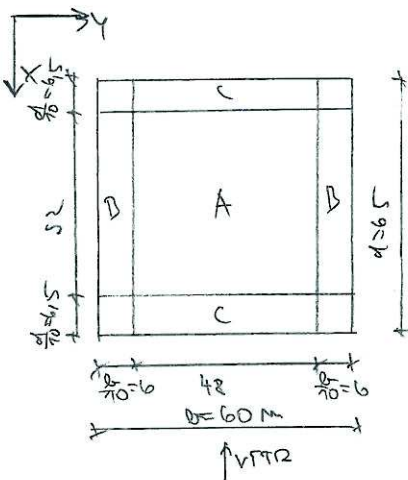
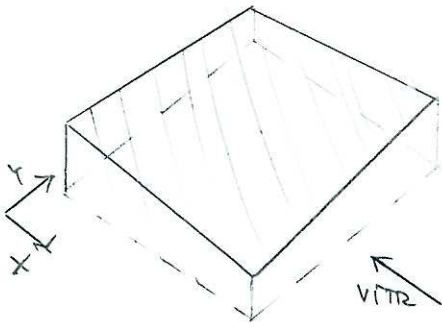
$W_{k3} = q_k(z) \cdot \frac{A_i}{4} \cdot c_{knet}(B2C) = 0.1584 \cdot \frac{1.563}{4} \cdot (-1.693) = -0.386 \text{ kN}$

Těžiště

viz. ZS 4 a

Vítěk působící na nosné prvky z-ci

viz. ZS 4 a



ZS 5a - Vítr přičný, střešní dlat

- zatížení na střeše uvažováno pro příčný přístřešek se souč. ploš. $\varphi = 0$
- největší sílom na střeše $\alpha = 4,29^\circ$
- na ele střeše působí tlak větru

Součinitel tlaku $c_{1,net}$ ($\alpha = 4,29^\circ$)

viz. ZS 4a

normované síly působící na ele

viz. ZS 4a

Těžiště

$x = \text{mm} [2b_1 + b_2] = \text{mm} [2 \cdot 60 + 4 \cdot 3] = 12 \text{ m}$

Apro... obk... ale působí těžiště na horní spodu - povrch ele

Síly působící // se směrem větru těžiště se středem ploše

viz. ZS 4a

Vítr působící na nosné prvky ele

viz. ZS 4a

ZS 5b - Vítr přičný, střešní látka

- zatížení na střeše uvažováno pro příčný přístřešek se souč. ploš. $\varphi = 0$
- největší sílom $\alpha = 4,29^\circ$
- na ele střeše působí sálr větru

Součinitel tlaku $c_{1,net}$ ($\alpha = 4,29^\circ$)

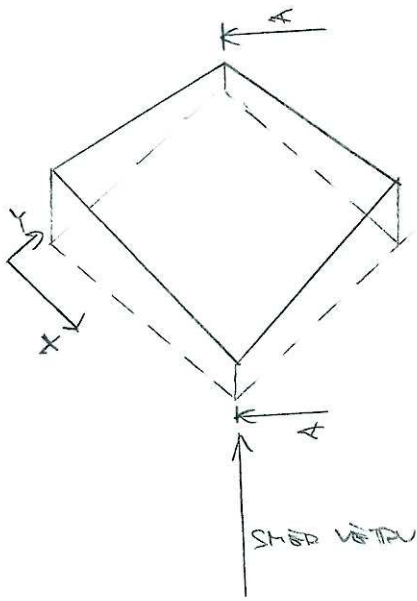
viz. ZS 4b

normované síly působící na ele

viz. ZS 4b

Těžiště - viz. ZS 5a

Vítr působící na nosné prvky ele - viz ZS 4a

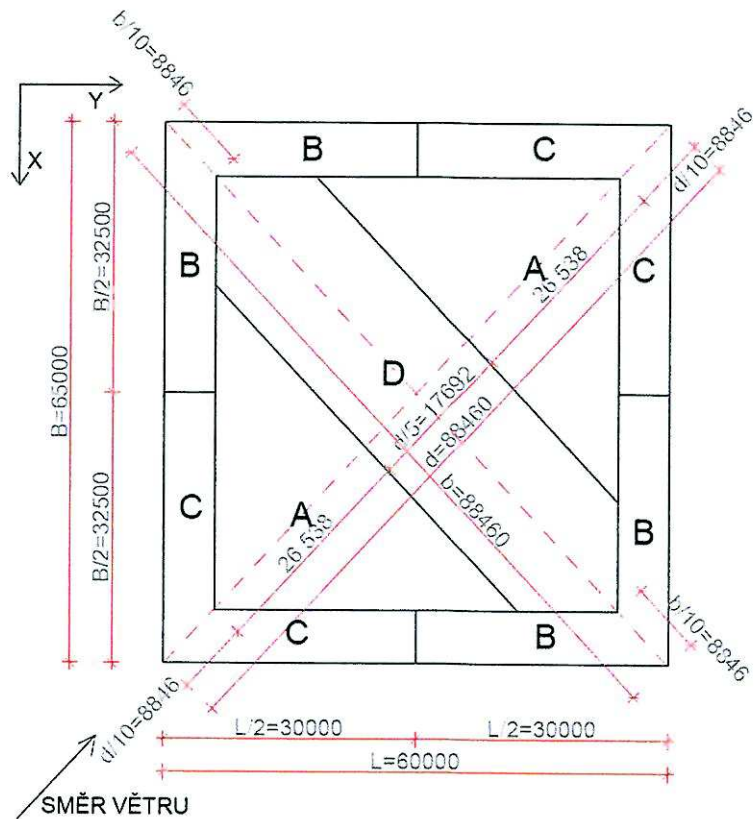


Roz A-A



ZS 6 a - Větr diagonální I_y celos. střešní klad

- zatížení na střeše uvažováno pro sedlový průřez se souv. plošmi $\psi = 0$
- na celé střeše působí kladné větrné
- sklon $d' = 2154^\circ$



Součinitel kladí c_{prst} (pro $d' = 2154^\circ$)

- $c_{prst}(A) = 0,582$
- $c_{prst}(B) = 1,775$
- $c_{prst}(C) = 1,208$
- $c_{prst}(D) = 0,777$

maximální síly působící na desku

- systém zatížení je jako u ZS 2, síly působí celou se systémem rovněž v daném kole

oblast A

$W_{prst} = q_{prst} \cdot A_{prst} \cdot c_{prst}(A) = 0,582 \cdot 1,562 \cdot 0,582 = 0,531 \text{ kN}$

oblast D

$$W_{k1} = q_k(z) \cdot A_i \cdot c_{kret}(D) = 0,584 \cdot 1,563 \cdot 1,775 = 1,593 \text{ kNm}$$

$$W_{k2} = q_k(z) \cdot \frac{A_i'}{2} \cdot c_{kret}(D) = 0,584 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot 1,775 = 0,796 \text{ kNm}$$

$$W_{k3} = q_k(z) \cdot \frac{A_i''}{4} \cdot c_{kret}(D) = 0,584 \cdot \frac{1,563}{4} \cdot 1,775 = 0,398 \text{ kNm}$$

oblast C

$$W_{k1} = q_k(z) \cdot A_i \cdot c_{kret}(C) = 0,584 \cdot 1,563 \cdot 1,108 = 1,103 \text{ kNm}$$

$$W_{k2} = q_k(z) \cdot \frac{A_i'}{2} \cdot c_{kret}(C) = 0,584 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot 1,108 = 0,557 \text{ kNm}$$

$$W_{k3} = q_k(z) \cdot \frac{A_i''}{4} \cdot c_{kret}(C) = 0,584 \cdot \frac{1,563}{4} \cdot 1,108 = 0,278 \text{ kNm}$$

oblast D

$$W_{k1} = q_k(z) \cdot A_i \cdot c_{kret}(D) = 0,584 \cdot 1,563 \cdot 0,577 = 0,533 \text{ kNm}$$

TRIMR

$$x = \min \{ 2h, 4z \} = \min \{ 2 \cdot 8946, 4 \cdot 3 \} = 12 \text{ mm}$$

hodnoty třídění cíl vzt 25 k a, síly působí // se směrem větru tečně ke střešní rovině

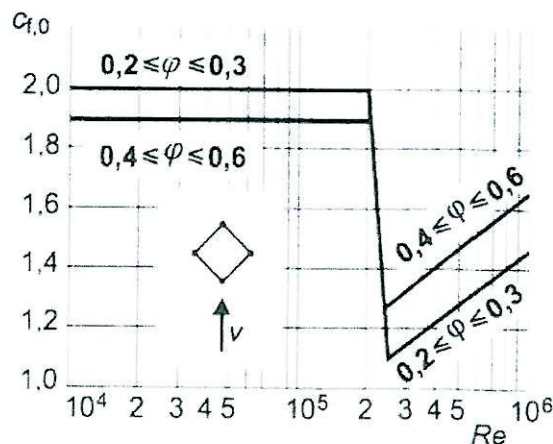
Vitřní působení na nosné prvky žce

a) část příhradové desky + vředy

- zátěž na nosné prvky je stejné jako u 25 k a

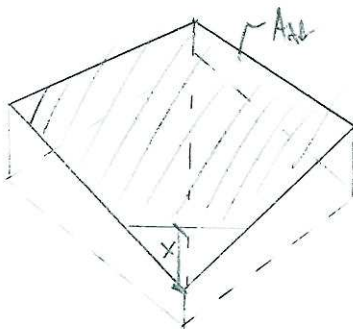
b) příhradové sloupy

- součinná síla c₁₀ dle obr. 7.35

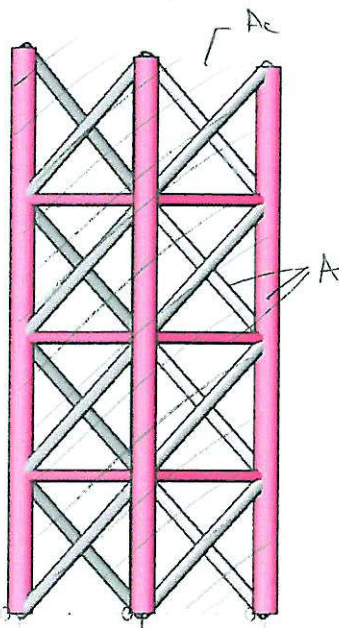


souč. ploš. b. ψ

$$\psi = \frac{A}{A_c} = \frac{17,08}{31,64} = 0,539$$



SMĚR VĚTRU



$$A = 17,08 \text{ m}^2; A_c = 31,64 \text{ m}^2$$

Sloupy - TR Ø 355,6 x 25

b [m]	0,3556
Re	7,25E+05
$C_{f,0} = C_f$	1,58
w [kN/m]	0,328

**Spojky vodorovné - TR
 Ø 168,3 x 12,5**

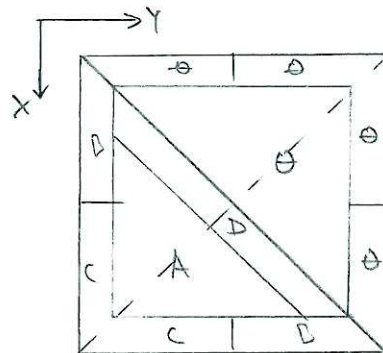
b [m]	0,1683
Re	3,43E+05
$C_{f,0} = C_f$	1,33
w [kN/m]	0,131

**Spojky diagonální - TR Ø
 193,7 x 16**

b [m]	0,1937
Re	3,95E+05
$C_{f,0} = C_f$	1,39
w [kN/m]	0,157

ZS G b - Vitr diagonální I, sloupek tlak + rezání

- zabíjen je sloupek jako u ZS G a, pouze zářezová část sloupky je rezání

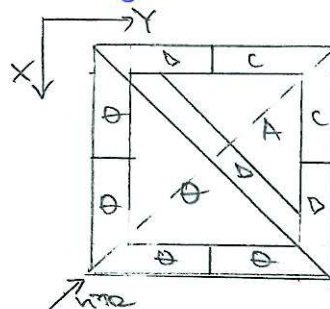


SMĚR VĚTRU

- zabíjen sloupek a nosný prvek je sloupek jako ZS G a

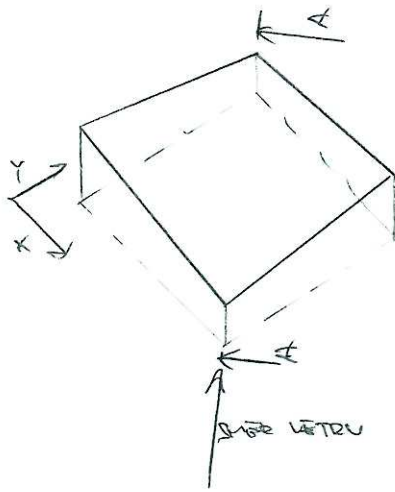
ZS G c - Vitr diagonální I, sloupek rezání + tlak

- zabíjen je sloupek jako u ZS G a, pouze zářezová část sloupky je rezání



VĚTR

- zabíjen sloupek a nosný prvek je sloupek jako ZS G a

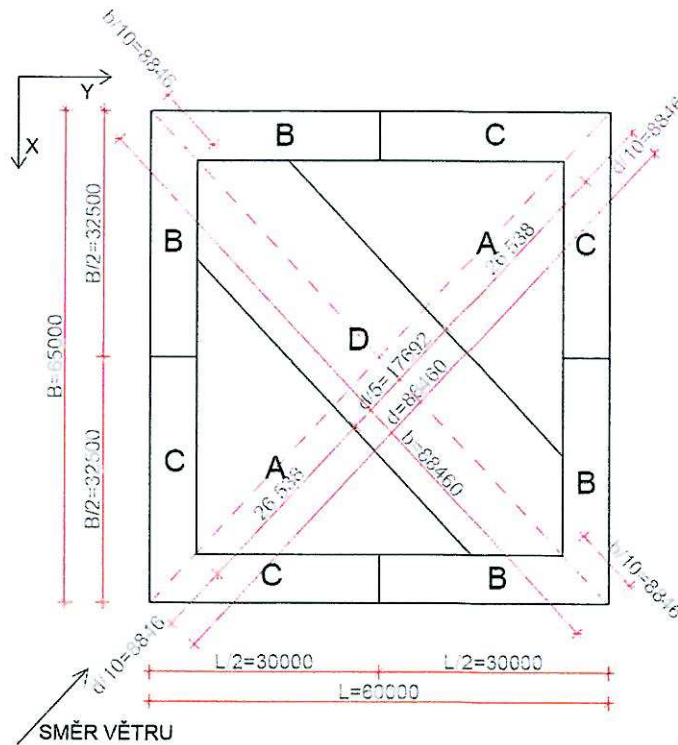


ŘEŠENÍ A-A



ZS 6 d - Větrná tlaková síla I, celá střešní soustava

- zatížení na střeše uvažováno pro sedlový průřez se souč. ploš. $p=0$
- na celé střeše působí sání větru
- úhlon $\alpha' = 3,154^\circ$



souřadnice tlakové čáry ($\alpha' = 3,154^\circ$)

- $c_{hnet}(A) = -0,618$
- $c_{hnet}(D) = -1,382$
- $c_{hnet}(C) = -1,137$
- $c_{hnet}(B) = -1,108$

normované síly působící na čáry

- systém zatížení je jako u ZS2, síly působí dolmo do stejné roviny v daném bodě

oblast A

$$W_{A1} = q_k(z) \cdot A_1 \cdot c_{hnet}(A) = 0,587 \cdot 1,563 \cdot (-0,618) = -0,567 \text{ kN}$$

oblast B

$$W_{B1} = q_k(z) \cdot A_1 \cdot c_{hnet}(B) = 0,587 \cdot 1,563 \cdot (-1,108) = -1,267 \text{ kN}$$

$$W_{B2} = q_k(z) \cdot A_2 \cdot c_{hnet}(B) = 0,587 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot (-1,108) = -0,631 \text{ kN}$$

$$W_{B3} = q_k(z) \cdot A_3 \cdot c_{hnet}(C) = 0,587 \cdot \frac{1,563}{4} \cdot (-1,108) = -0,315 \text{ kN}$$

Oblast C

$$W_{k1} = q_k(z) \cdot A_{k1} \cdot c_{k1,met}(c) = 0,584 \cdot 1,563 \cdot (-1,1337) = -1,1312 \text{ kN}$$

$$W_{k2} = q_k(z) \cdot A_{k2} \cdot c_{k1,met}(c) = 0,584 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot (-1,1337) = -0,656 \text{ kN}$$

$$W_{k3} = q_k(z) \cdot \frac{A_{k3}}{4} \cdot c_{k1,met}(c) = 0,584 \cdot \frac{1,563}{4} \cdot (-1,1337) = -0,224 \text{ kN}$$

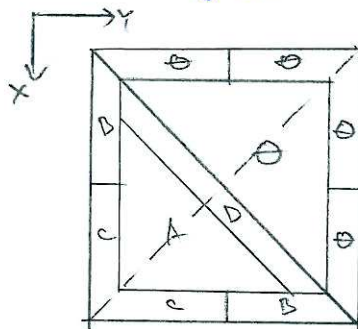
Oblast D

$$W_{k1} = q_k(z) \cdot A_{k1} \cdot c_{k1,met}(D) = 0,584 \cdot 1,563 \cdot (-1,108) = -1,011 \text{ kN}$$

Tělem a zatížením možných prvků viz. 6a.

ZS 6 e - Vítěz diagonální I, střešní saň + meziběžec

- zatížení je shodné jako u ZS 6 d, pouze zatížená část střechy je meziběžec

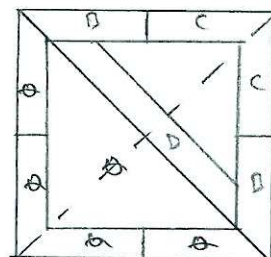


Vítěz

- zatížení tělem a možných prvků viz. ZS 6a.

ZS 6 f - Vítěz diagonální I, střešní meziběžec + saň

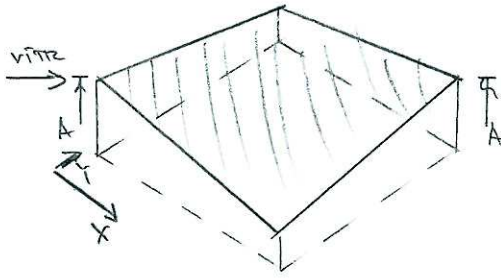
- zatížení je shodné jako u ZS 6 d, pouze zatížená část střechy je meziběžec



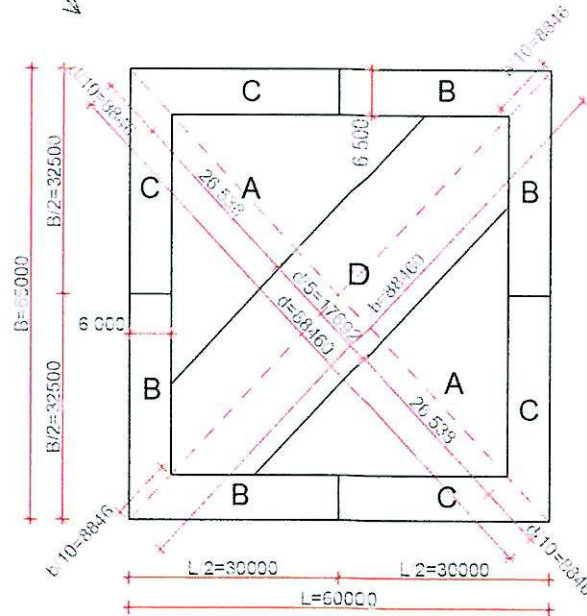
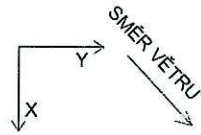
- zatížení tělem a možných prvků viz. ZS 6a

ZS 7a - Větr diagonálně II, celá střešní tlak

- zatížení na střeše uvažujeme pro sedlový průřez
- le souč. plošná: $q=0$
- na celé střeše působí tlak větru
- úhlon $\alpha'' = -3,154^\circ$



REZ A-A



Součinnosti tlaku c_{met} (α'' = -3,154°)

- $c_{met}(A) = 0,518$
- $c_{met}(B) = 1,555$
- $c_{met}(C) = 0,892$
- $c_{met}(D) = 0,726$

Normované síly působící na 2-4:

- systém zatížení je jiný než ZS 2; síly působí dolmo
 le střešní rovinně v daném bodě

oblast A

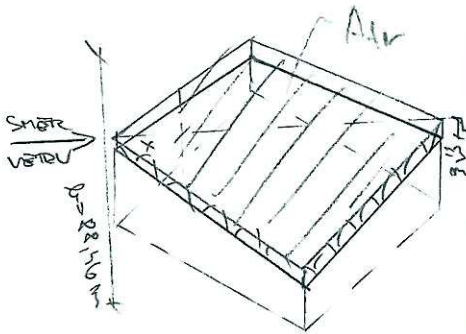
$$W_{21} = q_{k1}(z) \cdot A_1 \cdot c_{met}(A) = 0,589 \cdot 1,563 \cdot 0,518 = 0,473 \text{ kN}$$

oblast B

$$W_{21} = q_{k1}(z) \cdot A_1 \cdot c_{met}(D) = 0,589 \cdot 1,563 \cdot 1,555 = 1,412 \text{ kN}$$

$$W_{22} = q_{k1}(z) \cdot \frac{A_1}{2} \cdot c_{met}(D) = 0,589 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot 1,555 = 0,71 \text{ kN}$$

$$W_{23} = q_{k1}(z) \cdot \frac{A_1}{7} \cdot c_{met}(D) = 0,589 \cdot \frac{1,563}{7} \cdot 1,555 = 0,355 \text{ kN}$$



oblast C

$$W_{k1} = q_k(z) \cdot A_i \cdot c_{f,met}(C) = 0,584 \cdot 1,563 \cdot 0,892 = 0,811 \text{ kN}$$

$$W_{k2} = q_k(z) \cdot \frac{A_i}{2} \cdot c_{f,met}(C) = 0,584 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot 0,892 = 0,407 \text{ kN}$$

$$W_{k3} = q_k(z) \cdot \frac{A_i}{4} \cdot c_{f,met}(C) = 0,584 \cdot \frac{1,563}{4} \cdot 0,892 = 0,204 \text{ kN}$$

oblast D

$$W_{k1} = q_k(z) \cdot A_i \cdot c_{f,met}(D) = 0,584 \cdot 1,563 \cdot 0,726 = 0,663 \text{ kN}$$

TPERM

$$x = \min\{2h, 44\} = \min\{2 \cdot 88,16, 44\} = 44 \text{ mm}$$

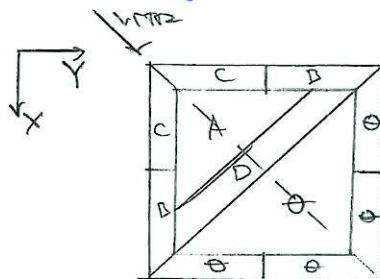
- hodnoty tlouček q_i viz ZS 4a, síly působí // se směrem větru, účinek se stanoví rovnat

Vitr působící na nosné prvky 2-cc

- hodnoty spojitého zatížení jsou shodné jako u ZS 6a, síly působí ve směru větru

ZS 7 b - Vitr diagonálně II, střecha slabá + mezatižba

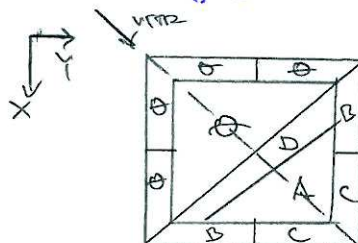
- zatížení je shodné jako u ZS 7a, pouze zatížená část střechy je mezatižba



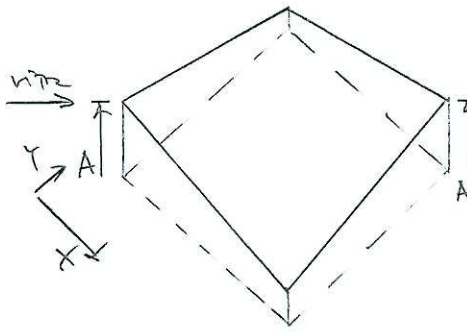
- zatížení tloučkám a nosným prvům viz. ZS 7a.

ZS 7 c - Vitr diagonálně II, střecha mezatižba + tl

- zatížení je shodné jako u ZS 7a, pouze zatížená část střechy je mezatižba



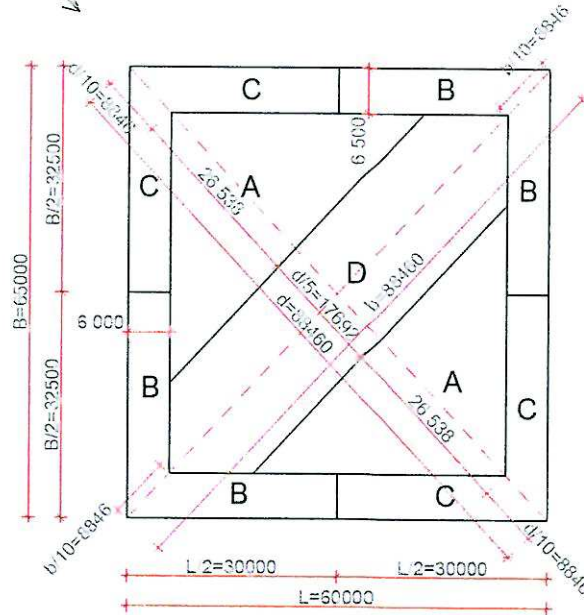
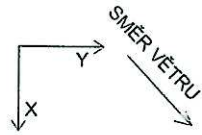
- zatížení tloučkám a nosným prvům viz. ZS 7a



ŘEZ A-A



ZS 7d - Vitr dragoměr II, celá střešní saň
 - zrubčen na střeše uvažováno pro sedlový přechod
 le souč. plošná: $p=0$
 - na celé střeše působí saň větru
 - sklon $d'' = -3,154^\circ$



Souřadnice tlakové čáry ($d'' = -3,154^\circ$)

$$c_{\text{tlak}}(A) = -0,682$$

$$c_{\text{tlak}}(B) = -1,318$$

$$c_{\text{tlak}}(C) = -1,563$$

$$c_{\text{tlak}}(D) = -0,682$$

normované síly působící na saň

- systém zrubčen je složený jak u ZS 2, síly působí
 dolmo do střešní roviny v daném bodě

oblast A

$$W_{s1} = q_A(z) \cdot A_i \cdot c_{\text{tlak}}(A) = 0,584 \cdot 1,563 \cdot (-0,682) = -0,623 \text{ kN}$$

oblast B

$$W_{s2} = q_A(z) \cdot A_i \cdot c_{\text{tlak}}(D) = 0,584 \cdot 1,563 \cdot (-1,318) = -1,203 \text{ kN}$$

$$W_{s3} = q_A(z) \cdot \frac{A_i}{2} \cdot c_{\text{tlak}}(B) = 0,584 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot (-1,318) = -0,602 \text{ kN}$$

$$W_{s4} = q_A(z) \cdot \frac{A_i}{4} \cdot c_{\text{tlak}}(B) = 0,584 \cdot \frac{1,563}{4} \cdot (-1,318) = -0,301 \text{ kN}$$

Oblast C

$$W_{z1} = q_{k(z)} \cdot A_1 \cdot c_{kmet}(c) = 0,584 \cdot 1,503 \cdot (-1,563) = -1,127 \text{ kN}$$

$$W_{z2} = q_{k(z)} \cdot A_2 \cdot c_{kmet}(c) = 0,584 \cdot \frac{1,563}{2} \cdot (-1,563) = -0,713 \text{ kN}$$

$$W_{z3} = q_{k(z)} \cdot \frac{A_3}{4} \cdot c_{kmet}(c) = 0,584 \cdot \frac{1,563}{4} \cdot (-1,563) = -0,257 \text{ kN}$$

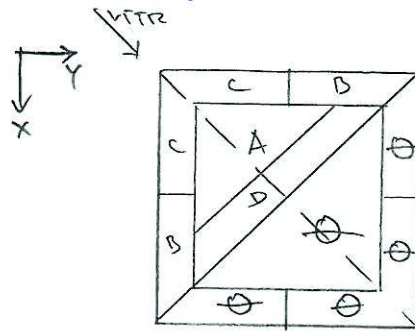
Oblast D

$$W_{z1} = q_{k(z)} \cdot A_1 \cdot c_{kmet}(D) = 0,584 \cdot 1,563 \cdot (-0,632) = -0,632 \text{ kN}$$

Tělem a zadržem nosných pruhů viz. ZS 7a.

ZS 7e - Vítěz diagonální II, střední sámk + nezadržem

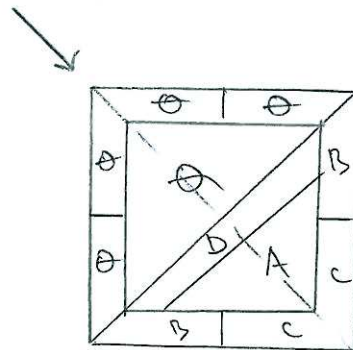
- zadržem je sámk jako u ZS 7d, pouze zadržem dost středů je nezadržem



- zadržem tělem a nosných pruhů viz. ZS 7a

ZS 7f - Vítěz diagonální II, střední nezadržem + sámk

- zadržem je sámk jako u ZS 7d, pouze střední část středů je nezadržem



- zadržem tělem a nosných pruhů viz. ZS 7a

4. Posouzení složených splaněných tabulí

- odlišnost od posouzení ve variantě A je
 v pozici jiných vrstev sled 2x12 mm + PVB folie
 0,38 mm

a dále je odlišná hodnota zatížení včetně
 v ZS3 $\Rightarrow M = q_1(z) \cdot c_{1m} \cdot (B) = 0,584 \cdot 2,057 = 1,201 \text{ kN/m}^2$

Posouzení na mezní stav únosnosti (rozhodující kombinace KZ1, napětí σ_1)

2.1 Max. využití po zatíženích

Zatížení	A		B		C		D		E		F		G		H		J		K		L		M	
	Plocha č.	Bod č.	Souřadnice bodu [m]			Z	č.	Vrstva z [mm]	Strana	Symbol	Napětí [MPa], [°]		Limit	Využití [-]	Graf v protokolu									
KZ1	MSÚ - selhání konstrukce - základní kombinace																							
	1	64	0.615	0.000	0.000	1	12.0	Dolní	σ_x	16.357	80.000	0.20	<input type="checkbox"/>											
	1	1985	0.000	0.615	0.000	1	12.0	Dolní	σ_y	16.357	80.000	0.20	<input type="checkbox"/>											
	1	3836	1.171	1.171	0.000	1	6.0	Střední	τ_{yz}	-1.224			<input type="checkbox"/>											
	1	3836	1.171	1.171	0.000	1	6.0	Střední	τ_{xz}	1.224			<input type="checkbox"/>											
	1	456	0.139	0.139	0.000	1	12.0	Dolní	τ_{xy}	-5.247			<input type="checkbox"/>											
	1	64	0.615	0.000	0.000	1	12.0	Dolní	σ_1	16.358	80.000	0.20	<input type="checkbox"/>											
	1	2016	0.615	0.615	0.000	1	12.0	Dolní	σ_2	12.200	80.000	0.15	<input type="checkbox"/>											
	1	66	0.635	0.000	0.000	1	0.0	Horní	α	-89.48			<input type="checkbox"/>											
KZ2	MSÚ - selhání konstrukce - základní kombinace																							
	1	2016	0.615	0.615	0.000	1	12.0	Dolní	σ_x	15.162	80.000	0.19	<input type="checkbox"/>											
	1	2016	0.615	0.615	0.000	1	12.0	Dolní	σ_y	15.162	80.000	0.19	<input type="checkbox"/>											
	1	1952	0.615	0.595	0.000	1	6.0	Střední	τ_{yz}	-0.478			<input type="checkbox"/>											
	1	2018	0.655	0.615	0.000	1	6.0	Střední	τ_{xz}	-0.478			<input type="checkbox"/>											
	1	391	0.119	0.119	0.000	1	12.0	Dolní	τ_{xy}	-1.868			<input type="checkbox"/>											
	1	2016	0.615	0.615	0.000	1	12.0	Dolní	σ_1	15.515	80.000	0.19	<input type="checkbox"/>											
	1	2016	0.615	0.615	0.000	1	12.0	Dolní	σ_2	14.809	80.000	0.19	<input type="checkbox"/>											
	1	1050	0.496	0.317	0.000	1	0.0	Horní	α	-89.98			<input type="checkbox"/>											

Maximální využití

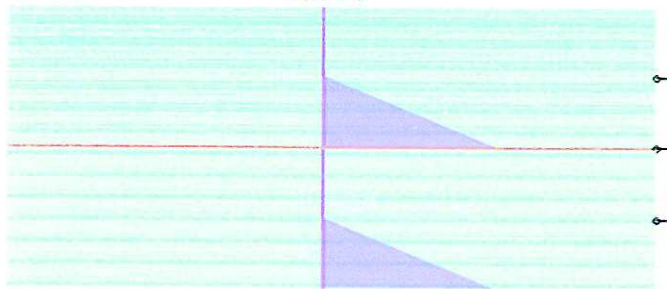
Maximální hodnota napětí

Maximální využití:

0.20 ≤ 1

Napětí - σ_1
 Plocha č. 1
 KZ1
 X: 0.615 m
 Y: 0.000 m
 Z: 0.000 m

-0.002 MPa



- 1: Tepelně tvrzené plavené sklo
- 2: PVB dlouhodobě zatížené
- 3: Tepelně tvrzené plavené sklo

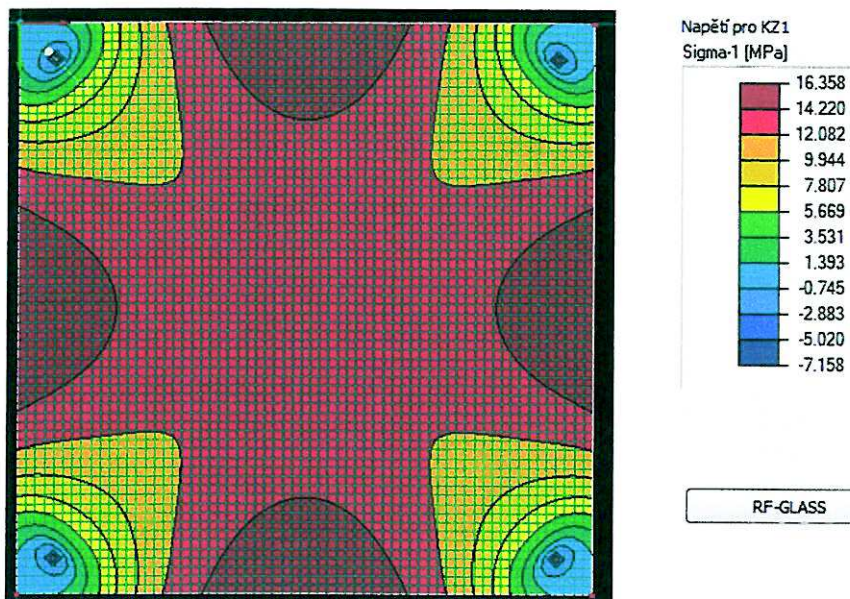
Extremy na ploše
 Min -14.809 MPa
 Max 16.358 MPa

16.358 MPa

Směr osy z
 osy z

Dolní

Průběh rozhodujícího napětí σ_1 po ploše



Posouzení na mezní stav použitelnosti (rozhodující kombinace KZ3, max. dovolený průhyb $L/100 = 1250/100 = 12,5$ mm)

3.1 Max. posunutí

Plocha č.	A Bod č.	B Souřadnice bodu [m]			E Zatížení	F Typ komb.	G Paket č.	H Posuny [mm]		J Využití uz [-]
		X	Y	Z				uz	Mezní uz	
1	2081	0.635	0.635	0.000	KZ3	Charakteristická	1	7.7	12.5	0.62
	2081	0.635	0.635	0.000	KZ4	Charakteristická	1	4.2	12.5	0.33
Maximální posun / Maximální využití										
1	2081	0.635	0.635	0.000	KZ3	Charakteristická	1	7.7	12.5	0.62
	2081	0.635	0.635	0.000		Charakteristická	1	7.7	12.5	0.62

Deformace od rozhodující kombinace KZ3

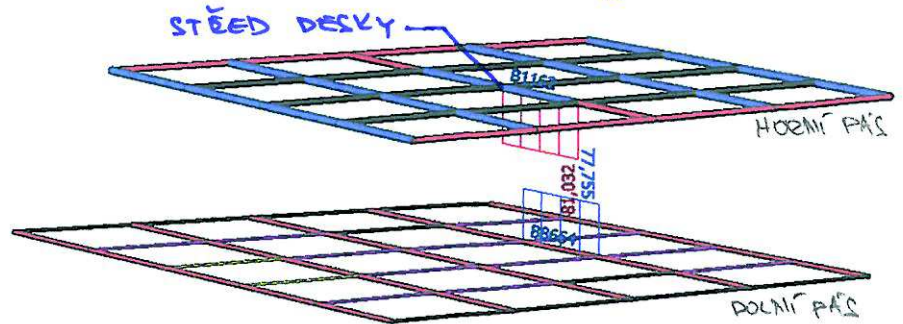


5. Kombinace zabezpečících stavů

- viz. varianta A

6. „Ruční“ ověření vnitřních sil

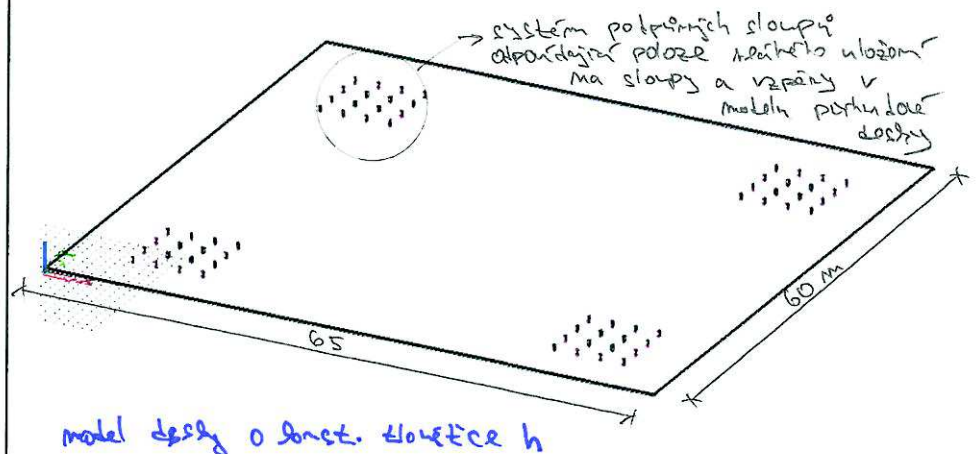
- jedná se o ověření výsledků vnitřních sil
 v dolním a horním pásu desky uprostřed rozpětí
 ve směru x pro ŽS3 - Surh plný



↳ vzhled částí průřezové desky se silami u prvků
 uprostřed rozpětí desky ve směru x

prvek B 1162 : $N_{ed} = -21,032 \text{ 9M}$ (horní pás)
 prvek B 8664 : $N_{ed} = 27,755 \text{ 9M}$ (dolní pás)

- pro řešení problému byla v programu Scia Engineer
 14 vymodelována vodována desky soustředěnými
 tloušťkami h z oceli S235 a polepěním v místech
 reálného uložení na průřezové sloupy a vzpěry;
 podpěry byly modelovány suslymi sloupy s příčizy,
 odpovídajícími příčizím v modelu průřezové desky
 - sloupy jsou s deskou spojeny globálně



- deska byla zatížena plošným zatížením
 $s = 1,552 \text{ kN/m}^2 \text{ (sm)}^2$

Udělný tloušťkový desky h

- v modelu bylo třeba zadat tloušťku desky h
 - výška desky h vychází ze zohlednění rovinnosti
 globálního momentu setrvačnosti příhradové desky I_{glos}
 a momentu spojité desky I_{spoj}

$$I_{glos} = I_{spoj}$$

vypočet I glob

- se vypočtem průměrný průřez (moment setrvačnosti,
 plocha) daný váženým průměrem všech prutů
 horního a dolního pásu příhradové desky

Horní pás	průřez	$A_i [\text{m}^2]$	$I_i [\text{m}^4]$	počet prutů n_i
1	TR Ø 139,7 x 10	4,07E-03	8,62E-06	72
2	TR Ø 139,7 x 8	3,31E-03	7,20E-06	146
3	TR Ø 139,7 x 5	2,12E-03	4,81E-06	126
4	TR Ø 114,3 x 6,3	2,14E-03	3,13E-06	106
5	TR Ø 114,3 x 5	1,72E-03	2,57E-06	246
6	TR Ø 88,9 x 5	1,32E-03	1,16E-06	602
Σn_h				1298

Dolní pás	průřez	$A_i [\text{m}^2]$	$I_i [\text{m}^4]$	počet prutů n_i
1	TR Ø 168,3 x 8	4,03E-03	1,30E-05	26
2	TR Ø 114,3 x 6,3	2,14E-03	3,13E-06	24
3	TR Ø 114,3 x 5	1,72E-03	2,57E-06	132
4	TR Ø 88,9 x 4	1,07E-03	9,63E-07	294
5	TR Ø 60,3 x 5	8,69E-04	3,35E-07	212
6	TR Ø 48,3 x 5	6,80E-04	1,62E-07	239
7	TR Ø 42,4 x 4	4,83E-04	8,99E-08	271
Σn_d				1198

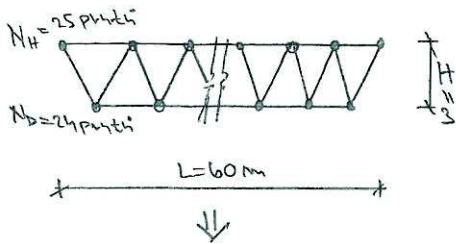
vážený průměr

$$A = \frac{\Sigma A_i \cdot n_i}{\Sigma n_h + \Sigma n_d} = 1,468 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

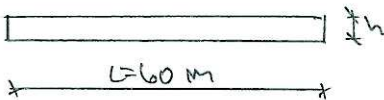
$$I = \frac{\Sigma I_i \cdot n_i}{\Sigma n_h + \Sigma n_d} = 2,047 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

} průměrný průřez horního a dolního pásu na desce

ŘEZ DESKOU PŘÍHRADOVON



ŘEZ SPJOJNOU DESKOU



$$I_{glos} = (N_H + N_B) \cdot I + (N_H + N_B) \cdot A \cdot \left(\frac{H}{2}\right)^2 =$$

$$= (25 + 24) \cdot 2,017 \cdot 10^{-6} + (25 + 24) \cdot 1,1568 \cdot 10^{-3} \left(\frac{3}{2}\right)^2 =$$

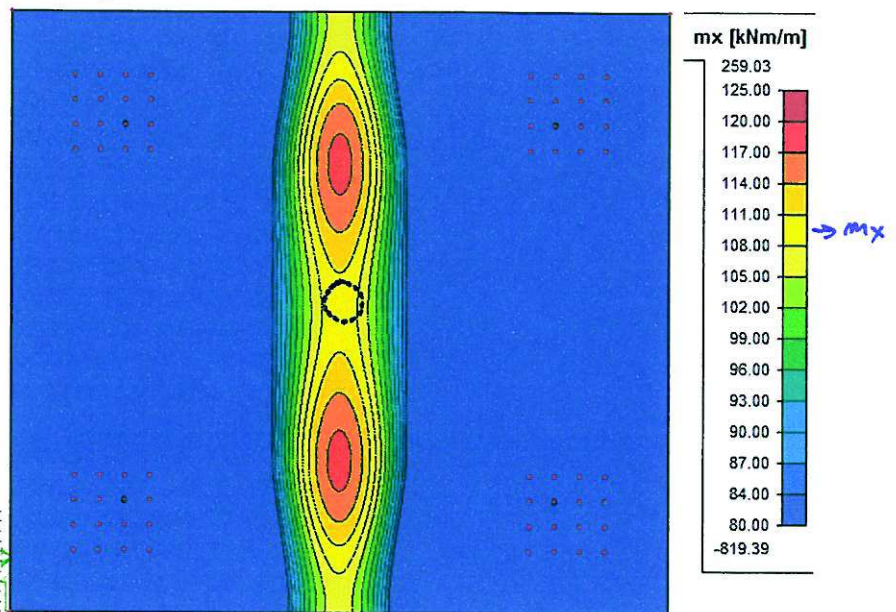
$$= \underline{1,6195 \cdot 10^{-1} \text{ m}^4}$$

$$I_{glos} = I_{spoj}$$

$$I_{glos} = \frac{1}{12} \cdot L \cdot h^3$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{I_{glos} \cdot 12}{L}} = \sqrt[3]{\frac{1,6195 \cdot 10^{-1} \cdot 12}{60}} = \underline{0,319 \text{ m}}$$

Hodnoty měrných momentů na spojité desce m_x [9Nm/m]



↳ z oblasti měrných momentů m_x uprostřed můžeme určit hodnotu momentu m_x

→ 1 punkt přibližně zjednodušené délky 2,5m (vztáhnout k prutu)

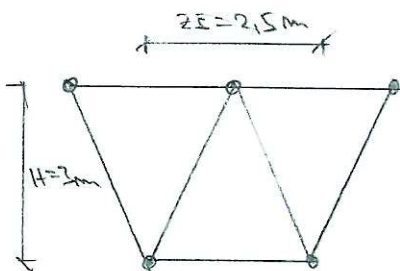
$$m_x' = m_x \cdot z\bar{e} = 109,5 \cdot 2,5 = \underline{273,75 \text{ 9Nm}}$$

Síly v horním resp. dolním pásu N_{mix}

$$N_{mix} = \frac{m_x'}{H} = \frac{273,75}{3} = \underline{91,25 \text{ 9N}}$$

Hodnota N_{mix} se přibližně shoduje s hodnotami v modelu příhradové desky (-81,032 resp. 97,755 9N) ✓

Pozn: Odchyly jsou způsobeny zjednodušenými v geometrii, polepením a celkovými převratem úhly příhradové desky na spojitém



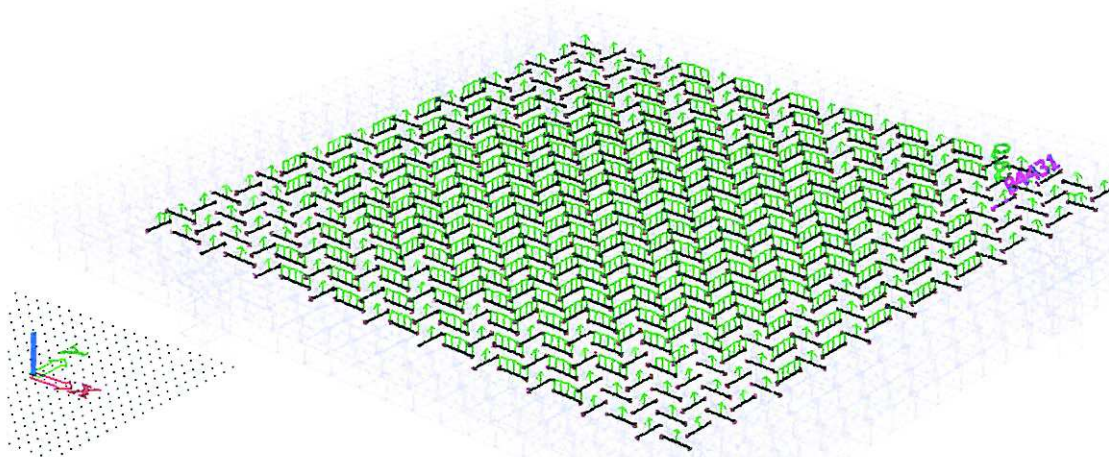
7. Posouzení prvků na mezní stav únosnosti

7.1 Prvky příhradové desky

Všechny pruty příhradové desky (horní pás, dolní pás, diagonály, vaznice) jsou vzájemně spojené klouby, vzpěrná délka je proto pro všechny rovna systémové délce prutu. Následovat budou posudky jednotlivých průřezů a pro přehlednost budou uvedeny pouze rozhodující posudky pro daný průřez.

7.1.1 Vnitřní vaznice - TR Ø 76,1 x 5

Pozn: Vnitřní vaznice jsou méně zatížené větrem, než okrajové části střechy (viz. zatížení)



Jednotkový posudek nejvíce namáhané vnitřní vaznice

Prvek B4431	2,503 m	CHS76.1/5.0	S 235	CO23/12	0,61 -
-------------	---------	-------------	-------	---------	--------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO23	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sněh plný ZS5 a - Vítr příčný, střecha tlak	1,35 1,35 1,50 0,90

Kritický posudek v místě 1.251 m

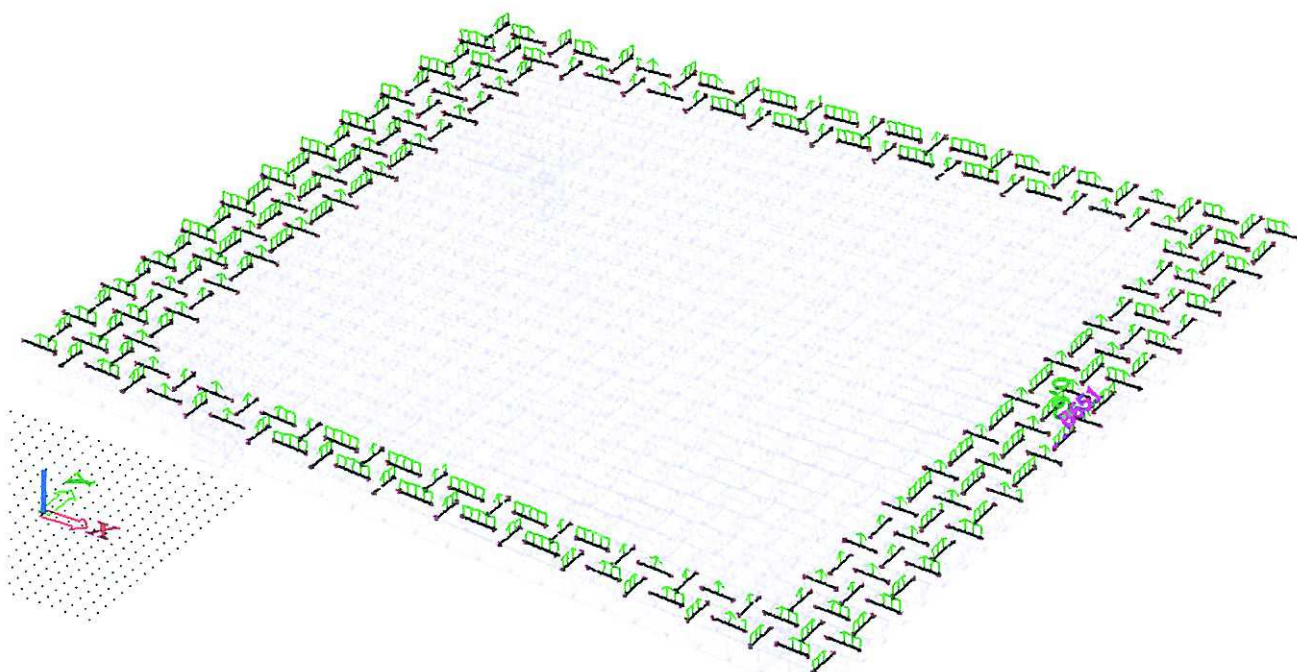
Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	4,361	kN
Vy,Ed	-0,005	kN
Vz,Ed	-2,761	kN
T,Ed	-0,024	kNm
My,Ed	3,546	kNm
Mz,Ed	-0,034	kNm

Posudek ohybového momentu for My

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

Wpl,y	2,4918e-05	m ³
Mpl,y,Rd	5,856	kNm
Jedn. posudek	0,61	-

7.1.2 Okrajové vaznice - TR Ø 88,9 x 4



Jednotkový posudek nejvíce namáhané okrajové vaznice

Prvek B651	2,508 m	CHS88.9/4.0	S 235	CO21/7	0,63 -
------------	---------	-------------	-------	--------	--------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO21	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sněh plný ZS4 a - Větr podélný, střecha tlak	1,35 1,35 1,50 0,90

Kritický posudek v místě 1.254 m

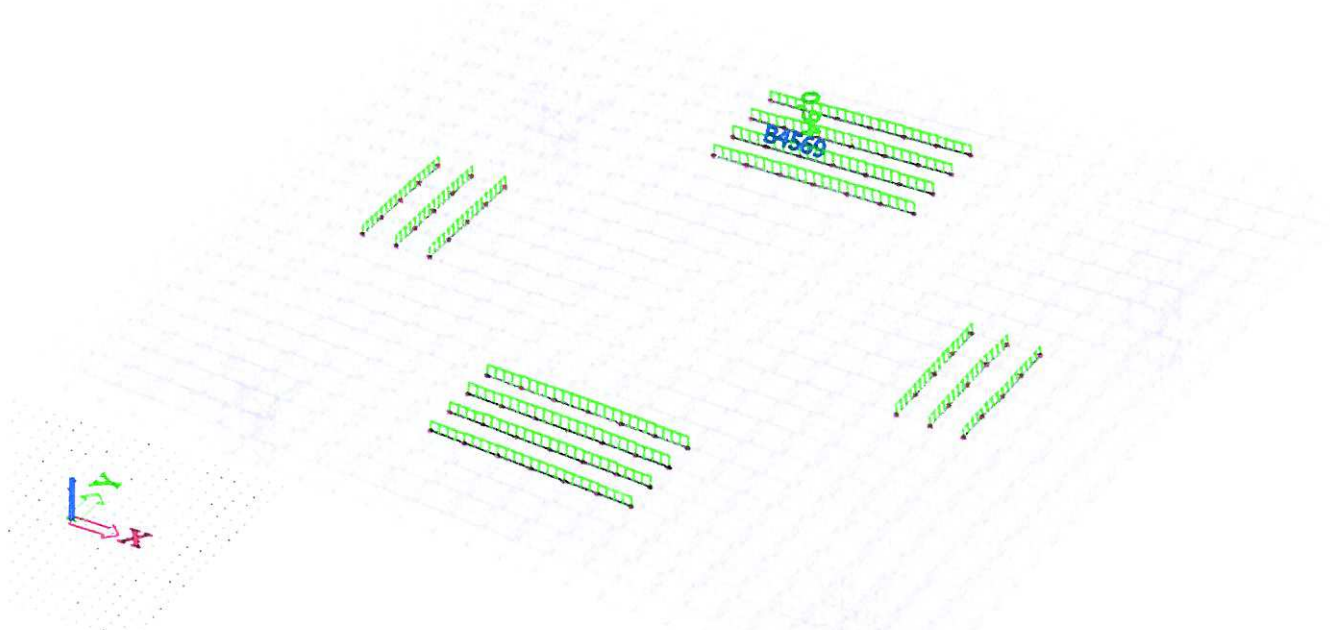
Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-0,440	kN
Vy,Ed	0,005	kN
Vz,Ed	3,290	kN
T,Ed	-0,008	kNm
My,Ed	4,213	kNm
Mz,Ed	0,007	kNm

Posudek ohybového momentu for My

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

Wpl,y	2,8398e-05	m ³
Mpl,y,Rd	6,674	kNm
Jedn. posudek	0,63	-

7.1.3 Horní pás 1 - TR Ø 139,7 x 10



 Jednotkový posudek nejvíce namáhaného horního pásu 1

Prvek B4569	2,502 m	CHS139.7/10.0	S 235	CO23/12	0,94 -
-------------	---------	---------------	-------	---------	--------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO23	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sníh plný ZS5 a - Větr příčný, střecha tlak	1,35 1,35 1,50 0,90

Posudek na tlak s ohybem

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

Tabulka hodnot	
k _{yy}	1.162
k _{yz}	0.771
k _{zy}	0.697
k _{zz}	1.285
Delta M _y	0.000 kNm
Delta M _z	0.000 kNm
A	4.0700e-03 m ²
W _y	1.6590e-04 m ³
W _z	1.6590e-04 m ³
NR _k	956.450 kN
M _{y,Rk}	38.986 kNm
M _{z,Rk}	38.986 kNm
M _{y,Ed}	5.604 kNm
M _{z,Ed}	0.239 kNm
Interakční metoda 2	
Psi _y	1.000
Psi _z	1.000
C _{my}	0.900
C _{mz}	0.900
C _{mLT}	0.900

Kritický posudek v místě 2.502 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N _{Ed}	-658,629	kN
V _{y,Ed}	-0,191	kN
V _{z,Ed}	-4,744	kN
T _{Ed}	-0,032	kNm
M _{y,Ed}	0,000	kNm
M _{z,Ed}	0,000	kNm

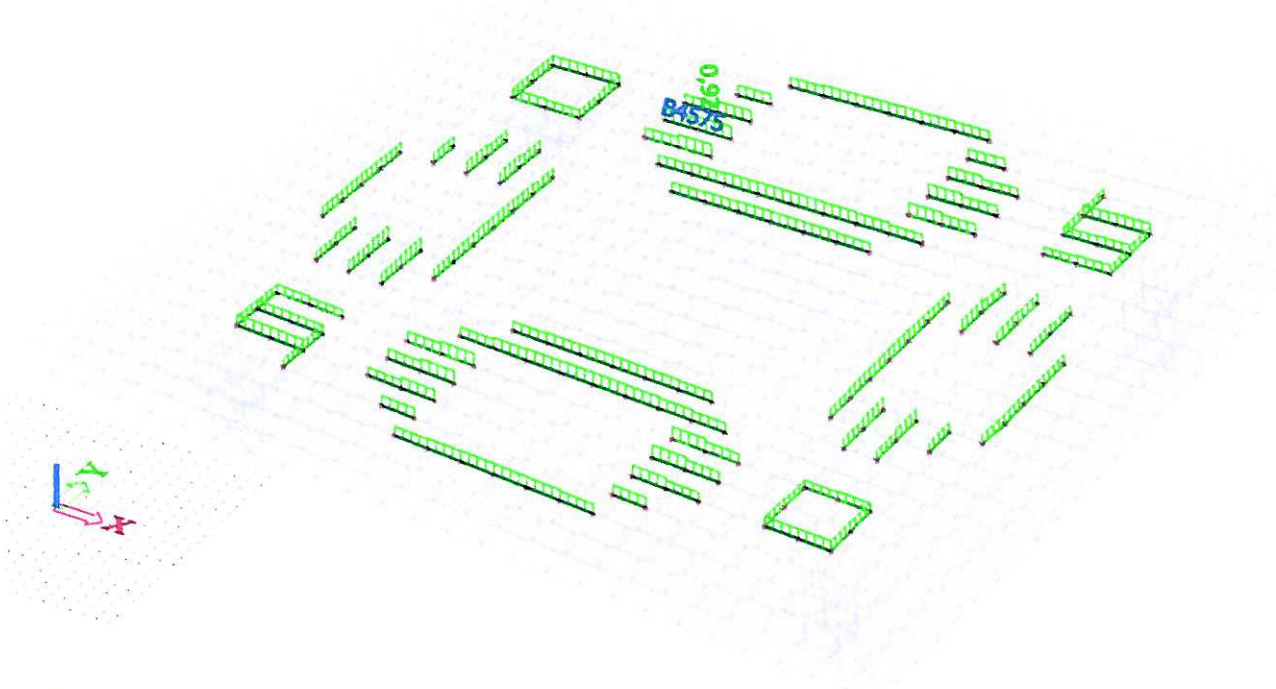
Parametry vzpěru	wy	zz	
Typ posuvných sýčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2,502	2,502	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka L _{cr}	2,502	2,502	m
Kritické Eulerovo zatížení N _{cr}	2853,092	2853,092	kN
Štíhlost Lambda	54,37	54,37	
Poměrná štíhlost Lambda _{rel}	0,58	0,58	
Mezní štíhlost Lambda _{rel,0}	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,90	0,90	
Únosnost na vzpěr N _{b,Rd}	858,684	858,684	kN

$$\text{Jedn. posudek (6.61)} = 0.77 + 0.17 + 0.00 = 0.94$$

$$\text{Jedn. posudek (6.62)} = 0.77 + 0.10 + 0.01 = 0.88$$

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

7.1.4 Horní pás 2 - TR Ø 139,7 x 8



Jednotkový posudek nejvíce namáhaného horního pásu 2

Prvek B4575	2,502 m	CHS139.7/8.0	S 235	CO23/12	0,92 -
-------------	---------	--------------	-------	---------	--------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO23	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sníh plný ZS5 a - Vítr příčný, střecha tlak	1,35 1,35 1,50 0,90

Posudek na tlak s ohybem

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

Tabulka hodnot	
k _{yy}	1.138
k _{yz}	0.748
k _{zy}	0.683
k _{zz}	1.247
Delta My	0.000 kNm
Delta Mz	0.000 kNm
A	3.3100e-03 m ²
Wy	1.3674e-04 m ³
Wz	1.3674e-04 m ³
NRk	777.850 kN
My,Rk	32.134 kNm
Mz,Rk	32.134 kNm
My,Ed	5.531 kNm
Mz,Ed	-0.668 kNm
Interakční metoda 2	
Psi y	1.000
Psi z	1.000
C _{my}	0.900
C _{mz}	0.900
C _{mLT}	0.900

Jedn. posudek (6.61) = 0.71 + 0.20 + 0.02 = 0.92

Jedn. posudek (6.62) = 0.71 + 0.12 + 0.03 = 0.85

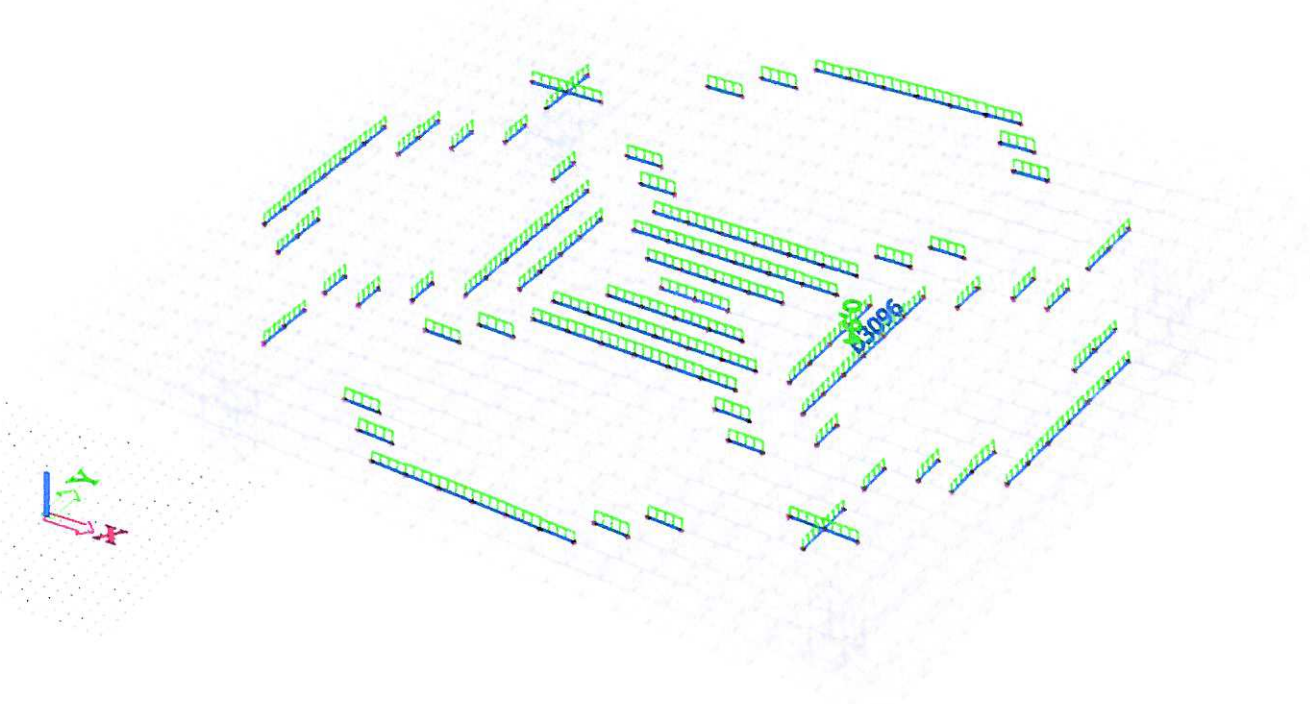
Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

Kritický posudek v místě 2.502 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N _{Ed}	-498,274	kN
V _{y,Ed}	0,534	kN
V _{z,Ed}	-4,636	kN
T _{Ed}	-0,126	kNm
M _{y,Ed}	0,000	kNm
M _{z,Ed}	0,000	kNm

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných sýčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2,502	2,502	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka L _{cr}	2,502	2,502	m
Kritické Eulerovo zatížení N _{cr}	2383,093	2383,093	kN
Štíhlost Lambda	53,65	53,65	
Poměrná štíhlost Lambda _{rel}	0,57	0,57	
Mezní štíhlost Lambda _{rel,0}	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,90	0,90	
Únosnost na vzpěr N _{b,Rd}	700,489	700,489	kN

7.1.5 Horní pás 3 - TR Ø 139,7 x 5



Jednotkový posudek nejvíce namáhaného horního pásu 3

Prvek B3096	2,501 m	CHS139.7/5.0	S 235	C034/15	0,94 -
-------------	---------	--------------	-------	---------	--------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO34	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Snih plný ZS7 a - Větr diagonální II, celá střecha tlak	1,35 1,35 1,50 0,90

Kritický posudek v místě 1.251 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-286,968	kN
Vy,Ed	0,479	kN
Vz,Ed	4,200	kN
T,Ed	-0,024	kNm
My,Ed	5,426	kNm
Mz,Ed	0,638	kNm

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčnicků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2,501	2,501	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	2,501	2,501	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	1593,530	1593,530	kN
Štíhlost Lambda	52,51	52,51	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,56	0,56	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,90	0,90	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	450,790	450,790	kN

Posudek na tlak s ohybem

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

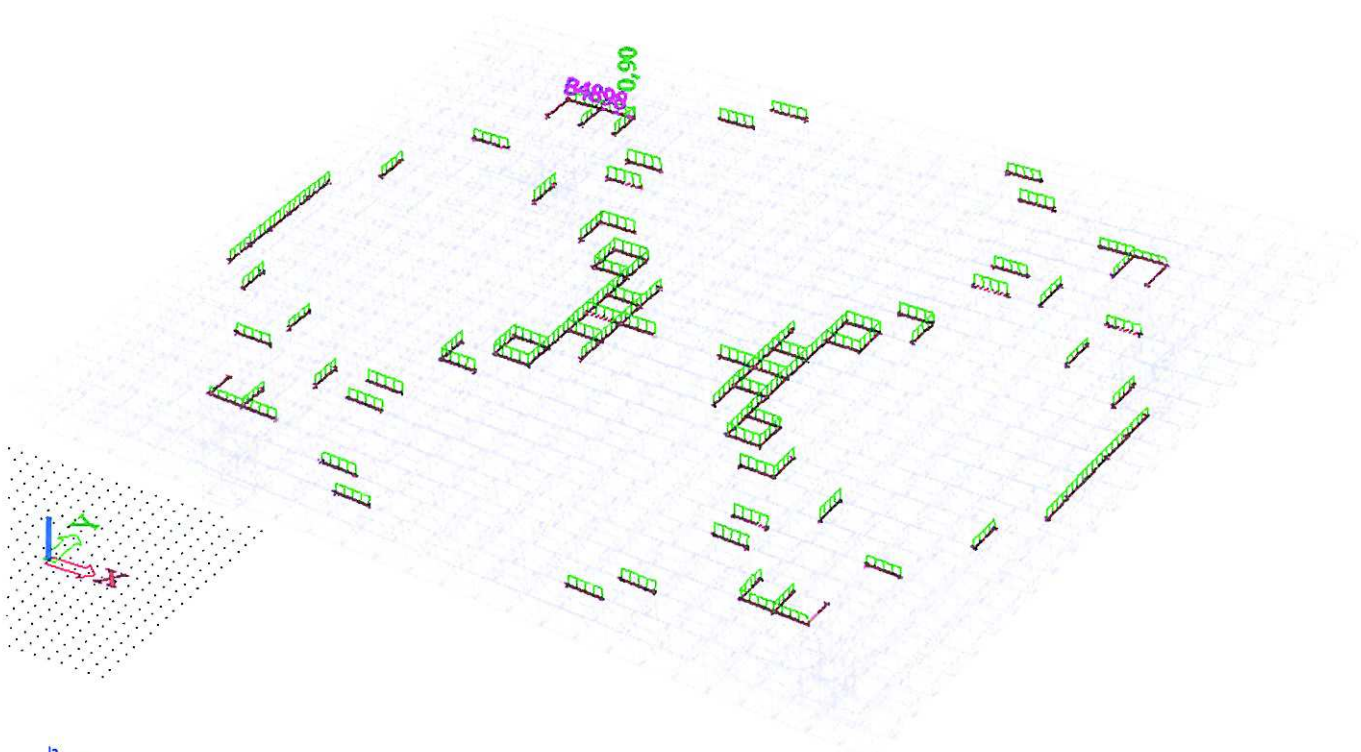
Tabulka hodnot		
kyy	1.106	
kzy	0.718	
kzy	0.663	
kzz	1.197	
Delta My	0.000	kNm
Delta Mz	0.000	kNm
A	2.1200e-03	m ²
Wy	8.9331e-05	m ³
Wz	8.9331e-05	m ³
NRk	498.200	kN
My,Rk	20.993	kNm
Mz,Rk	20.993	kNm
My,Ed	5.426	kNm
Mz,Ed	0.638	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.900	
Cmz	0.900	
CmLT	0.900	


Jedn. posudek (6.61) = 0.64 + 0.29 -- 0.02 - 0.94

Jedn. posudek (6.62) = 0.64 + 0.17 -- 0.04 = 0.84

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

7.1.6 Horní pás 4 - TR Ø 114,3 x 6,3



 Jednotkový posudek nejvíce namáhaného horního pásu 4

Prvek B296	2,502 m	CHS114.3/6.3	S 235	CO23/12	0,90 -
------------	---------	--------------	-------	---------	--------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *S*</i>			
CO23	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,35
		ZS3 - Sněh plný	1,50
		ZS5 a - Větr příčný, střecha tlak	0,90

Kritický posudek v místě 1.251 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	387,335	kN
Vy,Ed	0,033	kN
Vz,Ed	4,004	kN
T,Ed	0,191	kNm
My,Ed	5,479	kNm
Mz,Ed	0,433	kNm

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykově síly

Podle EN 1993-1-1 článku 9.1.2.6 a rovnice (6.31)

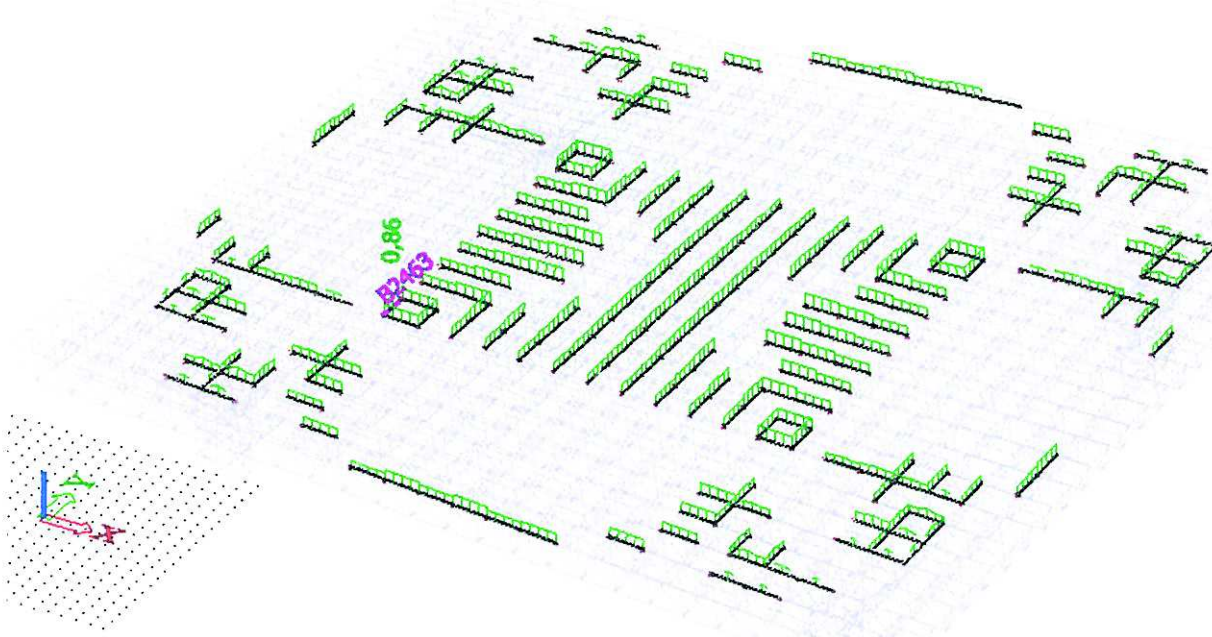
M, výslednice	5,496	kNm
V, výslednice	4,004	kN
MN, Rd	6,099	kNm
Jedn. posudek	0,90	-


Poznámka: Výsledné vnitřní síly se použijí pro trubkové průřezy

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

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

7.1.7 Horní pás 5 - TR Ø 114,3 x 5



 Jednotkový posudek nejvíce namáhaného horního pásu 5

Prvek B2463	2,502 m	CHS114.3/5.0	S 235	CO21/7	0,86 -
--------------------	----------------	---------------------	--------------	---------------	---------------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO21	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Snih plný ZS4 a - Vítr podélný, střecha tlak	1,35 1,35 1,50 0,90

Posudek na tlak s ohybem

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

Kritický posudek v místě 2.502 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-145,211	kN
Vy,Ed	0,261	kN
Vz,Ed	-4,417	kN
T,Ed	0,030	kNm
My,Ed	0,000	kNm
Mz,Ed	0,000	kNm

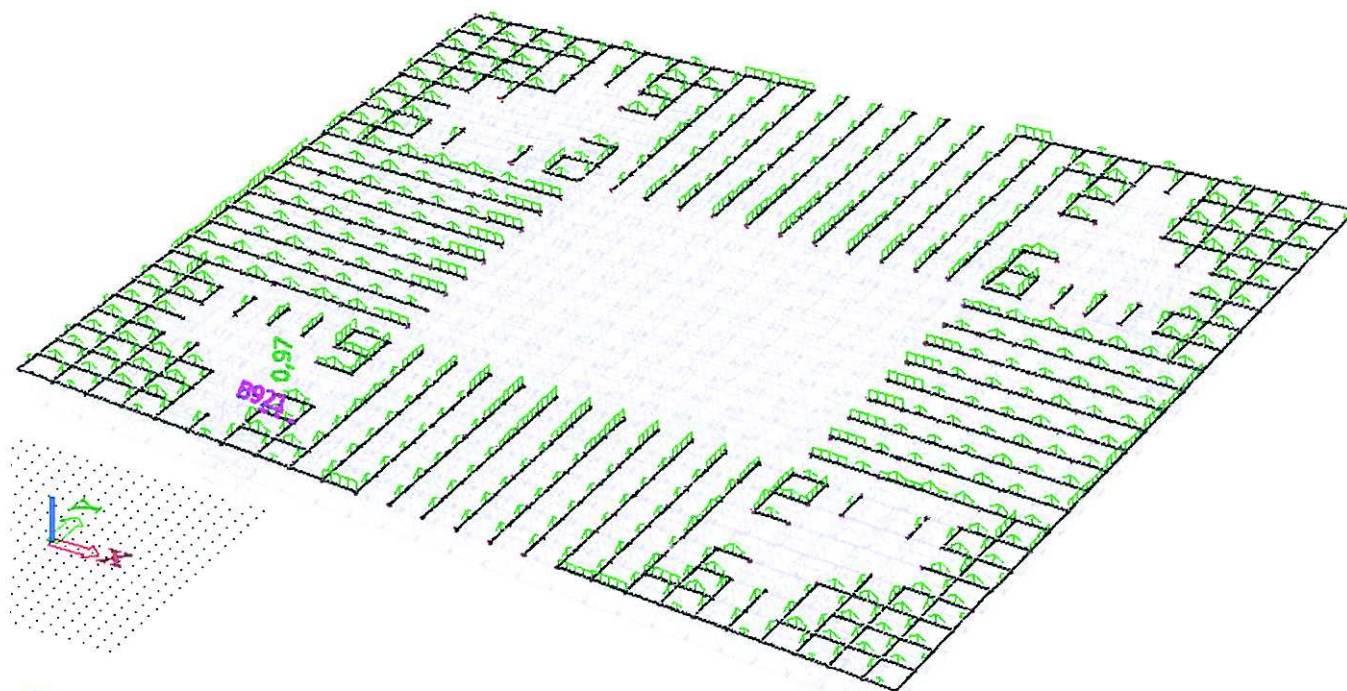
Tabulka hodnot	
kyy	1.085
kyz	0.717
kzy	0.651
kzz	1.195
Delta My	0.000 kNm
Delta Mz	0.000 kNm
A	1.7200e-03 m ²
Wy	5.8832e-05 m ³
Wz	5.8832e-05 m ³
NRk	404.200 kN
My,Rk	13.825 kNm
Mz,Rk	13.825 kNm
My,Ed	5.417 kN:m
Mz,Ed	-0.327 kNm
Interakční metoda 2	
Psi y	1.000
Psi z	1.000
Cmy	0.900
Cmz	0.900
CmLT	0.900

Parametry vzpěru	yy		zz	
	yy	zz	yy	zz
Typ posuvných svyčků	neposuvné	neposuvné		
Systémová délka L	2,502	2,502	m	
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00		
Vzpěrná délka Lcr	2,502	2,502	m	
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	851,063	851,063	kN	
Štíhlost Lambda	64,72	64,72		
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,69	0,69		
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20		
Vzpěr. křivka	a	a		
Imperfekce Alfa	0,21	0,21		
Redukční součinitel Chi	0,85	0,85		
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	344,690	344,690	kN	

Jedn. posudek (6.61) = 0.42 + 0.43 + 0.02 = 0.86
 Jedn. posudek (6.62) = 0.42 + 0.26 + 0.03 = 0.70

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

7.1.8 Horní pás 6 - TR Ø 88,9 x 5



 Jednotkový posudek nejvíce namáhaného horního pásu 6

Prvek B921	2,505 m	CHS88.9/5.0	S 235	CO23/12	0,97 -
------------	---------	-------------	-------	---------	--------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *St</i>			
CO23	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,35
		ZS3 - Sněž plný	1,50
		ZS5 a - Vítr příčný, střecha tlak	0,90

Kritický posudek v místě 1.252 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	118,218	kN
Vy,Ed	0,146	kN
Vz,Ed	-5,025	kN
T,Ed	0,419	kNm
My,Ed	6,401	kNm
Mz,Ed	-0,183	kNm

Posudek na kombinaci ohybu, osová smykovesíly

Podle EN 1993-1-1 článku 9,1.2.6 a rovnice (6.31)

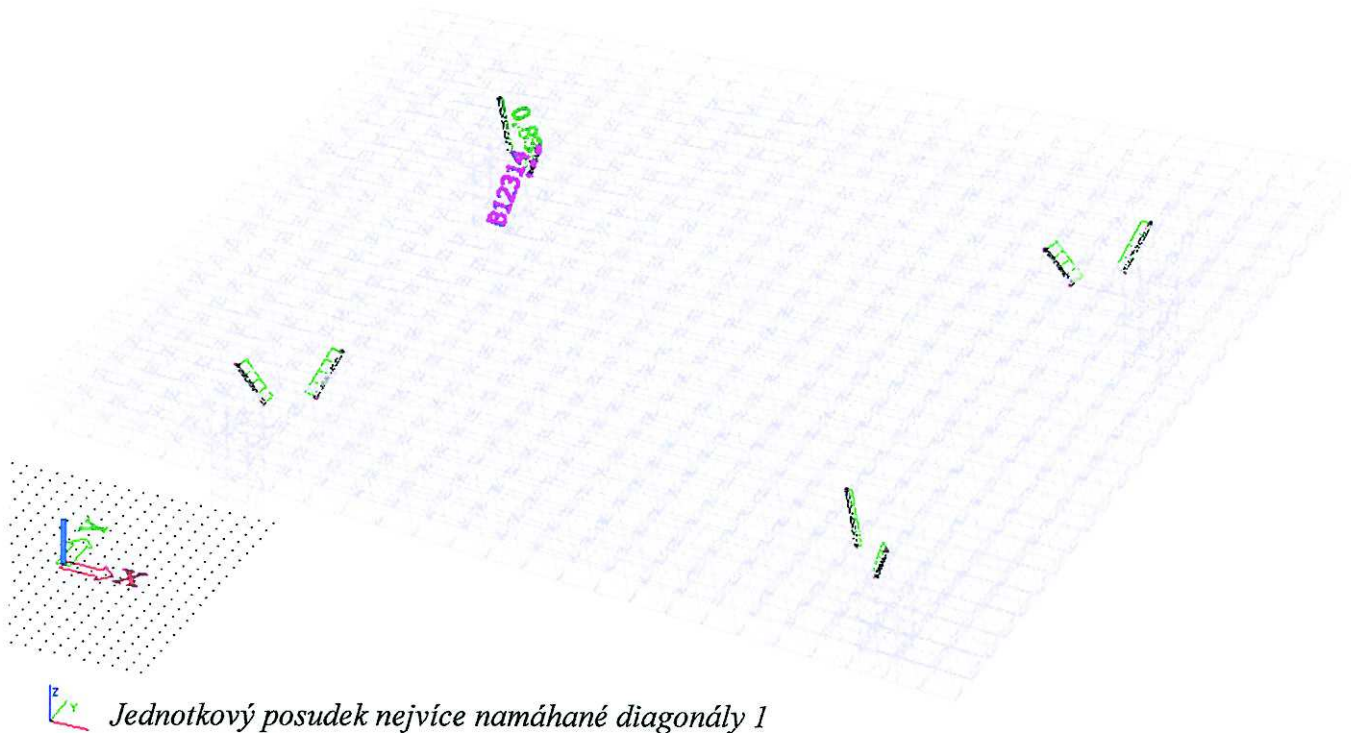
M,výslednice	6,403	kNm
V,výslednice	5,027	kN
MN,Rd	6,569	kNm
Jedn. posudek	0,97	-

Poznámka: Výsledné vnitřní síly se použijí pro trubkové průřezy

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

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

7.1.9 Diagonály 1 - TR Ø 168,3 x 12,5



Prvek B12314	3,573 m	CHS168.3/12.5	S 235	CO27/9	0,83 -
---------------------	----------------	----------------------	--------------	---------------	---------------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>			
CO27	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sníh plný ZS6 c - Vitr diagonální I, střecha nezatížená+tlak	1,35 1,35 1,50 0,90

Kritický posudek v místě 3.573 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-1004,331	kN
Vy,Ed	0,005	kN
Vz,Ed	-0,445	kN
T,Ed	0,224	kNm
My,Ed	0,000	kNm
Mz,Ed	0,000	kNm

Parametry vzpěru	wy	wz	
Typ posuvných svyčků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3,573	3,573	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	3,573	3,573	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	3032,084	3032,084	kN
Štíhlost Lambda	64,68	64,68	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,69	0,69	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,85	0,85	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	1226,748	1226,748	kN

Posudek na tlak s ohybem

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

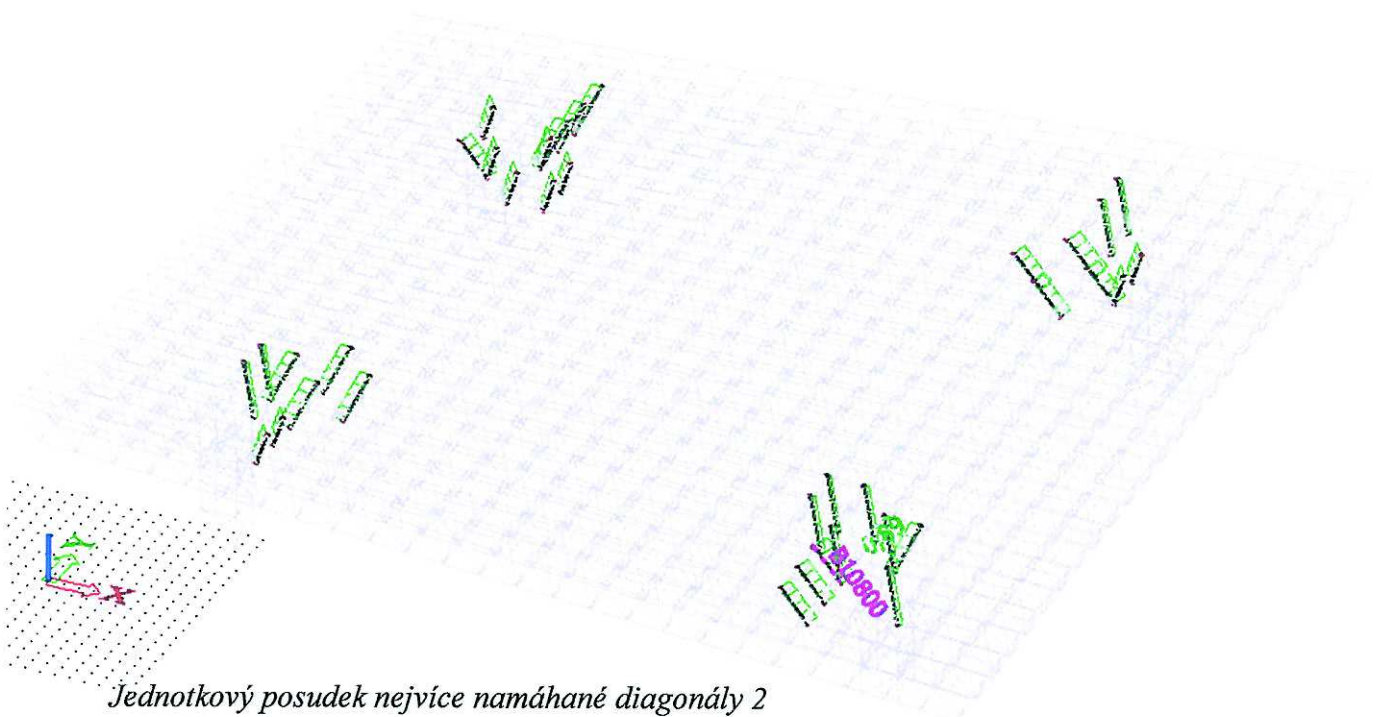
Tabulka hodnot	
k _{xy}	1.330
k _{yz}	0.933
k _{zy}	0.798
k _{zz}	1.555
Delta My	0.000 kNm
Delta Mz	0.000 kNm
A	6.1200e-03 m ²
Wy	2.9928e-04 m ³
Wz	2.9928e-04 m ³
NRk	1438.200 kN
My,Rk	70.330 kNm
Mz,Rk	70.330 kNm
My,Ed	0.398 kNm
Mz,Ed	-0.005 kNm
Interakční metoda 2	
Psi y	1.000
Psi z	1.000
C _{my}	0.950
C _{mz}	0.950
C _{mLT}	0.950

$$\text{Jedn. posudek (6.61)} = 0.82 + 0.01 + 0.00 = 0.83$$

$$\text{Jedn. posudek (6.62)} = 0.82 + 0.00 + 0.00 = 0.82$$

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

7.1.10 Diagonály 2 - TR Ø 139,7 x 6,3



Prvek B10800	3,485 m	CHS139.7/6.3	S 235	CO21/7	0,89 -
--------------	---------	--------------	-------	--------	--------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO21	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sníh plný ZS4 a - Vítr podélný, střecha tlak	1,35 1,35 1,50 0,90

Posudek na tlak s ohybem

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

Kritický posudek v místě 3.485 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-436,420	kN
Vy,Ed	0,083	kN
Vz,Ed	-0,171	kN
T,Ed	-0,638	kNm
My,Ed	0,000	kNm
Mz,Ed	0,000	kNm

Tabulka hodnot		
kyy	1.437	
kyy	1.055	
kzy	0.862	
kzz	1.758	
Delta My	0.000	kNm
Delta Mz	0.000	kNm
A	2.6400e-03	m ²
Wy	1.1043e-04	m ³
Wz	1.1043e-04	m ³
NRk	620.400	kN
My,Rk	25.950	kNm
Mz,Rk	25.950	kNm
My,Ed	0.149	kN:m
Mz,Ed	-0.072	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.950	
Cmz	0.950	
CmLT	0.950	

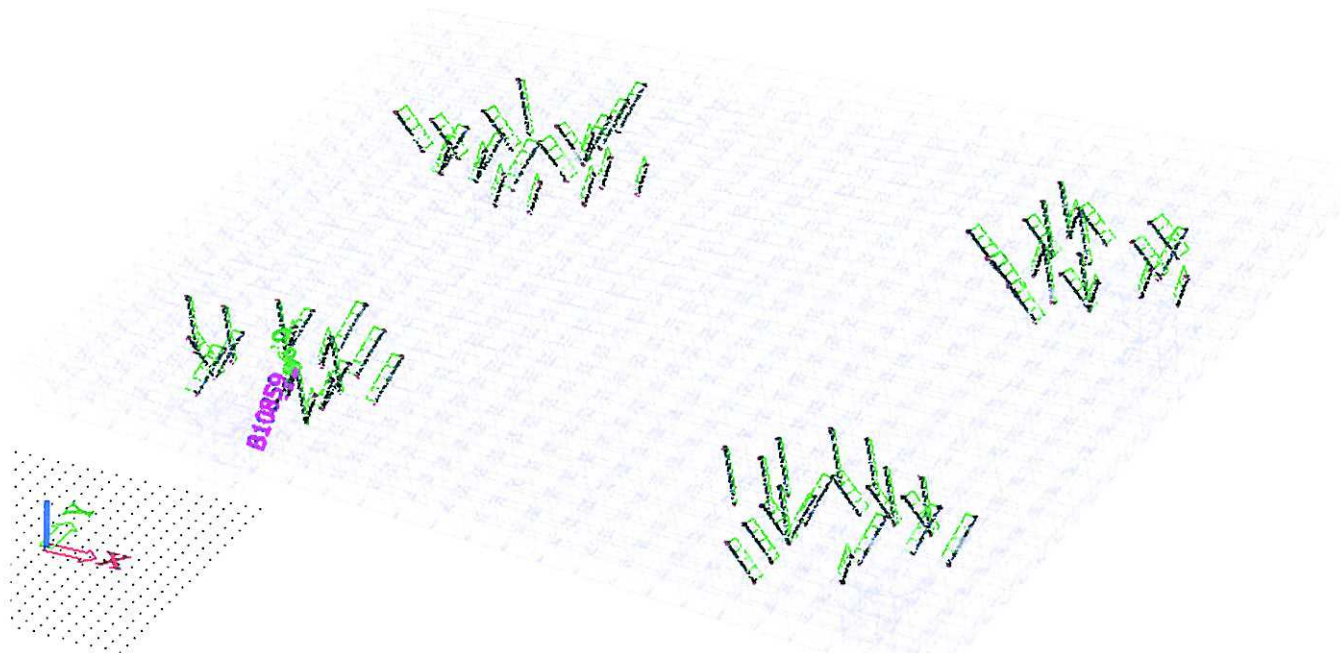
Parametry vzpěru	vy	zz	
Typ posuvných svyčků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3,485	3,485	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	3,485	3,485	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	1004,878	1004,878	kN
Štíhlost Lambda	73,79	73,79	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,79	0,79	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,80	0,80	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	498,646	498,646	kN

Jedn. posudek (6.61) = 0.88 + 0.01 + 0.00 = 0.89

Jedn. posudek (6.62) = 0.88 + 0.00 + 0.00 = 0.89

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

7.1.11 Diagonály 3 - TR Ø 114,3 x 6,3



Jednotkový posudek nejvíce namáhané diagonály 3

Prvek B10859	3,479 m	CHS114.3/6.3	S 235	CO21/7	0,96 -
--------------	---------	--------------	-------	--------	--------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO21	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sníh plný ZS4 a - Větr podélný, střecha tlak	1,35 1,35 1,50 0,90

Posudek na tlak s ohybem

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

Kritický posudek v místě 3.479 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-327,650	kN
Vy,Ed	-0,084	kN
Vz,Ed	-0,124	kN
T,Ed	0,529	kNm
My,Ed	0,000	kNm
Mz,Ed	0,000	kNm

Tabulka hodnot	
kyy	1.642
kyz	1.292
kzy	0.985
kzz	2.154
Delta My	0.000 kNm
Delta Mz	0.000 kNm
A	2.1400e-03 m ²
Wy	7.2406e-05 m ³
Wz	7.2406e-05 m ³
NRk	502.900 kN
My,Rk	17.016 kNm
Mz,Rk	17.016 kNm
My,Ed	0.108 kNm
Mz,Ed	0.073 kNm
Interakční metoda 2	
Psi y	1.000
Psi z	1.000
Cmy	0.950
Cmz	0.950
CmLT	0.950

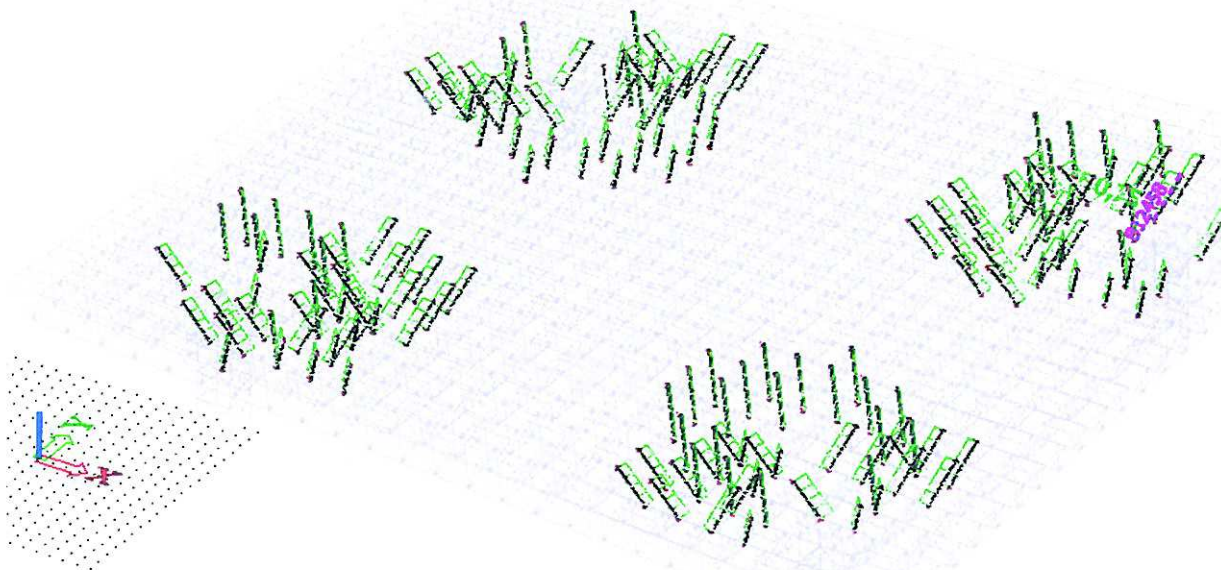
Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných svyčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3,479	3,479	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	3,479	3,479	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	536,070	536,070	kN
Štíhlost Lambda	90,96	90,96	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,97	0,97	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,69	0,69	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	345,736	345,736	kN

Jedn. posudek (6.61) = 0.95 + 0.01 + 0.01 = 0.96

Jedn. posudek (6.62) = 0.95 + 0.01 + 0.01 = 0.96

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

7.1.12 Diagonály 4 - TR Ø 114,3 x 5



Jednotkový posudek nejmávanější diagonály 4

Prvek B12458	3,601 m	CHS114.3/5.0	S 235	CO27/9	0,75 -
--------------	---------	--------------	-------	--------	--------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [1]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Student</i>			
CO27	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sníh plný ZS6 c - Vítř diagonální I, střecha nezatížena+tlak	1,35 1,35 1,50 0,90

Posudek na tlak s ohybem

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

Kritický posudek v místě 3.601 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-197,935	kN
Vy,Ed	-0,123	kN
Vz,Ed	-0,154	kN
T,Ed	-0,233	kNm
My,Ed	0,000	kNm
Mz,Ed	0,000	kNm

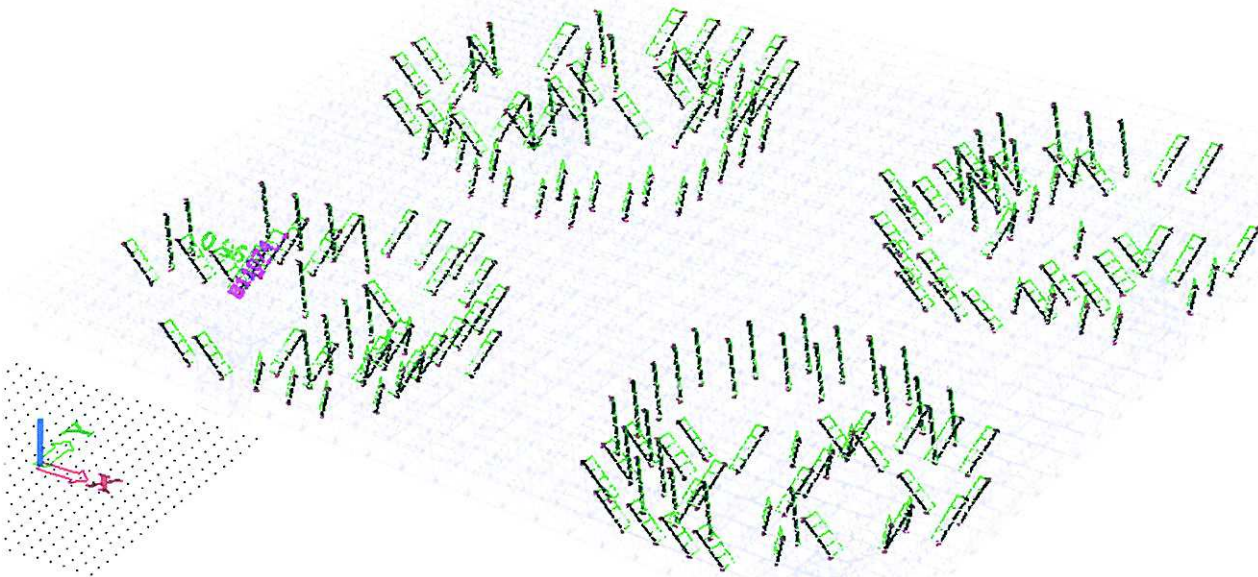
Tabulka hodnot		
kyy	1.499	
kyz	1.145	
kzy	0.899	
kzz	1.909	
Delta My	0.000	kNm
Delta Mz	0.000	kNm
A	1.7200e-03	m ²
Wy	5.8832e-05	m ³
Wz	5.8832e-05	m ³
NRk	404.200	kN
My,Rk	13.825	kNm
Mz,Rk	13.825	kNm
My,Ed	0.138	kN:m
Mz,Ed	0.111	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.950	
Cmz	0.950	
CmLT	0.950	


Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných sčůčků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3,601	3,601	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	3,601	3,601	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	410,878	410,878	kN
Štíhlost Lambda	93,15	93,15	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,99	0,99	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,67	0,67	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	271,340	271,340	kN

Jedn. posudek (6.61) = 0.73 + 0.02 + 0.01 = 0.75
 Jedn. posudek (6.62) = 0.73 + 0.01 + 0.02 = 0.75

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

7.1.13 Diagonály 5 - TR Ø 88,9 x 4



 Jednotkový posudek nejvíce namáhané diagonály 5

Prvek B11074	3,385 m	CHS88.9/4.0	S 235	CO27/9	0,96 -
--------------	---------	-------------	-------	--------	--------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
<small>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</small>			
CO27	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,35
		ZS3 - Sníh plný	1,50
		ZS6 c - Větr diagonální I, střecha nezatížená+tlak	0,90

Posudek na tlak s ohybem

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

Kritický posudek v místě 3.385 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-122,873	kN
Vy,Ed	-0,100	kN
Vz,Ed	-0,095	kN
T,Ed	-0,272	kNm
My,Ed	0,000	kNm
Mz,Ed	0,000	kNm

Tabulka hodnot		
kyy	1.652	
kyz	1.307	
kzy	0.991	
kzz	2.178	
Delta My	0.000	kNm
Delta Mz	0.000	kNm
A	1.0700e-03	m ²
Wy	2.8398e-05	m ³
Wz	2.8398e-05	m ³
NRk	251.450	kN
My,Rk	6.674	kNm
Mz,Rk	6.674	kNm
My,Ed	0.080	kNm
Mz,Ed	0.085	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.950	
Cmz	0.950	
CmLT	0.950	

Posudek rovinného vzpěru

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

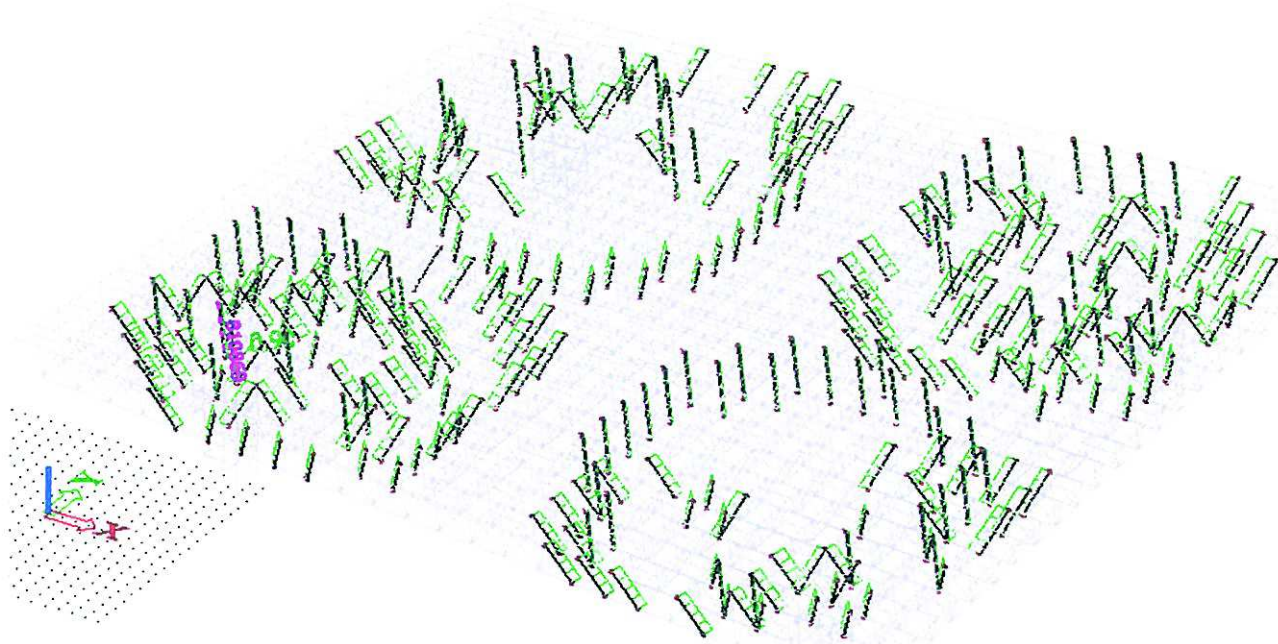
Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných sýčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3,385	3,385	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	3,385	3,385	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	174,193	174,193	kN
Štíhlost Lambda	112,83	112,83	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	1,20	1,20	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,53	0,53	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	133,036	133,036	kN

Jedn. posudek (6.61) = 0.92 + 0.02 + 0.02 = 0.96

Jedn. posudek (6.62) = 0.92 + 0.01 + 0.03 = 0.96

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

7.1.14 Diagonály 6 - TR Ø 76,1 x 4



Jednotkový posudek nejvíce namáhané diagonály 6

Prvek B10869	3,465 m	CHS76.1/4.0	S 235	CO21/7	0,90 -
--------------	---------	-------------	-------	--------	--------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO21	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Snih plný ZS4 a - Vitr podélný, střecha tlak	1,35 1,35 1,50 0,90

Kritický posudek v místě 3.465 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-71,282	kN
Vy,Ed	0,063	kN
Vz,Ed	-0,137	kN
T,Ed	0,056	kNm
My,Ed	0,000	kNm
Mz,Ed	0,000	kNm

Parametry vzpěru	yy	zz
Typ posuvných sýčníků	neposuvné	neposuvné
Systémová délka L	3,465	3,465
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00
Vzpěrná délka Lcr	3,465	3,465
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	102,007	102,007
Štíhlost Lambda	135,68	135,68
Poměrná štíhlost Lambda,rel	1,44	1,44
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20
Vzpěr. křivka	a	a
Imperfekce Alfa	0,21	0,21
Redukční součinitel Chi	0,40	0,40
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	84,471	84,471

Posudek na tlak s ohybem

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

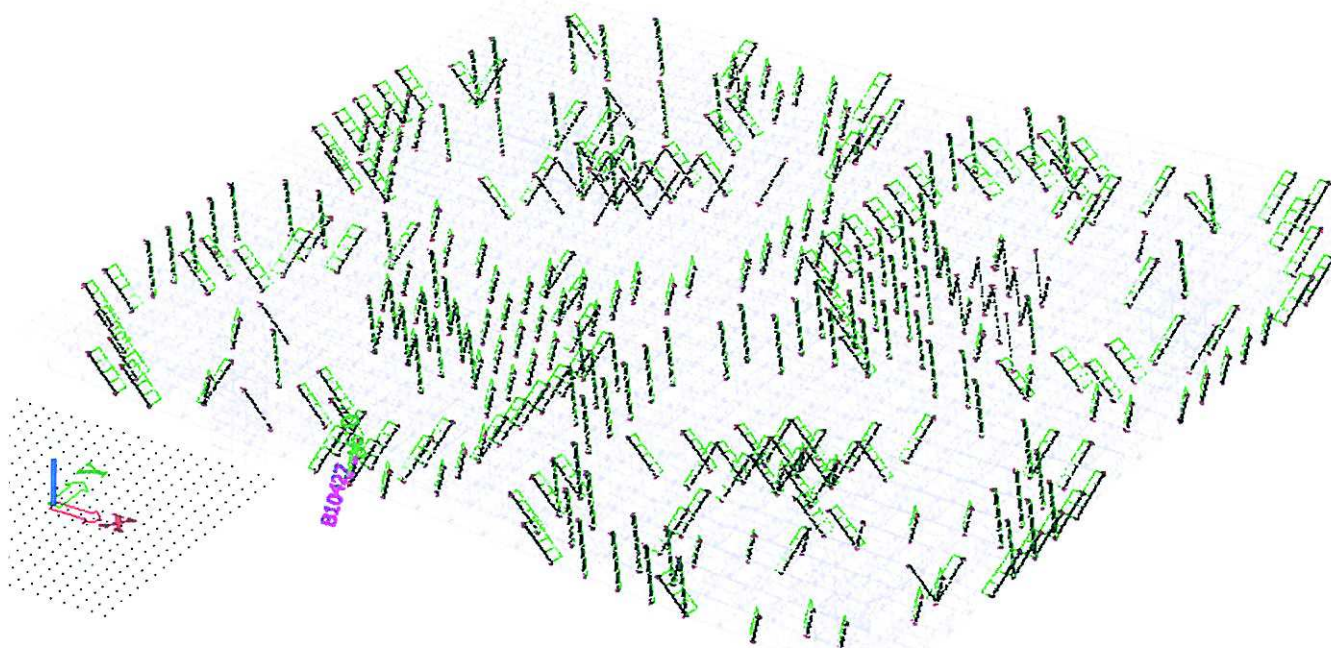
Tabulka hodnot		
kyy	1.591	
kyz	1.243	
kzy	0.955	
kzz	2.072	
Delta My	0.000	kNm
Delta Mz	0.000	kNm
A	9.0600e-04	m ²
Wy	2.0487e-05	m ³
Wz	2.0487e-05	m ³
NRk	212.910	kN
My,Rk	4.814	kNm
Mz,Rk	4.814	kNm
My,Ed	0.119	kNm
Mz,Ed	-0.054	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.950	
Cmz	0.950	
CmLT	0.950	

Jedn. posudek (6.61) = 0.84 + 0.04 + 0.01 = 0.90

Jedn. posudek (6.62) = 0.84 + 0.02 + 0.02 = 0.89

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

7.1.15 Diagonály 7 - TR Ø 60,3 x 5



Jednotkový posudek nejvíce namáhané diagonály 7

Prvek B10427	3,425 m	CHS60.3/5.0	S 235	CO23/12	0,99 -
--------------	---------	-------------	-------	---------	--------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO23	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sníh plný ZS5 a - Vitr příčný, střecha tlak	1,35 1,35 1,50 0,90

Posudek na tlak s ohybem

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

Tabulka hodnot	
k _{yz}	1.679
k _{zy}	1.336
k _{zy}	1.007
k _{zz}	2.226
Delta M _y	0.000 kNm
Delta M _z	0.000 kNm
A	8.6900e-04 m ²
W _y	1.5090e-05 m ³
W _z	1.5090e-05 m ³
NR _k	204.215 kN
M _{y,Rk}	3.546 kNm
M _{z,Rk}	3.546 kNm
M _{y,Ed}	0.032 kNm
M _{z,Ed}	-0.042 kNm
Interakční metoda 2	
Psi _y	1.000
Psi _z	1.000
C _{my}	0.950
C _{mz}	0.950
C _{mLT}	0.950

Kritický posudek v místě 3.425 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-50,007	kN
V _y ,Ed	0,049	kN
V _z ,Ed	-0,038	kN
T,Ed	0,075	kNm
M _y ,Ed	0,000	kNm
M _z ,Ed	0,000	kNm

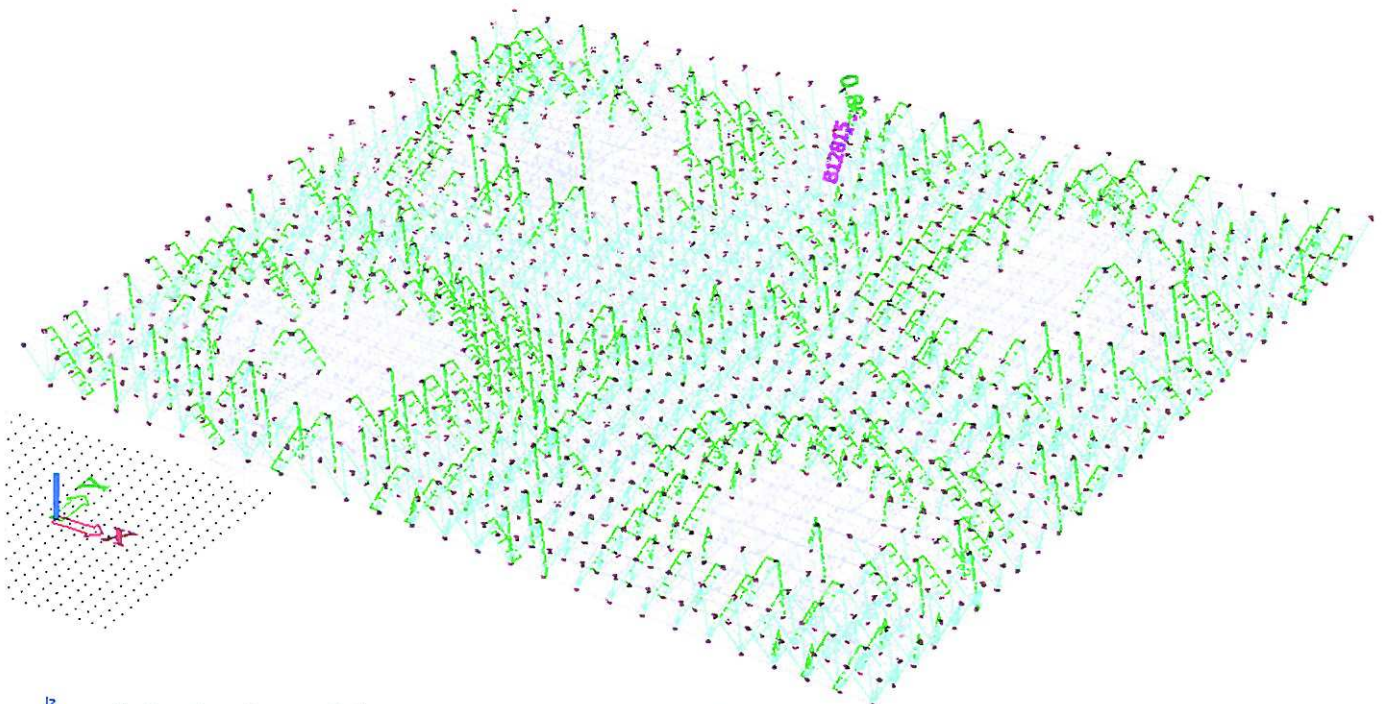
Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných sč.čníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3,425	3,425	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka L _{cr}	3,425	3,425	m
Kritické Eulerovo zatížení N _{cr}	59,187	59,187	kN
Štíhlost Lambda	174,44	174,44	
Poměrná štíhlost Lambda _{rel}	1,86	1,86	
Mezní štíhlost Lambda _{rel,0}	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,26	0,26	
Únosnost na vzpěr N _{b,Rd}	52,126	52,126	kN

Jedn. posudek (6.61) = 0.96 + 0.02 + 0.02 = 0.99

Jedn. posudek (6.62) = 0.96 + 0.01 + 0.03 = 0.99

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

7.1.16 Diagonály 8 - TR Ø 60,3 x 4



Jednotkový posudek nejvíce namáhané diagonály 8

Prvek B12815	3,573 m	CHS60.3/4.0	S 235	CO34/15	0,80 -
--------------	---------	-------------	-------	---------	--------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*			
CO34	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,35
		ZS3 - Sníh plný	1,50
		ZS7 a - Vitr diagonální II, celá střecha tlak	0,90

Kritický posudek v místě 3.573 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-30,020	kN
Vy,Ed	-0,072	kN
Vz,Ed	-0,067	kN
T,Ed	-0,058	kNm
My,Ed	0,000	kNm
Mz,Ed	0,000	kNm

Parametry vzpěru	vy	zz	
Typ posuvných systémů	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3,573	3,573	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	3,573	3,573	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	45,773	45,773	kN
Štíhlost Lambda	178,92	178,92	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	1,91	1,91	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,24	0,24	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	40,491	40,491	kN

Posudek na tlak s ohybem

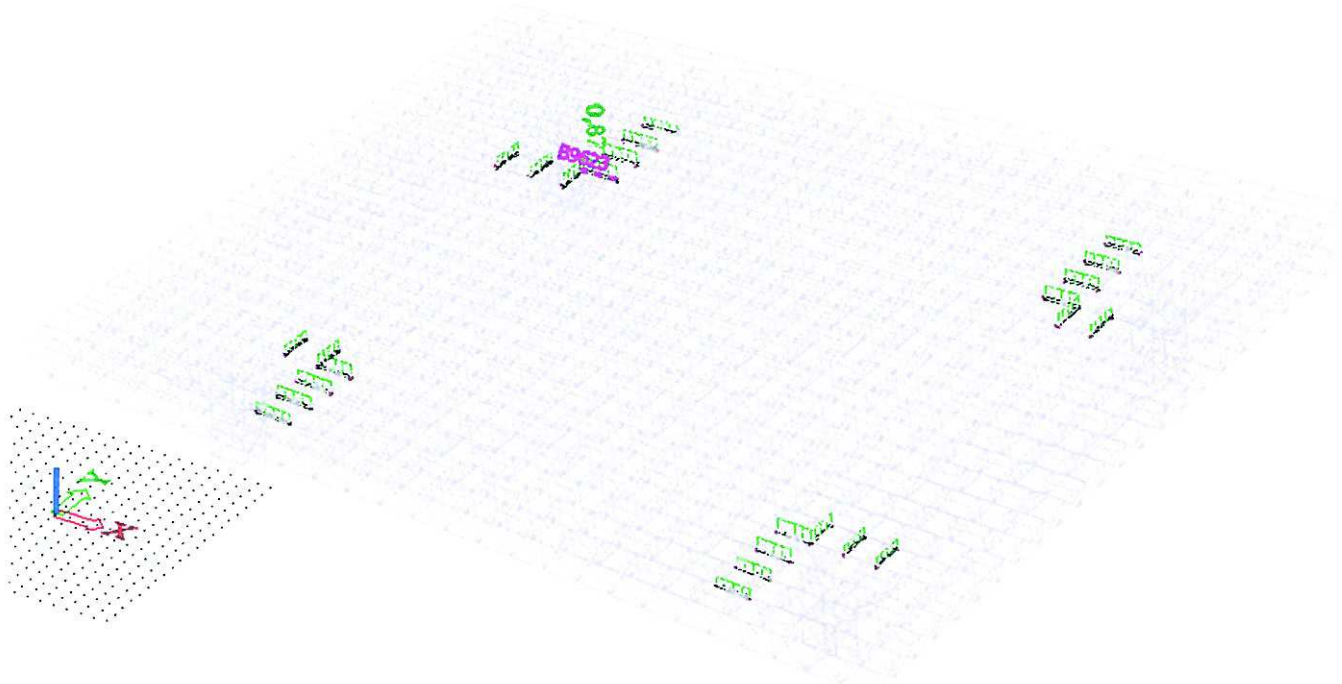
Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce (6.61), (6.62)
 Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
kyy	1.513	
kyz	1.162	
kzy	0.908	
kzz	1.936	
Delta My	0.000	kNm
Delta Mz	0.000	kNm
A	7.0700e-04	m ²
Wy	1.2500e-05	m ³
Wz	1.2500e-05	m ³
NRk	166.145	kN
My,Rk	2.937	kNm
Mz,Rk	2.937	kNm
My,Ed	0.060	kN:m
Mz,Ed	0.065	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.950	
Cmz	0.950	
CmLT	0.950	

Jedn. posudek (6.61) = 0.74 + 0.03 + 0.03 = 0.80
 Jedn. posudek (6.62) = 0.74 + 0.02 + 0.04 = 0.80

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

7.1.17 Dolní pás 1 - TR Ø 168,3 x 8



¹² Jednotkový posudek nejvíce namáhaného dolního pásu 1

Prvek B9623	2,502 m	CHS168.3/8.0	S 235	CO23/12	0,87 -
-------------	---------	--------------	-------	---------	--------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *St</i>			
CO23	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,35
		ZS3 - Sníh plný	1,50
		ZS5 a - Větr příčný, střecha tlak	0,90

Posudek na tlak s ohybem

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

Kritický posudek v místě 2.502 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-759,289	kN
Vy,Ed	0,000	kN
Vz,Ed	-0,524	kN
T,Ed	-0,150	kNm
My,Ed	0,000	kNm
Mz,Ed	0,000	kNm

Tabulka hodnot		
kyy	1.170	
kyz	0.775	
kzy	0.702	
kzz	1.291	
Delta My	0.000	kNm
Delta Mz	0.000	kNm
A	4.0300e-03	m ²
Wy	2.0249e-04	m ³
Wz	2.0249e-04	m ³
NRk	947.050	kN
My,Rk	47.586	kNm
Mz,Rk	47.586	kNm
My,Ed	0.328	kNm
Mz,Ed	0.000	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.950	
Cmz	1.000	
Cmi,T	0.950	

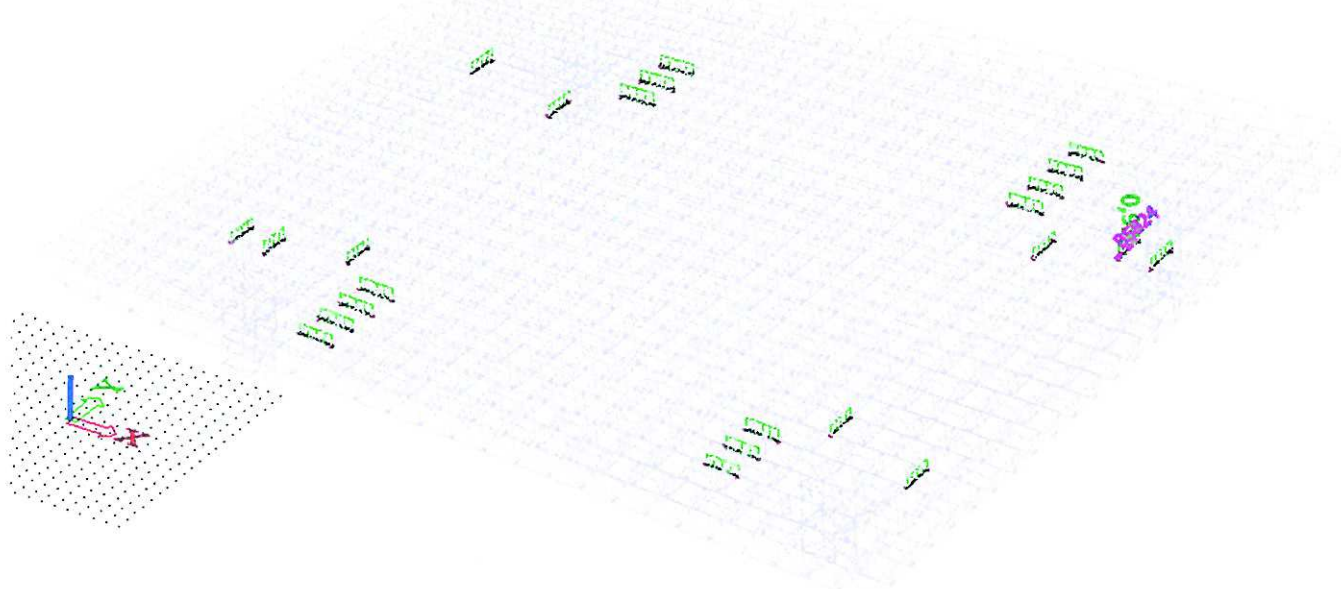
Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčnicků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2,502	2,502	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	2,502	2,502	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	4294,008	4294,008	kN
Štíhlost Lambda	44,10	44,10	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,47	0,47	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,93	0,93	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	884,019	884,019	kN

Jedn. posudek (6.61) = 0.86 + 0.01 + 0.00 = 0.87

Jedn. posudek (6.62) = 0.86 + 0.00 + 0.00 = 0.86

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

7.1.18 Dolní pás 2 - TR Ø 114,3 x 6,3



Jednotkový posudek nejvíce namáhaného dolního pásu 2

Prvek B5824	2,504 m	CHS114.3/6.3	S 235	CO21/7	0,99 -
-------------	---------	--------------	-------	--------	--------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO21	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sníh plný ZS4 a - Vítr podélný, střecha tlak	1,35 1,35 1,50 0,90

Posudek na tlak s ohybem

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

Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-418,369	kN
Vy,Ed	0,000	kN
Vz,Ed	0,278	kN
T,Ed	0,030	kNm
My,Ed	0,000	kNm
Mz,Ed	0,000	kNm

Tabulka hodnot		
kyy	1.413	
kyz	1.067	
kzy	0.848	
kzz	1.779	
Delta My	0.000	kNm
Delta Mz	0.000	kNm
A	2.1400e-03	m ²
Wy	7.2406e-05	m ³
Wz	7.2406e-05	m ³
NRk	502.900	kN
My,Rk	17.016	kNm
Mz,Rk	17.016	kNm
My,Ed	0.174	kNm
Mz,Ed	0.000	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.950	
Cmz	1.000	
CmLT	0.950	

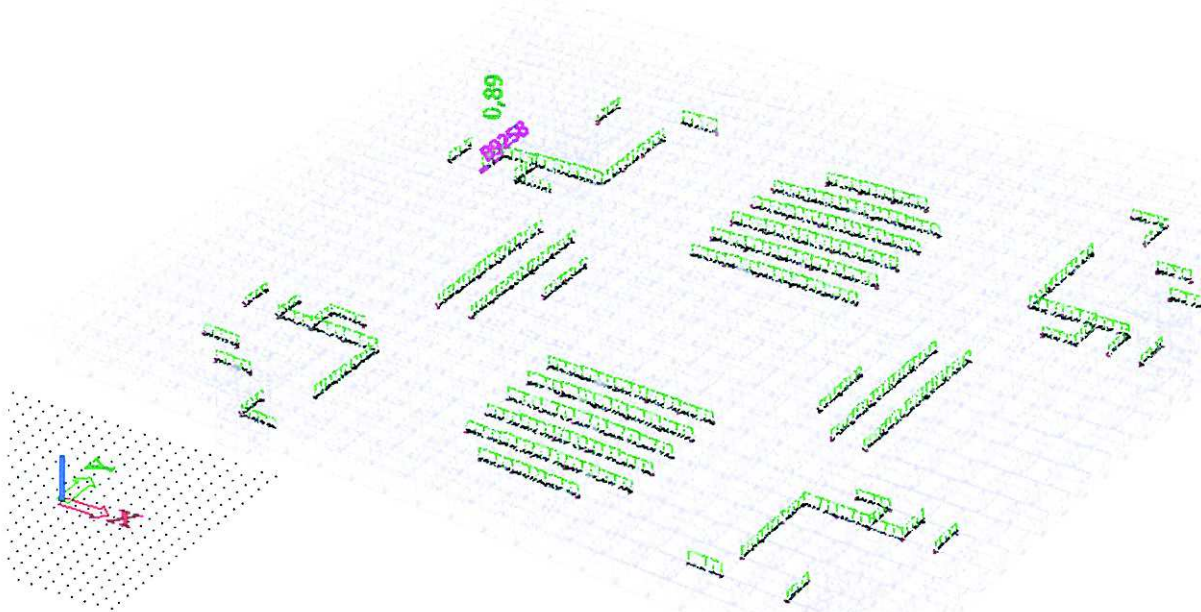
Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčniců	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2,504	2,504	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	2,504	2,504	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	1034,320	1034,320	kN
Štíhlost Lambda	65,48	65,48	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,70	0,70	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,85	0,85	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	426,966	426,966	kN

Jedn. posudek (6.61) = 0.98 + 0.01 + 0.00 = 0.99

Jedn. posudek (6.62) = 0.98 + 0.01 + 0.00 = 0.99

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

7.1.19 Dolní pás 3 - TR Ø 114,3 x 5



Jednotkový posudek nejvíce namáhaného dolního pásu 3

Prvek B9258	2,504 m	CHS114.3/5.0	S 235	CO21/7	0,89 -
-------------	---------	--------------	-------	--------	--------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO21	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sníh plný ZS4 a - Vitr podélný, střecha tlak	1,35 1,35 1,50 0,90

Posudek na tlak s ohybem

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

Kritický posudek v místě 2.504 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-291,125	kN
Vy,Ed	0,134	kN
Vz,Ed	-0,180	kN
T,Ed	0,064	kNm
My,Ed	0,150	kNm
Mz,Ed	0,046	kNm

Tabulka hodnot		
kyy	1.388	
kyz	0.811	
kzy	0.833	
kzz	1.352	
Delta My	0.000	kNm
Delta Mz	0.000	kNm
A	1.7200e-03	m ²
Wy	5.8832e-05	m ³
Wz	5.8832e-05	m ³
NRk	404.200	kN
My,Rk	13.825	kNm
Mz,Rk	13.825	kNm
My,Ed	0.235	kNm
Mz,Ed	-0.290	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	0.271	
Psi z	-0.158	
Cmy	0.982	
Cmz	0.815	
CmLT	0.982	

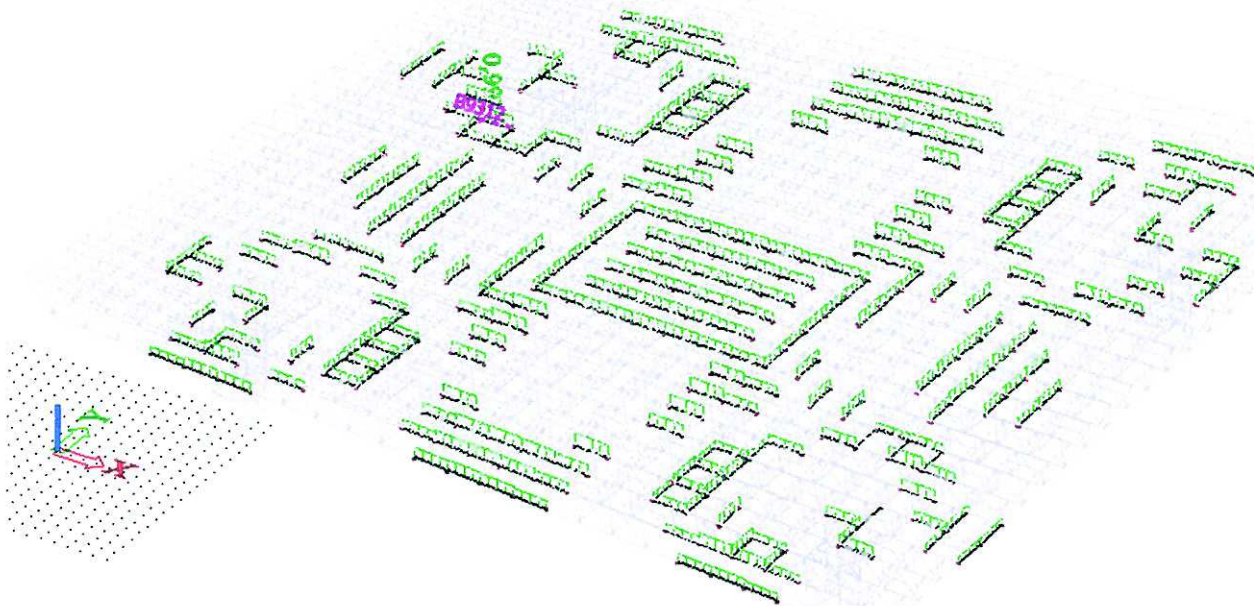
Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčniců	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2,504	2,504	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	2,504	2,504	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	849,266	849,266	kN
Štíhlost Lambda	64,79	64,79	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,69	0,69	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	ä	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,85	0,85	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	344,555	344,555	kN

Jedn. posudek (6.61) = 0.84 + 0.02 -- 0.02 -- 0.89

Jedn. posudek (6.62) = 0.84 + 0.01 -- 0.03 = 0.89

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

7.1.20 Dolní pás 4 - TR Ø 88,9 x 4



Jednotkový posudek nejvíce namáhaného dolního pásu 4

Prvek B9312	2,501 m	CHS88.9/4.0	S 235	CO21/7	0,99 -
-------------	---------	-------------	-------	--------	--------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO21	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sníh plný ZS4 a - Větr podélný, střecha tlak	1,35 1,35 1,50 0,90

Posudek na tlak s ohybem

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

Kritický posudek v místě 2.501 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-180,169	kN
Vy,Ed	-0,074	kN
Vz,Ed	-0,139	kN
T,Ed	-0,049	kNm
My,Ed	0,000	kNm
Mz,Ed	0,000	kNm

Tabulka hodnot

kyy	1.581	
kyz	1.217	
kzy	0.949	
kzz	2.028	
Delta My	0.000	kNm
Delta Mz	0.000	kNm
A	1.0700e-03	m ²
Wy	2.8398e-05	m ³
Wz	2.8398e-05	m ³
NRk	251.450	kN
My,Rk	6.674	kNm
Mz,Rk	6.674	kNm
My,Ed	0.067	kNm
Mz,Ed	0.046	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.950	
Cmz	0.950	
CmLT	0.950	

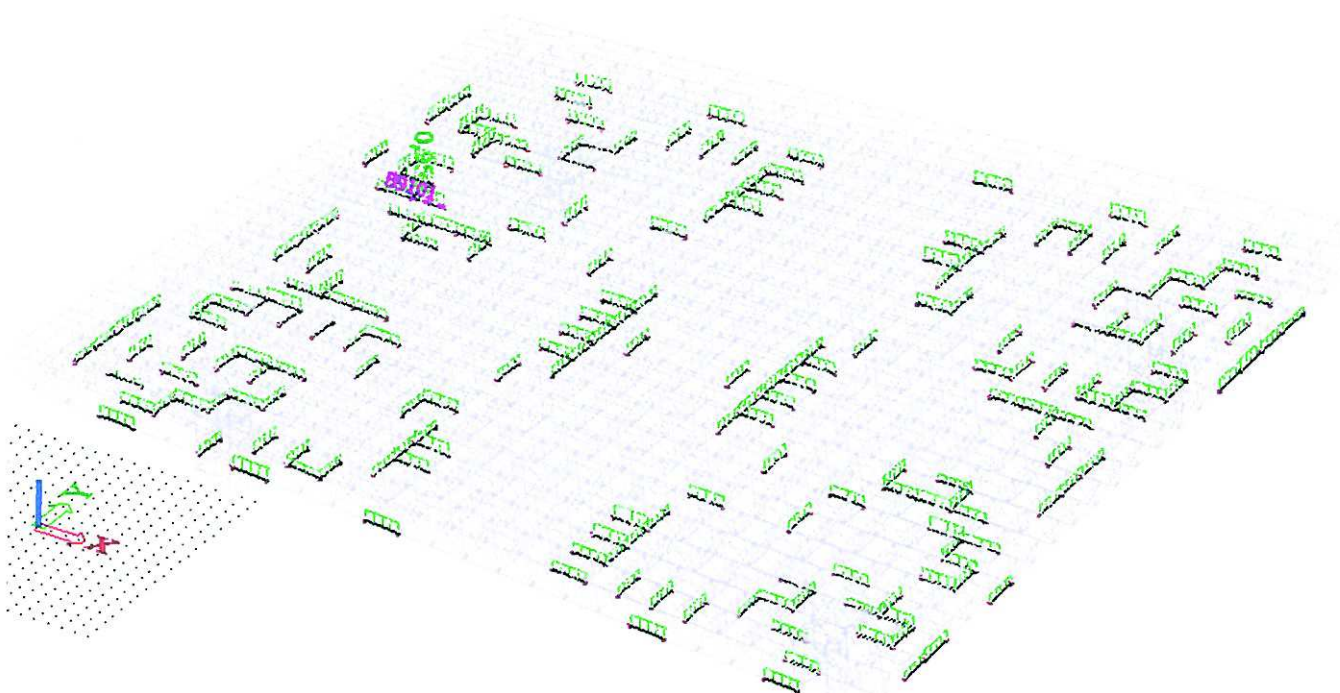
Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných svyčků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2,501	2,501	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	2,501	2,501	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	319,096	319,096	kN
Štíhlost Lambda	83,37	83,37	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,89	0,89	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,74	0,74	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	186,573	186,573	kN

Jedn. posudek (6.61) = 0.97 + 0.02 + 0.01 = 0.99

Jedn. posudek (6.62) = 0.97 + 0.01 + 0.01 = 0.99

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

7.1.21 Dolní pás 5 - TR Ø 60,3 x 5



Jednotkový posudek nejvíce namáhaného dolního pásu 5

Prvek B9101	2,501 m	CHS60.3/5.0	S 235	CO21/7	0,95 -
-------------	---------	-------------	-------	--------	--------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO21	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sníh plný ZS4 a - Vítr podélný, střecha tlak	1,35 1,35 1,50 0,90

Posudek na tlak s ohybem

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

Kritický posudek v místě 2.501 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-81,426	kN
Vy,Ed	-0,051	kN
Vz,Ed	-0,113	kN
T,Ed	-0,011	kNm
My,Ed	0,000	kNm
Mz,Ed	0,000	kNm

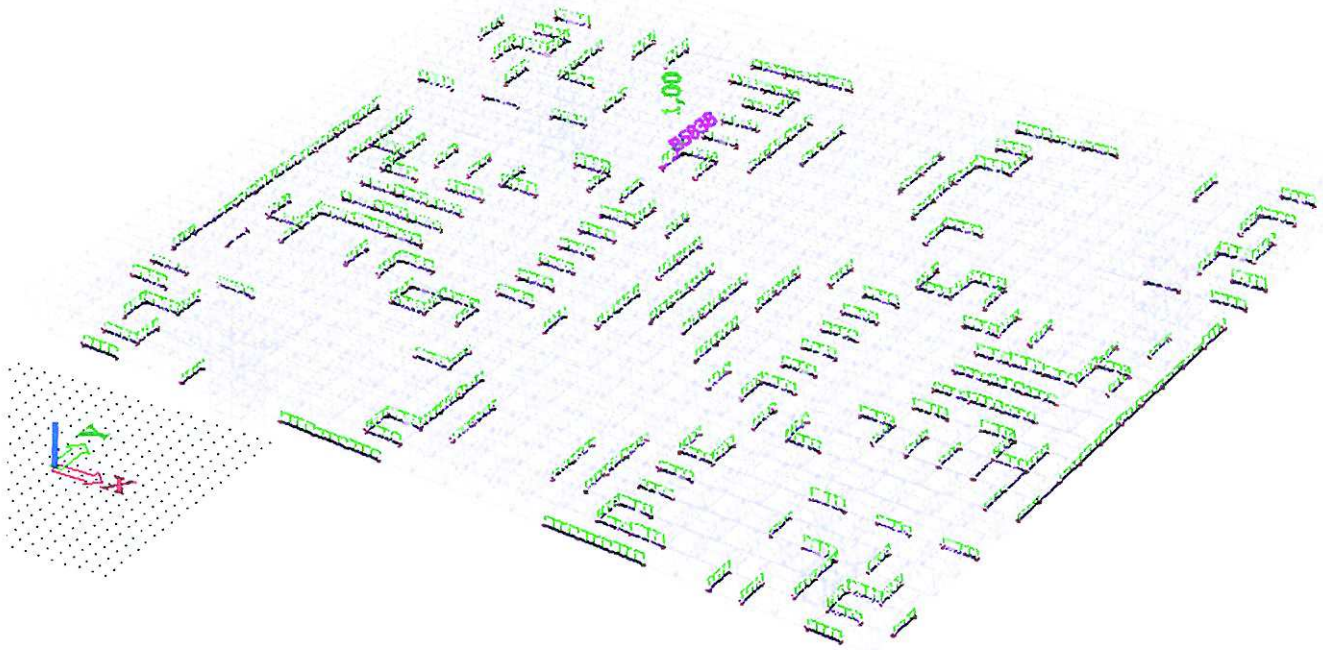
Tabulka hodnot		
kyy	1.639	
kyz	1.293	
kzy	0.983	
kzz	2.155	
Delta My	0.000	kNm
Delta Mz	0.000	kNm
A	8.6900e-04	m ²
Wy	1.5090e-05	m ³
Wz	1.5090e-05	m ³
NRk	204.215	kN
My,Rk	3.546	kNm
Mz,Rk	3.546	kNm
My,Ed	0.071	kNm
Mz,Ed	0.032	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.950	
Cmz	0.950	
CmLT	0.950	

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných sčítčků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2,501	2,501	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	2,501	2,501	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	111,039	111,039	kN
Štíhlost Lambda	127,36	127,36	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	1,36	1,36	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,44	0,44	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	89,856	89,856	kN

Jedn. posudek (6.61) = 0.91 + 0.03 + 0.01 = 0.95
 Jedn. posudek (6.62) = 0.91 + 0.02 + 0.02 = 0.94

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

7.1.22 Dolní pás 6 - TR Ø 48,3 x 5



Jednotkový posudek nejvíce namáhaného dolního pásu 6

Prvek B5838	2,501 m	CHS48.3/5.0	S 235	CO93/22	1,00 -
-------------	---------	-------------	-------	---------	--------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO93	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sníh plný ZS6 c - Větr diagonální I, střecha nezatížená+tlak	1,35 1,35 0,75 1,50

Kritický posudek v místě 2.501 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-43,620	kN
Vy,Ed	0,050	kN
Vz,Ed	-0,087	kN
T,Ed	-0,012	kNm
My,Ed	0,000	kNm
Mz,Ed	0,000	kNm

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných sýčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2,501	2,501	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	2,501	2,501	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	53,680	53,680	kN
Štíhlost Lambda	162,03	162,03	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	1,73	1,73	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,29	0,29	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	46,601	46,601	kN

Posudek na tlak s ohybem

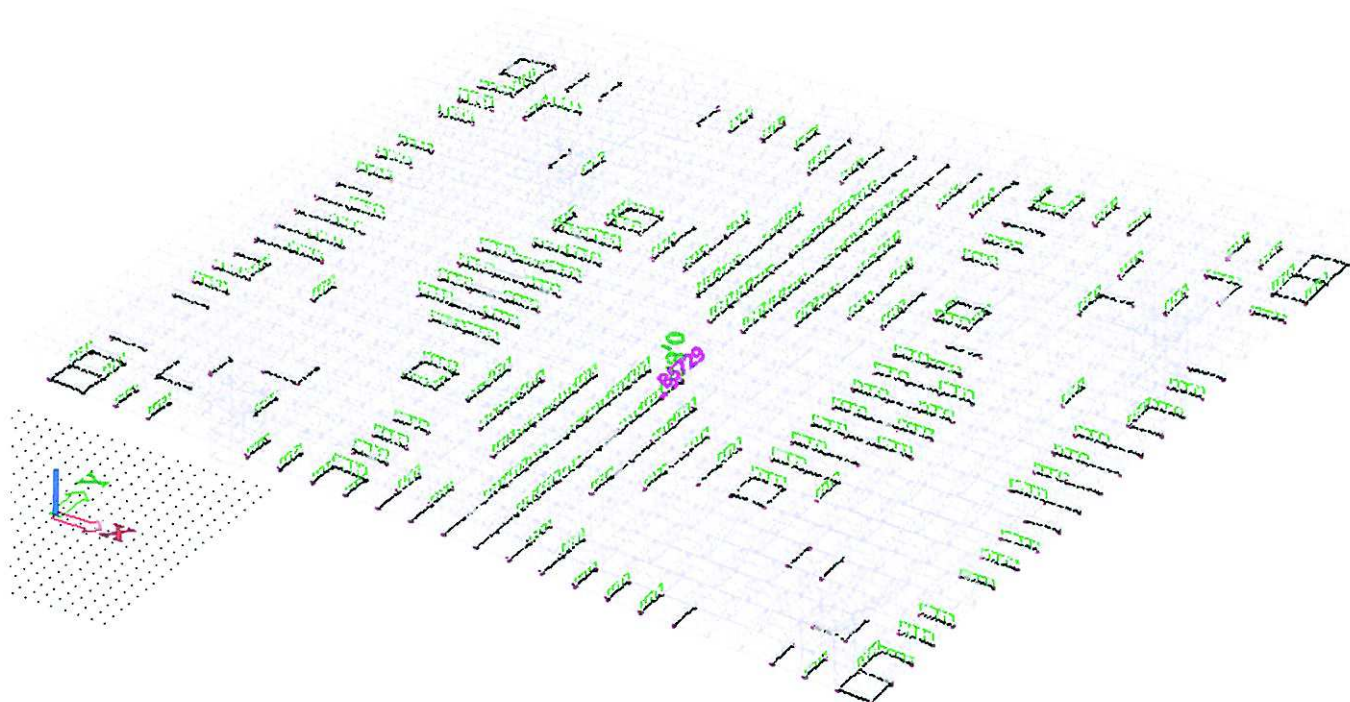
Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce (6.61), (6.62)
 Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
kyy	1.661	
kyz	1.317	
kzy	0.997	
kzz	2.195	
Delta My	0.000	kNm
Delta Mz	0.000	kNm
A	6.8000e-04	m ²
Wy	9.2676e-06	m ³
Wz	9.2676e-06	m ³
NRk	159.800	kN
My,Rk	2.178	kNm
Mz,Rk	2.178	kNm
My,Ed	0.054	kN:m
Mz,Ed	-0.031	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.950	
Cmz	0.950	
CmLT	0.950	

Jedn. posudek (6.61) = 0.94 + 0.04 + 0.02 = 1.00
 Jedn. posudek (6.62) = 0.94 + 0.02 + 0.03 = 0.99

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

7.1.23 Dolní pás 7 - TR Ø 42,4 x 4



Jednotkový posudek nejvíce namáhaného dolního pásu 7

Prvek B5729	2,500 m	CHS42.4/4.0	S 235	CO34/15	0,87 -
--------------------	----------------	--------------------	--------------	----------------	---------------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
<small>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</small>			
CO34	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,35
		ZS3 - Sníh píný	1,50
		ZS7 a - Vítr diagonální II. celá střecha tiak	0,90

Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N _{Ed}	98,647	kN
V _{y,Ed}	0,026	kN
V _{z,Ed}	0,063	kN
T _{Ed}	-0,001	kNm
M _{y,Ed}	0,000	kNm
M _{z,Ed}	0,000	kNm

Posudek na tah

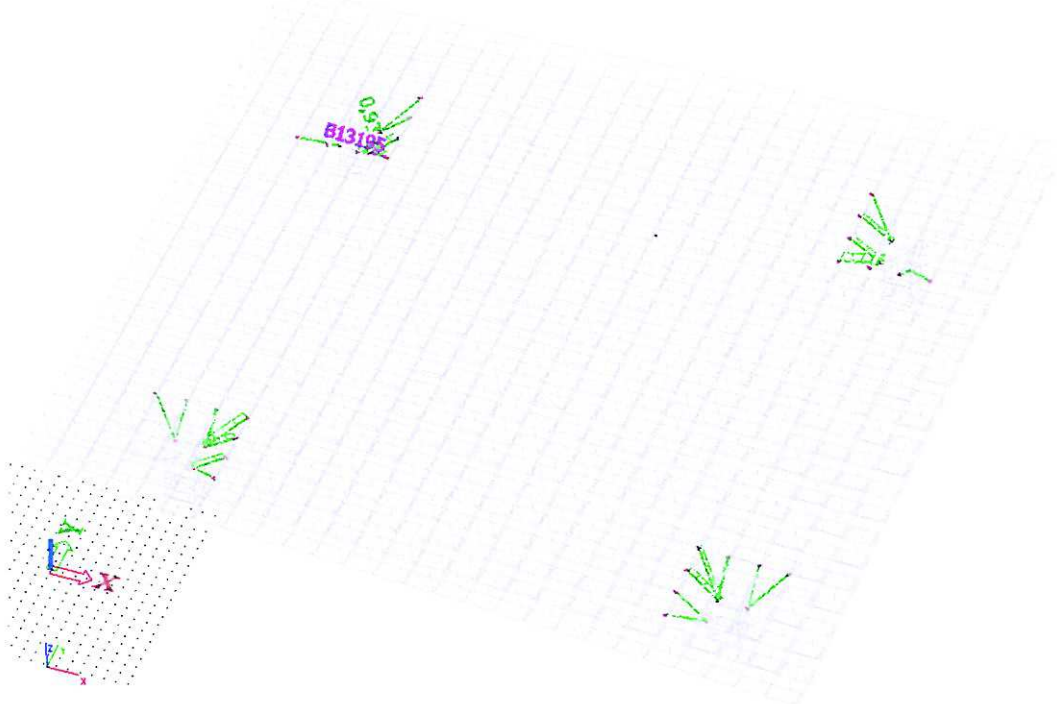
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.3 a rovnice (6.5)

A	4,8300e-04	m ²
N _{pl,Rd}	113,505	kN
N _{u,Rd}	125,194	kN
N _{t,Rd}	113,505	kN
Jedn. posudek	0,87	-

7.2 Vzpěry

Vzpěry jsou připojeny kloubově jak k desce, tak ke sloupům, vzpěrná délka je tedy rovna systémové délce prutu.

7.2.1 Vzpěry 1 - TR Ø 219,1 x 16



Jednotkový posudek nejvíce namáhané vzpěry 1

Prvek B13195	4,382 m	CHS219.1/16.0	S 235	CO27/21	0,93 -
---------------------	----------------	----------------------	--------------	----------------	---------------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO27	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sníh plyn ZS6 c - Vitr diagonální I, střecha nezatížená+tlak	1,35 1,35 1,50 0,90

Kritický posudek v místě 4.382 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-1900,348	kN
Vy,Ed	0,009	kN
Vz,Ed	-1,743	kN
T,Ed	0,003	kNm
My,Ed	0,000	kNm
Mz,Ed	0,000	kNm

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných s-yžníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	4,382	4,382	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	4,382	4,382	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	5718,286	5718,286	kN
Štíhlost Lambda	60,80	60,80	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,65	0,65	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,87	0,87	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	2087,969	2087,969	kN

Posudek na tlak s ohybem

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

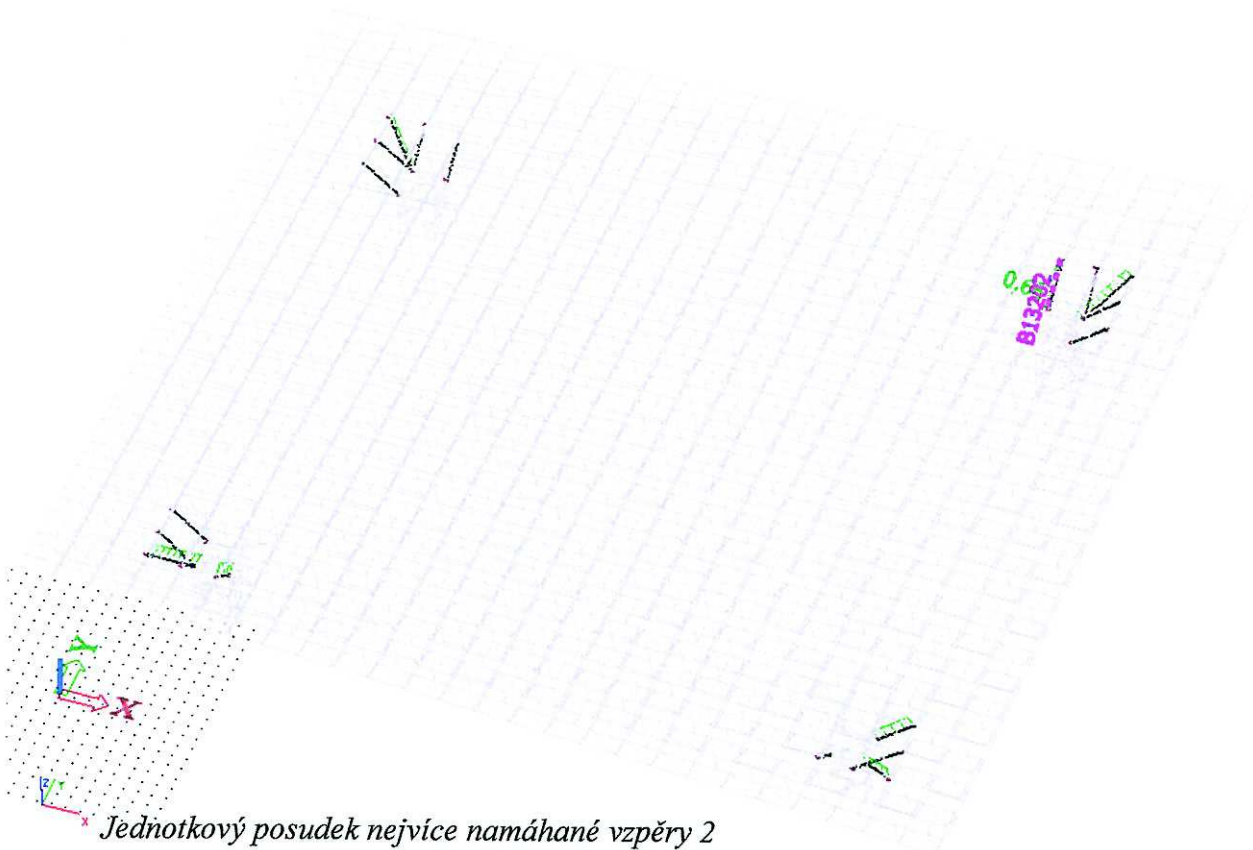
Tabulka hodnot		
kyy	1.337	
kyz	0.930	
kzy	0.802	
kzz	1.551	
Delta My	0.000	kNm
Delta Mz	0.000	kNm
A	1.0200e-02	m ²
Wy	6.5093e-04	m ³
Wz	6.5093e-04	m ³
NRk	2397.000	kN
My,Rk	152.969	kNm
Mz,Rk	152.969	kNm
My,Ed	1.909	kN:m
Mz,Ed	-0.010	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.950	
Cmz	0.950	
CmLT	0.950	

Jedn. posudek (6.61) = 0.91 + 0.02 + 0.00 = 0.93

Jedn. posudek (6.62) = 0.91 + 0.01 + 0.00 = 0.92

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

7.2.1 Vzpěry 1 - TR Ø 114,3 x 5



Prvek B13202	3,338 m	CHS114.3/5.0	S 235	CO27/21	0,66 -
--------------	---------	--------------	-------	---------	--------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO27	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sníh plný ZS6 c - Větr diagonální l. střecha nezatížená+tlak	1,35 1,35 1,50 0,90

Kritický posudek v místě 3.338 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-183,944	kN
Vy,Ed	-0,084	kN
Vz,Ed	-0,275	kN
T,Ed	0,116	kNm
My,Ed	0,000	kNm
Mz,Ed	0,000	kNm

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných svyčků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3,338	3,338	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	3,338	3,338	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	478,080	478,080	kN
Štíhlost Lambda	86,35	86,35	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,92	0,92	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,72	0,72	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	291,422	291,422	kN

Posudek na tlak s ohybem

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

Tabulka hodnot		
kyy	1.381	
kyz	1.016	
kzy	0.829	
kzz	1.693	
Delta My	0.000	kNm
Delta Mz	0.000	kNm
A	1.7200e-03	m ²
Wy	5.8832e-05	m ³
Wz	5.8832e-05	m ³
NRk	404.200	kN
My,Rk	13.825	kNm
Mz,Rk	13.825	kNm
My,Ed	0.229	kN:n
Mz,Ed	0.070	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.950	
Cmz	0.950	
CmLT	0.950	

Jedn. posudek (6.61) = 0.63 + 0.02 + 0.01 = 0.66
 Jedn. posudek (6.62) = 0.63 + 0.01 + 0.01 = 0.65

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

7.3 Příhradové sloupy

Vodorovné a diagonální spojky jsou stejného průřezu pro větší i menší příhradový sloup. Spojky jsou ke dříkům sloupů připojeny kloubově, vzpěrná délka je tedy rovna systémové délce prutu. Spojky jsou posouzeny na vzpěrný tlak, příhradové sloupy jsou posouzeny pro globální i lokální ztrátu stability.

7.3.1 Spojky diagonální - TR Ø 193,7 x 16



Jednotkový posudek nejvíce namáhané diagonální spojky

Prvek B13222	3,081 m	CHS193.7/16.0	S 235	CO23/1	0,81 -
--------------	---------	---------------	-------	--------	--------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO23	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sníh plný ZS5 a - Větr příčný, střecha tlak	1,35 1,35 1,50 0,90

Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N_{Ed}	-1537,624	kN
$V_{y,Ed}$	0,000	kN
$V_{z,Ed}$	1,071	kN
T_{Ed}	2,556	kNm
$M_{y,Ed}$	0,000	kNm
$M_{z,Ed}$	0,000	kNm

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčniců	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3,081	3,081	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka L_{cr}	3,081	3,081	m
Kritické Eulerovo zatížení N_{cr}	7761,939	7751,939	kN
Štíhlost λ	48,83	48,83	
Poměrná štíhlost λ_{rel}	0,52	0,52	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,92	0,92	
Únosnost na vzpěr $N_{b,Rd}$	1926,382	1926,382	kN

Posudek na tlak s ohybem

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

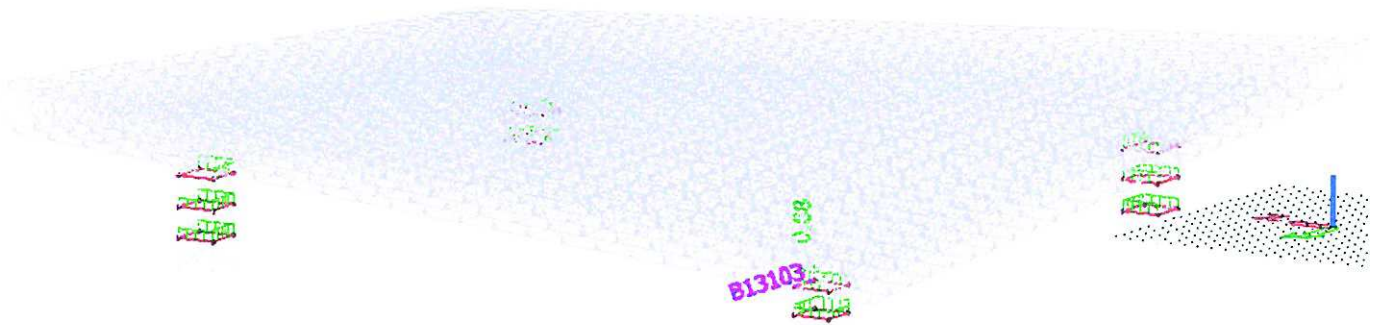
Tabulka hodnot		
k_{yy}	1.193	
k_{yz}	0.811	
k_{zy}	0.716	
k_{zz}	1.351	
Delta M_y	0.000	kNm
Delta M_z	0.000	kNm
A	8.9300e-03	m ²
W_y	4.9861e-04	m ³
W_z	4.9861e-04	m ³
NRk	2098.550	kN
$M_{y,Rk}$	117.174	kNm
$M_{z,Rk}$	117.174	kNm
$M_{y,Ed}$	0.824	kNm
$M_{z,Ed}$	0.000	kNm
Interakční metoda 2		
Ψ_y	1.000	
Ψ_z	1.000	
C_{my}	0.950	
C_{mz}	1.000	
C_{mLT}	0.950	

$$\text{Jedn. posudek (6.61)} = 0.80 + 0.01 + 0.00 = 0.81$$

$$\text{Jedn. posudek (6.62)} = 0.80 + 0.01 + 0.00 = 0.80$$

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

7.3.2 Spojky vodorovné - TR Ø 168,3 x 12,5



Jednotkový posudek nejvíce namáhané vodorovné spojky

Prvek B13103	2,500 m	CHS168.3/12.5	S 235	CO21/1	0,88 -
--------------	---------	---------------	-------	--------	--------

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO21	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sníh plný ZS4 a - Vítr podélný, střecha tlak	1,35 1,35 1,50 0,90

Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-1161,884	kN
Vy,Ed	0,000	kN
Vz,Ed	0,795	kN
T,Ed	-0,466	kNm
My,Ed	0,000	kNm
Mz,Ed	0,000	kNm

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčniců	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2,500	2,500	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	2,500	2,500	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	6194,637	6194,637	kN
Štíhlost Lambda	45,25	45,25	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,48	0,48	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,93	0,93	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	1337,263	1337,263	kN

Posudek na tlak s ohybem

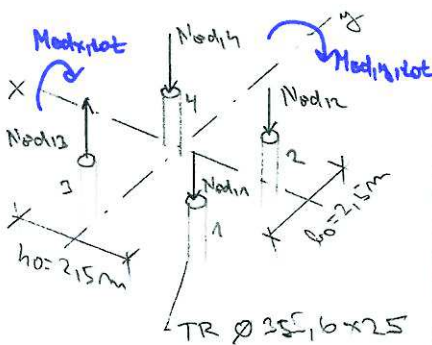
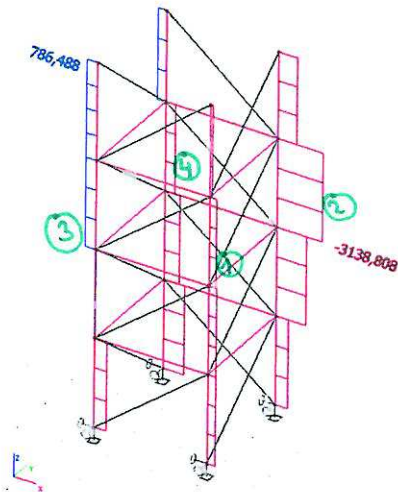
Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vztorce (6.61), (6.62)
 Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
kyy	1.183	
kyz	0.790	
kzy	0.710	
kzz	1.316	
Delta My	0.000	kNm
Delta Mz	0.000	kNm
A	6.1200e-03	m ²
Wy	2.9928e-04	m ³
Wz	2.9928e-04	m ³
NRk	1438.200	kN
My,Rk	70.330	kNm
Mz,Rk	70.330	kNm
My,Ed	0.497	kNm
Mz,Ed	0.000	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.950	
Cmz	1.000	
CmLT	0.950	

$$\text{Jedn. posudek (6.61)} = 0.87 + 0.01 + 0.00 = 0.88$$

$$\text{Jedn. posudek (6.62)} = 0.87 + 0.01 + 0.00 = 0.87$$

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.



7.3.4 Větší příhradový sloup

a) posouzení globální stability

a1) výpočet \perp 2 ose y_y

- maximální tlaková síla $N_{od,12} = -313,808 \text{ kN}$ v průřezu B13052 v kombinaci CO 21

- CO 21: 2S1 x 1,25
- 2S2 x 1,25
- 2S3 x 1,5
- 2S4a x 0,9

$$\begin{aligned} N_{od,1} &= -479,337 \text{ kN} \\ N_{od,2} &= -313,808 \text{ kN} \\ N_{od,3} &= 753,524 \text{ kN} \\ N_{od,4} &= -700,511 \text{ kN} \end{aligned}$$

výsledná síla působící na sloup jako celek $N_{od,tot}$

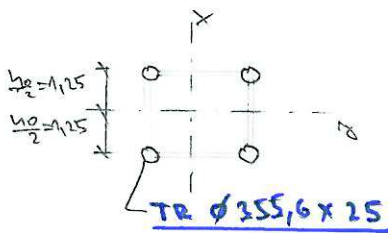
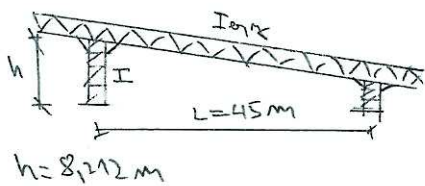
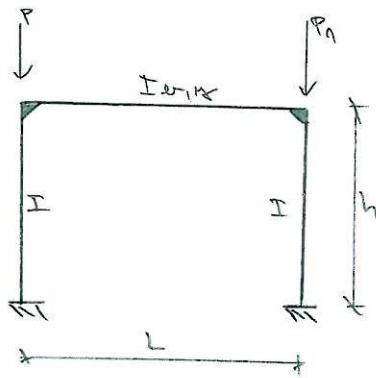
$$\begin{aligned} N_{od,tot} &= \sum N_{od,i} = -479,337 - 313,808 + 753,524 - 700,511 = \\ &= \underline{-356,132 \text{ kN}} \end{aligned}$$

výsledný moment působící na sloup jako celek $M_{ed,i,tot}$

$$\begin{aligned} M_{ed,i,tot} &= \frac{h_0}{2} (N_{od,1} + N_{od,2} + N_{od,3} - N_{od,4}) = \\ &= \frac{2,15}{2} (479,337 + 313,808 + 753,524 - 700,511) = \\ &= \underline{4588,248 \text{ kNm}} \end{aligned}$$

výsledný moment působící na sloup jako celek $M_{ed,x,tot}$

$$\begin{aligned} M_{ed,x,tot} &= \frac{h_0}{2} (-N_{od,1} + N_{od,2} + N_{od,3} + N_{od,4}) = \\ &= \frac{2,15}{2} (-479,337 + 313,808 + 753,524 + 700,511) = \\ &= \underline{5141,883 \text{ kNm}} \end{aligned}$$



$A_0 = 2,6 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$
 $I_0 = 3,568 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$

Stavovému vzápětí byly příhradové sloupky $L_{eq,12}$

-je postupováno dle normy ČSN 73 14 01 přílohy C.5 položka 3 (příhradový sloup jako celek působí jako vzájemně do sebe bodů a momentů spojen s desky-příčků)

$L_{eq,12} = \beta \cdot h = 2 \cdot 8,212 = \underline{16,424 \text{ m}}$

$\beta = \beta_1 \sqrt{1 + 0,35 \beta - 0,017 \beta^2}$

$\beta = \frac{I \cdot L}{I_{eq,12} \cdot h} = \frac{1,6392 \cdot 10^{-1} \cdot 45}{6,438 \cdot 10^{-2} \cdot 8,212} = 13,95 \neq 10$ (omezen normou)

\Rightarrow omezovací hodnota $\beta = 2$

$I = 4 \cdot I_0 + 4 \cdot A_0 \cdot \left(\frac{h_0}{2}\right)^2 = 4 \cdot 3,568 \cdot 10^{-4} + 4 \cdot 2,6 \cdot 10^{-2} \cdot \left(\frac{2,5}{2}\right)^2 = 1,6392 \cdot 10^{-1} \text{ m}^4$

moment setrvačnosti příčků (část desky) I_{012}

-je uvažována část desky o šířce 20 m

-výpočet byl proveden tak, že se stanovily každé příčné plochy a momenty setrvačnosti všech prvků v dané řadě 1 až 17; příčky byly uvažovány na části mezi sloupky; následně na základě stanovených příčných průřezových ploch a momentů setrvačnosti jednotlivých částí bylo stanoveno těžiště a moment setrvačnosti I_{012}

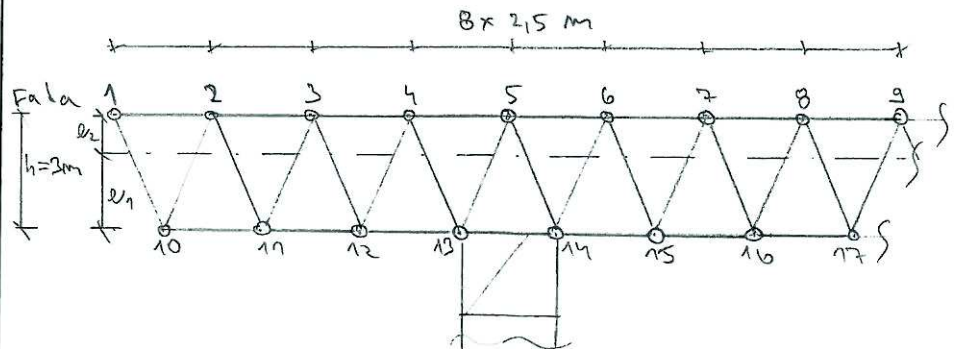


Fig 1 a) kbur ose x

Vážené průměry průřezových ploch a momentů setrvačnosti jednotlivých řad.

řada i	$A_i [m^2]$	$I_i [m^4]$
1	1,453E-03	1,630E-06
2	1,811E-03	3,066E-06
3	2,297E-03	4,268E-06
4	2,773E-03	5,318E-06
5	3,210E-03	6,644E-06
6	3,080E-03	6,284E-06
7	3,212E-03	6,550E-06
8	2,427E-03	4,720E-06
9	2,208E-03	3,954E-06
10	9,151E-04	6,109E-07
11	9,906E-04	8,090E-07
12	1,368E-03	2,196E-06
13	1,517E-03	2,531E-06
14	1,551E-03	2,645E-06
15	1,572E-03	2,652E-06
16	1,363E-03	1,735E-06
17	1,207E-03	1,379E-06

Výpočet e_1

$$h \cdot \sum_{i=1}^9 A_i = e_1 \cdot \sum_{i=1}^{17} A_i$$

$$e_1 = \frac{h \cdot \sum_{i=1}^9 A_i}{\sum_{i=1}^{17} A_i} = \frac{3 \cdot 2,247 \cdot 10^{-2}}{3,296 \cdot 10^{-2}} = 2,045 \text{ m}$$

$$I_{e_1} = \sum_{i=1}^{17} I_i + \sum_{i=1}^9 A_i \cdot (h - e_1)^2 + \sum_{i=10}^{17} A_i \cdot e_1^2 =$$

$$= 5,409 \cdot 10^{-5} + 2,247 \cdot 10^{-2} (3 - 2,045)^2 + 1,048 \cdot 10^{-2} \cdot 2,045^2 =$$

$$= \underline{\underline{6,438 \cdot 10^{-2} \text{ m}^4}}$$

Síla v pásu N_{e_1} (pás = 2 pásy dle TR 355/6)

$$N_{e_1} = 0,5 N_{e_1, \text{tot}} + \frac{M_{e_1} \cdot h_0 \cdot A_{e_1}}{2 I_{e_1}}$$

$$= 0,5 \cdot 3565132 + \frac{4740179 \cdot 2,5 \cdot 512 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 9,1625} = \underline{\underline{-3678,638 \text{ N}}}$$

$$A_{e_1} = 5,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \text{ (2 pásy TR } \phi 355,6 \times 25)$$

$$M_{ed} = \frac{N_{ed,102} \cdot e_0 + M_{ed,102}}{1 - \frac{N_{ed,102}}{N_{cr,102}} - \frac{N_{ed,102}}{S_V}} = \frac{3565,132 \cdot 0,033 + 4588,948}{1 - \frac{3565,132}{1279 \cdot 10^6} - \frac{3565,132}{8,428 \cdot 10^5}} = 4740,179 \text{ kNm}$$

$$e_0 = \frac{L_{cr,102}}{500} = \frac{16,424}{500} = 0,033 \text{ m}$$

účinná kritická síla členného prutu $N_{cr,102}$

$$N_{cr,102} = \frac{\pi^2 E I_{eff}}{L_{cr,102}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 0,1625}{16,424^2} = 1,249 \cdot 10^9 \text{ N}$$

účinný moment setrvačnosti členného prutu I_{eff}

$$I_{eff} = 0,5 I_0 \cdot A_0 = 0,5 \cdot 2,5^2 \cdot 5,2 \cdot 10^2 = 0,1625 \text{ m}^4$$

$$A_0 = 2 \cdot A_D = 2 \cdot 2,6 \cdot 10^2 = 5,2 \cdot 10^2 \text{ m}^2$$

Smykový tlak panelu s příhradovým spojem S_V

$$S_V = \frac{M \cdot E \cdot A_D \cdot a \cdot h_0^2}{d^3 \left[1 + \frac{A_D \cdot h_0^3}{A_V d^3} \right]} = \frac{2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 8,93 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 2,5^2}{3,202^3 \left[1 + \frac{8,93 \cdot 10^3 \cdot 2,5^3}{6,12 \cdot 10^3 \cdot 3,202^3} \right]} =$$

$$= 8,428 \cdot 10^8 \text{ N}$$

$M = 2$ rovný příhradový ztížen

posouzení členného prutu prutu na tlakovou sílu N_{ed} v kombinaci s lokálním ohybem $M_{y,ed}$ a $M_{z,ed}$

$$N_{ed} = \frac{N_{ch,ed}}{2} = \frac{-3678,638}{2} = -1839,319 \text{ kN}$$

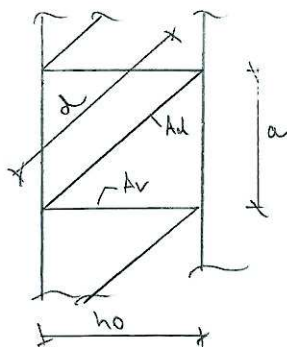
$$M_{y,ed} = -237,588 \text{ kNm}$$

$$M_{z,ed} = 170,67 \text{ kNm}$$

ztlaková posílení

$$\frac{d}{E} = \frac{355,6}{25} = 14,224 \leq 50 E^2 = 50 \cdot 1^2 = 50$$

$$14,224 \leq 50 \Rightarrow \text{průřez třídy 1}$$



$$d = 3,202 \text{ m}$$

$$a = 2 \text{ m}$$

$$h_0 = 2,5 \text{ m}$$

$$A_V = 6,12 \cdot 10^3 \text{ m}^2 \text{ (TR } \phi 168,3 \times 12,5)$$

$$A_D = 8,93 \cdot 10^3 \text{ m}^2 \text{ (TR } \phi 197,7 \times 16)$$

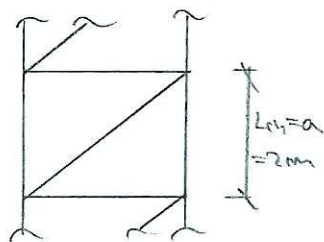
TR $\phi 355,6 \times 25$



$$A_D = 2,6 \cdot 10^2 \text{ m}^2$$

$$I_D = 2,368 \cdot 10^{-9} \text{ m}^4$$

$$W_{pl,D} = 2,695 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$



Příjemná dubletka síla N_{12}

$$N_{12} = \frac{\pi^2 EI_D}{L_{c1}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 3568 \cdot 10^{-8}}{2^2} = 1,843 \cdot 10^8 \text{ N}$$

Poměrná štíhlost $\bar{\lambda}$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_D \cdot f_d}{N_{12}}} = \sqrt{\frac{26 \cdot 10^{-2} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,843 \cdot 10^8}} = 0,182 \leq 0,2 \Rightarrow$$

účiný vzpětný lze zanedbat \Rightarrow součinitel vzpětnosti $\chi = 1$

$$N_{Rd} = f_d \cdot A_D = 235 \cdot 10^6 \cdot 26 \cdot 10^{-2} = 6110 \text{ kN}$$

$$M_{11Rd} = M_{21Rd} = f_d \cdot W_{pl,y} = 235 \cdot 10^6 \cdot 2,635 \cdot 10^{-3} = 633,325 \text{ kNm}$$

interakce součinitele $\rho_{M1}, \rho_{M2}, \rho_{N1}, \rho_{N2}$ (tab. B.1)

$$\rho_{M1} = C_{m1} \left[1 + (\bar{\lambda}_{M1} - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_{N1} \cdot N_{Rd}} \right] \leq C_{m1} \left[1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_{N1} \cdot N_{Rd}} \right]$$

$$0,528 \left[1 + (0,182 - 0,2) \frac{1839,319}{1 \cdot 6110} \right] \leq 0,528 \left[1 + 0,8 \frac{1839,319}{1 \cdot 6110} \right]$$

$$0,525 \leq 0,653 \checkmark$$

$$\rho_{M2} = C_{m2} \left[1 + (\bar{\lambda}_{M2} - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_{N2} \cdot N_{Rd}} \right] \leq C_{m2} \left[1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_{N2} \cdot N_{Rd}} \right]$$

$$0,586 \left[1 + (0,182 - 0,2) \frac{1839,319}{1 \cdot 6110} \right] \leq 0,586 \left[1 + 0,8 \frac{1839,319}{1 \cdot 6110} \right]$$

$$0,583 \leq 0,727 \checkmark$$

$$\rho_{N1} = 0,6 \rho_{N2} = 0,6 \cdot 0,583 = 0,35$$

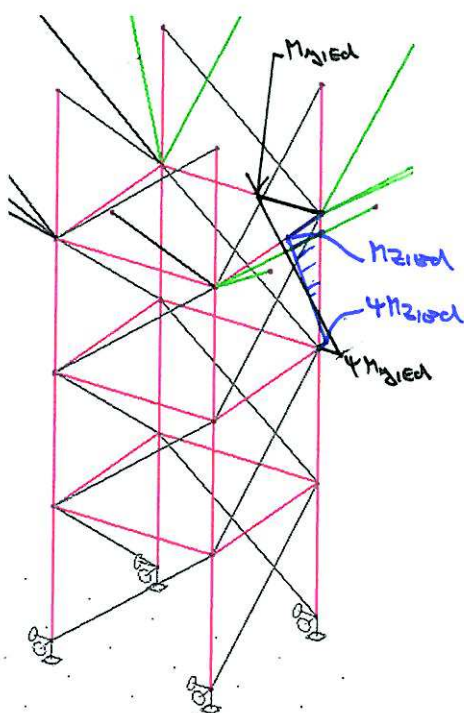
$$\rho_{N2} = 0,6 \rho_{M1} = 0,6 \cdot 0,525 = 0,315$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_{N1} \cdot N_{Rd}} + \rho_{M1} \frac{M_{1Ed}}{\chi_{M1} \cdot M_{1Rd}} + \rho_{N2} \frac{M_{2Ed}}{M_{2Rd}} \leq 1$$

$$\frac{1839,319}{1 \cdot 6110} + 0,525 \frac{237,588}{1 \cdot 633,325} + 0,315 \frac{170,67}{633,325} \leq 1$$

$$0,532 \leq 1 \Rightarrow \text{ok}$$

$\chi_{LT} = 1$ (příčně natočen)



$$M_{1Ed} = -237,588 \text{ kNm}$$

$$4M_{1Ed} = 42,735 \text{ kNm}$$

$$\psi = \frac{42,735}{-237,588} = -0,18$$

$$C_{m1} = 0,6 + 0,4\psi \geq 0,4$$

$$0,6 + 0,4(-0,18) \geq 0,4$$

$$0,528 \geq 0,4 \checkmark$$

$$M_{2Ed} = 170,67 \text{ kNm}$$

$$4M_{2Ed} = -61,071 \text{ kNm}$$

$$\psi = \frac{-61,071}{170,67} = -0,36$$

$$C_{m2} = 0,6 + 0,4\psi \geq 0,4$$

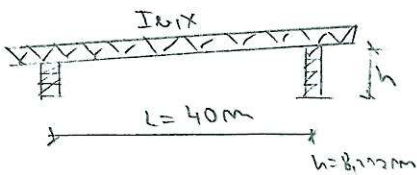
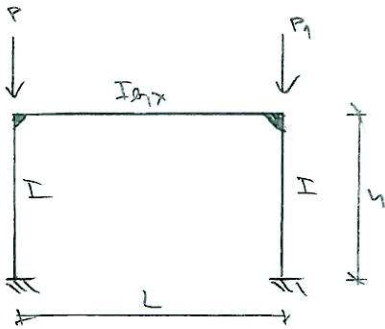
$$0,6 + 0,4(-0,36) \geq 0,4$$

$$0,586 \geq 0,4 \checkmark$$

$$\frac{N_{scl}}{\chi_{z2} \cdot N_{scl}} + \gamma_{z2} \frac{M_{scl,red}}{\chi_{LT} \cdot M_{scl,red}} + \gamma_{z2} \frac{M_{scl,red}}{M_{scl,red}} \leq 1$$

$$\frac{1833,319}{1,6110} + 0,215 \frac{237,588}{1,633,325} + 0,583 \frac{120,67}{633,325} \leq 1$$

$$0,576 \leq 1 \Rightarrow \text{vyhoví}$$



a2) vybočením \perp 2 ose x

stanovení vápné délky postupného sloupce L_{cr,x}

-postupuje se stejně jako u směru y (a2)

$$L_{cr,x} = \beta \cdot h = 2 \cdot 8,1122 = 16,424 \text{ m}$$

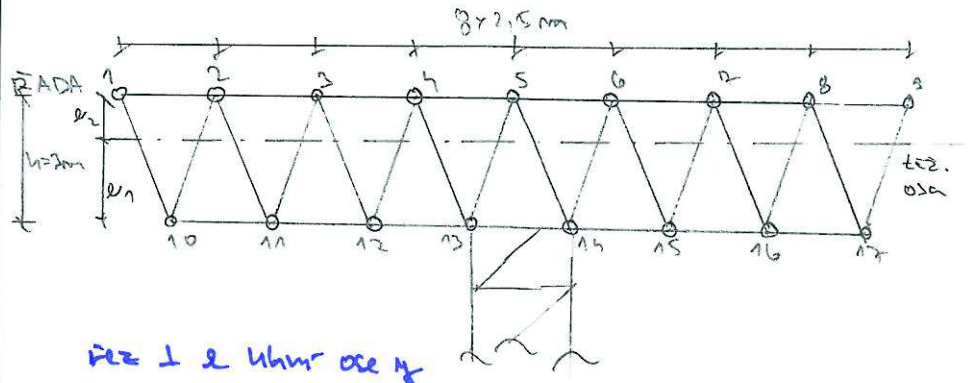
$$\beta = \beta_1 \sqrt{1 + 0,25 \beta^2 - 0,017 \beta^2}$$

$$\beta = \frac{I \cdot L}{I_{Ix} \cdot h} = \frac{1,633 \cdot 10^{-1} \cdot 40}{5687 \cdot 10^{-2} \cdot 8,1122} = 14,028 \neq 10 \text{ (omezení normou)}$$

\Rightarrow koncentriční koeficient $\beta = 2$

moment setrvačnosti průřezu (část desky) I_{Ix}

-systém výpočty je stejný jako u I_{Ix}



roz \perp 2 uhem ose y

Vážené průměry průřezových ploch a momentů setrvačnosti jednotlivých řad.

řada i	$A_i [m^2]$	$I_i [m^4]$
1	1,320E-03	1,160E-06
2	1,651E-03	2,040E-06
3	1,873E-03	3,304E-06
4	2,168E-03	4,111E-06
5	3,029E-03	6,195E-06
6	2,805E-03	5,904E-06
7	3,031E-03	6,142E-06
8	2,266E-03	4,234E-06
9	1,773E-03	2,951E-06
10	7,815E-04	3,071E-07
11	8,380E-04	4,175E-07
12	1,076E-03	9,396E-07
13	1,244E-03	1,688E-06
14	1,379E-03	2,308E-06
15	1,371E-03	2,276E-06
16	1,409E-03	1,830E-06
17	1,146E-03	1,239E-06

Výpočet e_1

$$e_1 = \frac{h \cdot \sum_{i=1}^{17} A_i}{\sum_{i=1}^{17} A_i} = \frac{3 \cdot 1,992 \cdot 10^{-2}}{2,916 \cdot 10^{-2}} = 2,049 \text{ m}$$

$$I_{Dx} = \sum_{i=1}^{17} I_i + \sum_{i=1}^{17} A_i (h - e_1)^2 + \sum_{i=10}^{17} A_i \cdot e_i^2 =$$

$$= 4,905 \cdot 10^{-5} + 1,992 \cdot 10^{-2} (3 - 2,049)^2 + 9,245 \cdot 10^{-3} \cdot 2,049^2 =$$

$$= \underline{\underline{5,687 \cdot 10^{-2} \text{ m}^4}}$$

Síla v pásu Nohod (pás = 2 pruhy dřevěné sloupky)

$$N_{ohod} = 0,5 N_{odrot} + \frac{N_{od} \cdot b_0 \cdot A_{c1}}{2 I_{D1t}} =$$

$$= 0,5 \cdot 2365132 + \frac{5297060 \cdot 2,5 \cdot 5,12 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 0,1625} = -3909,52 \text{ kN}$$

$$M_{ed} = \frac{N_{ed,102} \cdot z_{10} + N_{ed,101} \cdot z_{01}}{1 - \frac{N_{ed,102}}{N_{ch,x}} - \frac{N_{ed,101}}{S_V}} = \frac{3565,132 \cdot 0,073 + 5141,883}{1 - \frac{3565,132}{1273 \cdot 106} - \frac{3565,132}{8,428 \cdot 105}} = 5297,06 \text{ 911 Nm}$$

$$L_{v,102} = L_{v,101} \Rightarrow N_{ch,x} = N_{ch,102}$$

posouzení účinnosti přístupu přístupu na kládovou sílu N_{ed}
v kombinaci: s lokalním objemem M_{102,ed} a M_{101,ed}

$$- N_{ed} = \frac{N_{ch,red}}{2} = \frac{-3301,39}{2} = -1650,695 \text{ 911}$$

- hodnoty $M_{102,ed}$ a $M_{101,ed}$ jakož i součinitele-ekvivalentního
 konstantního momentu C_{m2} a C_{m1} jsou stejné

interakční součinitele β_{21} , β_{22} , β_{12} , β_{11} (tab. D1)

$$\beta_{22} = C_{m2} \left[1 + (\bar{\chi}_{22} - 0,2) \frac{N_{ed}}{\frac{\chi_{22} \cdot N_{Rd}}{\gamma_m}} \right] \leq C_{m2} \left[1 + 0,8 \frac{N_{ed}}{\frac{\chi_{22} \cdot N_{Rd}}{\gamma_m}} \right]$$

$$0,528 \left[1 + (0,182 - 0,2) \frac{1650,695}{\frac{1 \cdot 6110}{1}} \right] \leq 0,528 \left[1 + 0,8 \frac{1650,695}{\frac{1 \cdot 6110}{1}} \right]$$

$$0,525 \leq 0,663 \checkmark$$

$$\beta_{11} = C_{m1} \left[1 + (\bar{\chi}_{11} - 0,2) \frac{N_{ed}}{\frac{\chi_{11} \cdot N_{Rd}}{\gamma_m}} \right] \leq C_{m1} \left[1 + 0,8 \frac{N_{ed}}{\frac{\chi_{11} \cdot N_{Rd}}{\gamma_m}} \right]$$

$$0,586 \left[1 + (0,182 - 0,2) \frac{1650,695}{\frac{1 \cdot 6110}{1}} \right] \leq 0,586 \left[1 + 0,8 \frac{1650,695}{\frac{1 \cdot 6110}{1}} \right]$$

$$0,582 \leq 0,726 \checkmark$$

$$\beta_{21} = 0,6 \beta_{22} = 0,6 \cdot 0,525 = 0,315$$

$$\beta_{12} = 0,6 \beta_{11} = 0,6 \cdot 0,582 = 0,349$$

$$\frac{M_{ed}}{\chi_{\phi} \cdot M_{Rd}} + \alpha_{22} \frac{M_{1ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{1Rd}} + \alpha_{22} \frac{M_{2ed}}{M_{2Rd}} \leq 1$$

$$\frac{1250,695}{1 \cdot 6110} + 0,525 \frac{237,588}{1 \cdot 633,325} + 0,35 \frac{170,67}{633,325} \leq 1$$

0,611 ≤ 1 ⇒ vyhoví

$$\frac{M_{ed}}{\chi_{\phi} \cdot M_{Rd}} + \alpha_{22} \frac{M_{1ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{1Rd}} + \alpha_{22} \frac{M_{2ed}}{M_{2Rd}} \leq 1$$

$$\frac{1250,695}{1 \cdot 6110} + 0,315 \frac{237,588}{1 \cdot 633,325} + 0,583 \frac{170,67}{633,325} \leq 1$$

0,595 ≤ 1 ⇒ vyhoví

by posouzením lokální stability

-maximálně posouzením dle sloupů programem
 Sola Engineer s uvažovanou úpravnou délkou
 dané vztlakovostí - vodorovných spojů, tedy $L_{cr} = 2m$

-zvětšený počet výřel pro kombinaci CO23 plyn

B12052

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO23	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sníh plný ZS5 a - Větr příčný, střešní tlak	1,35 1,35 1,50 0,90

1. Posudek oceli

Lineární výpočet, Extrém : Globální
Výběr : B13049..B13052,B13057..B13060
Třída : MSÚ
Průřez : 1 - Sloupy - CHS355.6/25.0

Prvek B13052 7,946 m CHS355.6/25.0 S 235 CO23/12 0,99 -

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

Materiál		
Mez kluzu f_y	235,0	MPa
Mezní pevnost f_u	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro trubkovité průřezy

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	14,22
Třída 1 limit	50,00
Třída 2 limit	70,00
Třída 3 limit	90,00

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 4.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{,Ed}$	-3075,359	kN
$V_{y,Ed}$	90,323	kN
$V_{z,Ed}$	-146,853	kN
$T_{,Ed}$	2,766	kNm
$M_{y,Ed}$	42,970	kNm
$M_{z,Ed}$	-6,648	kNm

Posudek na tlak

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

A	2,6000e-02	m ²
$N_{c,Rd}$	6110,000	kN
Jedn. posudek	0,50	-

Posudek ohybového momentu for M_y

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

$W_{pl,y}$	2,6945e-03	m ³
$M_{pl,y,Rd}$	633,196	kNm
Jedn. posudek	0,07	-

Posudek ohybového momentu for M_z

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

$W_{pl,z}$	2,6945e-03	m ³
$M_{pl,z,Rd}$	633,196	kNm
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek smyku pro V_y

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

Eta	1,20	
Av	1,6552e-02	m ²
$V_{pl,y,Rd}$	2245,746	kN
Jedn. posudek	0,04	-

Posudek smyku pro V_z

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

Eta	1,20	
Av	1,6552e-02	m ²
$V_{pl,z,Rd}$	2245,746	kN
Jedn. posudek	0,07	-

Posudek kroucení

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

$\tau_{u,t,Ed}$	0,7	MPa
$\tau_{u,Rd}$	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,01	-

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

Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly
Podle EN 1993-1-1 článku 9.1.2.6 a rovnice (6.31)

M, výslednice	43,481	kNm
V, výslednice	172,406	kN
MN, Rd	436,094	kNm
Jedn. posudek	0,10	-

Poznámka: Výsledné vnitřní síly se použijí pro trubkové průřezy

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

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro trubkovité průřezy

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	14,22
Třída 1 limit	50,00
Třída 2 limit	70,00
Třída 3 limit	90,00

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

Posudek rovinného vzpěru

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

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčnicků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	7,946	7,946	m
Součinitel vzpěru k	0,25	0,25	
Vzpěrná délka Lcr	2,000	2,000	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	184877,430	184877,430	kN
Štíhlost Lambda	17,07	17,07	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,18	0,18	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	

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

Posudek klopení

Pozn: Průřez se týká kruhové trubky, která není náchylná ke klopení.

Posudek na tlak s ohybem

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

Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
k _{yy}	0.991	
k _{yz}	0.317	
k _{zy}	0.595	
k _{zz}	0.529	
Delta M _y	0.000	kNm
Delta M _z	0.000	kNm
A	2.6000e-02	m ²
W _y	2.6945e-03	m ³
W _z	2.6945e-03	m ³
NRk	6110.000	kN
M _{y,Rk}	633.196	kNm
M _{z,Rk}	633.196	kNm
M _{y,Ed}	-253.664	kNm
M _{z,Ed}	173.997	kNm
Interakční metoda 2		
Psi _y	1.000	
Psi _z	0.000	
C _{my}	1.000	
C _{mz}	0.600	
C _{mLT}	1.000	

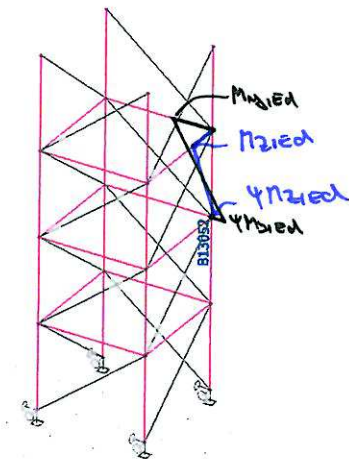
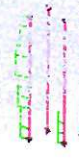
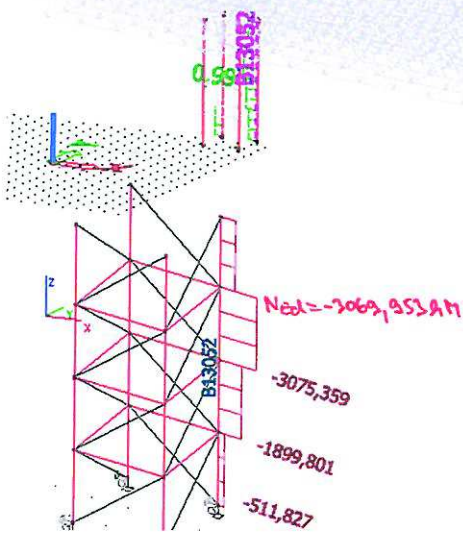
Jedn. posudek (6.61) = 0.50 + 0.40 + 0.09 = 0.99

Jedn. posudek (6.62) = 0.50 + 0.24 + 0.15 = 0.89

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

Studentská verze

Jednotkový posudek nejvíce namáhaného dřívku většího příhradového sloupu



$M_{dred} = -2527,664 \text{ kNm}$

$V_{dred} = 42,97 \text{ kN}$

$\psi = \frac{42,97}{-2527,664} = -0,169$

$C_{m2} = 0,6 + 0,14 \geq 0,4$
 $0,6 + 0,14(-0,169) \geq 0,4$
 $0,552 \geq 0,4 \checkmark$

$M_{zred} = 1727,947 \text{ kNm}$

$V_{zred} = -6,648 \text{ kN}$

$\psi = \frac{-6,648}{1727,947} = -0,38$

$C_{m2} = 0,6 + 0,14 \psi \geq 0,4$
 $0,6 + 0,14(-0,38) \geq 0,4$
 $0,585 \geq 0,4 \checkmark$

Ruční posudek dřívku sloupu pro kombinaci CO 23 podle B13052

včetně tlak s objem

$N_{dred} = -3069,953 \text{ kN}$

$M_{yred} = -2527,664 \text{ kNm}$

$M_{zred} = 1727,947 \text{ kNm}$

interakční součinitele

$\lambda_{y2} = C_{m2} \left[1 + (\xi_{y2} - 0,2) \frac{N_{dred}}{\chi_{y2} \cdot N_{02}} \right] \leq C_{m2} \left[1 + 0,8 \frac{N_{dred}}{\chi_{y2} \cdot N_{02}} \right]$

$0,552 \left[1 + (0,182 - 0,2) \frac{3069,953}{1,6110} \right] \leq 0,552 \left[1 + 0,8 \frac{3069,953}{1,6110} \right]$

$0,527 \leq 0,746 \checkmark$

$\lambda_{z2} = C_{m2} \left[1 + (\xi_{z2} - 0,2) \frac{N_{dred}}{\chi_{z2} \cdot N_{02}} \right] \leq C_{m2} \left[1 + 0,8 \frac{N_{dred}}{\chi_{z2} \cdot N_{02}} \right]$

$0,585 \left[1 + (0,182 - 0,2) \frac{3069,953}{1,6110} \right] \leq 0,585 \left[1 + 0,8 \frac{3069,953}{1,6110} \right]$

$0,58 \leq 0,82 \checkmark$

$\lambda_{y2} = 0,6222 = 0,6 \cdot 0,58 = 0,348$

$\lambda_{z2} = 0,6 \cdot \lambda_{y2} = 0,6 \cdot 0,527 = 0,316$

$$\frac{N_{ed}}{\chi_y \cdot N_{pe}} + \alpha_{22} \frac{M_{21ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{11pe}} + \alpha_{22} \frac{M_{22ed}}{M_{22pe}} \leq 1$$

$$\frac{3069,253}{1.6110} + 0,527 \frac{253,664}{1.633,325} + 0,248 \frac{173,997}{633,325} \leq 1$$

$$0,809 \leq 1 \Rightarrow \text{vyhoví}$$

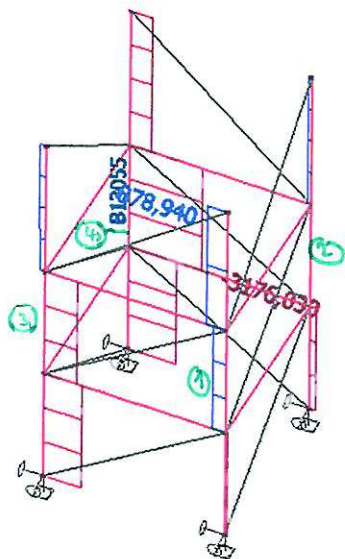
(Scia 0,809 ≤ 1) → Scia jinou
 uvažuje soub. 4

$$\frac{N_{ed}}{\chi_x \cdot N_{pe}} + \alpha_{22} \frac{M_{21ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{11pe}} + \alpha_{22} \frac{M_{22ed}}{M_{22pe}} \leq 1$$

$$\frac{3069,253}{1.6110} + 0,216 \frac{253,664}{1.633,325} + 0,158 \frac{173,997}{633,325} \leq 1$$

$$0,748 \leq 1 \Rightarrow \text{vyhoví}$$

(Scia 0,748 ≤ 1)



7.3.5 Menší příhradový sloup

a) posouzení globální stability

a1) vybočení \perp k ose M_y

- maximální tlaková síla $N_{ed,1,2} = 3176,03 \text{ kN}$ v rudi
 B 13055 v kombinaci CO 23

- CO 23: 251×1135
- 252×1135
- 253×15
- $255a \times 0,9$

$$\begin{aligned} N_{ed,1} &= 595,177 \text{ kN} \\ N_{ed,2} &= 2,167 \text{ kN} \\ N_{ed,3} &= -1389,428 \text{ kN} \\ N_{ed,4} &= -3176,03 \text{ kN} \end{aligned}$$

výsledná síla působící na sloup jako celek $N_{ed,1tot}$

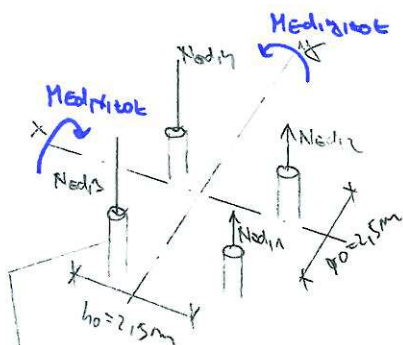
$$N_{ed,1tot} = \sum N_{ed,i} = 595,177 + 2,167 - 1389,428 - 3176,03 = -3968,114 \text{ kN}$$

výsledný moment působící na sloup jako celek $M_{ed,1tot}$

$$\begin{aligned} M_{ed,1tot} &= \frac{h_0}{2} (N_{ed,1} + N_{ed,2} + N_{ed,3} + N_{ed,4}) = \\ &= \frac{215}{2} (595,177 + 2,167 + 1389,428 + 3176,03) = 6453,503 \text{ kNm} \end{aligned}$$

výsledný moment působící na sloup jako celek $M_{ed,1tot}$

$$\begin{aligned} M_{ed,1tot} &= \frac{h_0}{2} (N_{ed,1} - N_{ed,2} - N_{ed,3} + N_{ed,4}) = \\ &= \frac{215}{2} (595,177 - 2,167 - 1389,428 + 3176,03) = \\ &= 2974,515 \text{ kNm} \end{aligned}$$

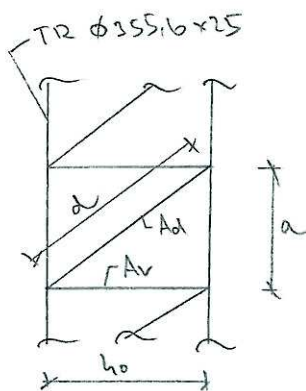
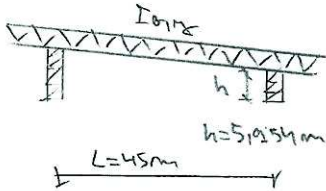
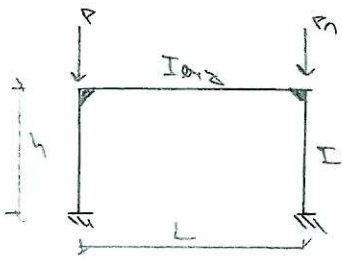


TR $\phi 355,6 \times 25$

$$A_0 = 26 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$I_0 = 2,568 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$W_{pl,0} = 2,625 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$



$d = 3,081 \text{ m}$
 $a = 1,18 \text{ m}$
 $h_0 = 2,15 \text{ m}$
 $A_c = 6,12 \cdot 10^3 \text{ m}^2$ (TR $\phi 168, 3 \times 12,5$)
 $A_s = 8,93 \cdot 10^3 \text{ m}^2$ (TR $\phi 193, 7 \times 16$)

Střevněn vzhledně délka přímého sloupu L_{012}

$$L_{012} = \beta \cdot h = 2 \cdot 5,9354 = 11,908 \text{ m}$$

$$\beta = 0,1 \sqrt{1 + 0,55 \gamma - 0,017 \gamma^2}$$

$$\gamma = \frac{I \cdot L}{I_{012} \cdot h} = \frac{1629 \cdot 10^4 \cdot 4,5}{6428 \cdot 10^2 \cdot 5,9354} = 12,235 \neq 10 \text{ (maximální hodnota)}$$

\Rightarrow rozčlenění vln hodnota $\beta = 2$

Síla v pásu N_{012} (pás = 2 pásy drátů sloupi)

$$N_{012} = 0,5 N_{0120t} + \frac{N_{ed} \cdot h_0 \cdot A_s}{2 I_{012}} =$$

$$= 0,5 \cdot 3268114 + \frac{6532017 \cdot 2,15 \cdot 5,2 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 0,1625} = 4620,867 \text{ kN}$$

Meda $\frac{N_{ed,lot} \cdot l_0}{N_{012}} + \frac{M_{ed,lot}}{S_v}$

$$1 - \frac{N_{ed,lot}}{N_{012}} - \frac{M_{ed,lot}}{S_v}$$

$$= \frac{3268114 \cdot 0,024 + 6453503}{1 - \frac{3268114}{2275 \cdot 10^6} - \frac{3268114}{8,107 \cdot 10^5}} = 6532,017 \text{ kNm}$$

$$l_0 = \frac{L_{012}}{500} = \frac{11,908}{500} = 0,024 \text{ m}$$

účinna smíšená síla článeho pásu N_{012}

$$N_{012} = \frac{12 \cdot I_{012}}{L_{012}^2} = \frac{12 \cdot 210 \cdot 10^2 \cdot 0,1625}{11,908^2} = 2,275 \cdot 10^3 \text{ N}$$

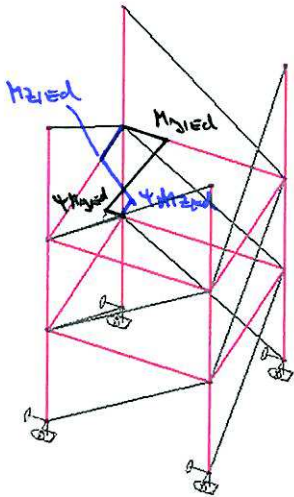
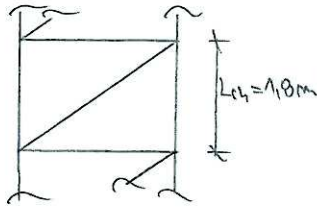
I_{012} (viz. výřez sloupi)

smíšená tuhost pásu s příhradovými spoji S_v

$$S_v = \frac{M \cdot E \cdot A_s \cdot a \cdot h_0^2}{d^3 \left[1 + \frac{A_s \cdot h_0^3}{A_c \cdot d^3} \right]} = \frac{2 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 8,93 \cdot 10^3 \cdot 1,18 \cdot 2,15^2}{3081^3 \left[1 + \frac{8,93 \cdot 10^3 \cdot 2,15^3}{6,12 \cdot 10^3 \cdot 3081^3} \right]}$$

$$= 8,107 \cdot 10^8 \text{ N}$$

$n = 2$ noviny příhradové reťezky



$M_{y,ed} = 192,449 \text{ kNm}$
 $\psi_{M_{y,ed}} = -65,914 \text{ kNm}$
 $\psi = \frac{-65,914}{192,449} = -0,343$

$c_{My} = 0,6 + 0,144 \geq 0,4$
 $0,6 + 0,4 \cdot (-0,343) \geq 0,4$
 $0,463 \geq 0,4 \checkmark$

$M_{z,ed} = 189,99 \text{ kNm}$
 $\psi_{M_{z,ed}} = -42,072 \text{ kNm}$
 $\psi = \frac{-42,072}{189,99} = -0,221$

$c_{Mz} = 0,6 + 0,144 \geq 0,4$
 $0,6 + 0,4 \cdot (-0,221) \geq 0,4$
 $0,512 \geq 0,4 \checkmark$

Posouzení účinko pruhy pásu na dlouhém úřku N_{ed}
 v kombinaci s lokálním ohybem M_{y,ed} a M_{z,ed}

$N_{ed} = \frac{N_{l,ed}}{2} = \frac{-4620,864}{2} = -2310,432 \text{ kN}$

$M_{y,ed} = 192,449 \text{ kNm}$
 $M_{z,ed} = 189,99 \text{ kNm}$

pruhy - rovnoběžná síla N_{cr}

$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI_D}{L_{ch}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 3,568 \cdot 10^{-7}}{1,8^2} = 2,282 \cdot 10^6 \text{ N}$

porovná sklonů $\bar{\chi}$

$\bar{\chi} = \sqrt{\frac{A_0 \cdot f_d}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{26 \cdot 10^{-2} \cdot 235 \cdot 10^6}{2282 \cdot 10^8}} = 0,164 \leq 0,2 \Rightarrow$

$\chi = 1$

interakce součinitele $\gamma_{y2}, \gamma_{z2}, \gamma_{y3}, \gamma_{z3}$ (tab. B1)

$\gamma_{y2} = c_{My} \left[1 + (\bar{\chi}_y - 0,2) \frac{N_{ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{cr}}{\gamma_{M1}}} \right] \leq c_{My} \left[1 + 0,8 \frac{N_{ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{cr}}{\gamma_{M1}}} \right]$

$0,463 \left[1 + (0,164 - 0,2) \frac{2310,432}{\frac{1 \cdot 6110}{1}} \right] \leq 0,463 \left[1 + 0,8 \frac{2310,432}{\frac{1 \cdot 6110}{1}} \right]$
 $0,457 \leq 0,603 \checkmark$

$\gamma_{z2} = c_{Mz} \left[1 + (\bar{\chi}_z - 0,2) \frac{N_{ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{cr}}{\gamma_{M1}}} \right] \leq c_{Mz} \left[1 + 0,8 \frac{N_{ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{cr}}{\gamma_{M1}}} \right]$

$0,512 \left[1 + (0,164 - 0,2) \frac{2310,432}{\frac{1 \cdot 6110}{1}} \right] \leq 0,512 \left[1 + 0,8 \frac{2310,432}{\frac{1 \cdot 6110}{1}} \right]$

$0,505 \leq 0,667 \checkmark$

$\gamma_{y3} = 0,6 \gamma_{y2} = 0,6 \cdot 0,457 = 0,274$

$\gamma_{z3} = 0,6 \gamma_{z2} = 0,6 \cdot 0,505 = 0,303$

$$\frac{N_{ed}}{\chi_{N2} \cdot N_{Rk}} + \gamma_{22} \frac{M_{y,ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + \gamma_{22} \frac{M_{z,ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1$$

$$\frac{2710,432}{1,6110} + 0,2274 \frac{192,449}{1,633,325} + 0,505 \frac{189,99}{633,325} \leq 1$$

$$0,673 \leq 1 \Rightarrow \text{vyhoví}$$

$$\frac{N_{ed}}{\chi_{N2} \cdot N_{Rk}} + \gamma_{22} \frac{M_{y,ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + \gamma_{22} \frac{M_{z,ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1$$

$$\frac{2710,432}{1,6110} + 0,457 \frac{192,449}{1,633,325} + 0,203 \frac{189,99}{633,325} \leq 1$$

$$0,608 \leq 1 \Rightarrow \text{vyhoví}$$

a2) vybočení + 2 oce X

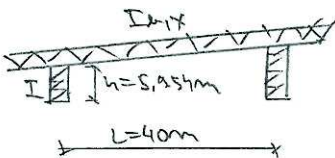
stanovení vzájemné délky příhradového sloupu $L_{cr,x}$

$$L_{cr,x} = \beta \cdot l = 2 \cdot 51,257 = 11,208 \text{ m}$$

$$\beta = \beta_1 \sqrt{1 + 0,35 \lambda - 0,017 \lambda^2}$$

$$\lambda = \frac{l \cdot L}{I_{cr,x} \cdot h} = \frac{1,633 \cdot 10^7 \cdot 40}{5,687 \cdot 10^7 \cdot 51,257} = 1,91762 \neq 10 \text{ (omezení normou)}$$

$$\Rightarrow \beta = 2 \text{ (bezempirická hodnota)}$$



Síla v páslu $N_{cr,ed}$ ($\mu_{cr} = 2$ pruty sloupů)

$$N_{cr,ed} = 0,5 N_{cr,kot} + \frac{M_{ed, ko. Art}}{2 I_{cr,x}}$$

$$= 0,5 \cdot 3968,114 + \frac{3090,077 \cdot 2,5 \cdot 51,2 \cdot 10^2}{2 \cdot 0,1625} = 3220,072 \text{ kN}$$

$$M_{ed} = \frac{N_{ed, kot} \cdot e_b + M_{ed, x, kot}}{1 - \frac{N_{ed, kot}}{N_{cr,x}} - \frac{N_{ed, kot}}{S_v}} = \frac{3968,114 \cdot 0,024 + 2974,515}{1 - \frac{3968,114}{2375 \cdot 10^6} - \frac{3968,114}{8,10 \cdot 10^5}}$$

$$= 3090,077 \text{ kNm}$$

$$L_{cr,x} = L_{cr,y} \Rightarrow N_{cr,x} = N_{cr,y}$$

posouzení drátů prutu pevnost na kloubové síle Ned
 v kombinaci s lokálním ohybem M_{z1ed} , M_{z2ed}

$$N_{ed} = \frac{N_{clied}}{2} = \frac{-3220,072}{2} = -1610,036 \text{ kN}$$

- lokality M_{z1ed} a M_{z2ed} jsou i součinitel ekvivalentního
 dost. momentu C_{m1} a C_{m2} jsou stejné jako v a1

interakce součinitelů

$$\beta_{m1} = C_{m1} \left[1 + (\bar{\chi}_{m1} - 0,2) \frac{N_{ed}}{\chi_{y1} \cdot N_{Rek}} \right] \leq C_{m1} \left[1 + 0,8 \frac{N_{ed}}{\chi_{y1} \cdot N_{Rek}} \right]$$

$$0,463 \left[1 + (0,164 - 0,2) \frac{1610,036}{1,6110} \right] \leq 0,463 \left[1 + 0,8 \frac{1610,036}{1,6110} \right]$$

$$0,459 \leq 0,561 \checkmark$$

$$\beta_{m2} = C_{m2} \left[1 + (\bar{\chi}_{m2} - 0,2) \frac{N_{ed}}{\chi_{y2} \cdot N_{Rek}} \right] \leq C_{m2} \left[1 + 0,8 \frac{N_{ed}}{\chi_{y2} \cdot N_{Rek}} \right]$$

$$0,512 \left[1 + (0,164 - 0,2) \frac{1610,036}{1,6110} \right] \leq 0,512 \left[1 + 0,8 \frac{1610,036}{1,6110} \right]$$

$$0,507 \leq 0,62 \checkmark$$

$$\beta_{y1} = 0,6 \beta_{m1} = 0,6 \cdot 0,459 = 0,275$$

$$\beta_{y2} = 0,6 \beta_{m2} = 0,6 \cdot 0,507 = 0,304$$

$$\frac{N_{ed}}{\chi_{y1} \cdot N_{Rek}} + \beta_{y1} \frac{M_{z1ed}}{\chi_{L1} \cdot M_{y1Rek}} + \beta_{y2} \frac{M_{z2ed}}{M_{y2Rek}} \leq 1$$

$$\frac{1610,036}{1,6110} + 0,275 \frac{192,443}{1,633,325} + 0,304 \frac{189,93}{637,325} \leq 1$$

$$0,924 \leq 1 \Rightarrow \text{vyhoví}$$

$$\frac{N_{ed}}{\chi_{y2} \cdot N_{Rek}} + \beta_{y2} \frac{M_{z1ed}}{\chi_{L1} \cdot M_{y1Rek}} + \beta_{y1} \frac{M_{z2ed}}{M_{y2Rek}} \leq 1$$

$$\frac{1610,036}{1,6110} + 0,304 \frac{192,443}{1,633,325} + 0,275 \frac{189,93}{637,325} \leq 1$$

$$0,929 \leq 1 \Rightarrow \text{vyhoví}$$

b) posouzení lokální stability

$L_{cr} = 1,8 \text{ m}$ (vzdálenost vodorovných spěrů)

- lokální posudek uzel pro kombinaci CO23 podle

D 13055

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *S*</i>			
CO23	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,35
		ZS3 - Sněh plný	1,50
		ZS5 a - Větr příčný, střecha tlak	0,90



Jednotkový posudek nejvíce namáhaného dříku menšího příhradového sloupu

1. Posudek oceli

Lineární výpočet, Extrém : Globální
Výběr : B13053..B13056,B13061..B13064
Třída : MSÚ

Prvek B13055	5,954 m	CHS355.6/25.0	S 235	CO23/5	0,93 -
--------------	---------	---------------	-------	--------	--------

Díličí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu fy	235,0	MPa
Mezní pevnost fu	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro trubkovité průřezy

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	14,22
Třída 1 limit	50,00
Třída 2 limit	70,00
Třída 3 limit	90,00

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 1.800 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-3176,030	kN
Vy,Ed	125,060	kN
Vz,Ed	143,345	kN
T,Ed	-10,616	kNm
My,Ed	-65,914	kNm
Mz,Ed	-42,072	kNm

Posudek na tlak

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

A	2,6000e-02	m ²
Nc,Rd	6110,000	kN
Jedn. posudek	0,52	-

Posudek ohybového momentu for My

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

Wpl,y	2,6945e-03	m ³
Mpl,y,Rd	633,196	kNm
Jedn. posudek	0,10	-

Posudek ohybového momentu for Mz

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

Wpl,z	2,6945e-03	m ³
Mpl,z,Rd	633,196	kNm
Jedn. posudek	0,07	-

Posudek smyku pro Vy

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

Eta	1,20	
Av	1,6552e-02	m ²
Vpl,y,Rd	2245,746	kN
Jedn. posudek	0,06	-

Posudek smyku pro Vz

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

Eta	1,20	
Av	1,6552e-02	m ²
Vpl,z,Rd	2245,746	kN
Jedn. posudek	0,06	-

Posudek kroucení

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

Tau,t,Ed	2,8	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,02	-

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

Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 9.1.2.6 a rovnice (6.31)

M, výslednice	78,197	kNm
V, výslednice	190,231	kN
MN, Rd	425,000	kNm
Jedn. posudek	0,18	-

Poznámka: Výsledné vnitřní síly se použijí pro trubkové průřezy

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

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro trubkovité průřezy

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	14,22
Třída 1 limit	50,00
Třída 2 limit	70,00
Třída 3 limit	90,00

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

Posudek rovinného vzpěru

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

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčniců	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	5,954	5,954	m
Součinitel vzpěru k	0,30	0,30	
Vzpěrná délka Lcr	1,800	1,800	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	228243,740	228243,740	kN
Štíhlost Lambda	15,37	15,37	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,16	0,16	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	

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

Posudek klopení

Pozor: Průřez se týká kruhové trubky, která není náchylná ke klopení.

Posudek na tlak s ohybem

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

Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
kyy	0.883	
kyz	0.463	
kzy	0.530	
kzz	0.772	
Delta My	0.000	kNm
Delta Mz	0.000	kNm
A	2.6000e-02	m ²
Wy	2.6945e-03	m ³
Wz	2.6945e-03	m ³
NRk	6110.000	kN
My,Rk	633.196	kNm
Mz,Rk	633.196	kNm
My,Ed	192.449	kNm
Mz,Ed	189.990	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	0.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.900	
Cmz	0.900	
CmLT	0.900	

Jedn. posudek (6.61) = 0.52 + 0.27 + 0.14 = 0.93

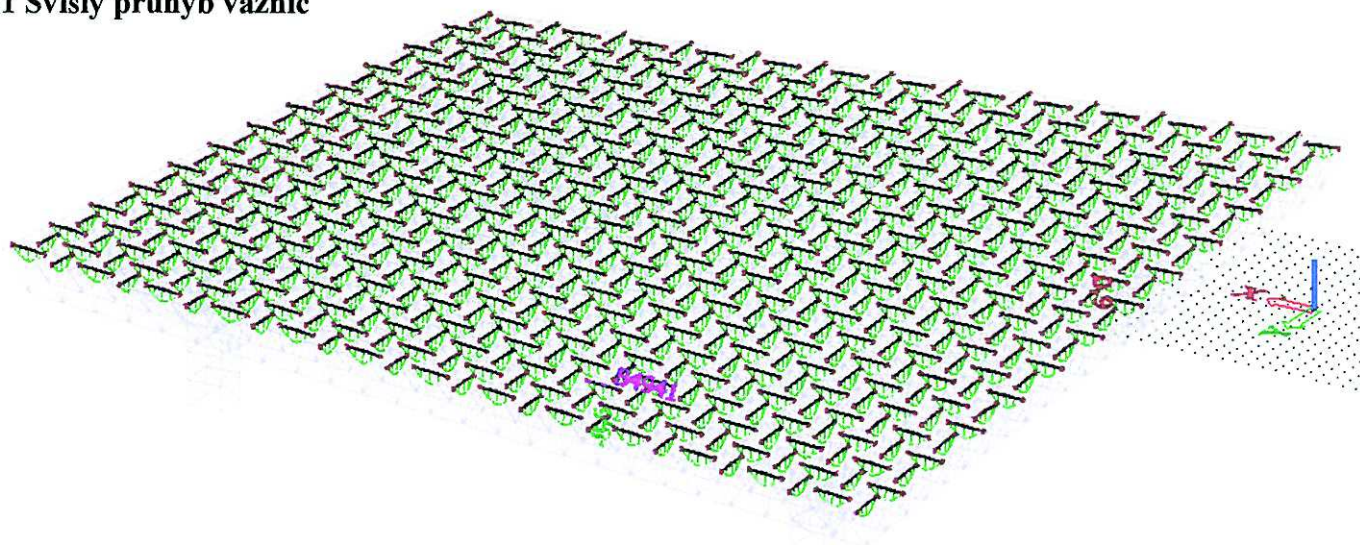
Jedn. posudek (6.62) = 0.52 + 0.16 + 0.23 = 0.91

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

Studentská verze

8. Posouzení prvků na mezní stav použitelnosti

8.1 Svislý průhyb vaznic



Maximální svislý průhyb je 8,6 mm u prvku B4941 v kombinaci CO 155.

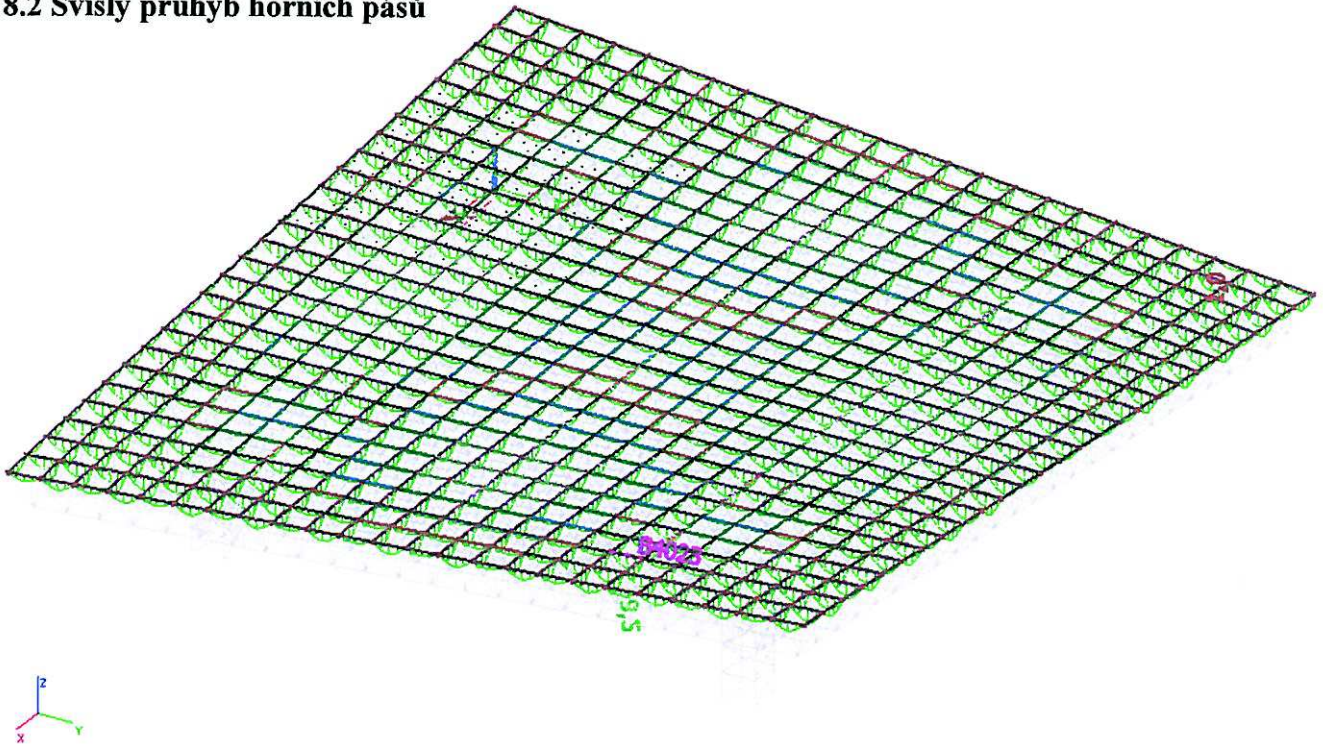
Maximální dovolený průhyb (stropní a střešní konstrukce nesoucí dlažby, omítky nebo jiné křehké obklady a nepoddajné příčky) je $L/250 = 2500/250 = 10$ mm.

$8,6 \text{ mm} < 10 \text{ mm} \rightarrow$ vyhoví

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO155	Lineární - použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Snih plný ZS4 a - Vitr podélný, střecha tlak	1,00 1,00 1,00 0,60

8.2 Svislý průhyb horních pásů



Maximální svislý průhyb je 9,5 mm u prvku B4023 v kombinaci CO 155.

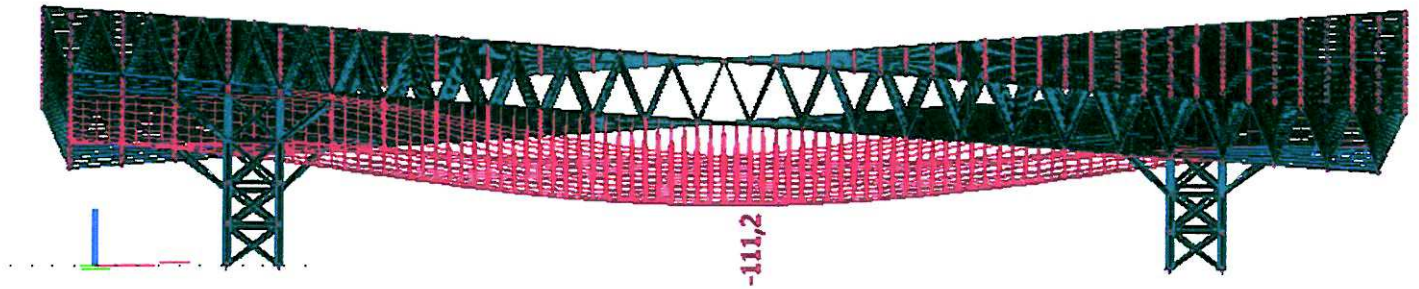
Maximální dovolený průhyb (stropní a střešní konstrukce nesoucí dlažby, omítky nebo jiné křehké obklady a nepoddajné příčky) je $L/250 = 2500/250 = 10$ mm.

$9,5 \text{ mm} < 10 \text{ mm} \rightarrow$ vyhoví

Kombinace

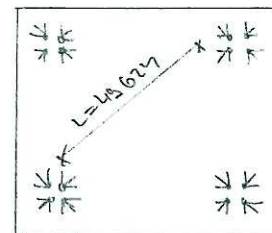
Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO155	Lineární - použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Sníh plný ZS4 a - Vítr podélný, střecha tlak	1,00 1,00 1,00 0,60

8.3 Svislý průhyb ve středu desky



Maximální svislý průhyb ve středu příhradové desky jako celku je 111,2 mm v kombinaci CO 157. Maximální dovolený průhyb (stropní a střešní konstrukce nesoucí dlažby, omítky nebo jiné křehké obklady a nepoddajné příčky) je $L/250 = 49\,624/250 = 198,5$ mm. L je dáno diagonální vzdáleností mezi vzpěrami sloupů.

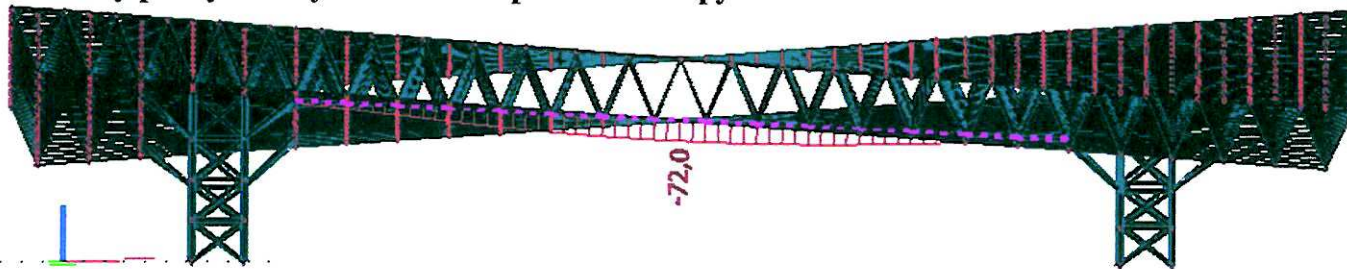
$111,2 \text{ mm} < 198,5 \text{ mm} \rightarrow$ vyhoví



Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *St</i>			
CO157	Lineární - použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
		ZS3 - Snih plný	1,00
		ZS5 a - Vítr příčný, střecha tlak	0,60

8.4 Svislý průhyb desky ve středu rozpětí mezi sloupy



Maximální svislý průhyb ve středu rozpětí mezi sloupy je 72 mm v kombinaci CO 157.

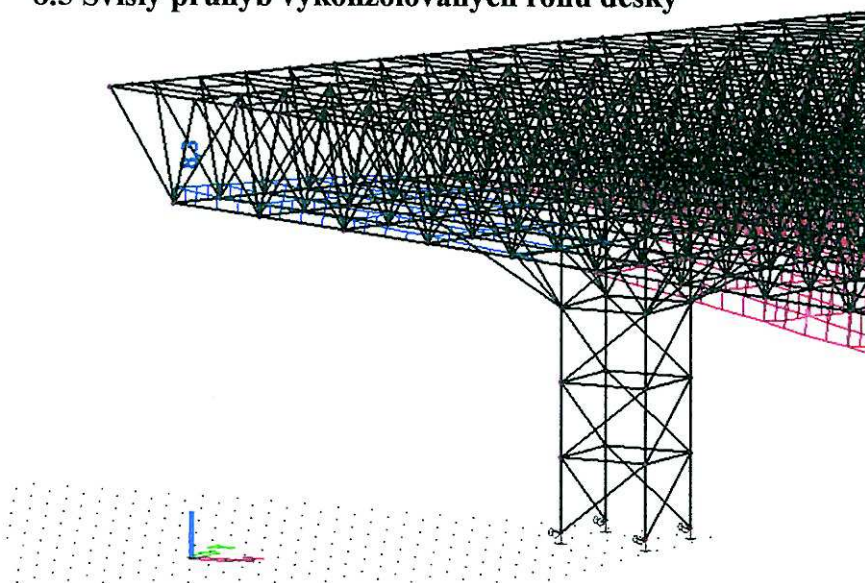
Maximální dovolený průhyb (stropní a střešní konstrukce nesoucí dlažby, omítky nebo jiné křehké obklady a nepoddajné příčky) je $L/250 = 37\,500/250 = 150$ mm. L je dáno vzdáleností mezi vzpěrami sloupů.

$72\text{ mm} < 150\text{ mm} \rightarrow$ vyhoví

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *St</i>			
CO157	Lineární - použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
		ZS3 - Sníh plný	1,00
		ZS5 a - Vitr příčný, střecha tlak	0,60

8.5 Svislý průhyb vykonzolovaných rohů desky



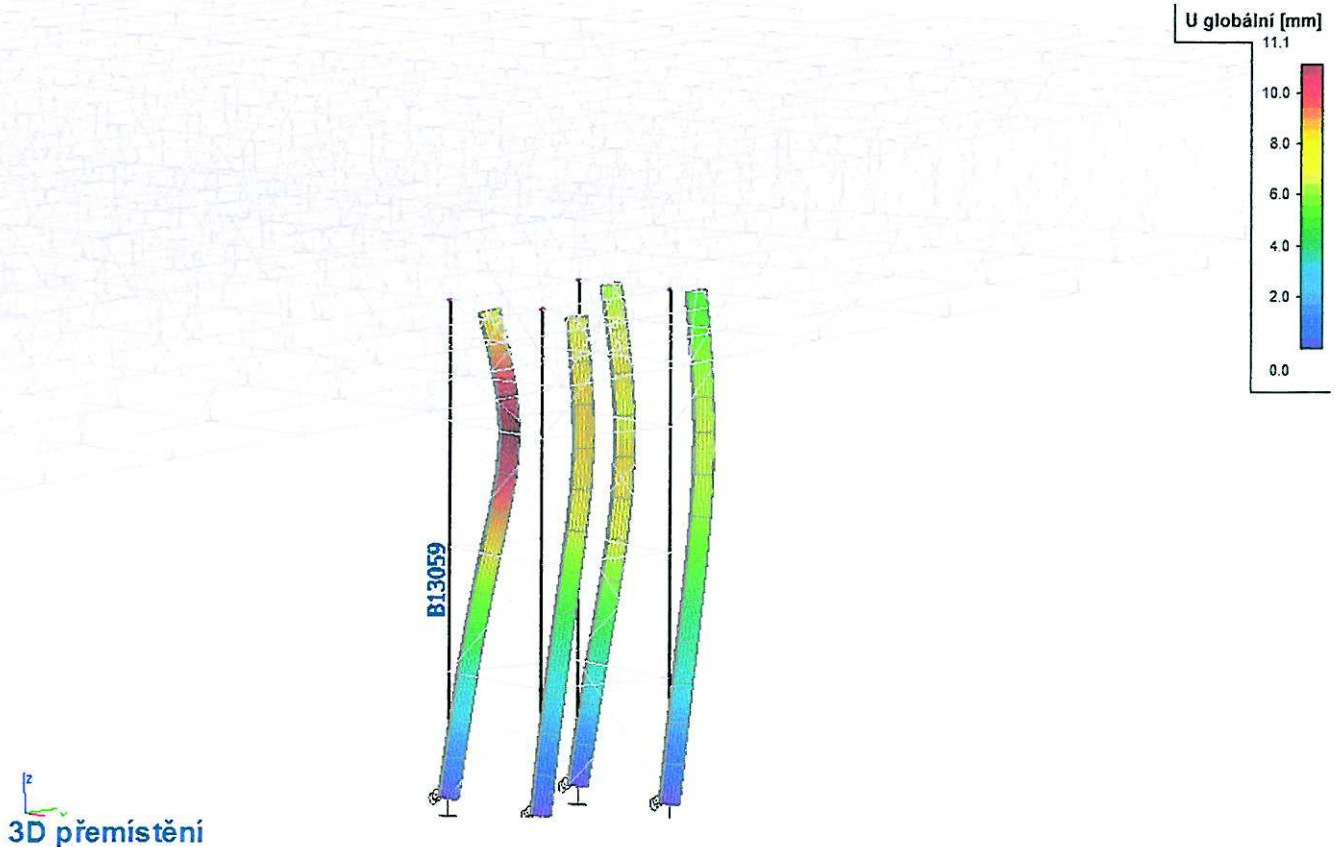
Maximální svislý průhyb ve vykonzolovaném rohu desky je -8,3 mm (směrem nahoru) v kombinaci CO 199. Maximální dovolený průhyb (stropní a střešní konstrukce nesoucí dlažby, omítky nebo jiné křehké obklady a nepoddajné příčky) je $2L/250 = 2*8839/250 = 70,7$ mm. L je dáno vzdáleností mezi rohovou vzpěrou a rohem desky.

$8,3\text{ mm} < 70,7\text{ mm} \rightarrow$ vyhoví

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Student</i>			
CO199	Lineární - použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
		ZS3 - Sníh plný	0,50
		ZS7 b - Vitr diagonální II, střecha tlak+nezatížena	1,00

8.6 Vodorovný průhyb příhradových sloupů



Lineární výpočet

Třída: MSP

Výběr: B13056,B13055,B13053,B13054,B13049..B13052,B13059,B13060,B13058,B13057,B13062,B13064,B13061,B13063,
 Systém: Lokální

Jméno	Stav	dx [m]	Vlákno	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	φ_x [mrad]	φ_y [mrad]	φ_z [mrad]	U globální [mm]
B13059	MSP/1	0,000	0/1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
B13059	MSP/3	6,000	0/9	-1,3	6,6	-8,9	0,0	-0,1	-0,1	11,1

index	Klíč kombinace
1	ZS1 + ZS2 + ZS5 b
2	ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.60*ZS7 b
3	ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.60*ZS7 a
4	ZS1 + ZS2 + ZS5 a
5	ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.60*ZS5 a
6	ZS1 + ZS2 + ZS7 d

-CO 168

Maximální vodorovný průhyb je 11,1 mm u prvku B13059 v kombinaci CO 168. Průhyb v sobě zahrnuje složku průhybu ve směru y a z lokálních os prutu. Maximální dovolený vodorovný průhyb (portálové rámy) je $h/150 = 7946/150 = 53$ mm. h je výška sloupu.

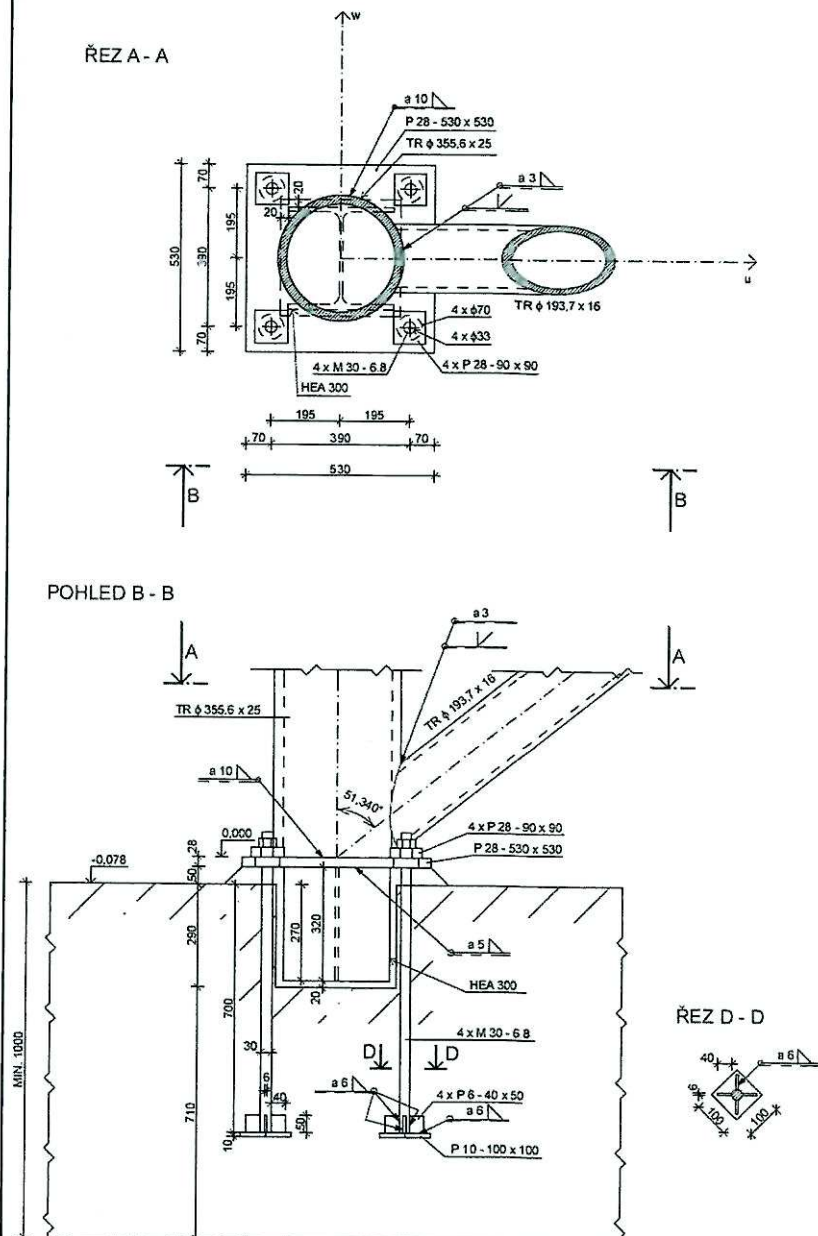
11,1 mm < 53 mm → vyhoví

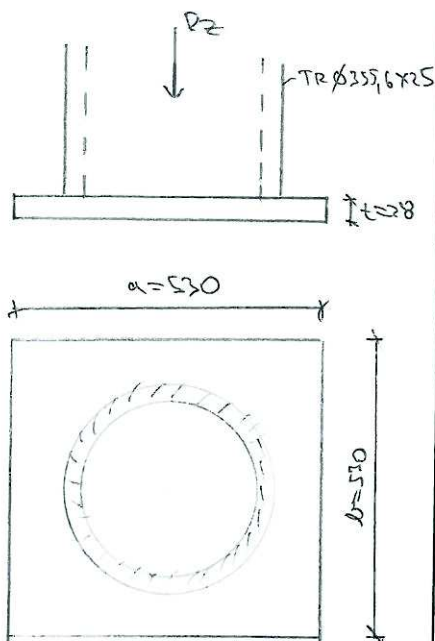
Pozn: Výše uvedený max. průhyb je největší pro všechny dřívky. Pro menší dřívky, než je výška prvku B13059 požadavek $h/150$ vyhoví rovněž. Pro nejmenší dřík je $h/150=5688/150=38$ mm.

9. Kotevň přhradových sloupů

-jednotlivé díly přhradových sloupů jsou řešeny globálně pomocí 4 šroubů proklem zabetonovaných ve společné patce pro celý sloup z prostého betonu C 20/25; montážní tolerance pro osazení jednotlivých šroubů jsou ± 20 mm

9.1 Kotevň většího sloupu K1





Návrh patky desky

- maximální kloubová síla $R_z = 1959,864 \text{ kN}$ v podpoře

- Sa s kombinace CO99: 2S1 x 1,35
 2S2 x 1,35
 2S3 x 0,75
 2S7c x 1,5

- návrh patky z betonu C20/25 ($f_{td} = \frac{f_{tk}}{\alpha} = \frac{20}{1,5} = 13,333 \text{ MPa}$)

- zvolena tloušťka patky desky $t = 28 \text{ mm}$

maximální povolená střední vložení f_{td}

$$f_{td} = \frac{B_j \cdot F_{adm}}{a \cdot b} = \frac{\frac{2}{3} \cdot 10809651}{530 \cdot 530} = 25,655 \text{ MPa}$$

$B_j = \frac{2}{3}$ (soudržitel materiálu středně)

maximální únosnost vložení F_{adm}

$$F_{adm} = A_{co} \cdot f_{td} \cdot \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{co}}} \leq 3 \cdot f_{td} \cdot A_{co}$$

$$280900 \cdot 13,333 \cdot \sqrt{\frac{2371106}{280900}} \leq 3 \cdot 13,333 \cdot 280900$$

$$10809651 \text{ kN} \leq 11225719 \text{ kN} \checkmark$$

$$A_{co} = a \cdot b = 530 \cdot 530 = 280900 \text{ mm}^2$$

$$A_{c1} = A \cdot B = 1530 \cdot 1530 = 2371106 \text{ mm}^2$$

podmínky:

$$A \leq 3 \cdot a$$

$$1530 \leq 3 \cdot 530 = 1590 \checkmark$$

$$B \leq 3 \cdot b$$

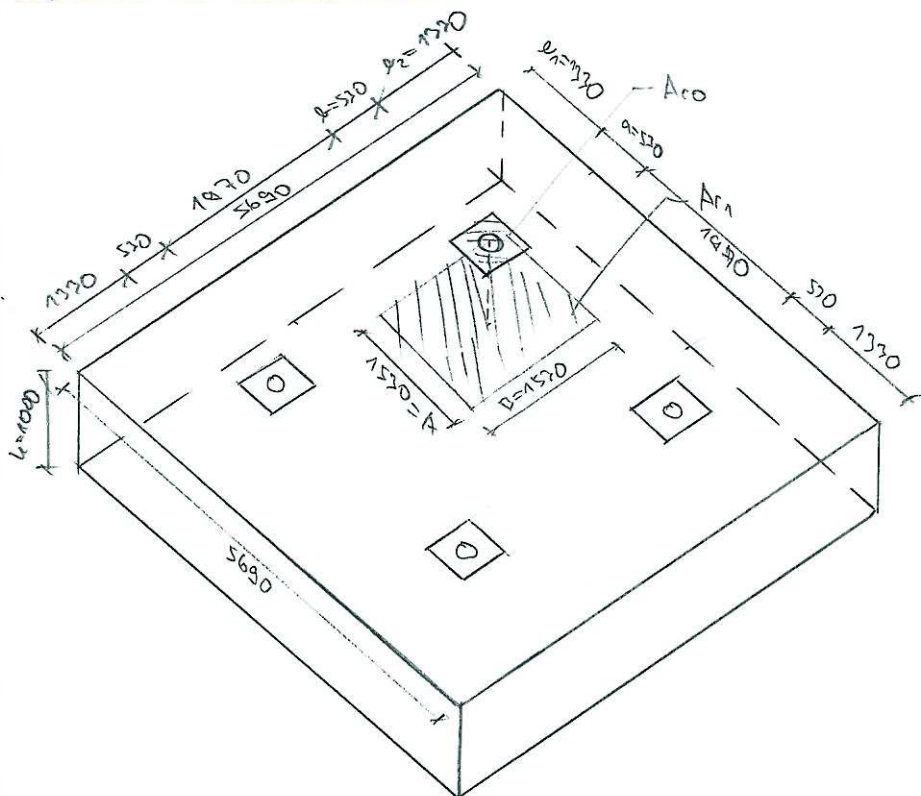
$$1530 \leq 3 \cdot 530 = 1590 \checkmark$$

$$h \geq (B - b)$$

$$1000 \geq (1530 - 530) = 1000 \checkmark$$

$$h \geq (A - a)$$

$$1000 \geq (1530 - 530) = 1000 \checkmark$$



účinná plocha desky v tlaku N_{ed}

$$N_{ed} = A_{eff} \cdot f_{td} = 127604 \cdot 25,655 = \underline{3273,673 \text{ kN}}$$

účinná plocha A_{eff}

$$A_{eff} = \pi \left(\frac{d}{2} + c \right)^2 - \pi \left(\frac{d}{2} - t_w - c \right)^2 =$$

$$= \pi \left(\frac{355,6}{2} + 48,93 \right)^2 - \pi \left(\frac{355,6}{2} - 25 - 48,93 \right)^2 = 127604 \text{ mm}^2$$

převýšení

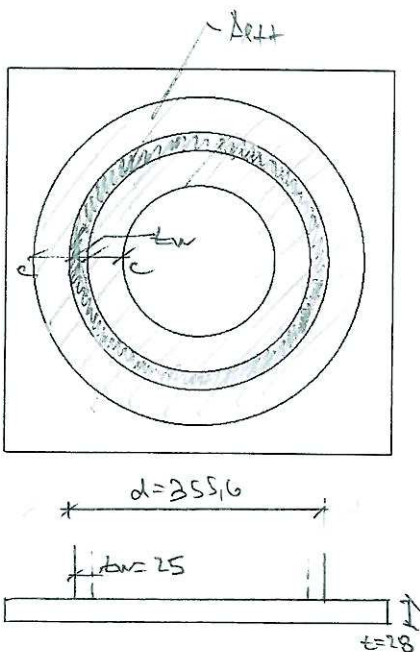
$$c = t_w \sqrt{\frac{f_t}{3 f_{td} \gamma_{pro}}} = 28 \sqrt{\frac{235}{3 \cdot 25,655 \cdot 1}} = 48,93 \text{ mm}$$

$$\underline{R_z \geq 1}$$

N_{ed}

$$\frac{10559,864}{3273,673} \leq 1$$

$$\underline{0,599 \leq 1 \Rightarrow \text{vyhoví}}$$



Návrh a posazení ložev

- max. zatížení síla $R_z^i = 806,153 \text{ kN}$ v podpoře Sm 11

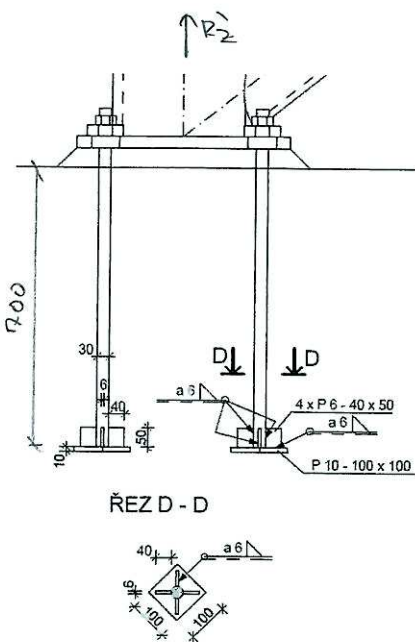
v domětině: CO 132: 251 x 1
 252 x 1
 253 x 0,75
 257c x 1,5

→ navrhnu 4 ložev M 30 - C.B s loževní hlavou

- rozměry loževní hlavy a přípojovací strany byly stanoveny dle VN 73 2615 směrnice pro loževní ocelových konstrukcí pro daný průměr ložev

zatížení síla působící na 1 stavb N_{red}

$$N_{red} = \frac{R_z^i}{4} = \frac{806,153}{4} = 201,538 \text{ kN}$$



Únosnost smyčky v tahu $F_{s,RA}$

$$F_{s,RA} = \frac{f_{t,As} \cdot A_s}{A_{s2}} = \frac{0,9 \cdot 600 \cdot 561}{1125} = \underline{242,352 \text{ kN}}$$

$$\frac{N_{s,Ed}}{F_{s,RA}} \leq 1$$

$$\frac{201,538}{242,352} \leq 1$$

$$\underline{0,832 \leq 1 \Rightarrow \text{výbor}}$$

Únosnost v prokláčení $D_{p,RA}$

$$D_{p,RA} = \frac{0,6 \pi d_m \cdot t_f \cdot f_u}{A_{s2}} = \frac{0,6 \pi \cdot 49,6 \cdot 28 \cdot 360}{1125} = \underline{757,334 \text{ kN}}$$

$$\frac{N_{s,Ed}}{D_{p,RA}} \leq 1$$

$$\frac{201,538}{757,334} \leq 1$$

$$\underline{0,267 \leq 1 \Rightarrow \text{výbor}}$$

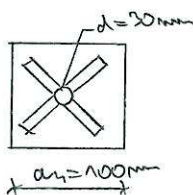
Posouzení šotek dle ETAG 001

• posouzení vytažením (posouzení součinnosti) $N_{rd,1k}$

$$N_{rd,1k} = \frac{f_k \cdot A_4}{A_{HP}} = \frac{220 \cdot 9293,14}{115} = \underline{17362,324 \text{ kN}}$$

$$f_k = 11 \cdot f_{t2} = 11 \cdot 20 = 220 \text{ MPa}$$

$$A_4 = a_1^2 - \pi \frac{d^2}{4} = 100^2 - \pi \cdot \frac{30^2}{4} = 9293,14 \text{ mm}^2$$



$$\frac{N_{s,Ed}}{N_{rd,1k}} \leq 1$$

$$\frac{201,538}{17362,324} \leq 1$$

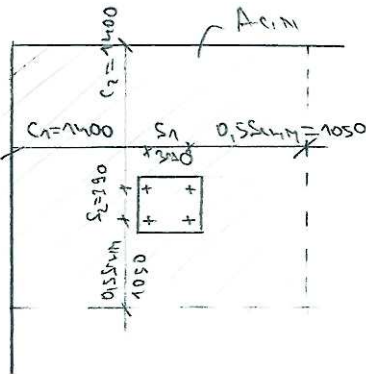
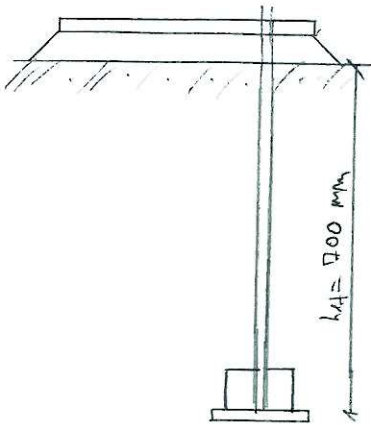
$$\underline{0,116 \leq 1 \Rightarrow \text{výbor}}$$

• posouzení vytažením betonového jádra (pro skupinu šotek) $N_{rd,c}$

• Chyba k tensilaci únosnost skupiny šotek $N_{rd,c}$

$$N_{rd,c} = N_{rd,c}^0 \cdot \frac{A_{c1N}}{A_{c1N}^0} \cdot \gamma_{s1,N} \cdot \gamma_{s2,N} \cdot \gamma_{c1,N} \cdot \gamma_{c2,N} =$$

$$= 666,729 \cdot \frac{8006 \cdot 10^6}{4171 \cdot 10^6} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = \underline{1219,464 \text{ kN}}$$



počáteční hodnota charakteristické únosnosti, pokud
umístěné v betonu s tuhlinami: $N_{Rd,c}$

$$N_{Rd,c} = \eta \cdot \sqrt{f_{ct,eff}} \cdot k_{ef} = 1,2 \cdot \sqrt{25} \cdot 1,700^{1,5} = 666,129 \text{ kN}$$

plocha betonu, kterou na povrchy zaujímá jednotlivá
rota při velké zatížení a vzdálenosti od okraje $A_{c,1M}$

$$A_{c,1M} = s_{c1M} \cdot s_{c1M} = 2100 \cdot 2100 = 4,41 \cdot 10^6 \text{ mm}^2$$

$$s_{c1M} = 2 \cdot k_{ef} = 2 \cdot 1050 = 2100 \text{ mm}$$

skutečná plocha zastřešené části betonu, kterou na
povrchy betonu $A_{c,1M}$ (obz. 5.2 c)

$$A_{c,1M} = (c_1 + s_1 + 0,5 s_{c1M}) (c_2 + s_2 + 0,5 s_{c1M}) = (1400 + 1050 + 0,5 \cdot 2100) (1400 + 1050 + 0,5 \cdot 2100) = 8,066 \cdot 10^6 \text{ mm}^2$$

$$\psi_{s,1M} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{c1M}} \leq 1$$

$$0,7 + 0,3 \cdot \frac{1400}{1050} \leq 1$$

$$1,1 \neq 1 \Rightarrow \psi_{s,1M} = 1$$

$$c_{c1M} = \frac{2}{3} h_{ef} = \frac{2}{3} \cdot 1050 = 700 \text{ mm}$$

$$\psi_{tr,1M} = 0,5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1$$

$$0,5 + \frac{1050}{200} \leq 1$$

$$4 \neq 1 \Rightarrow \psi_{tr,1M} = 1$$

$\psi_{ac,1M} = 1$ (stejná tahová síla ve všech rotacích)

$\psi_{c,1M} = 1$ (možnost tuhlin v betonu)

mávnková únosnost s úpravným koeficientem (4) $N_{Rd,c}$

$$N_{Rd,c} = \frac{N_{Rd,c}}{\gamma_{mc}} = \frac{1219,564}{1,15} = 812,976 \text{ kN}$$

$$\frac{R_z'}{N_{Rd,c}} \leq 1$$

$$\frac{606,153}{812,976} \leq 1$$

$$0,922 \leq 1 \Rightarrow \text{vyhoví}$$

Patrná deska v ohybu

- působící síly se nemají vyznačovat
- tabulka síla $R_{21} = 806,153 \text{ AM}$

určování délky mezního T profilu pro daný průřez sloupky ležt pro samostatnou ložnu

- výpočet účinné délky je proveden dle [21] -
- K nainstalovanému ocelovému, dřevěnému a ztenčenému konstrukci, Praha, ČVUT, 2012, kapitola 8

$$l_{eff} = \min \{ l_{eff1}, l_{eff2}, l_{eff3}, l_{eff4}, l_{eff5}, l_{eff6}, l_{eff7} \}$$

$$= \min \{ 54,035, 132,5, 61,66, 61,66, 61,66, 132,5, 54,035 \} =$$

$$= 54,035 \text{ mm}$$

$$l_{eff1} = \pi \cdot m = \pi \cdot 17,2 = 54,035 \text{ mm}$$

$$l_{eff2} = \frac{a}{2} = \frac{265}{2} = 132,5 \text{ mm}$$

$$l_{eff3} = \frac{\sqrt{b_1^2 + \left[\frac{b_1(a-a_1)}{a-b_1} \right]^2}}{4} \left(\frac{b_1-l_0}{a-l_0} + \frac{a_1-l_0}{b_1-l_0} \right)$$

$$= \frac{\sqrt{87,2^2 + \left[\frac{87,2(265-87,2)}{265-87,2} \right]^2}}{4} \left(\frac{87,2-70}{87,2-70} + \frac{87,2-70}{87,2-70} \right) =$$

$$= 61,66 \text{ mm}$$

$$\left. \begin{matrix} a=l_0 \\ a_1=l_0 \\ l_0=l_0 \end{matrix} \right\} l_{eff4} = l_{eff3}$$

$$l_{eff5} = \frac{\sqrt{a_1^2 + b_1^2}}{4} \left(\frac{l_0}{l_0} + \frac{l_0}{l_0} \right) = \frac{\sqrt{87,2^2 + 87,2^2}}{4} \left(\frac{70}{70} + \frac{70}{70} \right) =$$

$$= 61,66 \text{ mm}$$

$$l_{eff6} = l_{eff2}$$

$$l_{eff7} = l_{eff1}$$

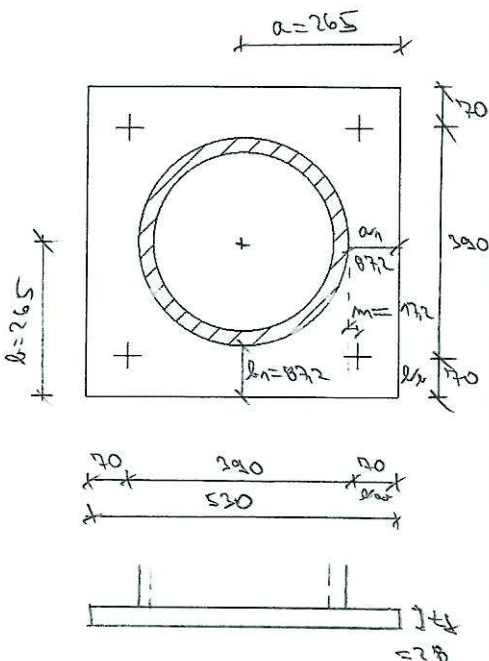
únosnost pásmové mezního T profilu $F_{T1-2,rd}$

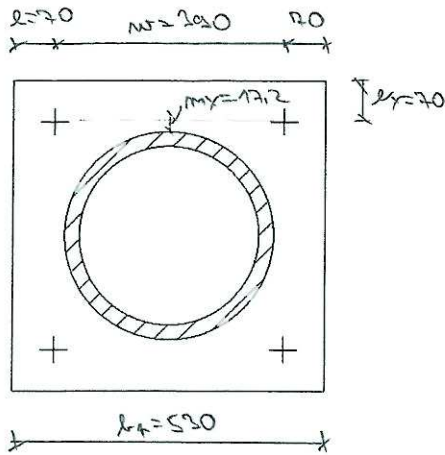
$$F_{T1-2,rd} = \frac{2M_{e,limit}}{m} = \frac{2 \cdot 2487,25}{0,0172} = 289,214 \text{ AM}$$

$$M_{e,limit} = \frac{0,25 l_{eff} \cdot t_f^2 \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,25 \cdot 0,055 \cdot 0,028^2 \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 2487,25 \text{ Nm}$$

$$\frac{N_{e,rd}}{F_{e1-2,rd}} \leq 1$$

$$\frac{201,538}{289,214} = 0,697 \leq 1 \Rightarrow \text{ok}$$





• leťtí uvažováno pro samostatnou řadu sloupů (2 řady)

- poloha řady sloupů - vně každé meř pásmice (tab. 6.6 - ČSN EN 1993-1-8)

symboles poměrem leťtí

$$l_{leťt,1} = \min \{ 2\pi m_x; \pi m_x + m_r; \pi m_x + 2e \} =$$

$$= \min \{ 2\pi \cdot 170; \pi \cdot 170 + 200; \pi \cdot 170 + 2 \cdot 70 \} =$$

$$= \min \{ 108,037; 444; 197 \} = 108 \text{ mm}$$

nesymboles poměrem leťtí

$$l_{leťt,mc} = \min \{ 4m_x + 1,25e_x; e + 2m_x + 0,625e_x; 0,5a_p;$$

$$; 0,5m_r + 2m_x + 0,625e_x \} =$$

$$= \min \{ 4 \cdot 170 + 1,25 \cdot 70; 70 + 2 \cdot 170 + 0,625 \cdot 200; 0,5 \cdot 530;$$

$$; 0,5 \cdot 200 + 2 \cdot 170 + 0,625 \cdot 200 \} =$$

$$= \min \{ 715; 265; 273,15 \} = 265 \text{ mm}$$

$$l_{leťt,1} = \min \{ l_{leťt,1}; l_{leťt,mc} \} = \min \{ 108; 265 \} = 108 \text{ mm}$$

únosnost pásmice rektangulárního T profilu FT,1-210A

$$F_{T,1-210A} = \frac{2M_{Ed}}{m} = \frac{2 \cdot 4324,48}{2} = 4324,48 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = \frac{0,25 \cdot l_{leťt,1} \cdot t_p^2 \cdot f_y}{2} = \frac{0,25 \cdot 0,108 \cdot 0,07^2 \cdot 235 \cdot 10^6}{2} =$$

$$= 4324,48 \text{ Nm}$$

síla působící na 1 řadu sloupů (2 řady) N'Ed

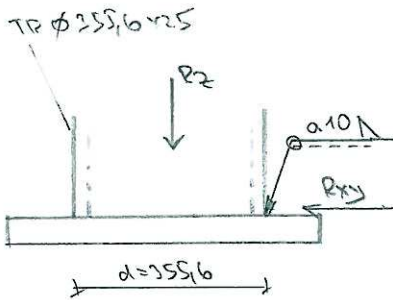
$$N'_{Ed} = \frac{R_d}{2} = \frac{806153}{2} = 403,077 \text{ kN}$$

$$\frac{N'_{Ed}}{F_{T,1-210A}} \leq 1$$

$$\frac{403,077}{578,428} \leq 1$$

$$0,697 \leq 1 \Rightarrow \text{ok}$$

pozn: Pro polohu sloupů vně každé meř pásmice se neuvádějí poměrem jako součást sloupů řady sloupů.



Slab držák sloupů a počet mřížek

- bude proveden drátový slab kolem celého obvodu
 $d = 10 \text{ mm}$

a) maximální tlaková síla $R_z = 1959,861 \text{ N}$

o odpovídající smykové síly $R_x = 737,205 \text{ N}$
 $R_y = 8,437 \text{ N}$

výslednice smykových sil R_{xy}

$$R_{xy} = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{737,205^2 + 8,437^2} = 737,253 \text{ N}$$

prostorová výslednice $F_{mířd}$

$$F_{mířd} = \sqrt{R_{xy}^2 + R_z^2} = \sqrt{737,253^2 + 1959,861^2} = 2093,946 \text{ N}$$

únosnost slavn $F_{mířd}$

$$F_{mířd} = f_{mířd} \cdot a \cdot \pi \cdot d = 207,846 \cdot 10 \cdot \pi \cdot 255,6 = 2321,952 \text{ N}$$

pevnost slavn ve smyku $f_{mířd}$

$$f_{mířd} = \frac{f_A}{\sqrt{3} \cdot \sigma_w \cdot \sigma_{m2}} = \frac{360}{\sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 125} = 207,846 \text{ MPa}$$

$$\frac{F_{mířd}}{F_{mířd}} \leq 1$$

$$\frac{2093,946}{2321,952} \leq 1$$

$$0,902 \leq 1 \Rightarrow \text{vhodný}$$

b) maximální posuvná síla $R_{xy}'' = -1020,552 \text{ N}$ v podpaře

- $251 \times 1,35$
- $252 \times 1,35$
- $253 \times 1,5$
- $254 \times 0,9$

odpovídající smykové síly $R_x'' = 18,653 \text{ N}$

- 1 - normálová síla $R_z'' = 1695,17 \text{ N (tlak)}$

Výslednice smyčkové síly R_{xy}^{II}

$$R_{xy}^{II} = \sqrt{R_x^{II2} + R_y^{II2}} = \sqrt{18,655^2 + 1020,552^2} = 1020,722 \text{ kN}$$

Prostoměr výslednice $F_{u,red}^{II}$

$$F_{u,red}^{II} = \sqrt{R_{xy}^{II2} + R_z^{II2}} = \sqrt{1020,722^2 + 1695,17^2} = 1978,756 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{u,red}^{II}}{F_{u,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{1978,756}{2321,952} \leq 1$$

$$0,852 \leq 1 \Rightarrow \text{vhodn}$$

Návrh smyčkové zpevnění

- profil HEA 300 orientovaný přesměrem II se směrem, kde má zpevnění diagonální spoje sloupů
- max. požadovaná síla ve směru, kde má zpevnění diagonální spoje $R_{xy}^{II} = 1020,552 \text{ kN}$, $\sin 10,6021$

• minimální hloubka v betonu h_{min}

$$h_{min} \geq \frac{R_{xy}^{II}}{f_{ctd}} = \frac{1020,552}{290 \cdot 0,9333} = 263,9 \text{ mm} \Rightarrow 270 \text{ mm}$$

• celková délka h

$$h = h_{min} + \text{podlaha} = 270 + 50 = 320 \text{ mm}$$

• minimální pos. síla ve směru kolmém, než ve směru zpevnění diagonální spoje

$$R_x^{III} = 24,819 \text{ kN}, \sin 12,6033: 251 \times 1,35$$

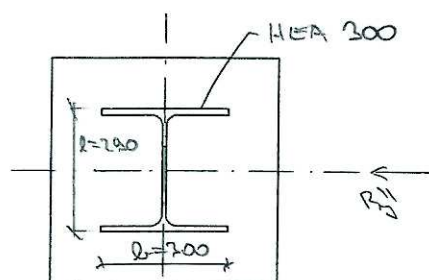
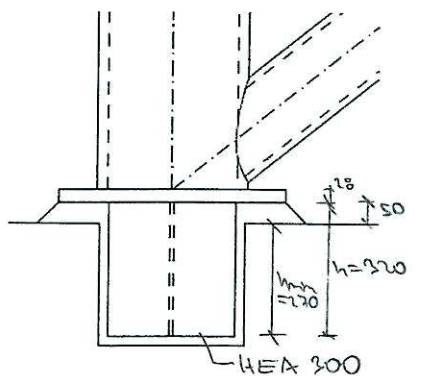
$$252 \times 1,35$$

$$253 \times 1,5$$

$$257c \times 99$$

$$h_{min} \geq \frac{R_x^{III}}{f_{ctd}} = \frac{24,819}{300 \cdot 0,9333} = 6,2 \text{ mm}$$

$$270 \geq 6,2 \text{ mm} \Rightarrow \text{vhodn}$$



HEA 300:

$$A_{wy} = 8,13 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$A_{wx} = 2,6502 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

Smýšlelová únosnost příhrad

$$V_{přid, y} = \frac{A_{vy} \cdot f_v}{\sqrt{3} \cdot \rho_0} = \frac{813 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 1} \approx 1103,057 \text{ kN}$$

$$V_{přid, x} = \frac{A_{vx} \cdot f_v}{\sqrt{3} \cdot \rho_0} = \frac{36502 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 1} = 359,572 \text{ kN}$$

$$\frac{R_{y}^{II}}{V_{přid, y}} \leq 1$$

$V_{přid, y}$

$$\frac{1020,552}{1103,057} \leq 1$$

$$0,925 \leq 1 \Rightarrow \text{vyhoví}$$

$$\frac{R_{x}^{II}}{V_{přid, x}} \leq 1$$

$V_{přid, x}$

$$\frac{24,819}{359,572} \leq 1$$

$$0,069 \leq 1 \Rightarrow \text{vyhoví}$$

Sloup smýšlelový záměně s patkou desky

• sloup na pářímých - $a = 5 \text{ mm}$
 - přenos R_{y}^{II}

$$C_{II} = \frac{R_{y}^{II}}{a [2 \cdot b + 4 \left(\frac{b - t_w - 2r}{2} \right)]} = \frac{1020,552}{5 [2 \cdot 200 + 4 \left(\frac{200 - 8,5 - 2 \cdot 27}{2} \right)]} =$$

$$= 189,87 \text{ MPa}$$

$$[\sigma^2 + 3(\sigma^2 + C_{II}^2)]^{0,5} \leq \frac{f_u}{\gamma_m \cdot \gamma_{M2}}$$

$$[0^2 + 3(0^2 + 189,87^2)]^{0,5} \leq \frac{360}{0,8 \cdot 1,25}$$

$$328,864 \leq 360 \text{ MPa} \Rightarrow \text{vyhoví}$$

• sloup na složitě ($a = 5 \text{ mm}$)

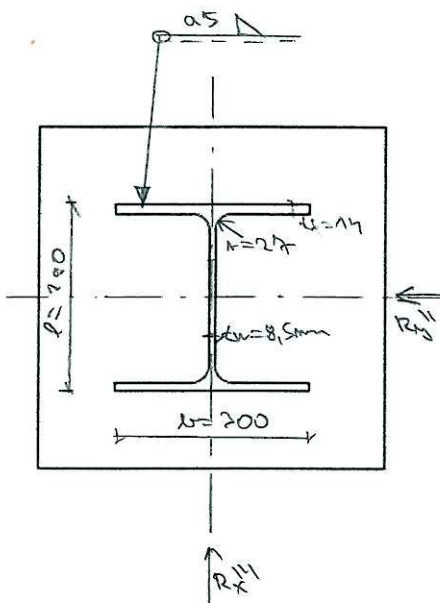
- přenos R_{x}^{II}

$$C_{II} = \frac{R_{x}^{II}}{a [2(b - 2t_f + 2r)]} = \frac{24,819}{5 [2(200 - 2 \cdot 11 - 2 \cdot 27)]} = 11,932 \text{ MPa}$$

$$[\sigma^2 + 3(\sigma^2 + C_{II}^2)]^{0,5} \leq \frac{f_u}{\gamma_m \cdot \gamma_{M2}}$$

$$[0^2 + 3(0^2 + 11,932^2)]^{0,5} \leq \frac{360}{0,8 \cdot 1,25}$$

$$20,667 \leq 360 \text{ MPa} \Rightarrow \text{vyhoví}$$



Připej diagonální spojky na sloup v místě ložiska

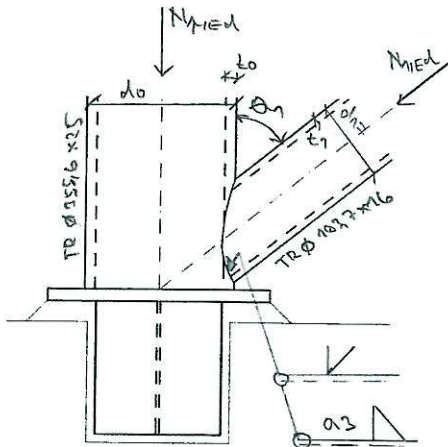
- maximální normovaná síla v diagonální spojnici v místě ložiska je v prutu D13136 v ambliaru C021

$$N_{\text{ried}} = -1306,411 \text{ kN}$$

$$N_{\text{ried}} = -878,227 \text{ kN (síla ve sloupu)}$$

- spojka bude připejena 2 dírky sloupu příravným spojemím pláštíkem pomocí slatí vcelkem v prostoru při průběhu 2 dírky typy 1/2 v slatí doplněnými šortovými slatí $a=3 \text{ mm}$ (doplněním dle [18] Ocelové trubkové konstrukce - Wankel, Špaň)

- jedná se o Y sjezd dle ČSN EN 1993-1-8



$$\alpha_1 = 51,24^\circ$$

$$d_1 = 102,7 \text{ mm}$$

$$t_1 = 10 \text{ mm}$$

$$d_0 = 355,6 \text{ mm}$$

$$t_0 = 25 \text{ mm}$$

$$A_0 = 2,6 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

Podmínky použitelnosti:

$$0,2 \leq \frac{d_1}{d_0} \leq 1$$

$$0,2 \leq \frac{102,7}{355,6} \leq 1$$

$$0,2 \leq 0,2888 \leq 1 \quad \checkmark$$

$$10 \leq \frac{d_0}{t_0} \leq 50$$

$$10 \leq \frac{355,6}{25} \leq 50$$

$$10 \leq 14,224 \leq 50 \quad \checkmark$$

$$10 \leq \frac{d_1}{t_1} \leq 50$$

$$10 \leq \frac{102,7}{10} \leq 50$$

$$10 \leq 10,27 \leq 50 \quad \checkmark$$

Poměrná povrchová síla N_{ried}

$$N_{\text{ried}} = \frac{\rho^2 \cdot \lambda \cdot f_{t0} \cdot t_0^2}{\sin \alpha_1} (2,8 + 14,2 \rho^2) =$$

$$= \frac{7112 \cdot 0,0951 \cdot 235 \cdot 10^6 \cdot 0,025^2}{\sin 51,24^\circ} (2,8 + 14,2 \cdot 0,2888^2) = \underline{\underline{1858,128 \text{ kN}}}$$

$$\rho = \frac{d_0}{2t_0} = \frac{355,6}{2 \cdot 25} = 7,112$$

$$\sigma_{\text{ried}} = \frac{N_{\text{ried}}}{A_0} = \frac{1858,128}{2,6 \cdot 10^{-2}} = 33,778 \text{ MPa}$$

$$m_{\lambda} = \frac{\sigma_{\text{ried}}}{f_{t0}} = \frac{33,778}{235} = 0,144$$

$$\lambda_2 = 1 - 0,3 \cdot m_2 (1 + m_2) = 1 - 0,3 \cdot 0,144 (1 + 0,144) = 0,931$$

$$\beta = \frac{d_1}{d_0} = \frac{193,7}{355,6} = 0,545$$

$$\frac{N_{i,ed}}{N_{i,R}} \leq 1$$

$$\frac{1309,421}{1858,438} \leq 1$$

$$0,703 \leq 1 \Rightarrow \text{vyhoví}$$

Polužemí prolomení smyčlem

$$d_1 \leq d_0 - 2t_0$$

$$193,7 \leq 355,6 - 2 \cdot 25 = 305,6 \checkmark$$

$$N_{i,Rd} = \frac{f_{t0}}{\sqrt{3}} \cdot t_0 \cdot \pi \cdot d_1 \cdot \frac{1 + \sin \theta_1}{2 \sin^2 \theta_1} =$$

$$= \frac{235 \cdot 10^6}{\sqrt{3}} \cdot 9025 \cdot \pi \cdot 0,1937 \cdot \frac{1 + \sin 57,31^\circ}{2 \sin^2 57,31^\circ} = \underline{\underline{3014216 \text{ RM}}}$$

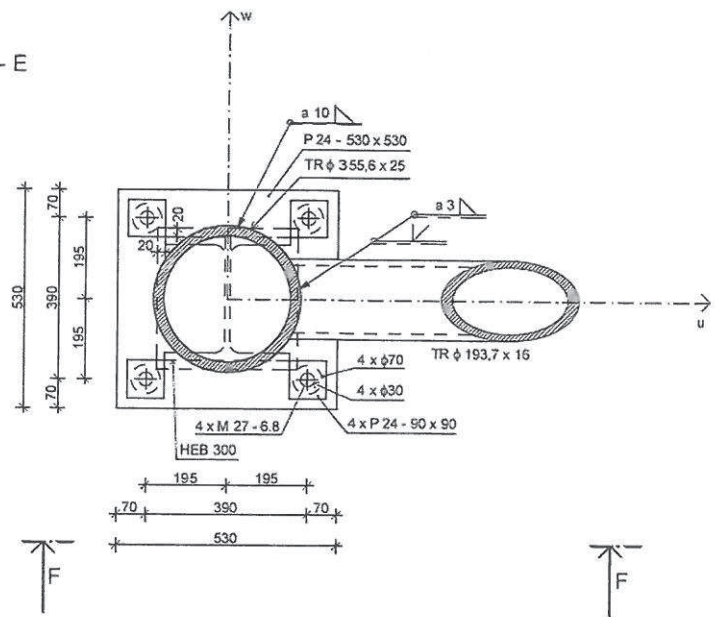
$$\frac{N_{i,ed}}{N_{i,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{1309,421}{3014216} \leq 1$$

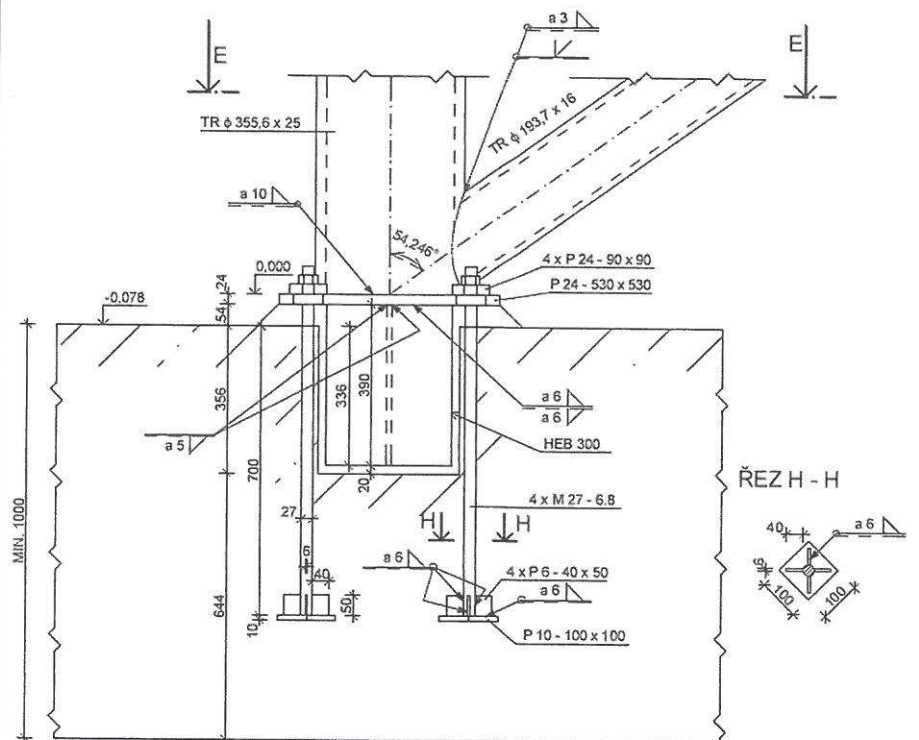
$$0,433 \leq 1 \Rightarrow \text{vyhoví}$$

9.2 Kotvení menšího sloupu K2

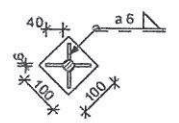
ŘEZ E - E

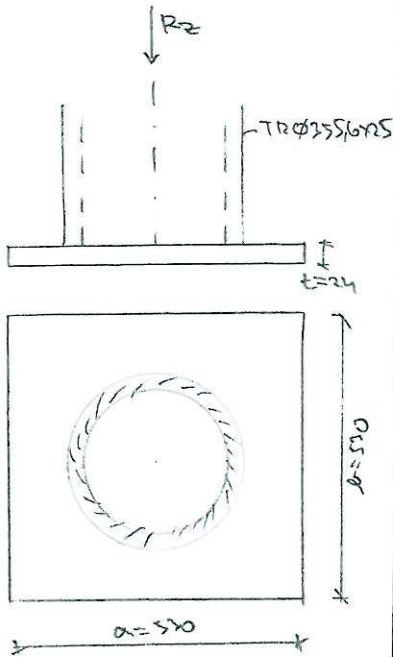


POHLED F - F



ŘEZ H - H





Návrh patky desky

- maximální tlaková síla $R_z = 1754,276 \text{ kN}$ v podpoře

- Soubor lamelace CO 91:
- 251 x 1,35
 - 252 x 1,35
 - 253 x 0,75
 - 256 a x 1,5

- pruská patka c 20/25 ($f_{td} = 13,333 \text{ MPa}$)

- zvolena tloušťka patky desky $t = 24 \text{ mm}$

maximální povolený střezový v úložném říd

$$f_{td} = \frac{b_j \cdot F_{d1m}}{a \cdot b} = \frac{\frac{2}{3} \cdot 10809651}{570 \cdot 570} = 25,65 \text{ MPa}$$

maximální únosnost v úložném říd

$$F_{d1m} = A_{c0} \cdot f_{td} \cdot \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} \leq 3 \cdot f_{td} \cdot A_{c0}$$

$$280900 \cdot 13,333 \cdot \sqrt{\frac{234106}{280900}} \leq 3 \cdot 13,333 \cdot 280900$$

$$10802,651 \leq 11225,712 \text{ kN}$$

$$A_{c0} = a \cdot b = 570 \cdot 570 = 280900 \text{ mm}^2$$

$$A_{c1} = A \cdot B = 1570 \cdot 1570 = 234106 \text{ mm}^2$$

podmínky:

$$A \leq 3a$$

$$1570 \leq 3 \cdot 570 = 1530 \checkmark$$

$$B \leq 3a$$

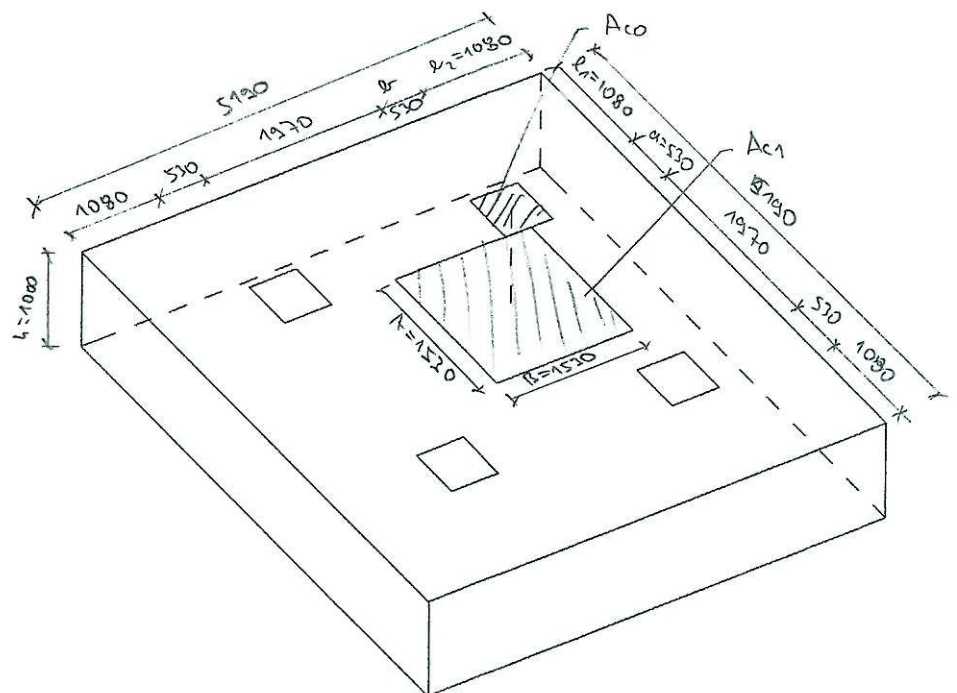
$$1570 \leq 3 \cdot 570 = 1530 \checkmark$$

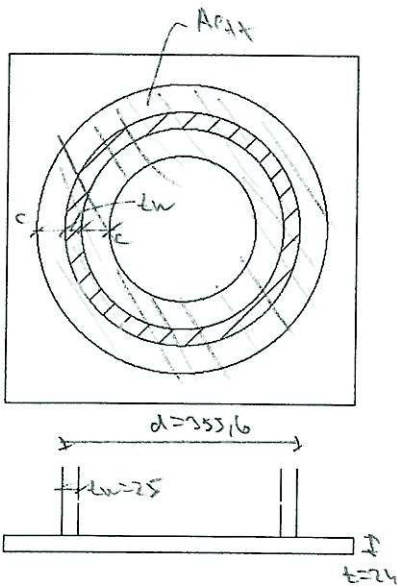
$$h \geq (B - b)$$

$$1000 \geq (1570 - 570) = 1000 \checkmark$$

$$h \geq (A - a)$$

$$1000 \geq (1570 - 570) = 1000 \checkmark$$





únosnost prutu dole v tlaku N_{řd}

$$N_{řd} = A_{řt} \cdot f_{yd} = 113001 \cdot 25,655 = \underline{2899,071 \text{ kN}}$$

účinná plocha A_{řt}

$$A_{řt} = \pi \left(\frac{d}{2} + c \right)^2 - \pi \left(\frac{d}{2} - t_w - c \right)^2 = \pi \left(\frac{355,6}{2} + 41,9 \right)^2 - \pi \left(\frac{355,6}{2} - 25 - 41,9 \right)^2 = 113001 \text{ mm}^2$$

rozměr c

$$c = t_w \sqrt{\frac{f_t}{3f_{yd} \cdot \rho_{no}}} = 24 \sqrt{\frac{2,75}{3 \cdot 25,655 \cdot 1}} = 41,937 \text{ mm}$$

$$\frac{R_z}{N_{řd}} \leq 1$$

$$\frac{1754,776}{2899,071} \leq 1$$

$$\underline{0,605 \leq 1 \Rightarrow \text{ok}}$$

Návrh a posazení želez

- max. tahové síle $R_z' = 656,701 \text{ kN}$ v potruze S₁₅
 v kombinaci CO112: 2S 1 x 1
 2S 2 x 1
 2SG 2 x 1,5

⇒ navržen 4 želez M 27 - C. 8 s loktem hlavou

tažná síla působící na 1 železo N_{řed}

$$N_{řed} = \frac{R_z'}{4} = \frac{656,701}{4} = 164,175 \text{ kN}$$

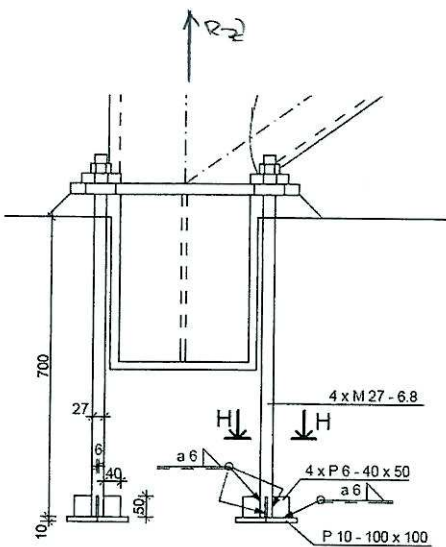
únosnost železa v tahu F_{řed}

$$F_{řed} = \frac{\rho_s \cdot f_{td} \cdot A_s}{\rho_{no}} = \frac{0,2 \cdot 600 \cdot 459}{1,25} = \underline{198,288 \text{ kN}}$$

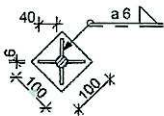
$$\frac{N_{řed}}{F_{řed}} \leq 1$$

$$\frac{164,175}{198,288} \leq 1$$

$$\underline{0,828 \leq 1 \Rightarrow \text{ok}}$$



ŘEZ H - H



Výnosnost v plošném Dirad

$$D_{Dirad} = \frac{q_b \cdot l_{dm} \cdot l_p \cdot f_{ct}}{d_{Dirad}} = \frac{9,6 \pi \cdot 44,2 \cdot 24 \cdot 360}{1125} = 575,8749 \text{ N}$$

$$\frac{N_{Dirad}}{D_{Dirad}} \leq 1$$

$$\frac{164,175}{575,874} \leq 1$$

$$0,285 \leq 1 \Rightarrow \text{výborn}$$

Posouzení želez dle ETAG 001

• posouzení vytržením (posouzení soudržnosti) N_{Dirad}

$$N_{Dirad} = \frac{f_{ct} \cdot A_4}{d_{Dirad}} = \frac{220 \cdot 9427}{115} = 1782,6329 \text{ N}$$

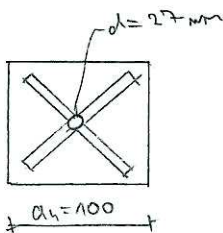
$$f_{ct} = 11 \cdot f_{ck} = 11 \cdot 20 = 220 \text{ MPa}$$

$$A_4 = a_4^2 - \pi \frac{d_4^2}{4} = 100^2 - \pi \frac{27^2}{4} = 9427 \text{ mm}^2$$

$$\frac{N_{Dirad}}{N_{Dirad}} \leq 1$$

$$\frac{164,175}{1782,632} \leq 1$$

$$0,119 \leq 1 \Rightarrow \text{výborn}$$



• posouzení vytržením betonového železa (pro skupinu želez) N_{Dirad}

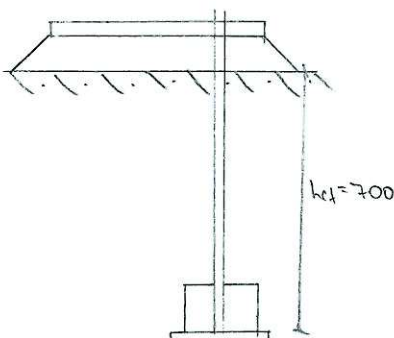
Charakteristická výnosnost skupiny želez N_{Rk,ic}

$$N_{Rk,ic} = N_{Rk,ic}^0 \cdot \frac{A_{s,ik}}{A_{s,ik}^0} \cdot \gamma_{s,M} \cdot \gamma_{s,1,M} \cdot \gamma_{s,2,M} \cdot \gamma_{s,cr,M} =$$

$$= 666,723 \cdot \frac{6708 \cdot 10^6}{441 \cdot 10^6} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1014,1549 \text{ N}$$

potvrzení hodnoty charakteristické výnosnosti želez uvrstvené v betonu s tuhlinami N_{Rk,ic}

$$N_{Rk,ic}^0 = 72 \sqrt{f_{yk,452}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 72 \sqrt{25} \cdot 700^{1,5} = 666,7239 \text{ N}$$



plocha betonu, který má povolené zatažení jednotlivé
části při velké rozteci a vzdálenosti od okraje A_{c1H}

$$A_{c1H} = S_{c1H} \cdot S_{c1H} = 2100 \cdot 2100 = 4,41 \cdot 10^6$$

$$S_{c1H} = 2 \cdot \text{bet} = 2 \cdot 1050 = 2100$$

skutečná plocha zatažení železa betonu kolem
na povolení betonu A_{c1H}

$$A_{c1H} = (c_1 + S_1 + 0,5 S_{c1H})(c_2 + S_2 + 0,5 S_{c1H}) =$$

$$= (1150 + 320 + 0,5 \cdot 2100)(1150 + 320 + 0,5 \cdot 2100) =$$

$$= 6,708 \cdot 10^6 \text{ mm}^2$$

$$\psi_{s1H} = 0,7 + 0,3 \frac{c}{c_{c1H}} \leq 1$$

$$0,7 + 0,3 \frac{1150}{1050} \leq 1$$

$$1,073 \neq 1 \Rightarrow \underline{\psi_{s1H} = 1}$$

$$c_{c1H} = \frac{1}{2} \text{bet} = \frac{1}{2} \cdot 2100 = 1050 \text{ mm}$$

$$\psi_{tr1H} = 0,5 + \frac{\text{bet}}{200} \leq 1$$

$$0,5 + \frac{2100}{200} \leq 1$$

$$4 \neq 1 \Rightarrow \underline{\psi_{tr1H} = 1}$$

$\psi_{c1H} = 1$ (stejná tabulka sly ve všech částech)

$\psi_{tr1H} = 1$ (možnost tržliv v betonu)

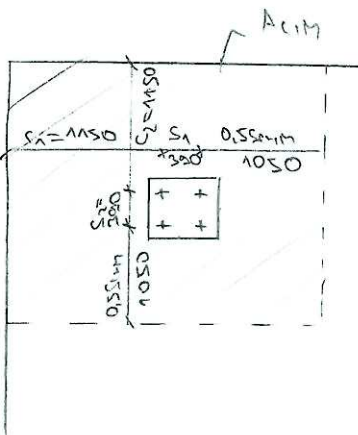
minimální výnosnost zpevnění železa (η) $N_{rd,c}$

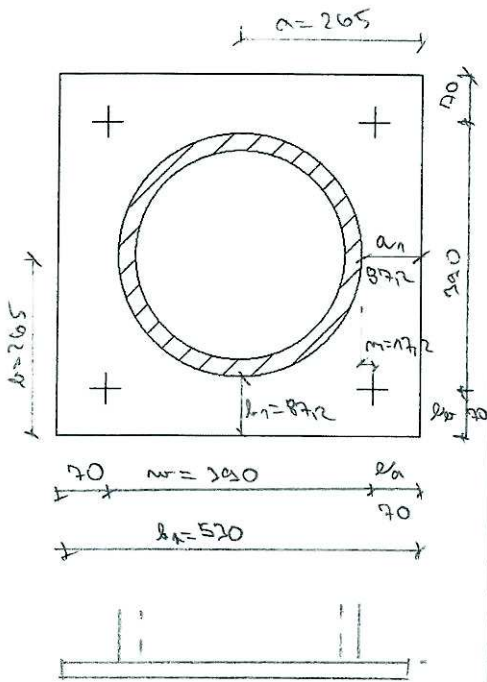
$$N_{rd,c} = \frac{N_{pr,c}}{\eta c} = \frac{1017,157}{1,5} = \underline{\underline{676,103 \text{ kN}}}$$

$$\frac{R_z^1}{N_{rd,c}} \leq 1$$

$$\frac{656,307}{676,103} \leq 1$$

$$\underline{0,971 \leq 1 \Rightarrow \text{výbor}}$$





Partnr deska v ohybu

• určíme délku náhradního T profilu pro danou příhradu slopu ležt po samostatnou desku

- ležt je stejná jako u desky K1 (stejně uspořádání desek a partnr desky)

$$l_{lezt} = 54,035 \text{ mm}$$

únosnost pásnice náhradního T profilu Ft1,2,1ed

$$F_{T1,2,1ed} = \frac{2M_{k1,1ed}}{m} = \frac{2 \cdot 1827,36}{0,0172} = \underline{\underline{212,484 \text{ kN}}}$$

$$M_{k1,1ed} = \frac{0,75 l_{lezt} \cdot t_f^2 \cdot f_{yk}}{2} = \frac{0,75 \cdot 0,054 \cdot 0,0172^2 \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 1827,36 \text{ Nm}$$

$$\frac{N_{k1,ed}}{F_{T1,2,1ed}} \leq 1$$

$$\frac{164,175}{212,484} \leq 1$$

$$\underline{\underline{0,773 \leq 1 \Rightarrow \text{vhodný}}}$$

• ležt uzdoláno pro samostatnou desku šířky (2)

$$l_{lezt} = 108 \text{ mm (viz. deska K1)}$$

únosnost pásnice náhradního T profilu Ft1,2,1ed

$$F_{T1,2,1ed} = \frac{2M_{k1,1ed}}{m} = \frac{2 \cdot 3654,72}{0,0172} = \underline{\underline{424,967 \text{ kN}}}$$

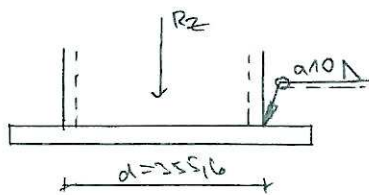
$$M_{k1,1ed} = \frac{0,75 l_{lezt} \cdot t_f^2 \cdot f_{yk}}{2} = \frac{0,75 \cdot 0,108 \cdot 0,0172^2 \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 3654,72 \text{ Nm}$$

síla působící na 1 desku šířky (2 desky) Nk1,ed

$$N_{k1,ed} = \frac{12 \cdot 1}{2} = \frac{636,701}{2} = 328,351 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{k1,ed}}{F_{T1,2,1ed}} \leq 1$$

$$\frac{328,351}{424,967} = 0,773 \leq 1 \Rightarrow \text{vhodný}$$



Sluč dřívek sloupky a patky desce

- bude proudem součiny sluč kolem celého obvodu
 $\alpha = 10$ mm

1) maximální dovolená síla $R_z = 1754,776$ 9M

odpovídající součinné síly $R_x = 336,112$ 9M
 $R_y = 2010,22$ 9M

výsledná součinná síla R_{x2}

$$R_{x2} = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{336,112^2 + 2010,22^2} = 336,811$$
 9M

proložovací výslednice F_{wired}

$$F_{wired} = \sqrt{R_{x2}^2 + R_z^2} = \sqrt{336,811^2 + 1754,776^2} = 1786,316$$
 9M

únosnost sluch F_{wired}

$$F_{wired} = f_{wd} \cdot a \cdot \pi \cdot d = 207,846 \cdot 10 \cdot \pi \cdot 355,6 = 2321,952$$
 9M
 \hookrightarrow úz. K1

$$\frac{F_{wired}}{F_{wired}} \leq 1$$

$$\frac{1786,316}{2321,952} \leq 1$$

$$0,769 \leq 1 \Rightarrow \text{výhoví}$$

2) dřívek nejvyšší pos. síla $R_x'' = -1776,386$ 9M v podpuce

- Sn 8, 1034: 251 x 1,35
- 252 x 1,35
- 253 x 1,5
- 257 x 0,9

odpovídající $R_y'' = -2417,78$ 9M

$$R_z'' = 1586,117$$
 9M (úž.)

výsledná součinná síla R_{x2}''

$$R_{x2}'' = \sqrt{R_x''^2 + R_y''^2} = \sqrt{1776,386^2 + 2417,78^2} = 1776,621$$
 9M

proložovací výslednice F_{wired}''

$$F_{wired}'' = \sqrt{R_{x2}''^2 + R_z''^2} = \sqrt{1776,621^2 + 1586,117^2} = 2036,057$$
 9M

$$\frac{F_{wired}''}{F_{wired}} \leq 1$$

$$\frac{2036,057}{2321,952} = 0,877 \leq 1 \Rightarrow \text{výhoví}$$

Návrh smylové zátěže

- profil HE B 300 orientovaný písmem II se směrem, kde má zátěž diagonálně spojná sloupů

- max. posouvající síla ve směru, kde má zátěž diagonálně spojná $R_x^{II} = 1311,819 \text{ kN}$, SM 14;

- CO 23: $ZS1 \times 1,35$
 $ZS2 \times 1,35$
 $ZS3 \times 1,5$
 $ZS5a \times 0,9$

o minimální hloubka v betonu h_{min}

$$h_{min} \geq \frac{R_x^{II}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{1311,819}{300 \cdot 17,333} = 257,96 \text{ mm}$$

o celková délka l

$$l \geq h_{min} + \text{podpora} = 257,96 + 54 = 311,96 \Rightarrow \underline{l = 390 \text{ mm}}$$

- max. pos. síla ve směru \perp , než má zátěž, má zátěž diagonálně spojná sloupů

$$R_{y3}^{III} = -44,745 \text{ kN (SM 14, CO 23)}$$

$$h_{min} \geq \frac{R_{y3}^{III}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{44,745}{300 \cdot 17,333} = 11,187 \text{ mm}$$

$$396 \geq 11,187 \text{ mm} \Rightarrow \underline{\text{ok}}$$

smýlová únosnost průřezu

$$V_{pl,Rd,x} = \frac{A_{v1,x} \cdot f_{t2}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{10963 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 1} = 1487,43 \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd,y2} = \frac{A_{v1,y2} \cdot f_{t2}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{35436 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 1} = 480,786 \text{ kN}$$

$$\frac{R_x^{II}}{V_{pl,Rd,x}} \leq 1$$

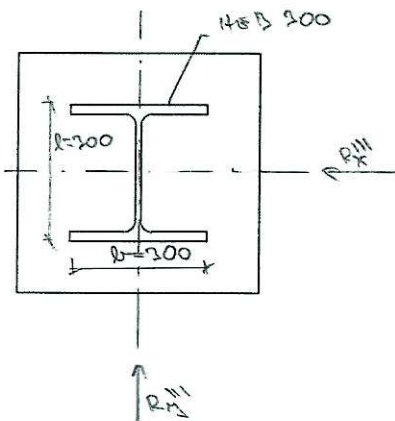
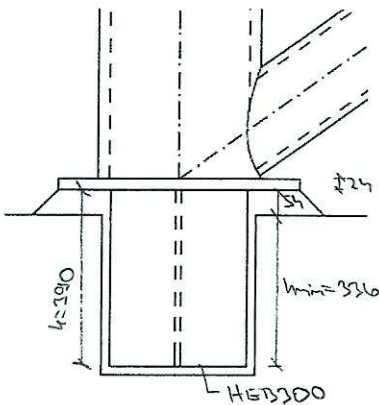
$$\frac{1311,819}{1487,43} \leq 1$$

$$0,882 \leq 1 \Rightarrow \underline{\text{ok}}$$

$$\frac{R_{y3}^{III}}{V_{pl,Rd,y2}} \leq 1$$

$$\frac{44,745}{480,786} \leq 1$$

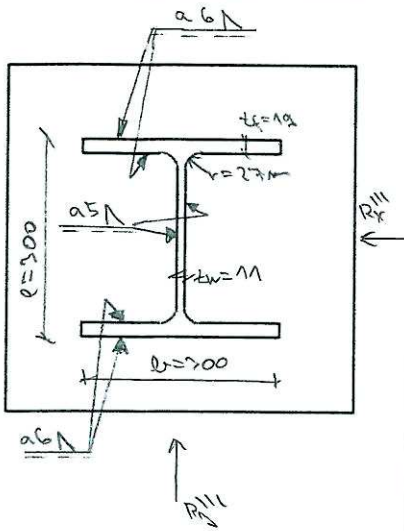
$$0,093 \leq 1 \Rightarrow \underline{\text{ok}}$$



HE B 300

$$A_{v1,x} = 10963 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_{v1,y2} = 35436 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$



Sloup s výřezem zarměný s pater doslon

• sloup na pásmové - $a=5 \text{ mm}$

- příměstí R_x^III

$$C_{II} = \frac{R_x^III}{a[2b + 4(\frac{t_w - 2r}{2})]} = \frac{1311813}{6[2 \cdot 300 + 4(\frac{300 - 11 - 2 \cdot 27}{2})]} = 204,333 \text{ MPa}$$

$$[\sigma_c^2 + 3(C_{I2} + C_{II}^2)]^{0,5} \leq \frac{f_m}{\gamma_{m, \text{sloup}}}$$

$$[0^2 + 3(0^2 + 204,333^2)]^{0,5} \leq \frac{360}{98,125}$$

$$353,215 \leq 360 \text{ MPa} \Rightarrow \text{vyhoví}$$

• sloup na stěpně ($a=5 \text{ mm}$)

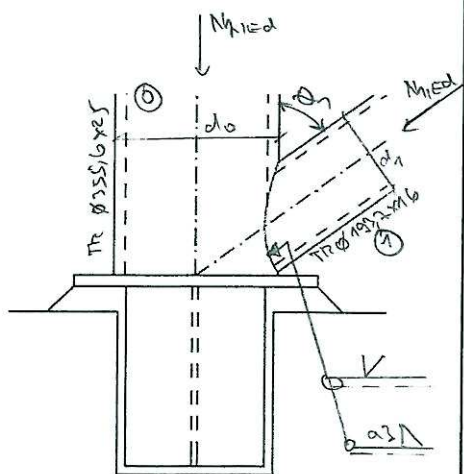
- příměstí R_x^III

$$C_{II} = \frac{R_x^III}{a[2 \cdot (b - 2t_f - 2r)]} = \frac{44775}{5[2 \cdot (300 - 2 \cdot 19 - 2 \cdot 27)]} = 21,512 \text{ MPa}$$

$$[\sigma_c^2 + 3(C_{I2} + C_{II}^2)]^{0,5} \leq \frac{f_m}{\gamma_{m, \text{sloup}}}$$

$$[0^2 + 3(0^2 + 21,512^2)]^{0,5} \leq \frac{360}{98,125}$$

$$32,126 \leq 360 \text{ MPa} \Rightarrow \text{vyhoví}$$



$$\alpha_1 = 54,246^\circ$$

Připoj diagonální spojky na sloup v místě dotčení

- maximální normálová síla v diagonální spojkě v místě dotčení je v průběhu 0,1322 v kombinaci 1023

$$N_{k,red} = -1537,617 \text{ kN}$$

$$N_{k,red} = -5305,289 \text{ kN (síla na sloup)}$$

- připojovací sloup 1/2 v slev dopřítým dostovým sloupem $a=2 \text{ mm}$

- početný poměr kroužků (stěpné jímky a připoje v dotčení v1)

$$j = \frac{d_0}{2t_b} = \frac{355,6}{2 \cdot 25} = 7,112$$

$$\sigma_{p,red} = \frac{N_{k,red}}{A_0} = \frac{5305,289}{26 \cdot 10^{-2}} = 20,769 \text{ MPa}$$

$$m_p = \frac{\sigma_{p,red}}{k_0 \cdot j \cdot 5} = \frac{20,769}{235 \cdot 1} = 0,088$$

$$s_p = 1 - 0,3 \cdot m_p (1 + m_p) = 1 - 0,3 \cdot 0,088 (1 + 0,088) = 0,971$$

$$\beta = \frac{d_1}{d_0} = \frac{193,7}{255,6} = 0,545$$

poslední rovnice pařky N_{1RA}

$$\begin{aligned} N_{1RA} &= \frac{g^{90^\circ} \cdot g_1 \cdot l_0 \cdot \beta^2 (2,8 + 14,2 \beta^2)}{\sin \theta_1 \cdot g_{15}} = \\ &= \frac{2,4129^2 \cdot 0,271 \cdot 255 \cdot 10^6 \cdot 0,025^2 (2,8 + 14,2 \cdot 0,545^2)}{27,57,216^\circ \cdot 1} = \\ &= \underline{\underline{1825,818 \text{ N}}} \end{aligned}$$

$$\frac{N_{1ed}}{N_{1RA}} \leq 1$$

$$\frac{1537,617}{1825,818} \leq 1$$

$$0,842 \leq 1 \Rightarrow \text{ok}$$

poslední rovnice z_{1RA}

$$\begin{aligned} N_{1RA} &= \frac{f_{90} \cdot l_0 \cdot \pi \cdot d_1 (1 + \sin \theta_1)}{\sqrt{3} \cdot 2 \cdot \sin^2 \theta_1 \cdot g_{15}} = \\ &= \frac{255 \cdot 10^6 \cdot 0,025 \cdot \pi \cdot 0,1937 (1 + \sin 57,216^\circ)}{\sqrt{3} \cdot 2 \cdot \sin^2 57,216^\circ \cdot 1} = \underline{\underline{2838,272 \text{ N}}} \end{aligned}$$

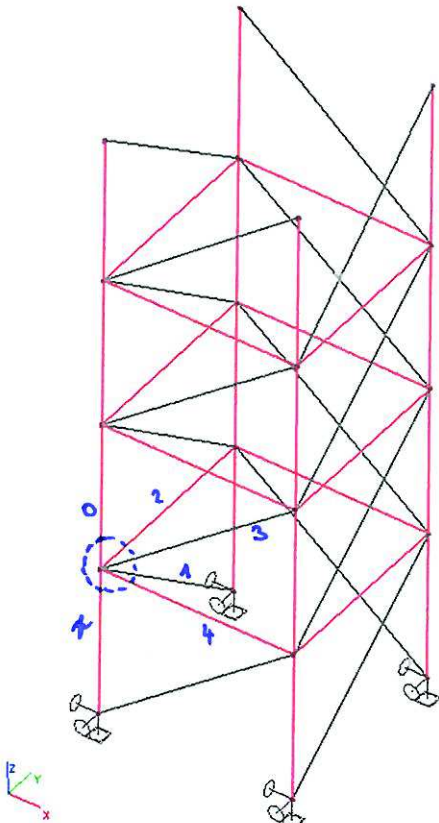
$$\frac{N_{1ed}}{N_{1RA}} \leq 1$$

$$\frac{1537,617}{2838,272} \leq 1$$

$$0,542 \leq 1 \Rightarrow \text{ok}$$

10. Sdílení dířků většího průřezu dlouhého sloupku v úrovni vodorovných spojů s diagonálními spojkami

- tento typ stěpnic je určen pro větší průřezové sloupky vzhledem k následnému zpracování výrobního výhledu většího sloupku S01
- stěpnic je třeba být, že nejdříve jsou připojeny diagonální spoje k dířkům (větší průřez a osové síly než spoje vodorovné) a poté vodorovné spoje připojeny na diagonální spoje a dířky
- je nutné spoje slouk se dířkami a malými spoje v prostoru jech proměbujech dířkách typy 1/2 v smyč doplněnými šortovými smyč a=3 mm (dle doporučení [18]) → to platí pro všechny případy průřezů průřezového sloupku



a) maximální normální síla v diagonálních spojech $N_{ed11} = -1304,315 \text{ kN}$ (co 21)

→ odpovídající síly v paralelních prutech:

- $N_{ed12} = 983,226 \text{ kN}$
- $N_{ed13} = 956,532 \text{ kN}$
- $N_{ed14} = -719,02 \text{ kN}$
- $N_{ed10} = -1834,323 \text{ kN}$
- $N_{ed15} = -425,384 \text{ kN}$

kontrola vz-stěpnic N

podmínky plnitosti:

$$0,2 \leq \frac{d_1}{d_0} \leq 1$$

$$0,2 \leq \frac{1037,7}{355,6} \leq 1$$

$$0,2 \leq 0,545 \leq 1 \checkmark$$

$$0,2 \leq \frac{d_2}{d_0} \leq 1$$

$$0,2 \leq \frac{168,3}{355,6} \leq 1$$

$$0,2 \leq 0,473 \leq 1 \checkmark$$

$$10 \leq \frac{d_0}{t_0} \leq 50$$

$$10 \leq \frac{355,6}{25} \leq 50$$

$$10 \leq 14,222 \leq 50 \checkmark$$

$$10 \leq \frac{d_1}{t_1} \leq 50$$

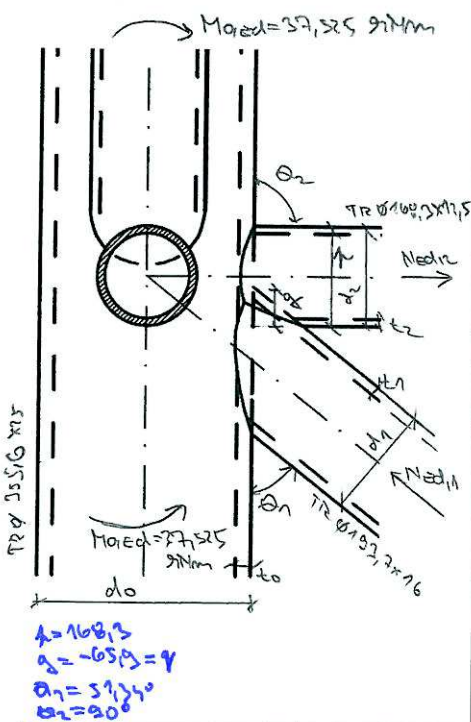
$$10 \leq \frac{1037,7}{16} \leq 50$$

$$10 \leq 12,106 \leq 50 \checkmark$$

$$10 \leq \frac{d_2}{t_2} \leq 50$$

$$10 \leq \frac{168,3}{12,5} \leq 50$$

$$10 \leq 13,164 \leq 50 \checkmark$$



$$\gamma_{ov} \geq 25\%$$

$$\frac{q}{k} \cdot 100 \geq 25\%$$

$$\frac{65,9}{168,2} \cdot 100 = 39,15\% \geq 25\% \checkmark$$

po h ř ě m - po u h ř e h y - p ř í h y

$$N_{\text{řed}} = \frac{g_1 \cdot g_2 \cdot f_{30} \cdot t_0^2}{\sin \alpha_1} \left(1,8 + 10,2 \frac{d_1}{d_0} \right) =$$

$$= \frac{1,83 \cdot 0,925 \cdot 235 \cdot 10^6 \cdot 0,025^2}{\sin 51,34^\circ} \left(1,8 + 10,2 \frac{133,7}{355,6} \right) = \underline{\underline{2402,833 \text{ 917}}}$$

$$g_2 = g_{12} \left(1 + \frac{0,025 \cdot g_{12}^2}{1 + 2 \mu \left(\frac{0,5 g_{12}}{t_0} - 1,33 \right)} \right) =$$

$$= 7,112 \left(1 + \frac{0,025 \cdot 7,112^2}{1 + 2 \mu \left(\frac{0,5 \cdot 65,9}{25} - 1,33 \right)} \right) = 1,83$$

$g = 7,112$ (složené zat. v loktech \rightarrow konzervativní)

$$m_x = \frac{G_{\text{řed}}}{f_{30} \cdot g_{12}} = \frac{351081}{235 \cdot 1} = 0,149$$

$$G_{\text{řed}} = \frac{N_{\text{řed}}}{A_0} + \frac{M_{\text{řed}}}{W_{e2,0}} = \frac{425984}{2,6 \cdot 10^{-2}} + \frac{37525}{2,007 \cdot 10^{-3}} = 351081 \text{ MPa}$$

$$W_{e2,0} (TR \phi 355,6 \times 25) = 2,007 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$g_2 = 1 - 0,3 \cdot m_x (1 + m_x) = 1 - 0,3 \cdot 0,149 (1 + 0,149) = 0,949$$

$$\frac{N_{\text{ed},1}}{N_{\text{řed}} \cdot g_2} \leq 1$$

$\mu = 0,3$ (vzhledem k součinitel pro poskový sčítání)

$$\frac{1304,315}{2402,833 \cdot 0,949} \leq 1$$

$$\underline{\underline{0,603 \leq 1 \Rightarrow \text{vyhoví}}}$$

$$N_{z,řed} = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} \cdot N_{\text{řed}} = \frac{\sin 51,34^\circ}{\sin 30^\circ} \cdot 2402,833 = \underline{\underline{1876,339 \text{ 917}}}$$

$$\frac{N_{\text{ed},2}}{N_{z,řed} \cdot g_2} \leq 1$$

$$\frac{983,776}{1876,339 \cdot 0,949} \leq 1$$

$$\underline{\underline{0,583 \leq 1 \Rightarrow \text{vyhoví}}}$$

Poměrem prolomením směrem

$$d_1 \leq d_0 - 2t_0$$

$$137,7 \leq 355,6 - 2 \cdot 25 = 305,6 \checkmark$$

$$N_{11rd} = \frac{f_{90}}{\sqrt{3}} \cdot t_0 \cdot \pi \cdot d_1 \cdot \frac{1 + \sin \theta_1}{2 \sin^2 \theta_1} =$$

$$= \frac{235 \cdot 10^6}{\sqrt{3}} \cdot 0,025 \cdot \pi \cdot 0,1937 \cdot \frac{1 + \sin 59,34^\circ}{2 \sin^2 59,34^\circ} = \underline{\underline{3014,216 \text{ kN}}}$$

$$\frac{N_{ed11}}{N_{11rd} \cdot \gamma_1} \leq 1$$

$$\frac{1304,915}{3014,216 \cdot 0,9} \leq 1$$

$$\underline{\underline{0,481 \leq 1 \Rightarrow \text{výbor}}}$$

$$d_2 \leq d_0 - 2t_0$$

$$168,3 \leq 355,6 - 2 \cdot 25 = 305,6 \checkmark$$

$$N_{21rd} = \frac{f_{90}}{\sqrt{3}} \cdot t_0 \cdot \pi \cdot d_2 \cdot \frac{1 + \sin \theta_2}{2 \sin^2 \theta_2} =$$

$$= \frac{235 \cdot 10^6}{\sqrt{3}} \cdot 0,025 \cdot \pi \cdot 0,1683 \cdot \frac{1 + \sin 30^\circ}{2 \sin^2 30^\circ} = \underline{\underline{1733,417 \text{ kN}}}$$

$$\frac{N_{ed12}}{N_{21rd} \cdot \gamma_1} \leq 1$$

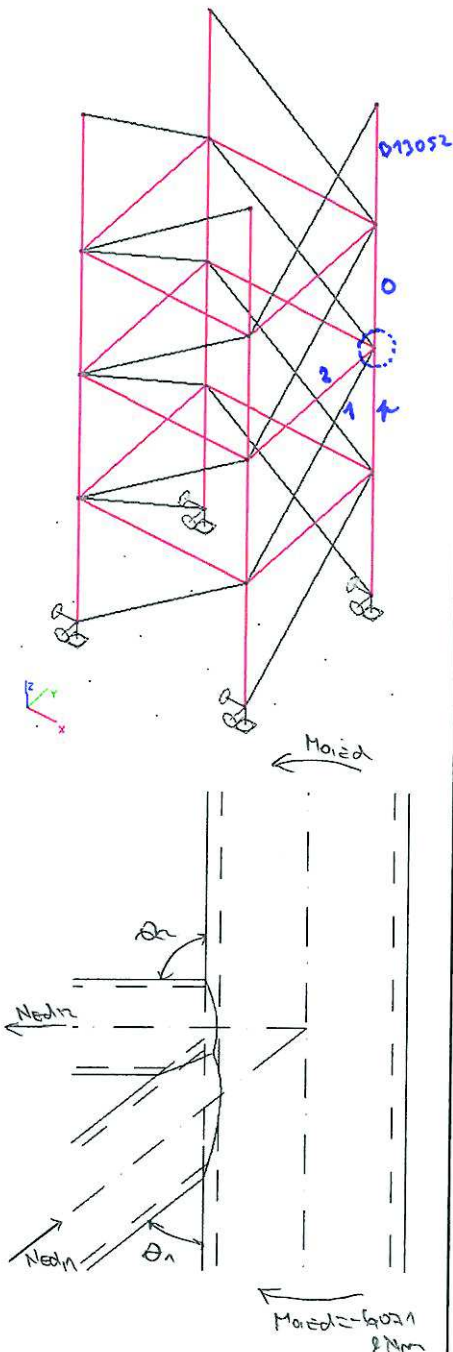
$$\frac{982,776}{1733,417 \cdot 0,9} \leq 1$$

$$\underline{\underline{0,602 \leq 1 \Rightarrow \text{výbor}}}$$

by maximální normované síla ve vodorovné spojně

$N_{ed12} = 982,776 \text{ kN} (\text{co } 21) \rightarrow$ síla je škodlivá jen

v předstěm posuvu \rightarrow nemr třeba posuzovat \rightarrow stejný případ



c) maximální tlaková síla ve sloupcích $N_{0,ied} = -2096,339 \text{ kN}$

CO 21 průřez B 13 052

- hodnoty z tabulky γ_F : $N_{ed,12} = 969,064 \text{ kN}$

$N_{ed,12} = 705,273 \text{ kN}$

$N_{ed,10} = -3138,808 \text{ kN}$

polýšená povrchová páska

$$N_{0,ied} = \frac{2 \cdot \gamma_F \cdot f_{td} \cdot b \cdot d^2}{\sin \theta_1} \left(1,8 + 10,2 \frac{d_1}{d_0} \right) =$$

$$= \frac{1,83 \cdot 0,1855 \cdot 235 \cdot 10^6 \cdot 0,025^2}{\sin 51,34^\circ} \left(1,8 + 10,2 \frac{193,7}{355,6} \right) = 2164,882 \text{ kN}$$

$\sigma_{0,ied} = \frac{N_{0,ied}}{A_0} + \frac{M_{0,ied}}{W_{pl,10}} = \frac{2096,339}{216 \cdot 10^{-2}} + \frac{6071}{2,007 \cdot 10^{-3}} = 83,653 \text{ MPa}$

$m_2 = \frac{\sigma_{0,ied}}{f_{td} \cdot \gamma_{F5}} = \frac{83,653}{235 \cdot 1} = 0,356$

$\gamma_F = 1 - 0,3 \cdot m_2 (1 + m_2) = 1 - 0,3 \cdot 0,356 (1 + 0,356) = 0,855$

$\frac{N_{ed,11}}{N_{0,ied} \cdot \gamma_F} \leq 1$

$\frac{969,064}{2164,882 \cdot 0,855} \leq 1$

$0,427 \leq 1 \Rightarrow \text{vhodn}$

$N_{0,ied} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} \cdot N_{ed} = \frac{\sin 51,34^\circ}{\sin 30^\circ} \cdot 2164,882 = 1690,487 \text{ kN}$

$\frac{N_{ed,12}}{N_{0,ied} \cdot \gamma_F} \leq 1$

$\frac{705,273}{1690,487 \cdot 0,855} \leq 1$

$0,464 \leq 1 \Rightarrow \text{vhodn}$

polýšená soustava

$\frac{N_{ed,11}}{N_{0,ied} \cdot \gamma_F} \leq 1$

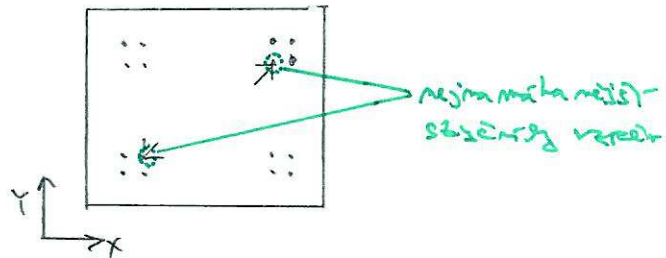
$\frac{969,064}{2094,216 \cdot 0,855} = 0,357 \leq 1 \Rightarrow \text{vhodn}$

$\frac{N_{ed,12}}{N_{0,ied} \cdot \gamma_F} \leq 1$

$\frac{705,273}{1733,447 \cdot 0,855} = 0,437 \leq 1 \Rightarrow \text{vhodn}$

11. Sčítání vzpěr s účelem většího přičlenění sloupů

- je posouzen nejnamáhavější sčítání vzpěr s účelem sloupů; nejnamáhavější je v místě připojení vnitřních vzpěr z profilu TR $\phi 219,1 \times 16$



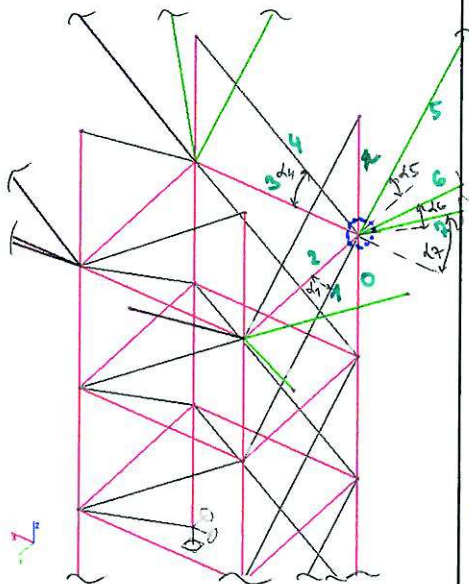
- limitace kombinace CO 21: 251 x 1,25
 252 x 1,25
 253 x 1,5
 254 a x 0,9

- $N_{ed,1} = -1177,203 \text{ kN}$
- $N_{ed,2} = -775,059 \text{ kN}$
- $N_{ed,3} = -987,229 \text{ kN}$
- $N_{ed,4} = -820,028 \text{ kN}$
- $N_{ed,5} = -1055,083 \text{ kN}$
- $N_{ed,6} = -1612,272 \text{ kN}$
- $N_{ed,7} = -1066,006 \text{ kN}$
- $N_{ed,8} = -1264,575 \text{ kN}$
- $N_{ed,10} = -3015,156 \text{ kN}$

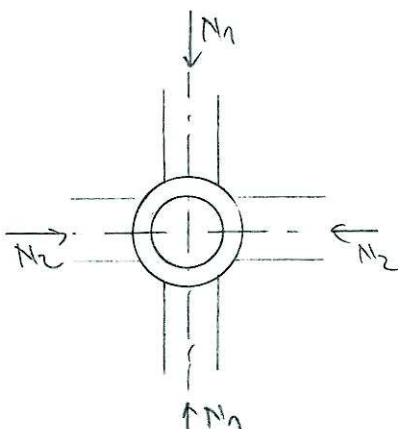
- všechny vzpěry jsou s účelem sloupů a se vzájemně navzájem spojeny v prostoroých promítoých sčítáních typy 1/2 V s vany doplněnými lankami. Slaz $a \geq 3 \text{ mm}$; jednotlivé míraznosti vzpěr jsou zajištěny z výroby u výroby

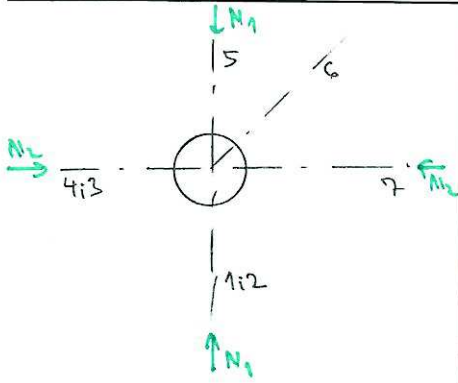
medialní součinitel pro prostoroý sčítání

- je uvažován sčítání XX se silami N_1 a N_2 , které jsou uvažovány jako průměrné hodnoty z jedné a druhé strany



- $\alpha_1 = 38,66^\circ$
- $\alpha_4 = 33,153^\circ$
- $\alpha_5 = 35,93^\circ$
- $\alpha_6 = 25,838^\circ$
- $\alpha_7 = 36,183^\circ$





Výpočet hodnot N_1 a N_2

$$N_1 = \frac{N_{ed,1} \cdot \cos \alpha_1 + N_{ed,2} + N_{ed,5} \cdot \cos \alpha_5 + \frac{N_{ed,6} \cdot \cos \alpha_6}{\sqrt{2}}}{2} =$$

$$= \frac{-1173,203 \cdot \cos 38,66^\circ - 775,83 - 1055,083 \cdot \cos 35,35^\circ - \frac{1619,233 \cdot \cos 25,838^\circ}{\sqrt{2}}}{2} =$$

$$= -1788,287 \text{ kN}$$

$$N_2 = \frac{N_{ed,3} + N_{ed,4} \cdot \cos \alpha_4 + N_{ed,7} \cdot \cos \alpha_7 + \frac{N_{ed,6} \cdot \cos \alpha_6}{\sqrt{2}}}{2} =$$

$$= \frac{-387,223 - 820,028 \cdot \cos 37,157^\circ - 1066,006 \cdot \cos 36,183^\circ + \frac{1619,233 \cdot \cos 25,838^\circ}{\sqrt{2}}}{2} =$$

$$= -1782,307 \text{ kN}$$

modulár součinitel γ

$$\gamma = 1 + 0,33 \cdot \frac{N_2}{N_1} = 1 + 0,33 \cdot \frac{(-1782,307)}{(-1788,287)} = 1,329 \Rightarrow$$

\Rightarrow krasnost státní je maljšera

a) drát posuvemr skvěrny jst N jstjra pro pntky 1 a 2

-geometrie i pntky jstj sbk jstj v posudk 10.
 \Rightarrow podmny použitelstj jstj splěny

Poměr povrchy pásy

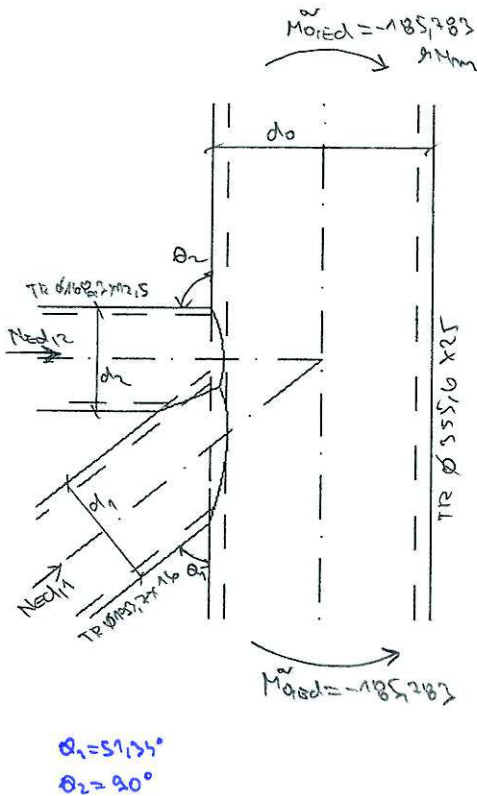
$$N_{pred} = \frac{g_p \cdot g_k \cdot f_{sp} \cdot d_0^2}{\sin \alpha_1} \cdot \left(1,8 + 10,2 \frac{d_1}{d_0} \right) =$$

$$= \frac{1,83 \cdot 0,771 \cdot 235 \cdot 10^4 \cdot 0,025^2}{\sin 51,35^\circ} \cdot \left(1,8 + 10,2 \cdot \frac{133,2}{555,6} \right) = 1800,27 \text{ kN}$$

$$\sigma_{pred} = \frac{N_{pred}}{A_0} + \frac{M_{pred}}{W_{e10}} = \frac{1800,275}{216 \cdot 10^{-2}} + \frac{185,283}{2,007 \cdot 10^3} = 147,205 \text{ MPa}$$

$$m_k = \frac{\sigma_{pred}}{f_{sp} \cdot \gamma_{ms}} = \frac{147,205}{235 \cdot 1} = 0,607$$

$$g_k = 1 - 0,3 \cdot m_k (1 + m_k) = 1 - 0,3 \cdot 0,607 (1 + 0,607) = 0,711$$



$\alpha_1 = 51,35^\circ$
 $\alpha_2 = 90^\circ$

$$\frac{N_{ed11}}{N_{11Pd} \cdot \mu} \leq 1$$

$$\frac{1173,203}{1800,27 \cdot 1,1329} \leq 1$$

$$0,49 \leq 1 \Rightarrow \text{ok}$$

$$N_{21Pd} = \frac{g_x \cdot g_n \cdot f_{d0} \cdot b^2}{\sin \alpha_2} \left(1,8 + 1,0 \cdot \frac{d_2}{d_0} \right) =$$

$$= \frac{1,82 \cdot 0,719 \cdot 235 \cdot 10^6 \cdot 0,025^2}{\sin 20^\circ} \left(1,8 + 1,0 \cdot \frac{168,3}{358,6} \right) =$$

$$= \frac{1266,533 \text{ 9N}}{1}$$

$$\frac{N_{ed12}}{N_{21Pd} \cdot \mu} \leq 1$$

$$\frac{775,83}{1266,533 \cdot 1,1329} \leq 1$$

$$0,461 \leq 1 \Rightarrow \text{ok}$$

posouzení prolo menším smyčlem

$$N_{1Pd} = 3014,216 \text{ 9N (viz. posouzení 11.)}$$

$$N_{21Pd} = 1222,417 \text{ 9N (viz. posouzení 11.)}$$

$$\frac{N_{ed11}}{N_{1Pd} \cdot \mu} \leq 1$$

$$\frac{1173,203}{3014,216 \cdot 1,1329} \leq 1$$

$$0,222 \leq 1 \Rightarrow \text{ok}$$

$$\frac{N_{ed12}}{N_{21Pd} \cdot \mu} \leq 1$$

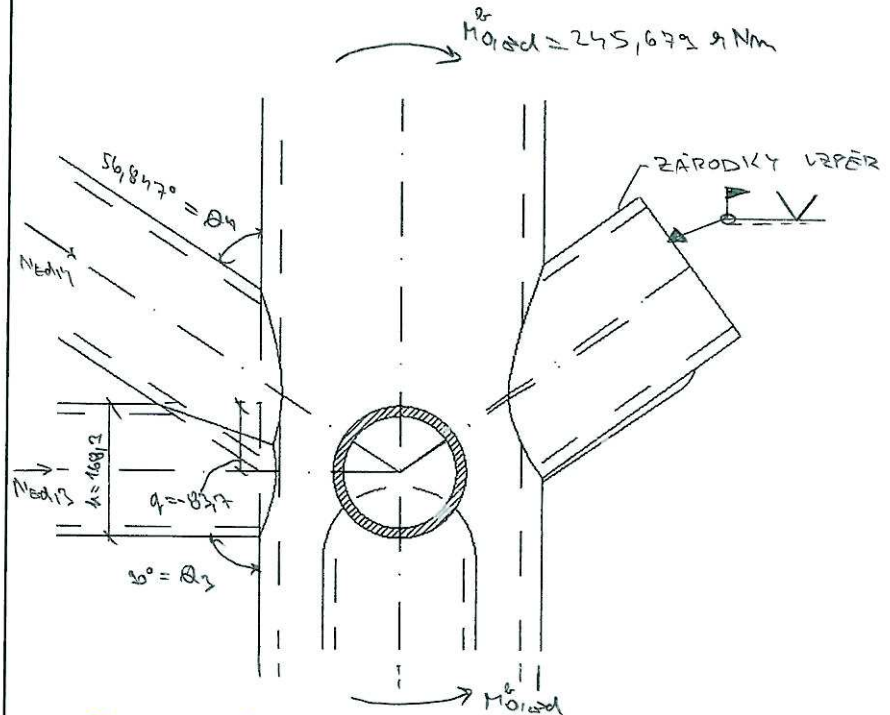
$$\frac{775,83}{1222,417 \cdot 1,1329} \leq 1$$

$$0,326 \leq 1 \Rightarrow \text{ok}$$

2) Hled posuvných silových jímek a silových pro
 páky 3 a 4

- páky 3 a 4 jsou stejné jako v příkladu 10., pouze
 silový úhel jsou jiné → podměny použít jsou správně

$$\lambda_{ov} = \frac{q}{k} \cdot 100 = \frac{83,7}{168,3} \cdot 100 = 49,7 \text{ ‰} \checkmark$$



posuvná síla

$$N_{rad} = \frac{q \cdot k \cdot \sin \alpha_3 \cdot k_0^2}{\sin \alpha_3} \left(1,8 + 10,2 \frac{d_3}{d_0} \right) =$$

$$= \frac{83,7 \cdot 168,3 \cdot 0,423 \cdot 225 \cdot 10^6 \cdot 0,025^2}{2 \cdot 10^8} \left(1,8 + 10,2 \frac{168,3}{35380} \right) = 1114,025917$$

$$q_2 = q_{02} \left(1 + \frac{q_{025} \cdot q_{112}}{1 + k_2 \left(\frac{q_{159}}{k_0} - 1,133 \right)} \right) =$$

$$= 7112^{0,12} \left(1 + \frac{0,025 \cdot 7,112^{12}}{1 + k_2 \left(\frac{0,15(-83,7)}{25} - 1,133 \right)} \right) = 1,837$$

$$\sigma_{rad} = \frac{N_{rad}}{A_0} + \frac{M_{0,rad}}{W_{0,10}} = \frac{1114,025917}{2,6 \cdot 10^{-2}} + \frac{245,672}{2,007 \cdot 10^{-3}} = 177,043 \text{ MPa}$$

$$m_2 = \frac{\sigma_{rad}}{f_{20} \cdot \lambda_{ov}} = \frac{177,043}{235 \cdot 1} = 0,728$$

$$g_2 = 1 - 0,13 \cdot m_2 (1 + m_2) = 1 - 0,13 \cdot 0,728 (1 + 0,728) = 0,623$$

$$\frac{N_{ed,2}}{N_{z,ra} \cdot g} \leq 1$$

$$\frac{287,223}{1114,025 \cdot 1,329} \leq 1$$

$$0,667 \leq 1 \Rightarrow \text{vyhoví}$$

$$N_{4,rad} = \frac{g_2 \cdot g_1 \cdot f_{30} \cdot l_0^2}{\sin \alpha_4} \left(1,8 + 10,2 \frac{d_4}{d_0} \right) =$$

$$= \frac{1837 \cdot 0,623 \cdot 235 \cdot 10^6 \cdot 0,025^2}{\sin 56,817^\circ} \left(1,8 + 10,2 \frac{133,7}{3550} \right) =$$

$$= \underline{\underline{1476,211 \text{ kN}}}$$

$$\frac{N_{ed,4}}{N_{4,ra} \cdot g} \leq 1$$

$$\frac{820,028}{1476,211 \cdot 1,329} \leq 1$$

$$0,418 \leq 1 \Rightarrow \text{vyhoví}$$

poskytný směr

$$N_{2,rad} = N_{z,ra} (\text{viz posuvy směr 10.}) = \underline{\underline{1733,417 \text{ kN}}}$$

$$N_{4,rad} = \frac{f_{30}}{\sqrt{3}} \cdot l_0 \cdot \pi \cdot d_4 \cdot \frac{1 + \sin \alpha_4}{2 \sin^2 \alpha_4} =$$

$$= \frac{235 \cdot 10^6}{\sqrt{3}} \cdot 0,025 \cdot \pi \cdot 0,1337 \cdot \frac{1 + \sin 56,817^\circ}{2 \cdot \sin^2 56,817^\circ} =$$

$$= \underline{\underline{2702,225 \text{ kN}}}$$

$$\frac{N_{ed,4}}{N_{4,ra} \cdot g} \leq 1$$

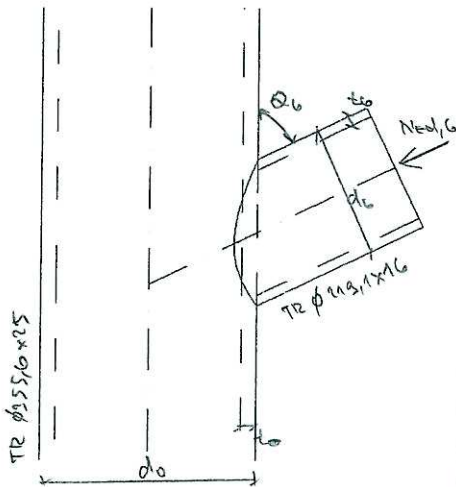
$$N_{4,ra} \cdot g$$

$$\frac{820,028}{2702,225 \cdot 1,329} = 0,228 \leq 1 \Rightarrow \text{vyhoví}$$

$$\frac{N_{ed,3}}{N_{z,ra} \cdot g} \leq 1$$

$$N_{z,ra} \cdot g$$

$$\frac{287,223}{1733,417 \cdot 1,329} = 0,125 \leq 1 \Rightarrow \text{vyhoví}$$



$$\alpha_0 = 64,151^\circ$$

c) držák posouzení střešní jízdy Y střešní

- tato je uzlová síla vzpěr s dráhem
 nejvíce namáhaná vzpěra $N_{ed, G} = 1619,233 \text{ kN}$

rozměry platnosti:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &\leq \frac{d_0}{d_0} \leq 1 & 10 &\leq \frac{d_0}{t} \leq 50 \\ \alpha_2 &\leq \frac{2191}{35516} \leq 1 & 10 &\leq \frac{2191}{16} \leq 50 \\ \alpha_1 &\leq 0,616 \leq 1 \Rightarrow \checkmark & 10 &\leq 136,9375 \leq 50 \checkmark \\ 10 &\leq \frac{d_0}{t} \leq 50 \\ 10 &\leq \frac{35516}{25} \leq 50 \\ 10 &\leq 1422,64 \leq 50 \checkmark \end{aligned}$$

posouzení pomocí PESH

$$\begin{aligned} N_{0,red} &= \frac{\gamma_{G2} \cdot \gamma_{R2} \cdot f_{yk} \cdot t_0^2}{\sin \alpha_0} (2,18 + 14,12 \alpha^2) \\ &= \frac{1,142 \cdot 0,952 \cdot 235 \cdot 10^6 \cdot 0,075^2}{\sin 64,162^\circ} (2,18 + 14,12 \cdot 0,616^2) \\ &= \frac{1264575}{1} = 1264575 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\sigma_{p,red} = \frac{N_{0,red}}{A_0} + \frac{M_{0,red}}{W_{pl,0}} = \frac{1264575}{2,6 \cdot 10^{-2}} + \frac{208015}{2607 \cdot 10^{-3}} = 202,108 \text{ MPa}$$

$$M_{0,red} = \sqrt{M_{0,red}^2 + N_{0,red}^2} = \sqrt{185,789^2 + 245,679^2} = 308,015 \text{ kNm}$$

vektorový součet momentů v směru γ_{R2} z bod. os ruční v daném střešní

$$m_{\gamma} = \frac{\sigma_{p,red}}{f_{yk} \cdot \gamma_{R2}} = \frac{202,108}{235 \cdot 1} = 0,86$$

$$\gamma_{R2} = 1 - 0,3 m_{\gamma} (1 + m_{\gamma}) = 1 - 0,3 \cdot 0,86 (1 + 0,86) = 0,52$$

$$\beta = \frac{d_0}{t_0} = \frac{2191}{35516} = 0,616$$

$$\frac{N_{ed, G}}{N_{0,red} \cdot \gamma_{R2}} \leq 1$$

$$\frac{1619,233}{1028,621 \cdot 0,52} \leq 1$$

$$1,184 \not\leq 1 \Rightarrow \text{nelze použít}$$

porciem proloženým smyčím

$$N_{e,Rd} = \frac{120}{\sqrt{3}} \cdot 10 \cdot \pi \cdot d_6 \frac{1 + \sin \theta_6}{2 \sin^2 \theta_6} =$$

$$= \frac{225 \cdot 10^6}{\sqrt{3}} \cdot 9025 \cdot \pi \cdot 9219 \frac{1 + \sin 64,161^\circ}{2 \sin^2 64,161^\circ} = \underline{\underline{2736,893 \text{ kN}}}$$

$$\frac{N_{ed,6}}{N_{e,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{1619,233}{2736,893 \cdot 1,379} \leq 1$$

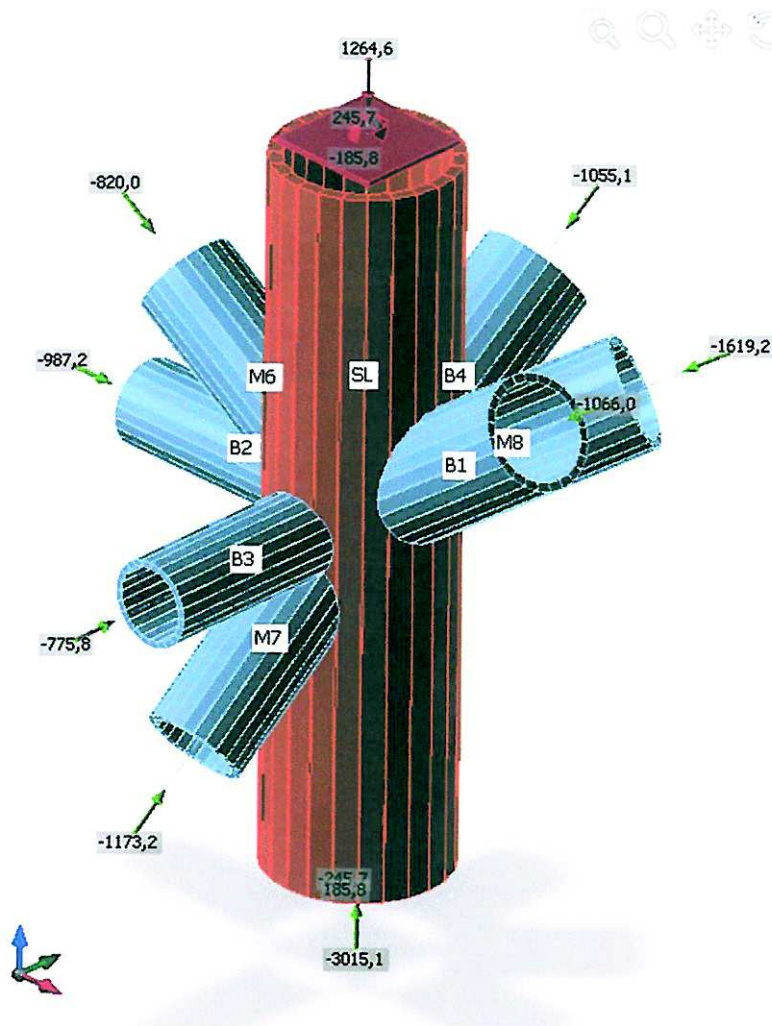
$$0,445 \leq 1 \Rightarrow \text{vyhoví}$$

Závěr: Systém je jako celek posuzovaný ručně nevyhoví.

Kritické místo bylo připojení nejvíce namáhané vepřní polohou povrchy pásu do dvou sloupů. Při řešení byla použita zjednodušená předpoklady, dále systém je aby předtím, v normě ČSN 1993-1-8 není tento typ systémů zcela zahrnut.

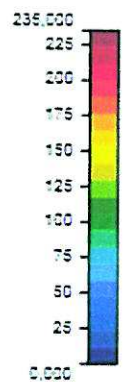
Proto byl pro ověření a pro vystihnutí reálného působení celého systému tento systém vymodelován v programu IDEA STATICA CONNECTION a zabířem všemi silami $N_{ed,1}$; $N_{ed,2}$; $N_{ed,3}$; $N_{ed,4}$; $N_{ed,5}$; $N_{ed,6}$; $N_{ed,7}$; $N_{ed,8}$; $N_{ed,9}$ a momenty M_{ed} a M_{ed}^2 . Následně je model vypracován pomocí metody konečných prvků a je stanoveno státní vyšetřování a plastické pětivození. Následně je maximální ekvivalentní plastické pětivození $E_{i,pl}$ porovnáváno s mezním plastickým pětivozením $E_{i,lim} = 5\%$ dle EN 1993-1-5. Maximální ekvivalentní plastické pětivození ve vytkřeném modelu bylo $E_{i,pl} = 1,36\% \leq E_{i,lim} = 5\% \Rightarrow$ dále systém

vyhoví. Ruční posouzením bylo rovněž ověřeno. Z výsledků $E_{i,pl}$ vidíme, že se pro dané zabířem již blížíme k mezní plastické únosnosti. Systém, méně méně systémů vyhoví a není třeba provádět zesílování systémů.

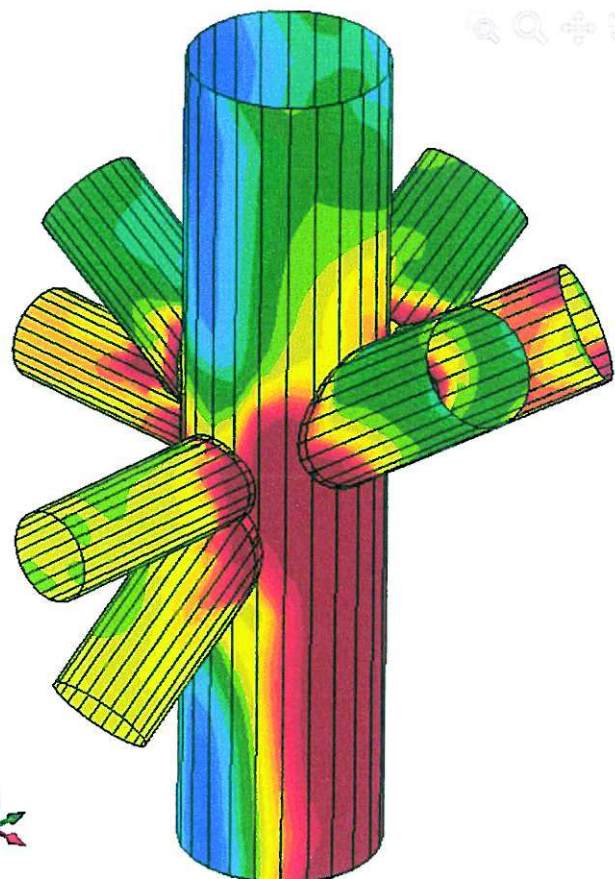


3D model styčnicku se zatížením jednotlivými silami a momenty

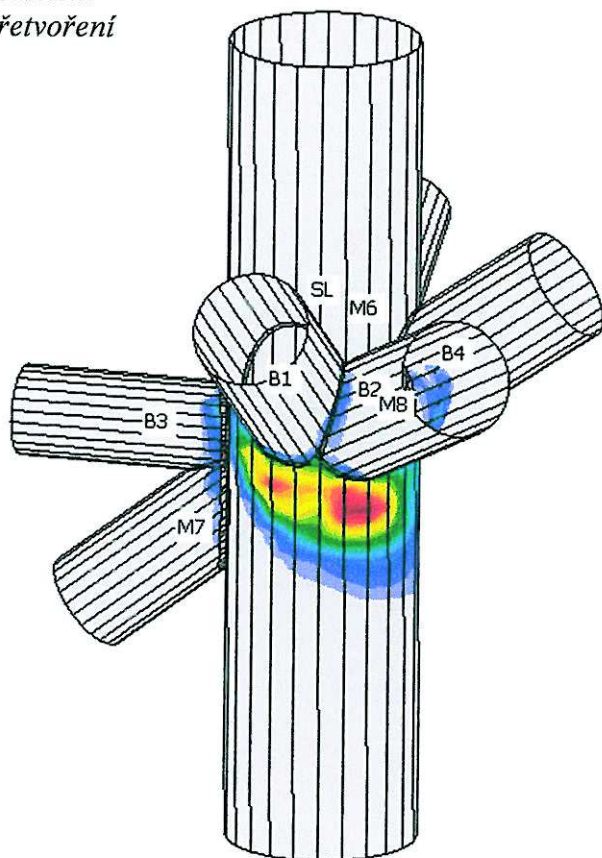
Srovnávací napětí [MPa]



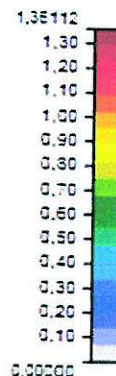
Srovnávací napětí



Plastické
přetvoření



Mezni plastické přetvoření [%]



Status MKP výpočtu

Zatížení	Aplikováno [%]	Násobek	Status
> LE1	100,0	0,00	✓

Posudek prvků a ocelových plechů pro extrémní účinek zatížení

Položka	TI [mm]	Zatížení	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{Pl} [%]	Status
> SL	25,0	LE1	237,9	1,36	✓
B1	16,0	LE1	236,0	0,49	✓
B2	12,5	LE1	176,7	0,21	✓
B3	12,5	LE1	235,8	0,37	✓
B4	16,0	LE1	235,4	0,17	✓
M6	16,0	LE1	235,3	0,14	✓
M7	16,0	LE1	176,6	0,19	✓
M8	16,0	LE1	235,8	0,37	✓

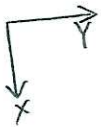
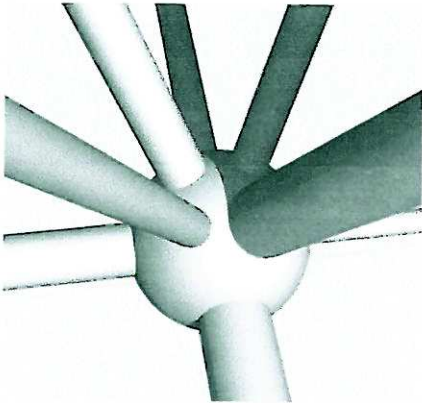
Souhrn všech posudků pro extrémní účinek zatížení

Položka posudku	Hodnota	Status
> Výpočet	Aplikovaná zatížení : 100,0%	✓
Plechý	1,4 < 5%	✓
Norma	EN	✓

12. Styčníky desky s dříky většího příhradového sloupu

Jedná se o montážní styky mezi příhradovou deskou a větším příhradovým sloupem. Pruty dolního pásu a diagonál příhradové desky jsou vzájemně spojeny stykováním na styčnickové duté kouli tupými 1/2 V svary. Svary diagonál s koulí jsou provedeny vždy v dílně, svary dolních pásů s koulí jsou některé provedeny v dílně a některé jsou montážní (viz. výkres 04 Detaily). Průměr styčnickové koule vychází z geometrického požadavku, aby nedošlo k proníku trubek. Obecně vstupují do kulového styčnicku pruty pod různými úhly a s různým průřezem. Pro optimální návrh velikosti styčnickové koule, a zda se dané připojované trubky neprolínají, byl daný styčník vymodelován ve 3D. Tloušťka stěny koule vychází z průměru největší připojované trubky a z největší tloušťky stěny připojovaných trubek dle ČSN 73 1403 Navrhování trubek v ocelových konstrukcích. Koule jsou vytvořeny svařením 2 polokoulí tupým V svarem. Na styčnickovou kouli je připojena svislá úložná trubka tupým 1/2 V svarem, která je na konci svařená koutovým svarem k čelní desce. Na hlavách dříků příhradových sloupů je rovněž čelní deska, která je připojena k druhé čelní desce pomocí šroubů.

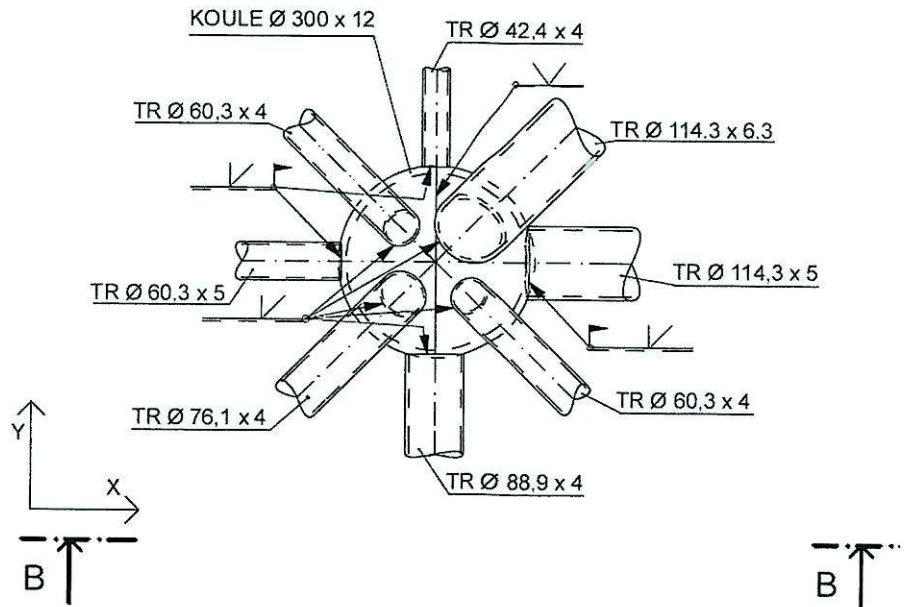
3D zobrazení stýlačných trubek na ložli



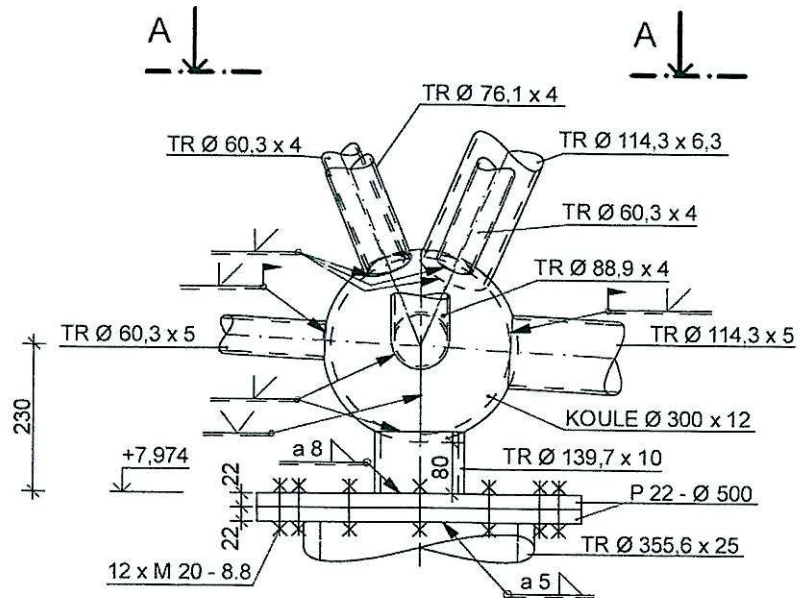
12.1 Detail A

Umístění detailu viz výkres 01 - Dispozice.

POHLED A - A



POHLED B - B



Návrh styčnickové koule

- největší průměr připojovaných trubek $d_i = 139,7 \text{ mm}$
- největší tloušťka stěny připojovaných trubek $t_i = 10 \text{ mm}$
- průměr styčnickové koule z geometrického požadavku, aby nedošlo k proniku trubek $d_A = 300 \text{ mm}$

tloušťka stěny koule t_A

$$\frac{d_i}{d_A} = \frac{139,7}{300} = 0,466$$

$$\frac{d_i}{d_A} = 0,25 \rightarrow t'_A = \frac{d_A}{40}$$

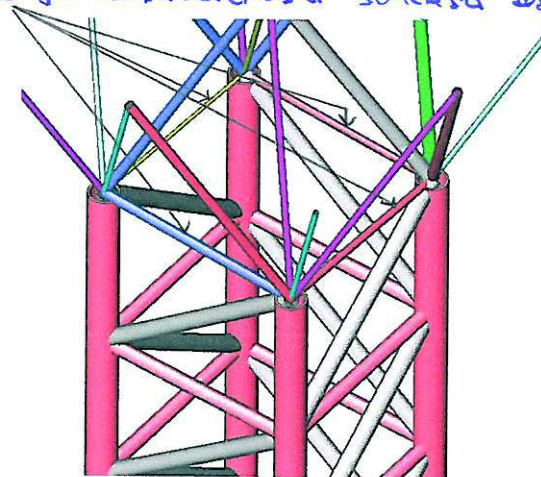
$$\frac{d_i}{d_A} = 0,5 \rightarrow t'_A = \frac{d_A}{35}$$

$$\frac{d_i}{d_A} = 0,466 \rightarrow t'_A = \frac{d_A}{35,68} = \frac{300}{35,68} = 8,41 \text{ mm}$$

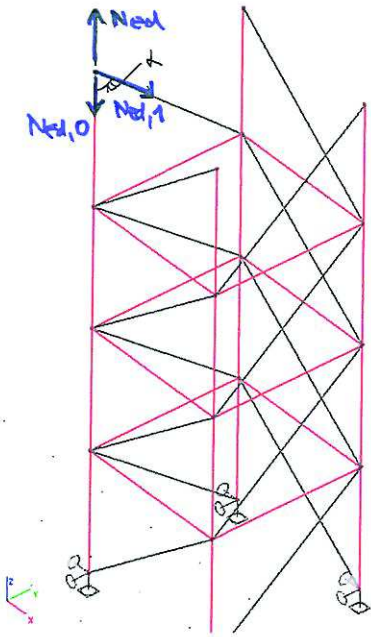
$$t_A = \max\{t_i + 1; t'_A\} = \max\{10 + 1; 8,41\} \rightarrow t_A = 12 \text{ mm}$$

Pozn:

V laboratorním výpočtovém modelu bylo uvažováno pouze s 1 příčným spojovacím hlavou dílem příhradový sloup; tento punt byl také zároveň dolním příčným příhradový desky. Tento dimenzovaný punt je ve skutečnosti součástí desky.



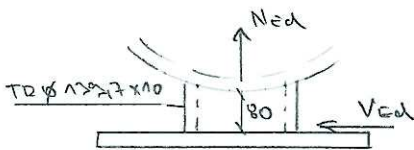
Z konstruktivních důvodů aby byl příhradový sloup mezi jednotlivými hlavami díly spojen, je ve skutečnosti přidána vodorovná spojná (viz. výšší výřez). Vzniká excentricita a tím výšší výřezový moment nebude mít rozhodující vliv na únosnost sloupů.



TR $\phi 139,7 \times 10$

$$A = 4107 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_v = 2,745 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$



Normální síle vložené trubky - TR $\phi 139,7 \times 10$

a) maximální normální síle Ned v kombinaci CO21

$$N_{ed,0} = 786,488 \text{ kN}$$

$$N_{ed,1} = -399,058 \text{ kN}$$

$$\alpha = 57,915^\circ$$

$$N_{ed,0} + N_{ed,1} \cdot \cos \alpha - N_{ed} = 0$$

$$N_{ed} = N_{ed,0} + N_{ed,1} \cdot \cos \alpha =$$

$$= 786,488 - 399,058 \cdot \cos 57,915^\circ =$$

$$= \underline{\underline{551,442 \text{ kN}}}$$

Pozn: záporné Ned je velmi malé \rightarrow není rozhodující

$$N_{\text{před}} = \frac{A \cdot f_d}{\alpha_{10}} = \frac{4107 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = \underline{\underline{956,45 \text{ kN}}}$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{\text{před}}} \leq 1$$

$$\frac{551,442}{956,45} \leq 1$$

$$\underline{\underline{0,577 \leq 1 \Rightarrow \text{ok}}}$$

b) max. smyčková síle Ved v kombinaci CO21

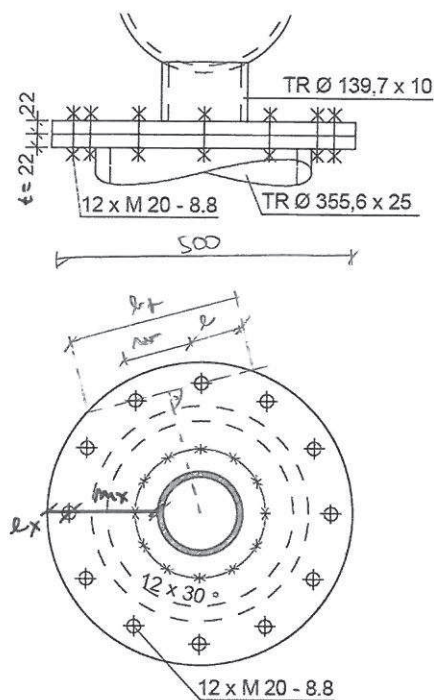
$$V_{ed} = N_{ed,1} \cdot \sin \alpha = 399,058 \cdot \sin 57,915^\circ = \underline{\underline{327,426 \text{ kN}}}$$

$$V_{\text{před}} = \frac{A_v \cdot f_d}{\sqrt{3} \cdot \alpha_{10}} = \frac{2,745 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 1} = \underline{\underline{372,434 \text{ kN}}}$$

$$\frac{V_{ed}}{V_{\text{před}}} \leq 1$$

$$\frac{327,426}{372,434} \leq 1$$

$$\underline{\underline{0,886 \leq 1 \Rightarrow \text{ok}}}$$



$m_x = 145,2 \text{ mm}$
 $e_x = 35 \text{ mm}$
 $l = 83,5 \text{ mm}$
 $l_p = 278,4 \text{ mm}$
 $w = 111,3 \text{ mm}$

Návrh čelní desky

- tloušťka čelní desky $t = 22 \text{ mm}$
- 12 šroubů M 20 - 8.8
 $(d = 20 \text{ mm}, d_0 = 22 \text{ mm}, f_y = 800 \text{ N/mm}^2)$

Únosnost pásnice náhradního T profilu pro 1. způsob porušení

$F_{T,1,Rd}$

- řada šroubů (2 šrouby) uvažována samostatně vně tažené pásnice nosníku

účinná délka $l_{eff,1}$

$$l_{eff,1} = \min\{l_{eff,nc}; l_{eff,cp}\} = \min\{0,139; 0,567\} = 0,139 \text{ m}$$

nekruhové porušení $l_{eff,nc}$

$$l_{eff,nc} = \min\{4m_x + 1,25e_x; e + 2m_x + 0,625e_x; 0,5b_p; \\ ; 0,5w + 2m_x + 0,625e_x\} \\ = \min\{4 * 145,2 + 1,25 * 35; 83,5 + 2 * 145,2 + 0,625 * \\ * 35; 0,5 * 278,4; 0,5 * 111,3 + 2 * 145,2 + 0,625 * 35\} \\ = \min\{624,55; 395,78; 139,2; 367,925\} = 139,2 \text{ mm}$$

kruhové porušení $l_{eff,cp}$

$$l_{eff,cp} = \min\{2\pi m_x; \pi m_x + w; \pi m_x + 2e\} = \\ = \min\{2\pi * 145,2; \pi * 145,2 + 111,3; \pi * 145,2 + 2 * 83,5\} \\ = \min\{912,5; 567,46; 623,16\} = 567,46 \text{ mm}$$

$$M_{pl,1,Rd} = \frac{0,25l_{eff,1}t_f^2f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,25 * 0,139 * 0,022^2 * 235 * 10^6}{1} = \\ = 3952 \text{ Nm}$$

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m} = \frac{4 * 3952}{0,145} = 109,021 \text{ kN}$$

Únosnost pásnice náhradního T profilu pro 2. způsob porušení

$F_{T,2,Rd}$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n\Sigma F_{t,Rd}}{m + n} = \frac{2 * 3952 + 0,035 * 282240}{0,145 + 0,035} = \\ = 98,791 \text{ kN}$$

$$M_{pl,2,Rd} = \frac{0,25l_{eff,2}t_f^2f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,25 * 0,139 * 0,022^2 * 235 * 10^6}{1}$$

$$= 3952 \text{ Nm}$$

účinná délka $l_{eff,2}$

$$l_{ef,2} = l_{eff,nc} = 139,2 \text{ mm}$$

$$n = e_{min} = e_x = 35 \text{ mm} \leq 1,25m$$

$$\leq 1,25 * 145,2 = 181,5 \rightarrow \text{vyhoví}$$

únosnost šroubu v tahu $F_{t,Rd}$

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2f_{ub}A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 * 800 * 2445}{1,25} = 141,12 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_{t,Rd} = 2 * F_{T,Rd} = 2 * 141,12 = 282,24 \text{ kN}$$

↘ 2 šrouby v řadě

Únosnost pásnice náhradního T profilu pro $F_{T,Rd}$

$$F_{T,Rd} = \min\{F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}\} = \min\{109,021; 98,791\} =$$

$$= 98,791 \text{ kN}$$

$\frac{N_{Ed}}{6}$ → síla na 1 řadu o 2 šroubech

$$\frac{N_{Ed}}{6} \leq F_{T,Rd}$$

$$\frac{551,449}{6} \leq 98,791$$

$$0,93 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

Tah ve šroubu

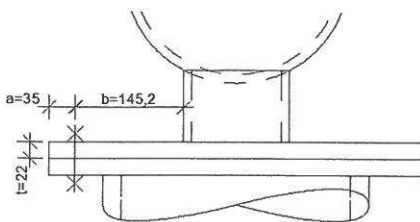
$$\text{- síla na 1 šroub } F_{t,Ed} = \frac{N_{Ed}}{12} = \frac{551,449}{12} = 45,954 \text{ kN}$$

vliv páčení šroubu

$$t \geq t_e = 4,3 \sqrt[3]{\frac{bd^2}{a}} = 4,3 * \sqrt[3]{\frac{145,2 * 20^2}{35}} = 50,91 \text{ mm}$$

$$22 \not\geq 50,91 \rightarrow \text{páčení nastane}$$

$$\gamma_p = 1 + 0,005 \frac{t_e^3 - t^3}{d^2} = 1 + 0,005 * \frac{50,91^3 - 22^3}{20^2} = 2,516$$



$$\frac{F_{t,Ed} * \gamma_p}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{45,954 * 2,516}{141,12} \leq 1$$

$$0,819 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

Smyk ve šroubu

-síla působící na 1 šroub $F_{V,Ed} = \frac{V_{Ed}}{12} = \frac{322,496}{12} = 26,875 \text{ kN}$

únosnost šroubu ve smyku $F_{V,Rd}$

$$F_{V,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 * 800 * 245}{1,25} = 94,08 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{26,875}{94,08} \leq 1$$

$$0,286 < 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

kombinace tah + střih

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} + \frac{F_{t,Ed} * \gamma_p}{1,4 F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{26,875}{94,08} + \frac{45,954 * 2,516}{1,4 * 141,12} \leq 1$$

$$0,871 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

únosnost v otláčení 1 šroubem $F_{b,Rd}$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 * 0,53 * 360 * 20 * 22}{1,25} = 167,904 \text{ kN}$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{p_1}{3d_0} - 0,25; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1 \right\} =$$

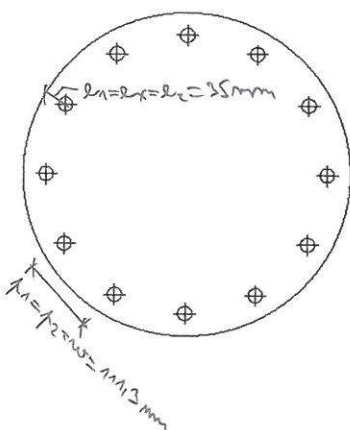
$$= \min \left\{ \frac{35}{3 * 22}; \frac{111,3}{3 * 22} - 0,25; \frac{800}{360}; 1 \right\} =$$

$$= \min \{0,53; 1,436; 2,222; 1\} = 0,53$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\} =$$

$$= \min \left\{ 2,8 * \frac{35}{22} - 1,7; 1,4 * \frac{111,3}{22} - 1,7; 2,5 \right\} =$$

$$= \min \{2,755; 5,383; 2,5\} = 2,5$$



$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{26,875}{167,904} \leq 1$$

$$0,16 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

únosnost v protlačení $B_{p,Rd}$

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6\pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6\pi * 32,3 * 22 * 360}{1,25} = 385,761 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{45,954}{385,761} \leq 1$$

$$0,119 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

Svar svislé úložné trubky s čelní deskou

- koutový svar kolem celého obvodu $a=8 \text{ mm}$

prostorová výslednice $F_{w,Ed}$

$$F_{w,Ed} = \sqrt{N_{Ed}^2 + V_{Ed}^2} = \sqrt{551,449^2 + 322,496^2} = 638,827 \text{ kN}$$

pevnost svaru ve smyku $f_{vw,d}$

$$f_{vw,d} = \frac{f_u/\sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}} = \frac{360/\sqrt{3}}{0,8 * 1,25} = 207,846 \text{ MPa}$$

únosnost svaru $F_{w,Rd}$

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} a \pi d_1 = 207,846 * 8 * \pi * 139,7 = 729,756 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{w,Ed}}{F_{w,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{638,827}{729,756} \leq 1$$

$$0,875 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

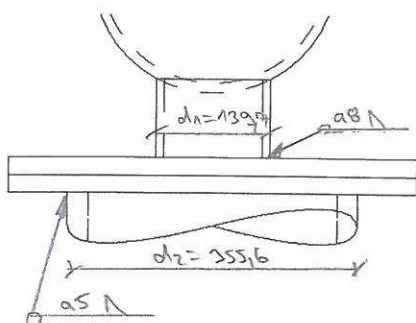
Svar čelní desky se sloupem

- koutový svar kolem celého obvodu $a=5 \text{ mm}$

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} a \pi d_1 = 207,846 * 5 * \pi * 355,6 = 1160,976 \text{ kN}$$

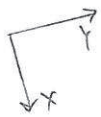
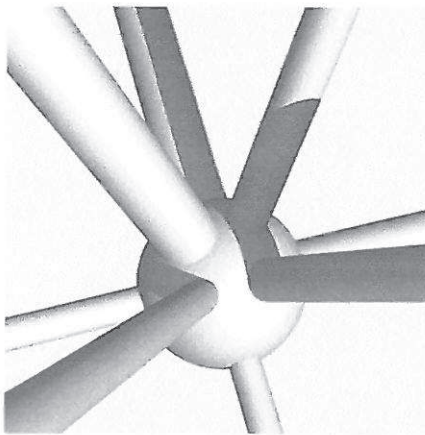
$$\frac{F_{w,Ed}}{F_{w,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{638,827}{1160,976} = 0,55 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

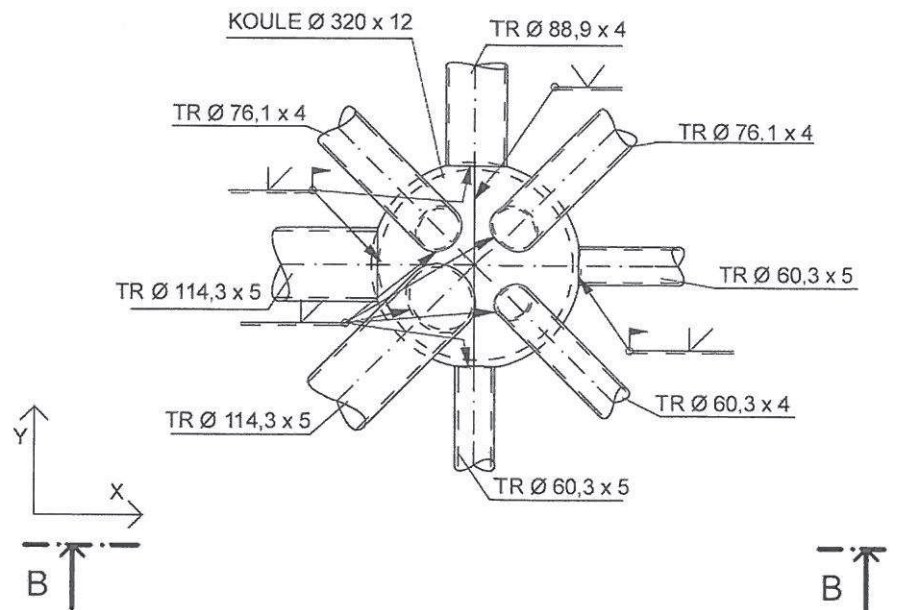


12.1 Detail B

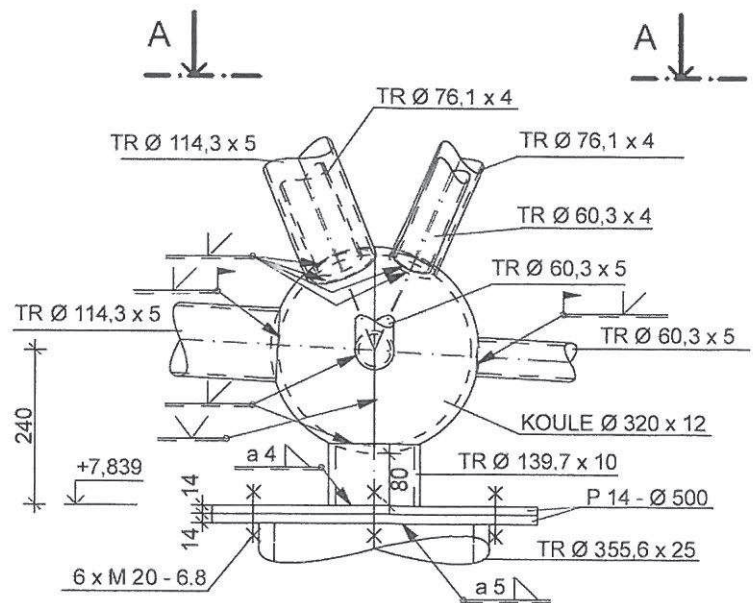
Umístění detailu viz výkres 01 - Dispozice.



POHLED A - A



POHLED B - B



Návrh styčnickové koule

- největší průměr připojovaných trubek $d_i = 139,7 \text{ mm}$
- největší tloušťka stěny připojovaných trubek $t_i = 10 \text{ mm}$
- průměr styčnickové koule z geometrického požadavku, aby nedošlo k proniku trubek $\underline{d_B = 320 \text{ mm}}$

tloušťka stěny koule t_B

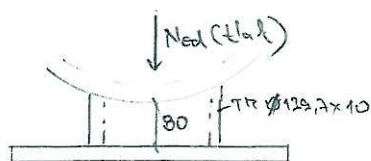
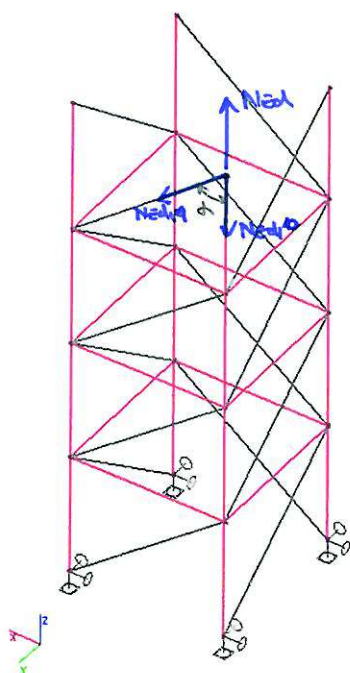
$$\frac{d_i}{d_B} = \frac{139,7}{320} = 0,437$$

$$\frac{d_i}{d_B} = 0,25 \rightarrow t'_B = \frac{d_B}{40}$$

$$\frac{d_i}{d_B} = 0,5 \rightarrow t'_B = \frac{d_B}{35}$$

$$\frac{d_i}{d_B} = 0,437 \rightarrow t'_B = \frac{d_B}{36,26} = \frac{320}{36,26} = 8,83 \text{ mm}$$

$$t_B = \max\{t_i + 1; t'_B\} = \max\{10 + 1; 8,83\} \rightarrow t_B = 12 \text{ mm}$$



Návrh soustavy vložek trubky - TR $\varnothing 139,7 \times 10$

a) max. normované síla N_{ed} kombinací CO 93

- CO 93: 251 x 1,35
- 252 x 1,35
- 253 x 0,75
- 256c x 1,5

$$N_{ed,0} = -380,744 \text{ kN}$$

$$N_{ed,1} = 366,203 \text{ kN}$$

$$\alpha = 56,591^\circ$$

$$N_{ed} = N_{ed,0} + N_{ed,1} \cdot \cos \alpha = -380,744 + 366,203 \cdot \cos 56,591^\circ = -179,105 \text{ kN}$$

$$\text{obrovňující síla } V_{ed} = N_{ed,1} \cdot \sin \alpha = 366,203 \cdot \sin 56,591^\circ = 305,697 \text{ kN}$$

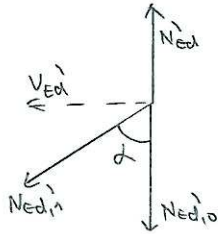
únosnost průřezu vložky N_{ed}

$$N_{ed,rd} = \frac{A \cdot f_k}{\gamma_{to}} = \frac{4107 \cdot 10^{-2} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 956,45 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{ed,rd}} < 1$$

$$\frac{179,105}{956,45} < 1$$

$$0,187 < 1 \Rightarrow \text{ok}$$



8) maximální smyková síla V_{Ed} v kombinaci CO 27

- CO 27: 251 x 1,25
- 252 x 1,25
- 253 x 1,5
- 256e x 99

$$N_{Ed,0} = -341,55 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,1} = 297,337 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = N_{Ed,1} \cdot \sin \alpha = 297,337 \cdot \sin 56,591^\circ = 251,673 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = N_{Ed,0} + N_{Ed,1} \cdot \cos \alpha = -341,55 + 297,337 \cdot \cos 56,591^\circ = 122,733 \text{ kN}$$

smyslová únosnost průřezu $V_{p,red}$

$$V_{p,red} = \frac{A_w \cdot f_d}{\sqrt{3} \cdot \beta_w} = \frac{2,775 \cdot 10^3 \cdot 235 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 1} = 372,437 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{p,red}} < 1$$

$$\frac{251,673}{372,437} < 1$$

$$0,831 < 1 \Rightarrow \text{vyhoví}$$

Návrh detailu

- tloušťka $t = 14 \text{ mm}$

- 6 šroubů M20-G.8

- rozložení pro návrh bude takové jako N_{Ed}'' v

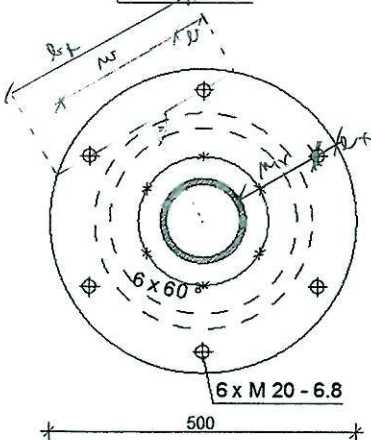
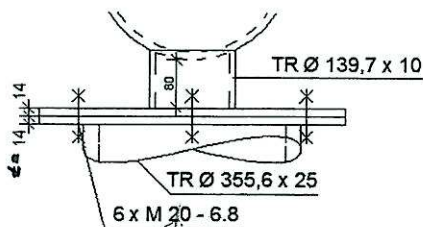
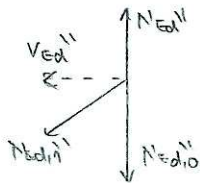
- kombinaci CO 112: 251 x 1
- 252 x 1
- 256e x 1,5

$$N_{Ed,1}'' = -86,33 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,0}'' = 193,293 \text{ kN}$$

$$N_{Ed}'' = N_{Ed,0}'' + N_{Ed,1}'' \cdot \cos \alpha = 193,293 - 86,33 \cdot \cos 56,591^\circ = 145,765 \text{ kN}$$

$$V_{Ed}'' = N_{Ed,1}'' \cdot \sin \alpha = 86,33 \cdot \sin 56,591^\circ = 72,065 \text{ kN}$$



- $m_x = 145,2 \text{ mm}$
- $e_y = 35 \text{ mm}$
- $e = 59,3 \text{ mm}$
- $e_p = 33,7 \text{ mm}$
- $w = 215 \text{ mm}$

Únosnost pásnice náhradního T profilu pro 1. způsob porušení

$F_{T,1,Rd}$

- řada šroubů (2 šrouby) uvažována samostatně vně tažené pásnice nosníku

účinná délka $l_{eff,1}$

$$l_{eff,1} = \min\{l_{eff,nc}; l_{eff,cp}\} = \min\{0,167; 0,574\} = 0,167 \text{ m}$$

nekruhové porušení $l_{eff,nc}$

$$l_{eff,nc} = \min\{4m_x + 1,25e_x; e + 2m_x + 0,625e_x; 0,5b_p; 0,5w + 2m_x + 0,625e_x\}$$

$$= \min\{4 * 145,2 + 1,25 * 35 ; 59,3 + 2 * 145,2 + 0,625 * 35 ; 0,5 * 333,7 ; 0,5 * 215 + 2 * 145,2 + 0,625 * 35\}$$

$$= \min\{624; 371; 167; 419\} = 167 \text{ mm}$$

kruhové porušení $l_{eff,cp}$

$$l_{eff,cp} = \min\{2\pi m_x; \pi m_x + w; \pi m_x + 2e\} =$$

$$= \min\{2\pi * 145,2; \pi * 145,2 + 215; \pi * 145,2 + 2 * 59,3\}$$

$$= \min\{911; 671; 574\} = 574 \text{ mm}$$

$$M_{pl,1,Rd} = \frac{0,25l_{eff,1}t_f^2f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,25 * 0,167 * 0,014^2 * 235 * 10^6}{1} =$$

$$= 1923 \text{ Nm}$$

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m} = \frac{4 * 1923}{0,145} = 53,048 \text{ kN}$$

Únosnost pásnice náhradního T profilu pro 2. způsob porušení

$F_{T,2,Rd}$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n\Sigma F_{t,Rd}}{m + n} = \frac{2 * 1923 + 0,035 * 211680}{0,145 + 0,035} =$$

$$= 62,527 \text{ kN}$$

$$M_{pl,2,Rd} = \frac{0,25l_{eff,2}t_f^2f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,25 * 0,167 * 0,014^2 * 235 * 10^6}{1}$$

$$= 1923 \text{ Nm}$$

účinná délka $l_{eff,2}$

$$l_{ef,2} = l_{eff,nc} = 167 \text{ mm}$$

$$n = e_{min} = e_x = 35 \text{ mm} \leq 1,25m$$

$$\leq 1,25 * 145,2 = 181,5 \rightarrow \text{vyhoví}$$

únosnost šroubu v tahu $F_{t,Rd}$

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2f_{ub}A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 * 600 * 245}{1,25} = 105,84 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_{t,Rd} = 2 * F_{t,Rd} = 2 * 105,84 = 211,68 \text{ kN}$$

↘ 2 šrouby v řadě

Únosnost pásnice náhradního T profilu pro $F_{T,Rd}$

$$F_{T,Rd} = \min\{F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}\} = \min\{53,048; 62,527\} = 53,048 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}''}{6} \leq F_{T,Rd}$$

$$\frac{145,765}{3} \leq 53,048$$

$0,916 \leq 1 \rightarrow$ vyhoví

Tah ve šroubu

- síla na 1 šroub $F_{t,Ed} = \frac{N_{Ed}''}{6} = \frac{145,765}{6} = 24,294 \text{ kN}$

vliv páčení šroubu

$$t \geq t_e = 4,3 \sqrt[3]{\frac{bd^2}{a}} = 4,3 * \sqrt[3]{\frac{145,2 * 20^2}{35}} = 50,91 \text{ mm}$$

$14 \not\geq 50,91 \rightarrow$ páčení nastane

$$\gamma_p = 1 + 0,005 \frac{t_e^3 - t^3}{d^2} = 1 + 0,005 * \frac{50,91^3 - 2142^3}{20^2} = 2,613$$

$$\frac{F_{t,Ed} * \gamma_p}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{24,294 * 2,613}{105,84} \leq 1$$

$0,600 \leq 1 \rightarrow$ vyhoví

Smyk ve šroubu

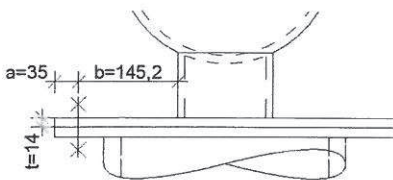
- síla působící na 1 šroub $F_{v,Ed} = \frac{V_{Ed}''}{6} = \frac{72,065}{6} = 12,011 \text{ kN}$

únosnost šroubu ve smyku $F_{v,Rd}$

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,5 * 600 * 245}{1,25} = 58,8 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{12,011}{58,8} \leq 1$$



$$0,204 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

kombinace tah + střih

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed} * \gamma_p}{1,4 F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{12,011}{58,8} + \frac{24,294 * 2,613}{1,4 * 105,84} \leq 1$$

$$0,633 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

únosnost v protlačení $B_{p,Rd}$

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6\pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6\pi * 32,3 * 14 * 360}{1,25} = 245,485 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{24,294}{245,485} \leq 1$$

$$0,099 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

Ověření šroubu na max. smykovou sílu V_{Ed}

smyk ve šroubu

$$\text{-síla působící na 1 šroub } F'_{v,Ed} = \frac{V_{Ed}}{6} = \frac{331,679}{6} = 55,28 \text{ kN}$$

$$\frac{F'_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{55,28}{58,8} \leq 1$$

$$0,940 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

únosnost v otláčení 1 šroubem $F_{b,Rd}$

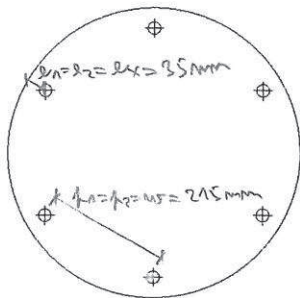
$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 * 0,53 * 360 * 20 * 14}{1,25} = 106,909 \text{ kN}$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{p_1}{3d_0} - 0,25; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1 \right\} =$$

$$= \min \left\{ \frac{35}{3 * 22}; \frac{215}{3 * 22} - 0,25; \frac{600}{360}; 1 \right\} =$$

$$= \min \{0,53; 3,258; 2,222; 1\} = 0,53$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\} =$$



$$= \min \left\{ 2,8 * \frac{35}{22} - 1,7; 1,4 * \frac{215}{22} - 1,7; 2,5 \right\} =$$

$$= \min \{ 2,755; 11,98; 2,5 \} = 2,5$$

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{55,28}{106,909} \leq 1$$

$$0,517 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

Svar svislé úložné trubky s čelní deskou

- koutový svar kolem celého obvodu a=4 mm

prostorová výslednice $F_{w,Ed}$

$$F_{w,Ed} = \sqrt{N_{Ed}^2 + V_{Ed}^2} = \sqrt{179,105^2 + 305,697^2} = 354,301 \text{ kN}$$

pevnost svaru ve smyku $f_{vw,d}$

$$f_{vwd} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}} = \frac{360 / \sqrt{3}}{0,8 * 1,25} = 207,846 \text{ MPa}$$

únosnost svaru $F_{w,Rd}$

$$F_{w,Rd} = f_{vwd} a \pi d_1 = 207,846 * 4 * \pi * 139,7 = 364,878 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{w,Ed}}{F_{w,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{354,301}{364,878} \leq 1$$

$$0,971 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

Svar čelní desky se sloupem

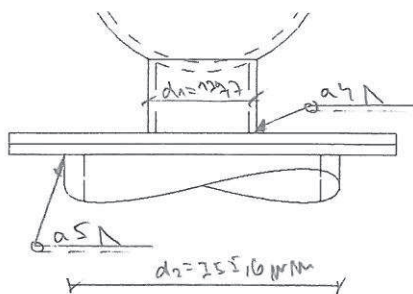
- koutový svar kolem celého obvodu a=5 mm

$$F_{w,Rd} = f_{vwd} a \pi d_2 = 207,846 * 5 * \pi * 355,6 = 1160,976 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{w,Ed}}{F_{w,Rd}} \leq 1$$

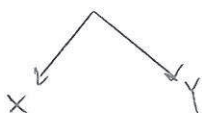
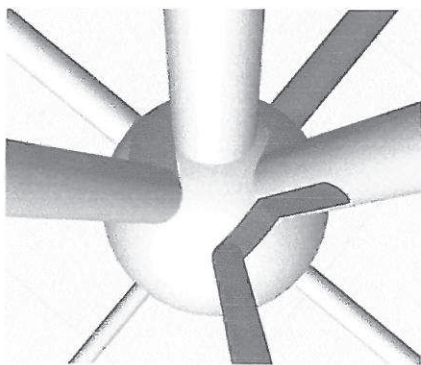
$$\frac{354,301}{1160,976} \leq 1$$

$$0,305 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

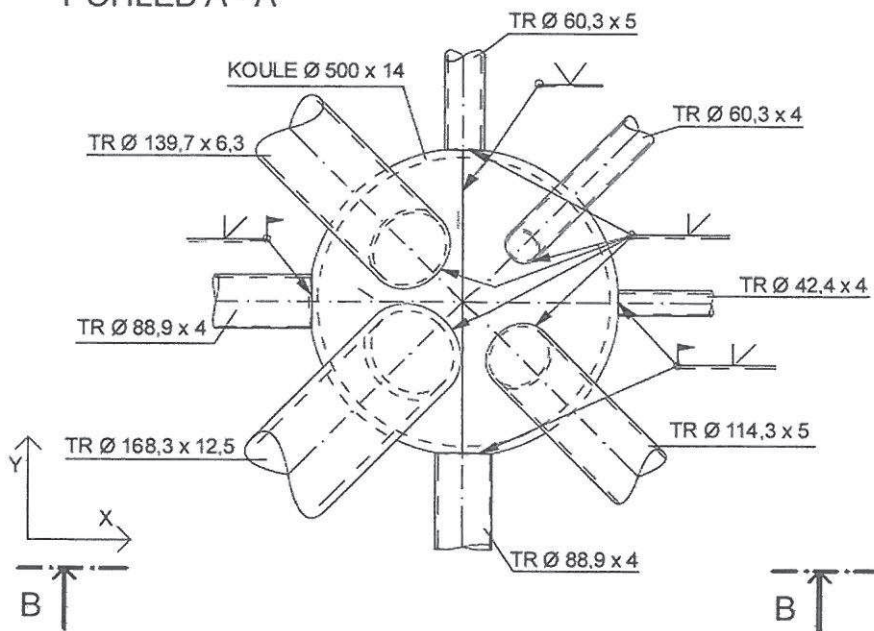


12.3 Detail C

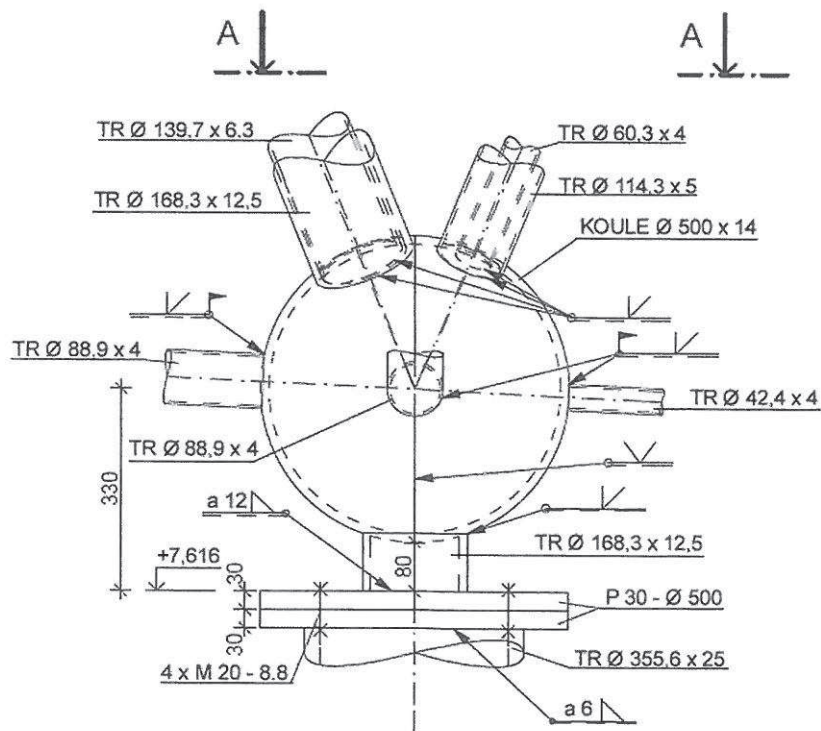
Umístění detailu viz výkres 01 - Dispozice.



POHLED A - A



POHLED B - B



Návrh styčnickové koule

- největší průměr připojovaných trubek $d_i = 168,3 \text{ mm}$
- největší tloušťka stěny připojovaných trubek $t_i = 12,5 \text{ mm}$
- průměr styčnickové koule z geometrického požadavku, aby nedošlo k proniku trubek $d_c = 500 \text{ mm}$

tloušťka stěny koule t_c

$$\frac{d_i}{d_c} = \frac{168,3}{500} = 0,337$$

$$\frac{d_i}{d_c} = 0,25 \rightarrow t'_c = \frac{d_c}{40}$$

$$\frac{d_i}{d_c} = 0,5 \rightarrow t'_c = \frac{d_c}{35}$$

$$\frac{d_i}{d_c} = 0,337 \rightarrow t'_c = \frac{d_c}{38,26} = \frac{500}{38,26} = 13,07 \text{ mm}$$

$$t_c = \max\{t_i + 1; t'_c\} = \max\{12,5 + 1; 13,07\} \rightarrow t_c = 14 \text{ mm}$$

Návrh systému kloboučné desky - TR $\phi 168,3 \times 12,5$

a) maximální normovaná síla N_{ed} v kombinaci CO34

- CO 34: 251 x 1,35
 252 x 1,35
 253 x 1,5
 259a x 0,9

$$N_{ed,0} = -1334,46 \text{ kN}$$

$$N_{ed,1} = 365,584 \text{ kN}$$

$$\alpha = 60,647^\circ$$

$$N_{ed} = N_{ed,0} + N_{ed,1} \cdot \cos \alpha = -1334,46 + 365,584 \cdot \cos 60,647^\circ = -1155,255 \text{ kN}$$

$$\text{odpovědný směr síly } V_{ed} = N_{ed,1} \cdot \sin \alpha = 365,584 \cdot \sin 60,647^\circ = 318,613 \text{ kN}$$

pozn: tato hodnota je nezáporná

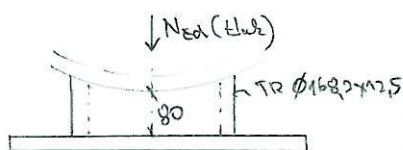
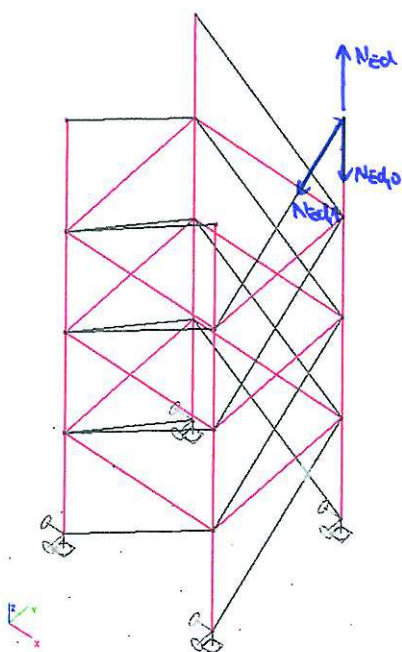
únosnost průřezu v tlaku $N_{c,rd}$

$$N_{c,rd} = \frac{A \cdot f_d}{\gamma_{M0}} = \frac{6,12 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 1438,2 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{c,rd}} \leq 1$$

$$\frac{1155,255}{1438,2} \leq 1$$

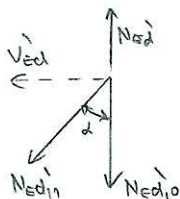
$$0,804 \leq 1 \Rightarrow \text{ok}$$



TR $\phi 168,3 \times 12,5$

$$A = 6,12 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_v = 4,1251 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$



b) maximální smyková síla V_{cd} v lamínách C0 27

$$\begin{aligned} C027: & 251 \times 1,35 \\ & 252 \times 1,35 \\ & 253 \times 1,5 \\ & 2560 \times 0,9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{cd,0} &= -1229,305 \text{ N} \\ N_{cd,1} &= 392,049 \text{ N} \end{aligned}$$

$$V_{cd} = N_{cd,1} \cdot \sin \alpha = 392,049 \cdot \sin 60,617^\circ = 341,716 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} N_{cd} &= N_{cd,0} + N_{cd,1} \cdot \cos \alpha = -1229,305 + 392,049 \cdot \cos 60,617^\circ \\ &= -1047,127 \text{ N} \end{aligned}$$

smyslová únosnost přířezu $V_{k,red}$:

$$V_{k,red} = \frac{A_w \cdot f_{t2}}{\sqrt{3} \cdot \eta_0} = \frac{4,1251 \cdot 10^3 \cdot 275 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 1} = 559,682 \text{ N}$$

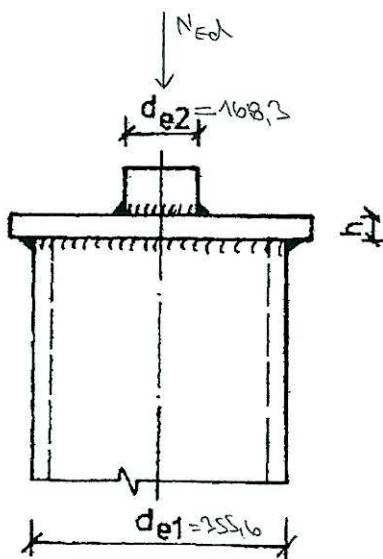
$$\frac{V_{cd}}{V_{k,red}} \leq 1$$

$$\frac{341,716}{559,682} \leq 1$$

$$0,611 \leq 1 \Rightarrow \text{výborně}$$

Návrh celmi desky

- návrh tloušťky celmi desky zohledněme dle normy připojení
 zkusby je proveden dle normy ČSN 173 1403 [13] -
 Navrhování kmitů v ocelových soustavách



$$h = \sqrt{\frac{2 \cdot N_{cd}}{\pi \cdot f_{y,d}} \cdot \frac{d_{e1} - d_{e2}}{d_{e1}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1155255}{\pi \cdot 235 \cdot 10^6} \cdot \frac{355,6 - 108,3}{355,6}} =$$

$$= 40,6 \text{ mm}$$

pozn: Uvedený vzorec je pouze pro 1 celmi desku \Rightarrow

přepočít pro 2 celmi desky vychází z předpokladu, že celková únosnost dvou na sobě ležících desek bude dána součtem únosností jednotlivých desek. (moduly přířezů se násobí)

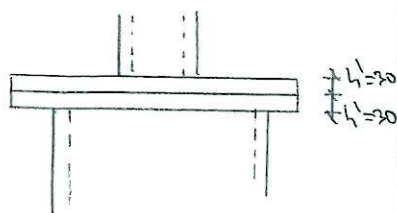
$$W_h = 2 \cdot W_h^i$$

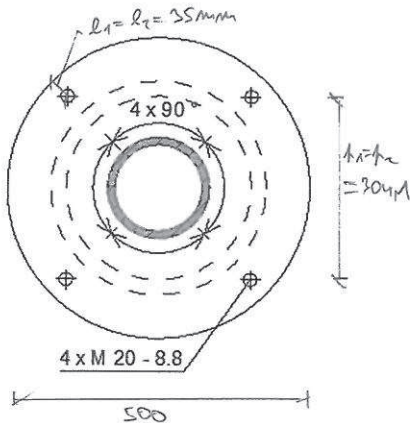
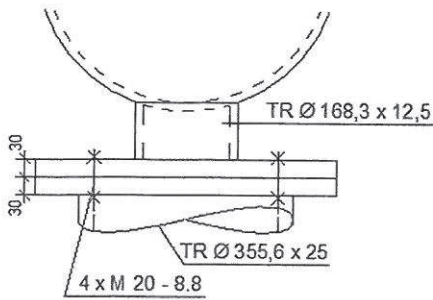
$$\frac{1}{2} \cdot b \cdot h^2 = 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot b \cdot h^i{}^2$$

$$h^2 = \frac{h^i{}^2}{2}$$

$$h^i = \frac{h}{\sqrt{2}} = \frac{40,6}{\sqrt{2}} = 28,71 \text{ mm} \Rightarrow \text{můžeme } h^i = 30 \text{ mm}$$

\Rightarrow 2 celmi desky o tloušťce $h^i = 30 \text{ mm}$.





- 4 šrouby M20 - 8.8

Smyk ve šroubu

$$\text{- síla působící na 1 šroub } F_{v,Ed} = \frac{V_{Ed}}{4} = \frac{341,716}{4} = 85,429 \text{ kN}$$

únosnost šroubu ve smyku $F_{v,Rd}$

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 * 800 * 245}{1,25} = 94,08 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{85,429}{94,08} \leq 1$$

0,908 ≤ 1 → vyhoví

únosnost v otláčení 1 šroubem $F_{b,Rd}$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 * 0,53 * 360 * 20 * 30}{1,25} = 229,091 \text{ kN}$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{p_1}{3d_0} - 0,25; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1 \right\} =$$

$$= \min \left\{ \frac{35}{3 * 22}; \frac{304,1}{3 * 22} - 0,25; \frac{800}{360}; 1 \right\} =$$

$$= \min \{0,53; 4,608; 2,222; 1\} = 0,53$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\} =$$

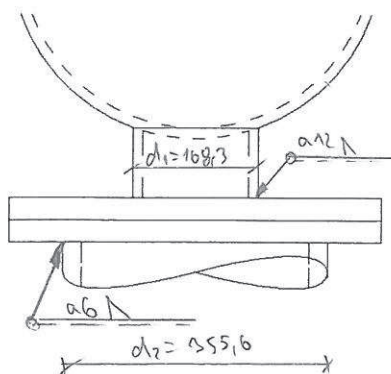
$$= \min \left\{ 2,8 * \frac{35}{22} - 1,7; 1,4 * \frac{304,1}{22} - 1,7; 2,5 \right\} =$$

$$= \min \{2,755; 17,65; 2,5\} = 2,5$$

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{85,429}{229,091} \leq 1$$

0,373 ≤ 1 → vyhoví



Svar svislé úložné trubky s čelní deskou

- koutový svar kolem celého obvodu $a=12$ mm

prostorová výslednice $F_{w,Ed}$

$$F_{w,Ed} = \sqrt{N_{Ed}^2 + V_{Ed}^2} = \sqrt{1155,255^2 + 318,649^2} = 1198,395 \text{ kN}$$

pevnost svaru ve smyku $f_{vw,d}$

$$f_{vwd} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}} = \frac{360 / \sqrt{3}}{0,8 * 1,25} = 207,846 \text{ MPa}$$

únosnost svaru $F_{w,Rd}$

$$F_{w,Rd} = f_{vwd} a \pi d_1 = 207,846 * 12 * \pi * 168,3 = 1318,733 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{w,Ed}}{F_{w,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{1198,395}{1318,733} \leq 1$$

$0,909 \leq 1 \rightarrow$ vyhoví

Svar čelní desky se sloupem

- koutový svar kolem celého obvodu $a=6$ mm

$$F_{w,Rd} = f_{vwd} a \pi d_2 = 207,846 * 6 * \pi * 355,6 = 1393,171 \text{ kN}$$

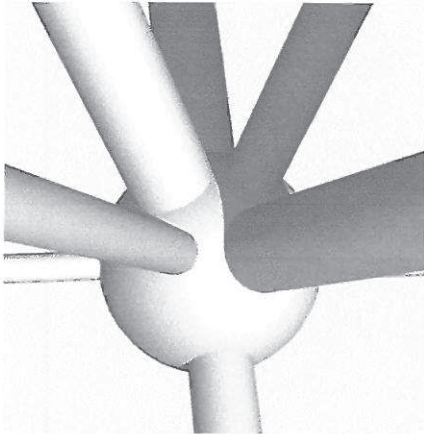
$$\frac{F_{w,Ed}}{F_{w,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{1198,395}{1393,171} \leq 1$$

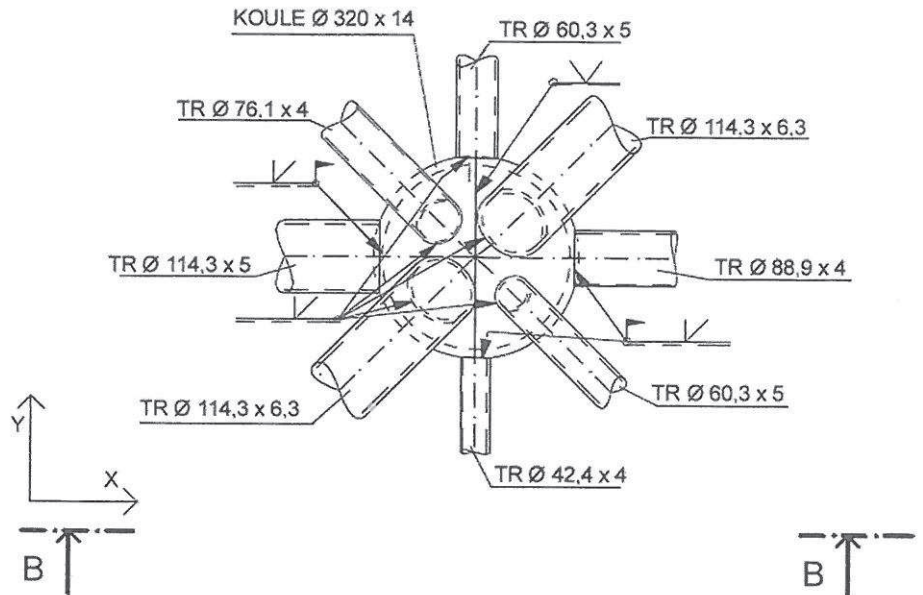
$0,86 \leq 1 \rightarrow$ vyhoví

12.4 Detail D

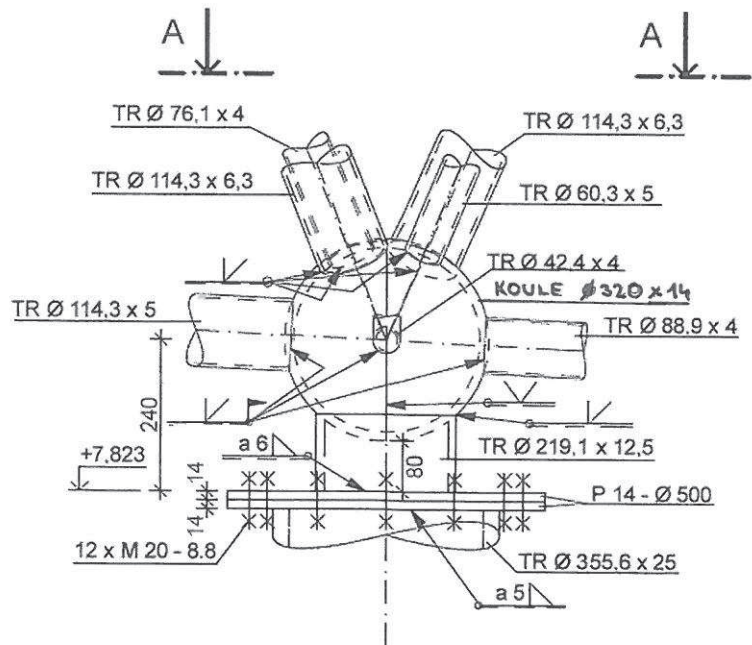
Umístění detailu viz výkres 01 - Dispozice.



POHLED A - A



POHLED B - B



Návrh styčnickové koule

- největší průměr připojovaných trubek $d_i = 219,1 \text{ mm}$
- největší tloušťka stěny připojovaných trubek $t_i = 12,5 \text{ mm}$
- průměr styčnickové koule z geometrického požadavku, aby nedošlo k proniku trubek $d_D = 320 \text{ mm}$

tloušťka stěny koule t_D

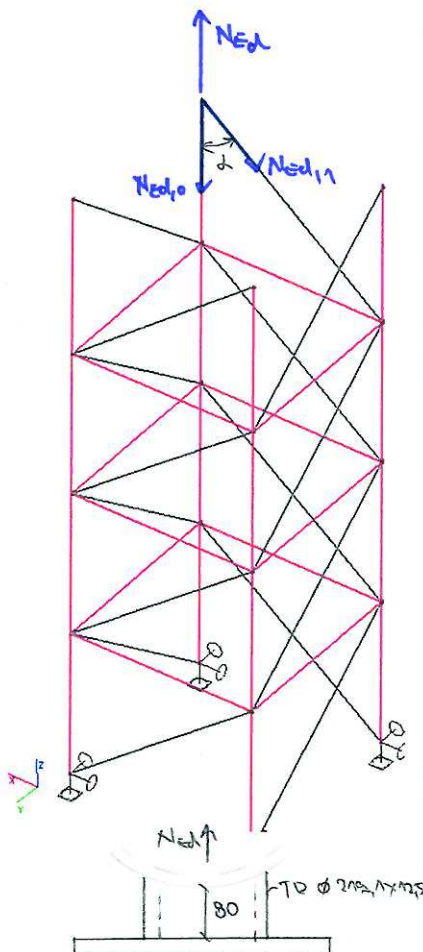
$$\frac{d_i}{d_D} = \frac{219,1}{320} = 0,685$$

$$\frac{d_i}{d_D} = 0,5 \rightarrow t'_D = \frac{d_D}{35}$$

$$\frac{d_i}{d_D} = 0,75 \rightarrow t'_D = \frac{d_D}{30}$$

$$\frac{d_i}{d_D} = 0,685 \rightarrow t'_D = \frac{d_D}{31,3} = \frac{320}{31,3} = 10,22 \text{ mm}$$

$$t_D = \max\{t_i + 1; t'_D\} = \max\{12,5 + 1; 10,22\} \rightarrow t_D = 14 \text{ mm}$$



TR $\phi 219,1 \times 12,5$
 $A = 8,11 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$
 $A_v = 5,4492 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

Návrh soustavy uložení trubky - TR $\phi 219,1 \times 12,5$

a) max. momentová síla N_{ed} v kombinaci CO 27

- CO 27: $251 \times 1,25$
- $252 \times 1,25$
- $253 \times 1,5$
- $256 \times 0,9$

$$N_{ed,0} = 766,457 \text{ kN}$$

$$N_{ed,1} = -842,298 \text{ kN}$$

$$\alpha = 56,847^\circ$$

$$N_{ed} = N_{ed,0} + N_{ed,1} \cdot \cos \alpha = 766,457 - 842,298 \cdot \cos 56,847^\circ = 305,824 \text{ kN}$$

$$\text{odporový smyčkový síla } V_{ed} = N_{ed,1} \cdot \sin \alpha = 842,298 \cdot \sin 56,847^\circ = 705,183 \text{ kN}$$

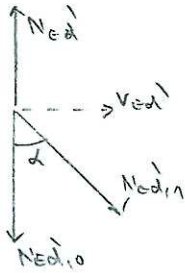
únosnost přílohy v tahu N_{adm}

$$N_{adm} = \frac{A \cdot f_t}{\gamma_{M0}} = \frac{8,11 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 1905,85 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{adm}} \leq 1$$

$$\frac{305,824}{1905,85} \leq 1$$

$$0,16 \leq 1 \Rightarrow \text{vyhoví}$$



g) maximální smyčková síla V_{ed} v kombinaci CO23

- CO23: 251 x 1,25
- 252 x 1,25
- 253 x 1,5
- 255a x 0,9

$$N_{ed,0} = 715,095 \text{ kN}$$

$$N_{ed,1} = -851,812 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = N_{ed,1} \cdot \sin \alpha = -851,812 \cdot \sin 56,877^\circ = \underline{713,148 \text{ kN}}$$

$$N_{ed} = N_{ed,0} + N_{ed,1} \cdot \cos \alpha = 715,095 - 851,812 \cdot \cos 56,877^\circ = 249,252 \text{ kN}$$

smýčková únosnost příčky Vp1rd

$$V_{p1rd} = \frac{A_w f_z}{\sqrt{s} \cdot g_{10}} = \frac{5,4432 \cdot 10^{-7} \cdot 235 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 1} = \underline{739,333 \text{ kN}}$$

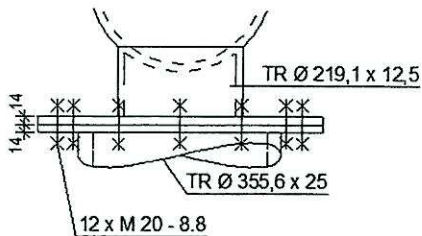
$$\frac{V_{ed}}{V_{p1rd}} \leq 1$$

$$\frac{713,148}{739,333} \leq 1$$

$$0,965 \leq 1 \Rightarrow \text{ok}$$

Návrh celkové desky

- tloušťka $t = 14 \text{ mm}$
- 12 šroubů M20 - 8.8



Únosnost pásnice náhradního T profilu pro 1. způsob porušení

$F_{T,1,Rd}$

- řada šroubů (2 šrouby) uvažována samostatně vně tažené pásnice nosníku

účinná délka $l_{eff,1}$

$$l_{eff,1} = \min\{l_{eff,nc}; l_{eff,cp}\} = \min\{0,139; 0,45\} = 0,139 \text{ m}$$

nekrhové porušení $l_{eff,nc}$

$$l_{eff,nc} = \min\{4m_x + 1,25e_x; e + 2m_x + 0,625e_x; 0,5b_p; 0,5w + 2m_x + 0,625e_x\}$$

$$= \min\{4 \cdot 107,5 + 1,25 \cdot 35; 83,5 + 2 \cdot 107,5 + 0,625 \cdot 35; 0,5 \cdot 278,4; 0,5 \cdot 111,3 + 2 \cdot 107,5 + 0,625 \cdot 35\}$$

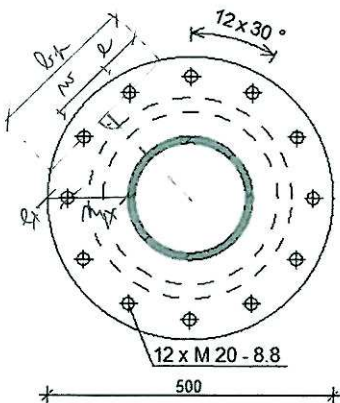
$$= \min\{476; 322; 139; 293\} = 139 \text{ mm}$$

krhové porušení $l_{eff,cp}$

$$l_{eff,cp} = \min\{2\pi m_x; \pi m_x + w; \pi m_x + 2e\} =$$

$$= \min\{2\pi \cdot 107,5; \pi \cdot 107,5 + 111,3; \pi \cdot 107,5 + 2 \cdot 83,5\}$$

$$= \min\{679; 450; 507\} = 450 \text{ mm}$$



- $m_x = 107,5 \text{ mm}$
- $e_x = 35 \text{ mm}$
- $r = 82,5 \text{ mm}$
- $b_p = 278,4 \text{ mm}$
- $w = 111,3 \text{ mm}$

$$M_{pl,1,Rd} = \frac{0,25l_{eff,1}t_f^2f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,25 * 0,139 * 0,014^2 * 235 * 10^6}{1} =$$

$$= 1601 Nm$$

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m} = \frac{4 * 1601}{0,108} = 59,281 kN$$

Únosnost pásnice náhradního T profilu pro 2. způsob porušení

$F_{T,2,Rd}$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n\Sigma F_{t,Rd}}{m + n} = \frac{2 * 1601 + 0,035 * 282240}{0,108 + 0,035} =$$

$$= 91,466 kN$$

$$M_{pl,2,Rd} = \frac{0,25l_{eff,2}t_f^2f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,25 * 0,139 * 0,014^2 * 235 * 10^6}{1}$$

$$= 1601 Nm$$

účinná délka $l_{eff,2}$

$$l_{ef,2} = l_{eff,nc} = 139 mm$$

$$n = e_{min} = e_x = 35 mm \leq 1,25m$$

$$\leq 1,25 * 107,5 = 134,3 mm \rightarrow \text{vyhoví}$$

únosnost šroubu v tahu $F_{t,Rd}$

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2f_{ub}A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 * 800 * 245}{1,25} = 141,12 kN$$

$$\Sigma F_{t,Rd} = 2 * F_{t,Rd} = 2 * 141,12 = 282,24 kN$$

↘ 2 šrouby v řadě

Únosnost pásnice náhradního T profilu pro $F_{T,Rd}$

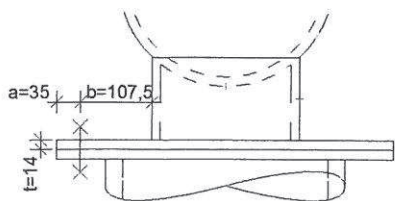
$$F_{T,Rd} = \min\{F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}\} = \min\{59,281; 91,466\} =$$

$$= 59,281 kN$$

$$\frac{N_{Ed}}{6} \leq 1$$

$$\frac{305,824}{6} \leq 1$$

$$0,86 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$



Tah ve šroubu

- síla na 1 šroub $F_{t,Ed} = \frac{N_{Ed}}{12} = \frac{305,824}{12} = 25,485 \text{ kN}$

vliv páčení šroubu

$$t \geq t_e = 4,3 \sqrt[3]{\frac{bd^2}{a}} = 4,3 * \sqrt[3]{\frac{107,5 * 20^2}{35}} = 46,12 \text{ mm}$$

$14 \not\geq 46,12 \rightarrow$ páčení nastane

$$\gamma_p = 1 + 0,005 \frac{t_e^3 - t^3}{d^2} = 1 + 0,005 * \frac{46,12^3 - 14^3}{20^2} = 2,192$$

$$\frac{F_{t,Ed} * \gamma_p}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{25,485 * 2,192}{141,12} \leq 1$$

$0,396 \leq 1 \rightarrow$ vyhoví

Smyk ve šroubu

- síla působící na 1 šroub $F_{v,Ed} = \frac{V_{Ed}}{12} = \frac{705,183}{12} = 58,765 \text{ kN}$

únosnost šroubu ve smyku $F_{v,Rd}$

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 * 800 * 245}{1,25} = 94,08 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{58,765}{94,08} \leq 1$$

$0,625 \leq 1 \rightarrow$ vyhoví

kombinace tah + střih

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed} * \gamma_p}{1,4 F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{58,765}{94,08} + \frac{25,485 * 2,192}{1,4 * 141,12} \leq 1$$

$0,907 \leq 1 \rightarrow$ vyhoví

únosnost v protlačení $B_{p,Rd}$

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6\pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6\pi * 32,3 * 14 * 360}{1,25} = 245,485 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{25,485}{245,485} \leq 1$$

0,104 < 1 → vyhoví

Ověření šroubu na max. smykovou sílu V_{Ed}

Smyk ve šroubu

$$\text{-síla působící na 1 šroub } F'_{v,Ed} = \frac{V_{Ed}}{12} = \frac{713,148}{12} = 59,429 \text{ kN}$$

$$\frac{F'_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{59,429}{94,08} \leq 1$$

0,632 < 1 → vyhoví

únosnost v otláčení 1 šroubem $F_{b,Rd}$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 * 0,53 * 360 * 20 * 14}{1,25} = 106,909 \text{ kN}$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{p_1}{3d_0} - 0,25; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1 \right\} =$$

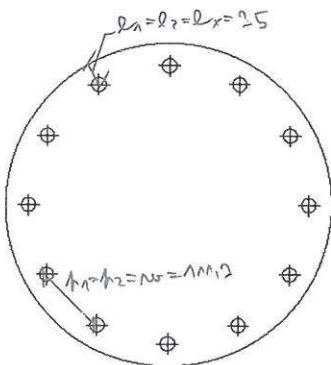
$$= \min \left\{ \frac{35}{3 * 22}; \frac{111,3}{3 * 22} - 0,25; \frac{800}{360}; 1 \right\} =$$

$$= \min \{0,53; 1,436; 2,222; 1\} = 0,53$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\} =$$

$$= \min \left\{ 2,8 * \frac{35}{22} - 1,7; 1,4 * \frac{111,3}{22} - 1,7; 2,5 \right\} =$$

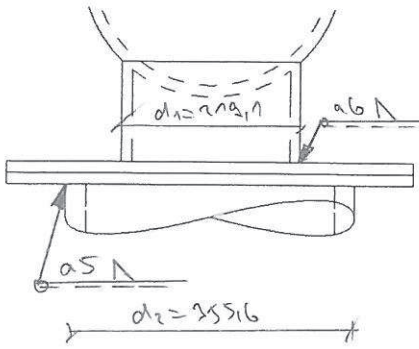
$$= \min \{2,755; 5,383; 2,5\} = 2,5$$



$$\frac{F'_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{59,429}{106,909} \leq 1$$

0,556 < 1 → vyhoví



Svar svislé úložné trubky s čelní deskou

- koutový svar kolem celého obvodu $a=6$ mm

prostorová výslednice $F_{w,Ed}$

$$F_{w,Ed} = \sqrt{N_{Ed}^2 + V_{Ed}^2} = \sqrt{305,824^2 + 705,183^2} = 768,643 \text{ kN}$$

pevnost svaru ve smyku $f_{vw,d}$

$$f_{vwd} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}} = \frac{360 / \sqrt{3}}{0,8 * 1,25} = 207,846 \text{ MPa}$$

únosnost svaru $F_{w,Rd}$

$$F_{w,Rd} = f_{vwd} a \pi d_1 = 207,846 * 6 * \pi * 219,1 = 858,391 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{w,Ed}}{F_{w,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{768,643}{858,391} \leq 1$$

$0,895 \leq 1 \rightarrow$ vyhoví

Svar čelní desky se sloupem

- koutový svar kolem celého obvodu $a=5$ mm

$$F_{w,Rd} = f_{vwd} a \pi d_2 = 207,846 * 5 * \pi * 355,6 = 1160,976 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{w,Ed}}{F_{w,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{768,643}{1160,976} \leq 1$$

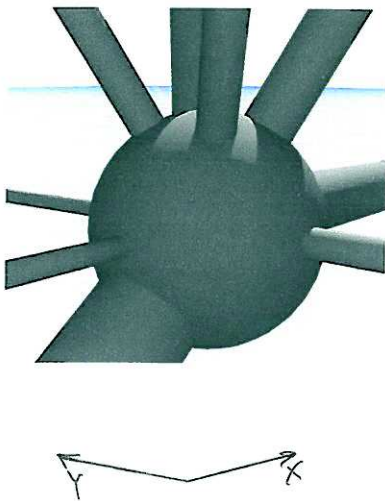
$0,662 \leq 1 \rightarrow$ vyhoví

13. Styčníky desky se vzpěrami většího příhradového sloupu

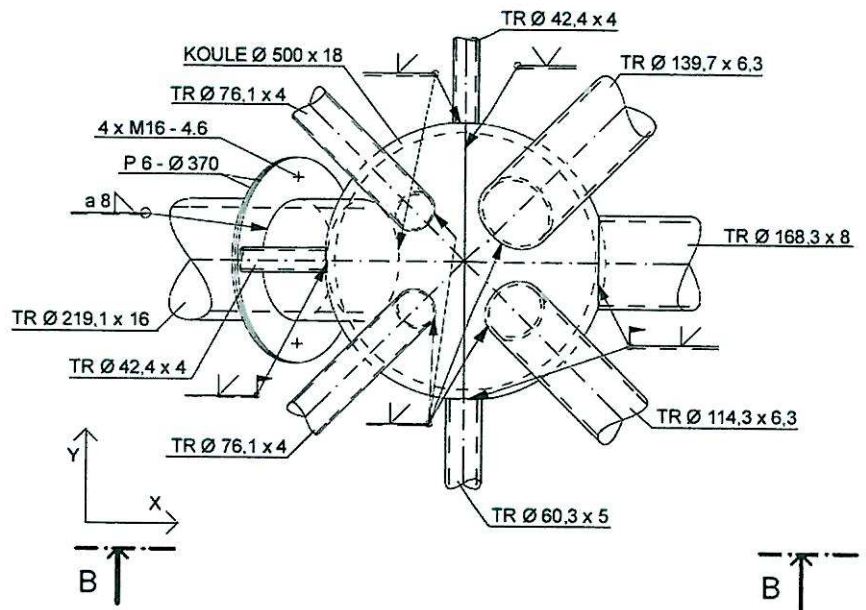
Jedná se o montážní styky mezi příhradovou deskou a vzpěrami většího příhradového sloupu. Podobně jako ve styčnicích kapitoly 12, jsou pruty dolního pásu a diagonál příhradové desky vzájemně spojeny stykováním na styčnickové duté kouli tupými 1/2 V svary. Svary diagonál s koulí jsou provedeny vždy v dílně, svary dolních pásů s koulí jsou některé provedeny v dílně a některé jsou montážní (viz. výkres 04 Detaily). Průměr styčnickové koule vychází z geometrického požadavku, aby nedošlo k proniku trubek. Obecně vstupují do kulového styčnicku pruty pod různými úhly a s různým průřezem. Pro optimální návrh velikosti styčnickové koule, a zda se dané připojované trubky neprolínají, byl daný styčník vymodelován ve 3D. Tloušťka stěny koule vychází z průměru největší připojované trubky a z největší tloušťky stěny připojovaných trubek dle ČSN 73 1403 Navrhování trubek v ocelových konstrukcích. Koule jsou vytvořeny svařením 2 polokoulí tupým V svarem. Pruty vzpěr jsou připojeny rovněž ke styčnickové kouli a ve vzdálenosti 120 mm od povrchu koule jsou rozděleny montážním stykem, který je tvořen dvěma čelními kruhovými deskami svařenými koutovými svary s trubkou vzpěry a vzájemně sešroubované.

13.1 Detail I

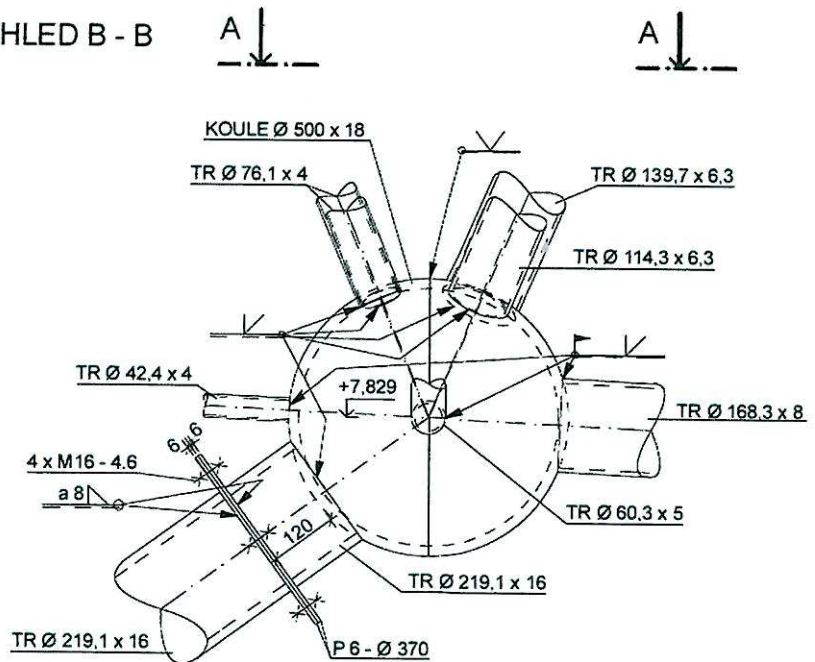
Umístění detailu viz výkres 01 - Dispozice.



POHLED A - A



POHLED B - B



Návrh styčnickové koule

- největší průměr připojovaných trubek $d_i = 219,1$ mm
- největší tloušťka stěny připojovaných trubek $t_i = 16$ mm
- průměr styčnickové koule z geometrického požadavku, aby nedošlo k proniku trubek $d_I = 500$ mm

tloušťka stěny koule t_I

$$\frac{d_i}{d_I} = \frac{219,1}{500} = 0,438$$

$$\frac{d_i}{d_I} = 0,25 \rightarrow t_I = \frac{d_I}{40}$$

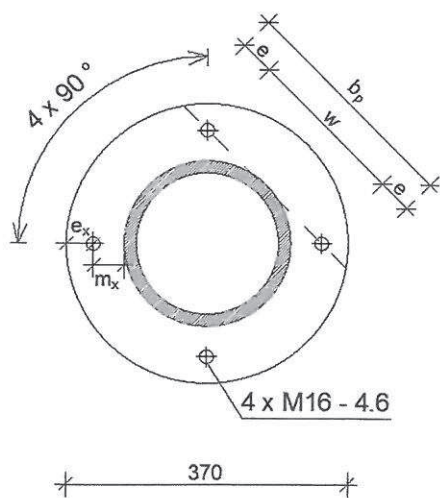
$$\frac{d_i}{d_I} = 0,5 \rightarrow t_I = \frac{d_I}{35}$$

$$\frac{d_i}{d_I} = 0,438 \rightarrow t_I = \frac{d_I}{36,24} = \frac{500}{36,24} = 13,797 \text{ mm}$$

$$t_I = \max\{t_i + 1; t_I\} = \max\{16 + 1; 13,797\} \rightarrow t_I = 18 \text{ mm}$$

Návrh čelní desky

- tloušťka čelní desky $t = 6$ mm
- 4 šrouby M 16 - 4.6
- max. tahová síla ve vzpěře (TR Ø 219,1 x 16) $N_{t,Ed} = 33,083$ kN v kombinaci CO105: ZS1 x 1,0
 ZS2 x 1,0
 ZS4 b x 1,5



$m_x=40$ mm
 $e_x=35$ mm
 $e=46$ mm
 $b_p=303$ mm
 $w=212$ mm

Únosnost pásnice náhradního T profilu pro 1. způsob porušení

$F_{T,1,Rd}$

- řada šroubů (2 šrouby) uvažována samostatně vně tažené pásnice nosníku

účinná délka $l_{eff,1}$

$$l_{eff,1} = \min\{l_{eff,nc}; l_{eff,cp}\} = \min\{0,148; 0,218\} = 0,148 \text{ m}$$

nekruhové porušení $l_{eff,nc}$

$$l_{eff,nc} = \min\{4m_x + 1,25e_x; e + 2m_x + 0,625e_x; 0,5b_p; 0,5w + 2m_x + 0,625e_x\}$$

$$= \min\{4 * 40 + 1,25 * 35; 46 + 2 * 40 + 0,625 * 370\}$$

$$* 35; 0,5 * 303; 0,5 * 212 + 2 * 40 + 0,625 * 35\}$$

$$= \min\{204; 148; 152; 208\} = 148 \text{ mm}$$

kruhové porušení $l_{eff,cp}$

$$l_{eff,cp} = \min\{2\pi m_x; \pi m_x + w; \pi m_x + 2e\} =$$

$$= \min\{2\pi * 40; \pi * 40 + 212; \pi * 40 + 2 * 46\}$$

$$= \min\{251; 338; 218\} = 218 \text{ mm}$$

$$M_{pl,1,Rd} = \frac{0,25l_{eff,1}t_f^2f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,25 * 0,148 * 0,006^2 * 235 * 10^6}{1} =$$

$$= 313 \text{ Nm}$$

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m} = \frac{4 * 313}{0,04} = 31,276 \text{ kN}$$

Únosnost pásnice náhradního T profilu pro 2. způsob porušení

$F_{T,2,Rd}$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n\Sigma F_{t,Rd}}{m + n} = \frac{2 * 313 + 0,035 * 90432}{0,04 + 0,035} =$$

$$= 50,542 \text{ kN}$$

$$M_{pl,2,Rd} = \frac{0,25l_{eff,2}t_f^2f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,25 * 0,148 * 0,006^2 * 235 * 10^6}{1}$$

$$= 313 \text{ Nm}$$

účinná délka $l_{eff,2}$

$$l_{ef,2} = l_{eff,nc} = 148 \text{ mm}$$

$$n = e_{min} = e_x = 35 \text{ mm} \leq 1,25m$$

$$\leq 1,25 * 40 = 50 \rightarrow \text{vyhoví}$$

únosnost šroubu v tahu $F_{t,Rd}$

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2f_{ub}A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 * 400 * 157}{1,25} = 45,216 \text{ kN}$$

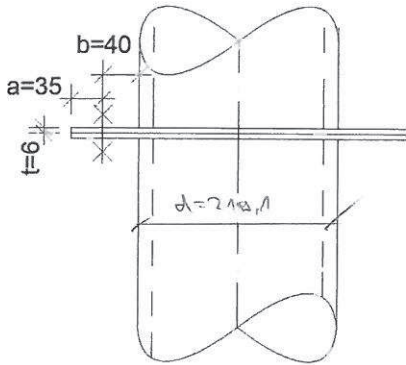
$$\Sigma F_{t,Rd} = 2 * F_{t,Rd} = 2 * 45,216 = 90,432 \text{ kN}$$

↘ 2 šrouby v řadě

Únosnost pásnice náhradního T profilu pro $F_{T,Rd}$

$$F_{T,Rd} = \min\{F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}\} = \min\{31,276; 50,542\} =$$

$$= 31,276 \text{ kN}$$



$$\frac{N_{t,Ed}}{2} \leq F_{T,Rd}$$

$$\frac{33,083}{2} \leq 31,276$$

$0,529 \leq 1 \rightarrow$ vyhoví

Tah ve šroubu

- síla na 1 šroub $F_{t,Ed} = \frac{N_{t,Ed}}{4} = \frac{33,083}{4} = 8,271 \text{ kN}$

vliv páčení šroubu

$$t \geq t_e = 4,3 \sqrt[3]{\frac{bd^2}{a}} = 4,3 \sqrt[3]{\frac{40 \cdot 16^2}{35}} = 28,55 \text{ mm}$$

$6 \not\geq 28,55 \rightarrow$ páčení nastane

$$\gamma_p = 1 + 0,005 \frac{t_e^3 - t^3}{d^2} = 1 + 0,005 \cdot \frac{28,55^3 - 6^3}{16^2} = 1,45$$

$$\frac{F_{t,Ed} \cdot \gamma_p}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{8,271 \cdot 1,45}{45,216} \leq 1$$

$0,265 \leq 1 \rightarrow$ vyhoví

únosnost v protlačení $B_{p,Rd}$

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6\pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6\pi \cdot 25,9 \cdot 6 \cdot 360}{1,25} = 84,362 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{8,271}{84,362} \leq 1$$

$0,098 \leq 1 \rightarrow$ vyhoví

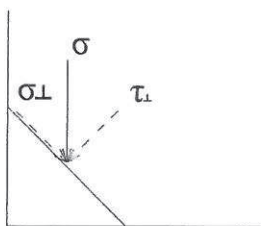
Svar vzpěry k čelním deskám

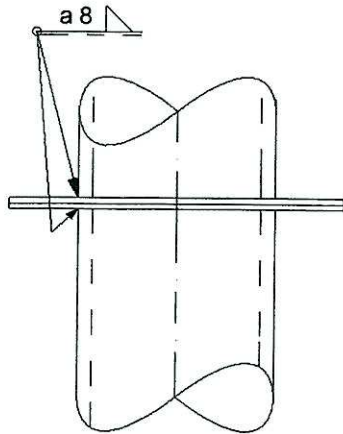
- koutový svar kolem celého obvodu $a=8 \text{ mm}$

- max. normálová síla (tlaková) $N_{E,d} = -1115,257 \text{ kN}$ v kombinaci

CO 23: ZS1 x 1,35 + ZS2 x 1,35 + ZS3 x 1,5 + ZS5 a x 0,9

$$\sigma = \frac{N_{E,d}}{a\pi d} = \frac{1157257}{8 \cdot \pi \cdot 219,1} = 202,532 \text{ MPa}$$





$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{202,532}{\sqrt{2}} = 143,211 \text{ MPa}$$

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$[143,211^2 + 3(143,211^2 + 0)]^{0,5} \leq \frac{360}{0,8 * 1,25}$$

$$286,422 < 360 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$$

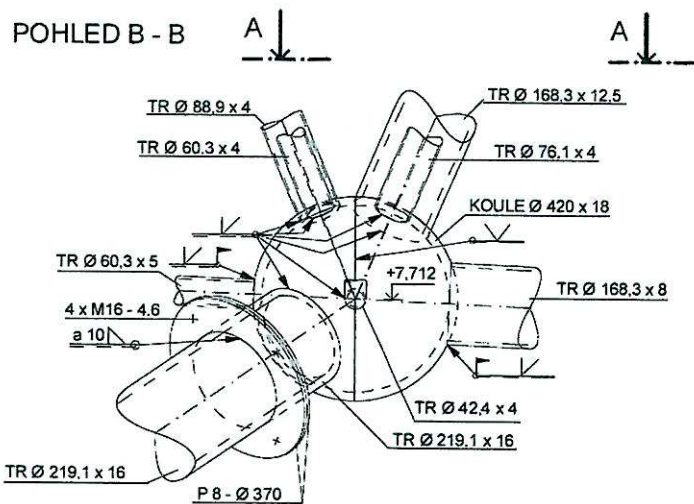
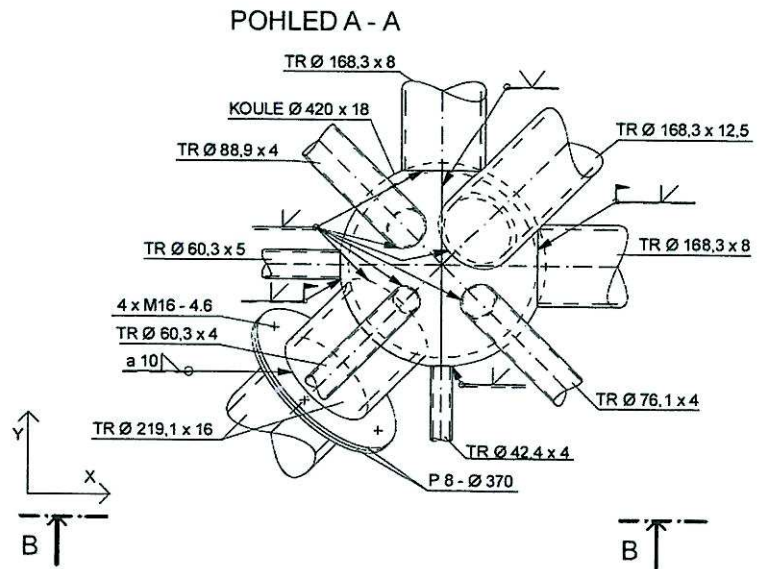
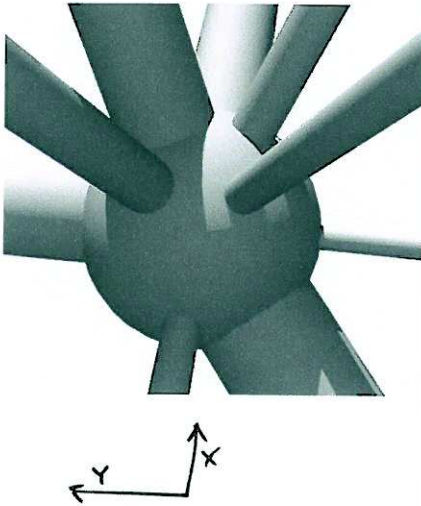
$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$143,211 \leq 0,9 * \frac{360}{1,25}$$

$$143,211 < 259,2 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$$

13.2 Detail II

Umístění detailu viz výkres 01 - Dispozice.



Návrh styčnickové koule

- největší průměr připojovaných trubek $d_i = 219,1$ mm
- největší tloušťka stěny připojovaných trubek $t_i = 16$ mm
- průměr styčnickové koule z geometrického požadavku, aby nedošlo k proniku trubek $d_{II} = 420$ mm

tloušťka stěny koule t_{II}

$$\frac{d_i}{d_{II}} = \frac{219,1}{420} = 0,522$$

$$\frac{d_i}{d_{II}} = 0,5 \rightarrow t'_{II} = \frac{d_{II}}{35}$$

$$\frac{d_i}{d_{II}} = 0,75 \rightarrow t'_{II} = \frac{d_{II}}{30}$$

$$\frac{d_i}{d_{II}} = 0,522 \rightarrow t'_{II} = \frac{d_{II}}{34,56} = \frac{420}{34,56} = 12,15 \text{ mm}$$

$$t_{II} = \max\{t_i + 1; t'_{II}\} = \max\{16 + 1; 12,15\} \rightarrow t_{II} = 18 \text{ mm}$$

Návrh čelní desky

- tloušťka čelní desky $t = 8$ mm
- 4 šrouby M 16 - 4.6
- max. tahová síla ve vzpěře (TR Ø 219,1 x 16) $N_{t,Ed} = 88,656$ kN v kombinaci CO105: ZS1 x 1,0
 ZS2 x 1,0
 ZS4 b x 1,5

Únosnost pásnice náhradního T profilu pro 1. způsob porušení

- uspořádání šroubů a průměr čelní desky shodné jak ve variantě 13.1 $\rightarrow l_{eff,1} = l_{eff,2} = 0,148$ m

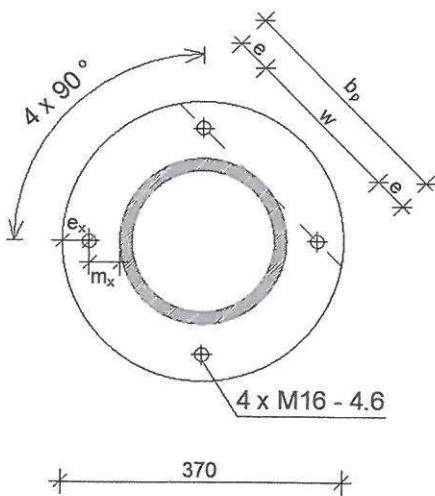
$$M_{pL,1,Rd} = \frac{0,25 l_{eff,1} t_f^2 f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,25 * 0,148 * 0,008^2 * 235 * 10^6}{1} =$$

$$= 556 \text{ Nm}$$

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4 M_{pL,1,Rd}}{m} = \frac{4 * 556}{0,04} = 55,601 \text{ kN}$$

Únosnost pásnice náhradního T profilu pro 2. způsob porušení

$$F_{T,2,Rd}$$



$m_x = 40$ mm
 $e_x = 35$ mm
 $e = 46$ mm
 $b_p = 303$ mm
 $w = 212$ mm

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n\Sigma F_{t,Rd}}{m + n} = \frac{2 * 556 + 0,035 * 90432}{0,04 + 0,035} =$$

$$= 57,028 \text{ kN}$$

$$M_{pl,2,Rd} = \frac{0,25l_{eff,2}t_f^2f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,25 * 0,148 * 0,008^2 * 235 * 10^6}{1}$$

$$= 556 \text{ Nm}$$

únosnost šroubu v tahu $F_{t,Rd}$ (viz. 13.1)

$$F_{t,Rd} = 45,216 \text{ kN}$$

Únosnost pásnice náhradního T profilu pro $F_{T,Rd}$

$$F_{T,Rd} = \min\{F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}\} = \min\{55,601; 57,028\} =$$

$$= 55,601 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{t,Ed}}{2} \leq F_{T,Rd}$$

$$\frac{88,656}{2} \leq 55,601$$

0,797 < 1 → vyhoví

Tah ve šroubu

$$- \text{síla na 1 šroub } F_{t,Ed} = \frac{N_{t,Ed}}{4} = \frac{88,656}{4} = 22,164 \text{ kN}$$

vliv páčení šroubu

$$t \geq t_e = 4,3 \sqrt[3]{\frac{bd^2}{a}} = 4,3 * \sqrt[3]{\frac{40 * 16^2}{35}} = 28,55 \text{ mm}$$

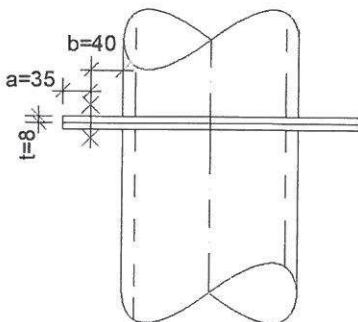
$8 \not\geq 28,55 \rightarrow$ páčení nastane

$$\gamma_p = 1 + 0,005 \frac{t_e^3 - t^3}{d^2} = 1 + 0,005 * \frac{28,55^3 - 8^3}{16^2} = 1,444$$

$$\frac{F_{t,Ed} * \gamma_p}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{22,164 * 1,444}{45,216} \leq 1$$

0,708 < 1 → vyhoví



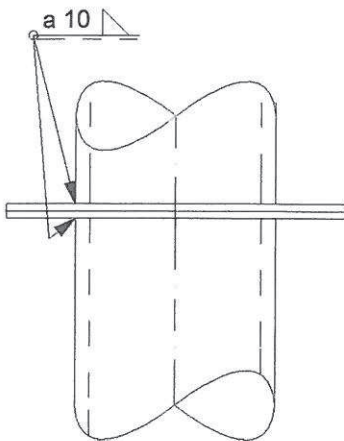
únosnost v protlačení $B_{p,Rd}$

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6\pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6\pi * 25,9 * 8 * 360}{1,25} = 112,482 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{22,164}{112,482} \leq 1$$

0,197 < 1 → vyhoví



Svar vzpěry k čelním deskám

- koutový svar kolem celého obvodu a=10 mm

- max. normálová síla (tlaková) $N_{E,d} = -1634,47 \text{ kN}$ v kombinaci

CO 33: ZS1 x 1,35 + ZS2 x 1,35 + ZS3 x 1,5 + ZS7c x 0,9

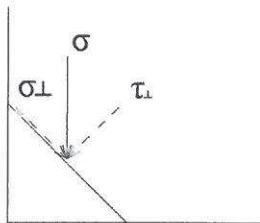
$$\sigma = \frac{N_{E,d}}{a\pi d} = \frac{1634470}{10 * \pi * 219,1} = 237,457 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{237,457}{\sqrt{2}} = 167,907 \text{ MPa}$$

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$[167,907^2 + 3(167,907^2 + 0)]^{0,5} \leq \frac{360}{0,8 * 1,25}$$

335,815 < 360 MPa → vyhoví



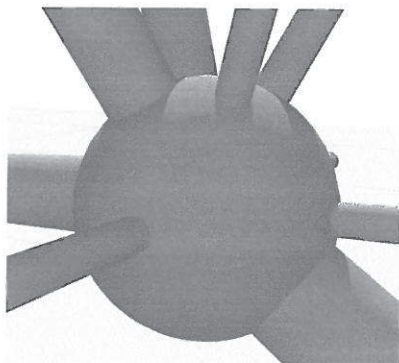
$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$167,907 \leq 0,9 * \frac{360}{1,25}$$

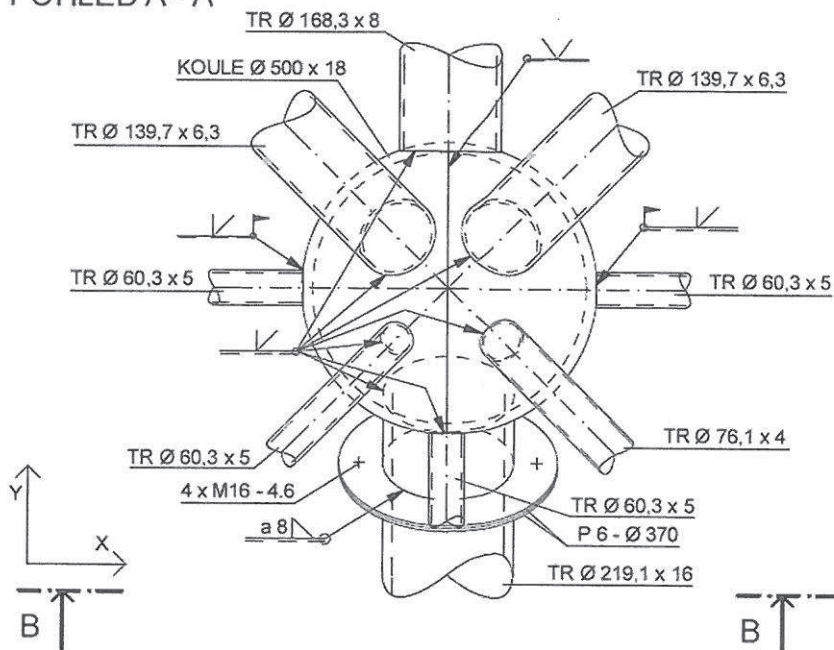
167,907 < 259,2 MPa → vyhoví

13.3 Detail III

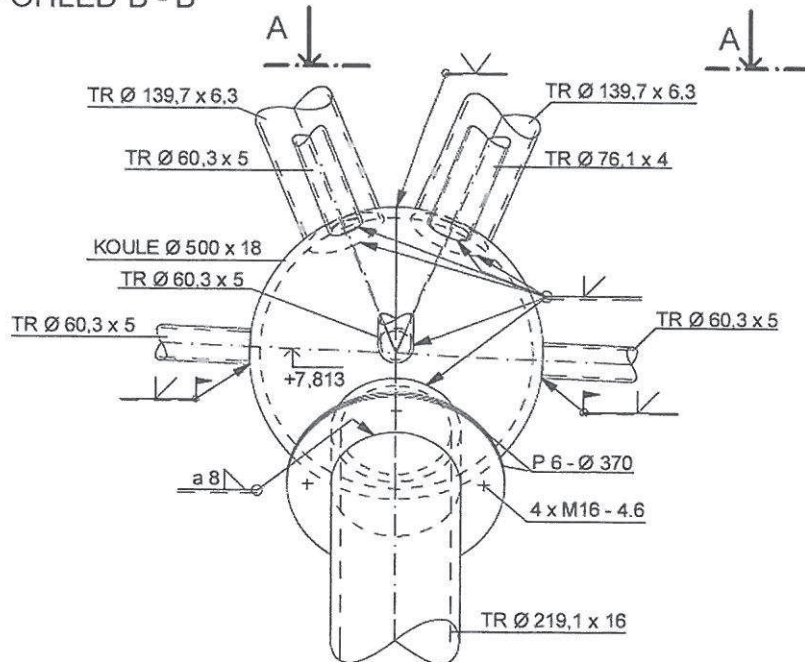
Umístění detailu viz výkres 01 - Dispozice.



POHLED A - A



POHLED B - B



Návrh styčnickové koule

- největší průměr připojovaných trubek $d_i = 219,1$ mm
- největší tloušťka stěny připojovaných trubek $t_i = 16$ mm
- průměr styčnickové koule z geometrického požadavku, aby nedošlo k proniku trubek $d_{III} = 500$ mm

tloušťka stěny koule t_{III}

$$\frac{d_i}{d_{III}} = \frac{219,1}{500} = 0,438$$

$$\frac{d_i}{d_{III}} = 0,25 \rightarrow t_{III} = \frac{d_{III}}{40}$$

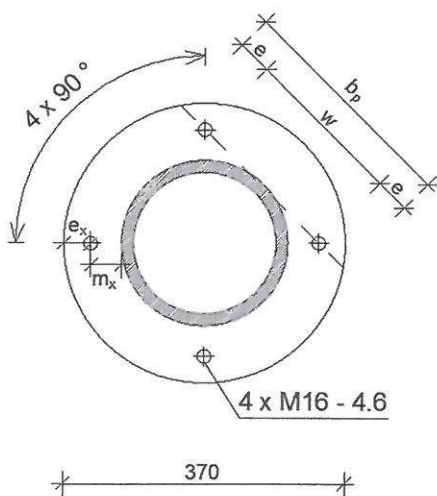
$$\frac{d_i}{d_{III}} = 0,5 \rightarrow t_{III} = \frac{d_{III}}{35}$$

$$\frac{d_i}{d_{III}} = 0,438 \rightarrow t_{III} = \frac{d_{III}}{36,24} = \frac{500}{36,24} = 13,79 \text{ mm}$$

$$t_{III} = \max\{t_i + 1; t'_{III}\} = \max\{16 + 1; 13,79\} \rightarrow t_{III} = 18 \text{ mm}$$

Návrh čelní desky

- tloušťka čelní desky $t = 6$ mm
- 4 šrouby M 16 - 4.6
- max. tahová síla ve vzpěře (TR Ø 219,1 x 16) $N_{t,Ed} = 36,908$ kN v kombinaci CO105: ZS1 x 1,0
 ZS2 x 1,0
 ZS4 b x 1,5



$m_x = 40$ mm
 $e_x = 35$ mm
 $e = 46$ mm
 $b_p = 303$ mm
 $w = 212$ mm

Únosnost pásnice náhradního T profilu $F_{T,Rd}$

- umístění, jakost a průměr šroubů jakož i tloušťka čelní desky je shodná jako v případě 13.1

$$F_{T,Rd} = 31,276 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{t,Ed}}{2} \leq F_{T,Rd}$$

$$\frac{36,908}{2} \leq 31,276$$

$$0,59 < 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

Tah ve šroubu

- síla na 1 šroub $F_{t,Ed} = \frac{N_{t,Ed}}{4} = \frac{36,908}{4} = 9,227 \text{ kN}$

vliv páčení šroubu (viz. 13.1)

$\gamma_p = 1,45$

$$\frac{F_{t,Ed} * \gamma_p}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{9,227 * 1,45}{45,216} \leq 1$$

$0,296 \leq 1 \rightarrow$ vyhoví

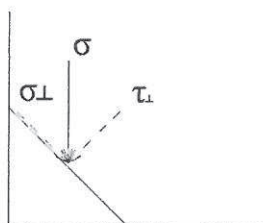
únosnost v protlačení $B_{p,Rd}$ (viz. 13.1)

$B_{p,Rd} = 84,362 \text{ kN}$

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{9,227}{84,362} \leq 1$$

$0,109 \leq 1 \rightarrow$ vyhoví



Svar vzpěry k čelním deskám

- koutový svar kolem celého obvodu $a=8 \text{ mm}$

- max. normálová síla (tlaková) $N_{E,d} = -1052,906 \text{ kN}$ v kombinaci

CO 21: ZS1 x 1,35 + ZS2 x 1,35 + ZS3 x 1,5 + ZS4a x 0,9

$$\sigma = \frac{N_{E,d}}{a\pi d} = \frac{1052906}{8 * \pi * 219,1} = 191,209 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{191,209}{\sqrt{2}} = 135,205 \text{ MPa}$$

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

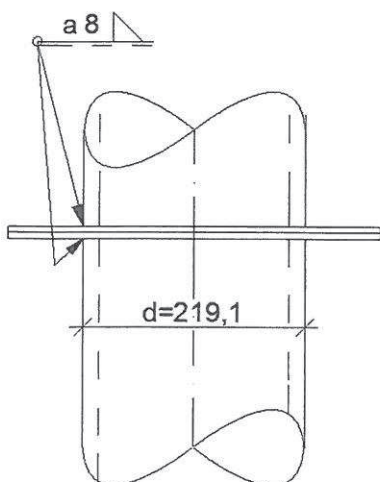
$$[135,205^2 + 3(135,205^2 + 0)]^{0,5} \leq \frac{360}{0,8 * 1,25}$$

$270,41 \leq 360 \text{ MPa} \rightarrow$ vyhoví

$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

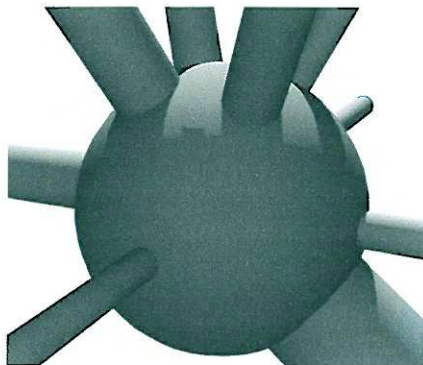
$$135,205 \leq 0,9 * \frac{360}{1,25}$$

$135,205 \leq 259,2 \text{ MPa} \rightarrow$ vyhoví

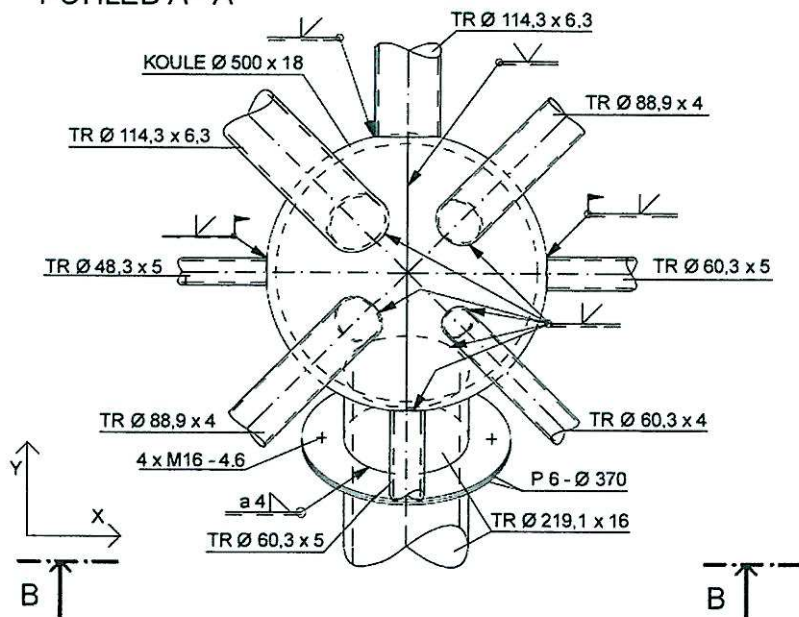


13.4 Detail IV

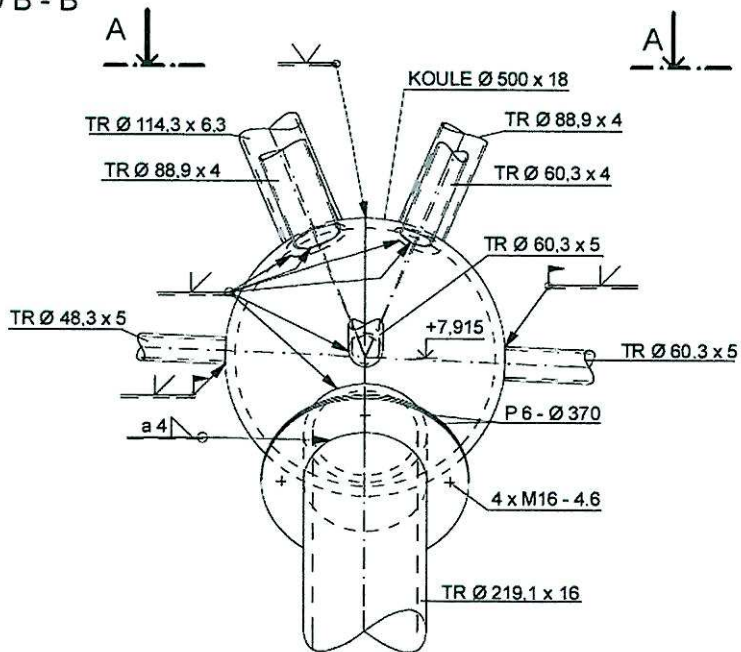
Umístění detailu viz výkres 01 - Dispozice.



POHLED A - A



POHLED B - B



Návrh styčnickové koule

- největší průměr připojovaných trubek $d_i = 219,1$ mm
- největší tloušťka stěny připojovaných trubek $t_i = 16$ mm
- průměr styčnickové koule z geometrického požadavku, aby nedošlo k proniku trubek $d_{IV} = 500$ mm

tloušťka stěny koule t_{IV}

$$\frac{d_i}{d_{IV}} = \frac{219,1}{500} = 0,438$$

$$\frac{d_i}{d_{IV}} = 0,25 \rightarrow t'_{IV} = \frac{d_{IV}}{40}$$

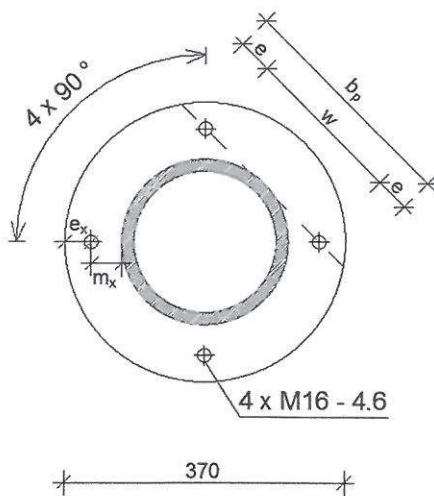
$$\frac{d_i}{d_{IV}} = 0,5 \rightarrow t'_{IV} = \frac{d_{IV}}{35}$$

$$\frac{d_i}{d_{IV}} = 0,438 \rightarrow t'_{IV} = \frac{d_{IV}}{36,24} = \frac{500}{36,24} = 13,79 \text{ mm}$$

$$t_{IV} = \max\{t_i + 1; t'_{IV}\} = \max\{16 + 1; 13,79\} \rightarrow t_{IV} = 18 \text{ mm}$$

Návrh čelní desky

- tloušťka čelní desky $t = 6$ mm
- 4 šrouby M 16 - 4.6
- max. tahová síla ve vzpěře (TR Ø 219,1 x 16) $N_{t,Ed} = 50,986$ kN v kombinaci CO105: ZS1 x 1,0
 ZS2 x 1,0
 ZS4 b x 1,5



$m_x = 40$ mm
 $e_x = 35$ mm
 $e = 46$ mm
 $b_p = 303$ mm
 $w = 212$ mm

Únosnost pásnice náhradního T profilu $F_{T,Rd}$

- umístění, jakost a průměr šroubů jakož i tloušťka čelní desky je shodná jako v případě 13.1

$$F_{T,Rd} = 31,276 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{t,Ed}}{2} \leq F_{T,Rd}$$

$$\frac{50,986}{2} \leq 31,276$$

$$0,815 < 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

Tah ve šroubu

- síla na 1 šroub $F_{t,Ed} = \frac{N_{t,Ed}}{4} = \frac{50,986}{4} = 12,747 \text{ kN}$

vliv páčení šroubu (viz. 13.1)

$\gamma_p = 1,45$

$$\frac{F_{t,Ed} * \gamma_p}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{12,747 * 1,45}{45,216} \leq 1$$

$0,409 < 1 \rightarrow \text{vyhoví}$

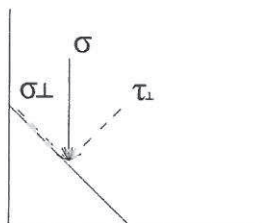
únosnost v protlačení $B_{p,Rd}$ (viz. 13.1)

$B_{p,Rd} = 84,362 \text{ kN}$

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{12,747}{84,362} \leq 1$$

$0,151 < 1 \rightarrow \text{vyhoví}$



Svar vzpěry k čelním deskám

- koutový svar kolem celého obvodu $a=4 \text{ mm}$

- max. normálová síla (tlaková) $N_{E,d} = -569,345 \text{ kN}$ v kombinaci

CO 21: ZS1 x 1,35 + ZS2 x 1,35 + ZS3 x 1,5 + ZS4a x 0,9

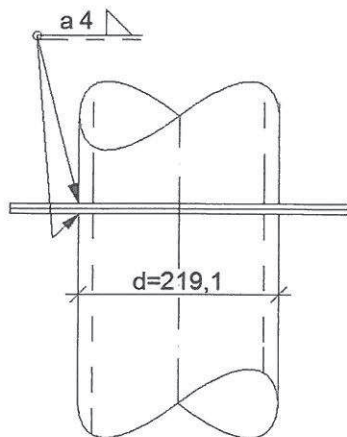
$$\sigma = \frac{N_{E,d}}{a\pi d} = \frac{569345}{4 * \pi * 219,1} = 206,787 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{206,787}{\sqrt{2}} = 146,221 \text{ MPa}$$

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$[146,221^2 + 3(146,221^2 + 0)]^{0,5} \leq \frac{360}{0,8 * 1,25}$$

$292,441 < 360 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$



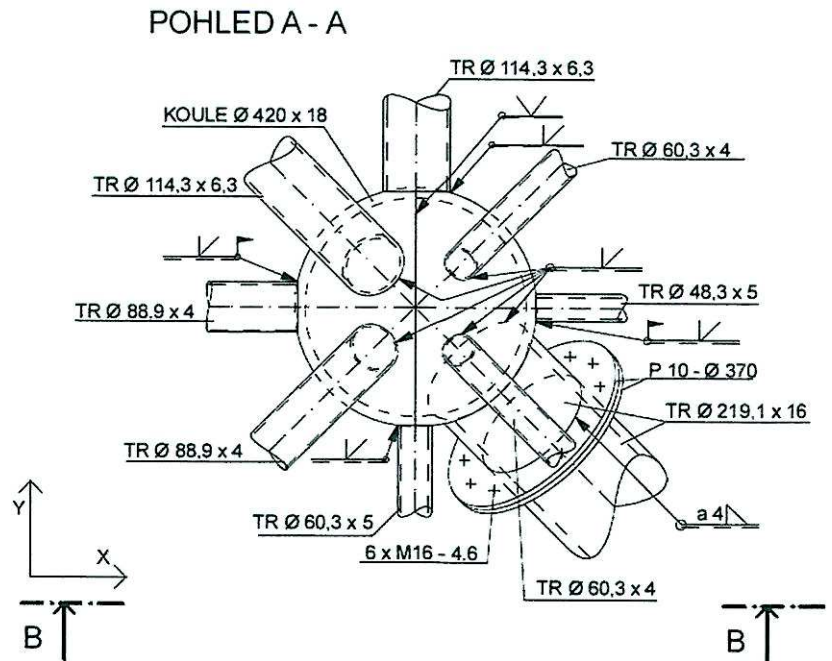
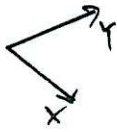
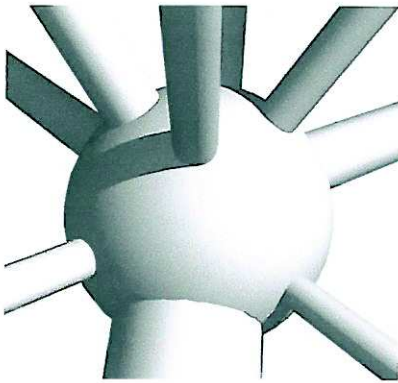
$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$146,221 \leq 0,9 * \frac{360}{1,25}$$

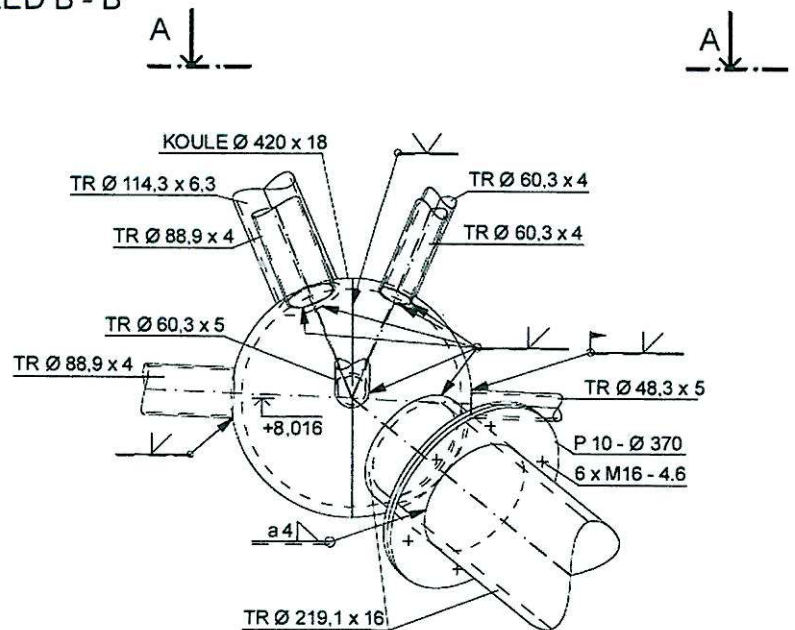
$146,221 < 259,2 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$

13.5 Detail V

Umístění detailu viz výkres 01 - Dispozice.



POHLED B - B



Návrh styčnickové koule

- největší průměr připojovaných trubek $d_i = 219,1$ mm
- největší tloušťka stěny připojovaných trubek $t_i = 16$ mm
- průměr styčnickové koule z geometrického požadavku, aby nedošlo k proniku trubek $d_v = 420$ mm

tloušťka stěny koule t_v

$$\frac{d_i}{d_v} = \frac{219,1}{420} = 0,522$$

$$\frac{d_i}{d_v} = 0,5 \rightarrow t'_v = \frac{d_v}{35}$$

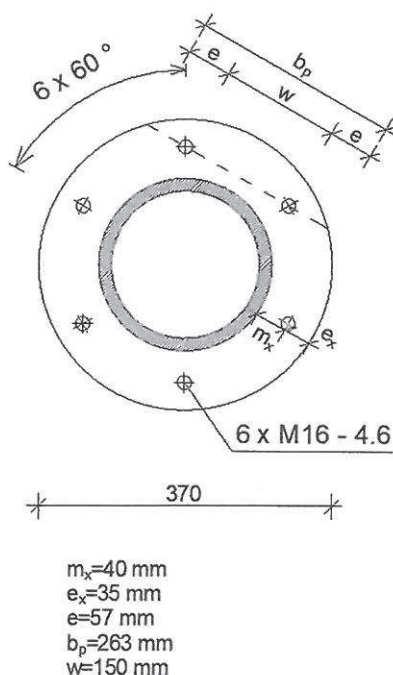
$$\frac{d_i}{d_v} = 0,75 \rightarrow t'_v = \frac{d_v}{30}$$

$$\frac{d_i}{d_v} = 0,522 \rightarrow t'_v = \frac{d_v}{34,56} = \frac{420}{34,56} = 12,15 \text{ mm}$$

$$t_v = \max\{t_i + 1; t'_v\} = \max\{16 + 1; 12,15\} \rightarrow t_v = 18 \text{ mm}$$

Návrh čelní desky

- tloušťka čelní desky $t = 10$ mm
- 6 šroubů M 16 - 4.6
- max. tahová síla ve vzpěře (TR Ø 219,1 x 16) $N_{t,Ed} = 143,82$ kN v kombinaci CO113: ZS1 x 1,0
 ZS2 x 1,0
 ZS6f x 1,5



Únosnost pásnice náhradního T profilu pro 1. způsob porušení

$F_{T,1,Rd}$

- řada šroubů (2 šrouby) uvažována samostatně vně tažené pásnice nosníku

účinná délka $l_{eff,1}$

$$l_{eff,1} = \min\{l_{eff,nc}; l_{eff,cp}\} = \min\{0,132; 0,240\} = 0,132 \text{ m}$$

nekruhové porušení $l_{eff,nc}$

$$\begin{aligned}
 l_{eff,nc} &= \min\{4m_x + 1,25e_x; e + 2m_x + 0,625e_x; 0,5b_p; \\
 &\quad ; 0,5w + 2m_x + 0,625e_x\} \\
 &= \min\{4 * 40 + 1,25 * 35; 57 + 2 * 40 + 0,625 *
 \end{aligned}$$

$$* 35 ; 0,5 * 263 ; 0,5 * 150 + 2 * 40 + 0,625 * 35\}$$

$$= \min\{204; 159; 132; 177\} = 132 \text{ mm}$$

kruhové porušení $l_{eff,cp}$

$$l_{eff,cp} = \min\{2\pi m_x; \pi m_x + w; \pi m_x + 2e\} =$$

$$= \min\{2\pi * 40; \pi * 40 + 150; \pi * 40 + 2 * 57\}$$

$$= \min\{251; 276; 240\} = 240 \text{ mm}$$

$$M_{pl,1,Rd} = \frac{0,25l_{eff,1}t_f^2f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,25 * 0,132 * 0,01^2 * 235 * 10^6}{1} =$$

$$= 773 \text{ Nm}$$

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m} = \frac{4 * 773}{0,04} = 77,256 \text{ kN}$$

Únosnost pásnice náhradního T profilu pro 2. způsob porušení

$F_{T,2,Rd}$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n\Sigma F_{t,Rd}}{m + n} = \frac{2 * 773 + 0,035 * 90432}{0,04 + 0,035} =$$

$$= 62,803 \text{ kN}$$

$$M_{pl,2,Rd} = \frac{0,25l_{eff,2}t_f^2f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,25 * 0,132 * 0,01^2 * 235 * 10^6}{1}$$

$$= 773 \text{ Nm}$$

účinná délka $l_{eff,2}$

$$l_{ef,2} = l_{eff,nc} = 132 \text{ mm}$$

$$n = e_{min} = e_x = 35 \text{ mm} \leq 1,25m$$

$$\leq 1,25 * 40 = 50 \rightarrow \text{vyhoví}$$

únosnost šroubu v tahu $F_{t,Rd}$

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2f_{ub}A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 * 400 * 157}{1,25} = 45,216 \text{ kN}$$

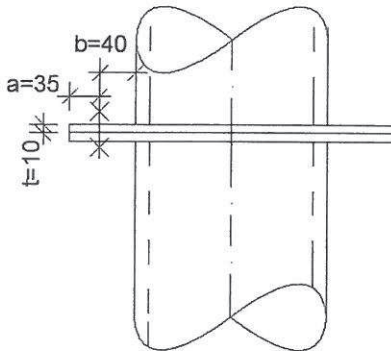
$$\Sigma F_{t,Rd} = 2 * F_{t,Rd} = 2 * 45,216 = 90,432 \text{ kN}$$

↘ 2 šrouby v řadě

Únosnost pásnice náhradního T profilu pro $F_{T,Rd}$

$$F_{T,Rd} = \min\{F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}\} = \min\{77,256; 62,803\} =$$

$$= 62,803 \text{ kN}$$



$$\frac{N_{t,Ed}}{3} \leq F_{T,Rd}$$

$$\frac{143,82}{3} \leq 62,803$$

$0,763 \leq 1 \rightarrow$ *vyhoví*

Tah ve šroubu

- síla na 1 šroub $F_{t,Ed} = \frac{N_{t,Ed}}{6} = \frac{143,82}{6} = 23,97 \text{ kN}$

vliv páčení šroubu

$$t \geq t_e = 4,3 \sqrt[3]{\frac{bd^2}{a}} = 4,3 \sqrt[3]{\frac{40 \cdot 16^2}{35}} = 28,55 \text{ mm}$$

$10 \not\geq 28,55 \rightarrow$ *páčení nastane*

$$\gamma_p = 1 + 0,005 \frac{t_e^3 - t^3}{d^2} = 1 + 0,005 \cdot \frac{28,55^3 - 10^3}{16^2} = 1,435$$

$$\frac{F_{t,Ed} \cdot \gamma_p}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{23,97 \cdot 1,435}{45,216} \leq 1$$

$0,761 \leq 1 \rightarrow$ *vyhoví*

únosnost v protlačení $B_{p,Rd}$

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6\pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6\pi \cdot 25,9 \cdot 10 \cdot 360}{1,25} = 140,603 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{23,97}{140,603} \leq 1$$

$0,170 \leq 1 \rightarrow$ *vyhoví*

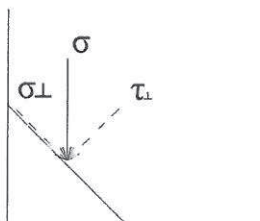
Svar vzpěry k čelním deskám

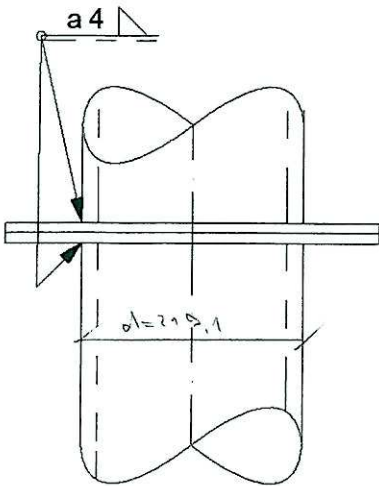
- koutový svar kolem celého obvodu $a=4 \text{ mm}$

- max. normálová síla (tlaková) $N_{E,d} = -518,51 \text{ kN}$ v kombinaci CO

26: ZS1 x 1,35 + ZS2 x 1,35 + ZS3 x 1,5 + ZS6 b x 0,9

$$\sigma = \frac{N_{E,d}}{a\pi d} = \frac{518510}{4 \cdot \pi \cdot 219,1} = 188,324 \text{ MPa}$$





$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{188,324}{\sqrt{2}} = 133,165 \text{ MPa}$$

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$[133,165^2 + 3(133,165^2 + 0)]^{0,5} \leq \frac{360}{0,8 * 1,25}$$

$$266,33 < 360 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$$

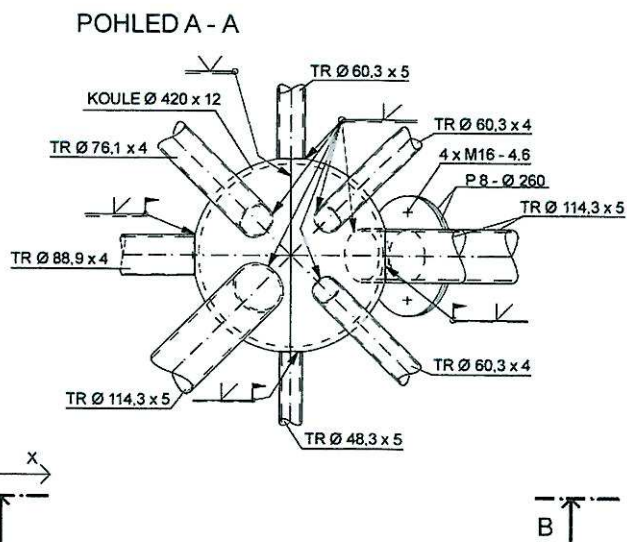
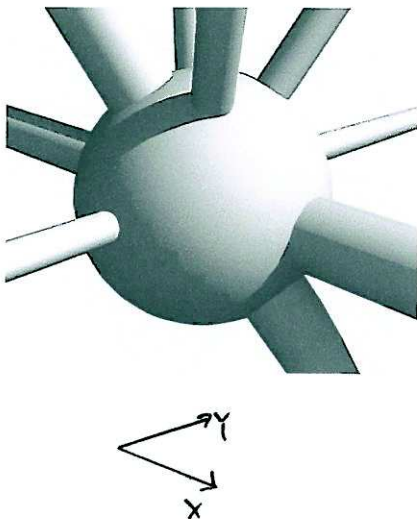
$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$133,165 \leq 0,9 * \frac{360}{1,25}$$

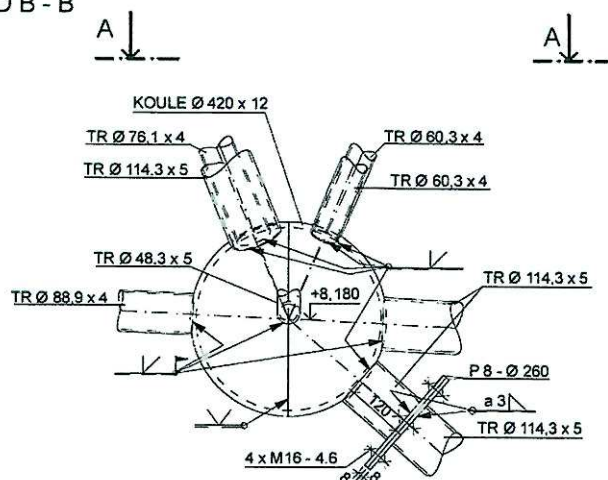
$$133,165 < 259,2 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$$

13.6 Detail VI

Umístění detailu viz výkres 01 - Dispozice.



POHLED B - B



Návrh styčnickové koule

- největší průměr připojovaných trubek $d_i = 114,3 \text{ mm}$
- největší tloušťka stěny připojovaných trubek $t_i = 5 \text{ mm}$
- průměr styčnickové koule z geometrického požadavku, aby nedošlo k proniku trubek $\underline{d_{VI} = 420 \text{ mm}}$

tloušťka stěny koule t_{VI}

$$\frac{d_i}{d_{VI}} = \frac{114,3}{420} = 0,272$$

$$\frac{d_i}{d_{VI}} = 0,25 \rightarrow t'_{VI} = \frac{d_{VI}}{40}$$

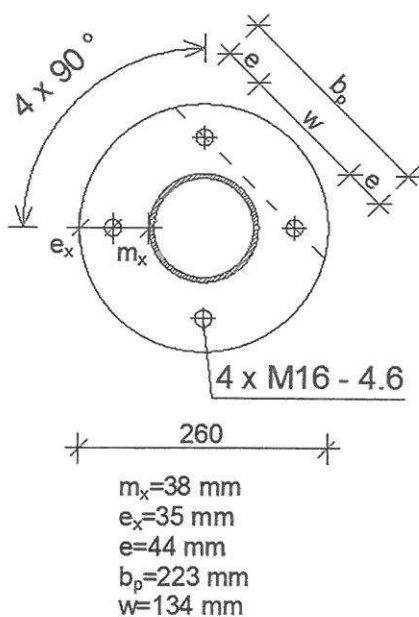
$$\frac{d_i}{d_{VI}} = 0,5 \rightarrow t'_{VI} = \frac{d_{VI}}{35}$$

$$\frac{d_i}{d_{VI}} = 0,272 \rightarrow t'_{VI} = \frac{d_{VI}}{39,56} = \frac{420}{39,56} = 10,617 \text{ mm}$$

$$t_{VI} = \max\{t_i + 1; t'_{VI}\} = \max\{5 + 1; 10,617\} \rightarrow t_{VI} = 12 \text{ mm}$$

Návrh čelní desky

- tloušťka čelní desky $t = 8 \text{ mm}$
- 4 šrouby M 16 - 4.6
- max. tahová síla ve vzpěře (TR Ø 114,3 x 5) $N_{t,Ed} = 70,852 \text{ kN}$ v kombinaci CO79: ZS1 x 1,35
 ZS2 x 1,35
 ZS6e x 1,5



Únosnost pásnice náhradního T profilu pro 1. způsob porušení

$F_{T,1,Rd}$

- řada šroubů (2 šrouby) uvažována samostatně vně tažené pásnice nosníku

účinná délka $l_{eff,1}$

$$l_{eff,1} = \min\{l_{eff,nc}; l_{eff,cp}\} = \min\{0,112; 0,207\} = 0,112 \text{ m}$$

nekruhové porušení $l_{eff,nc}$

$$\begin{aligned}
 l_{eff,nc} &= \min\{4m_x + 1,25e_x; e + 2m_x + 0,625e_x; 0,5b_p; \\
 &\quad ; 0,5w + 2m_x + 0,625e_x\} \\
 &= \min\{4 * 38 + 1,25 * 35; 44 + 2 * 38 + 0,625 *
 \end{aligned}$$

$$* 35 ; 0,5 * 223 ; 0,5 * 134 + 2 * 38 + 0,625 * 35\}$$

$$= \min\{196; 142; 112; 165\} = 112 \text{ mm}$$

kruhové porušení $l_{eff,cp}$

$$l_{eff,cp} = \min\{2\pi m_x; \pi m_x + w; \pi m_x + 2e\} =$$

$$= \min\{2\pi * 38; \pi * 38 + 134; \pi * 38 + 2 * 44\}$$

$$= \min\{239; 253; 207\} = 207 \text{ mm}$$

$$M_{pl,1,Rd} = \frac{0,25l_{eff,1}t_f^2f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,25 * 0,112 * 0,008^2 * 235 * 10^6}{1} =$$

$$= 419 \text{ Nm}$$

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m} = \frac{4 * 419}{0,038} = 44,131 \text{ kN}$$

Únosnost pásnice náhradního T profilu pro 2. způsob porušení

$F_{T,2,Rd}$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n\Sigma F_{t,Rd}}{m + n} = \frac{2 * 419 + 0,035 * 90432}{0,038 + 0,035} =$$

$$= 54,843 \text{ kN}$$

$$M_{pl,2,Rd} = \frac{0,25l_{eff,2}t_f^2f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,25 * 0,112 * 0,008^2 * 235 * 10^6}{1}$$

$$= 419 \text{ Nm}$$

účinná délka $l_{eff,2}$

$$l_{ef,2} = l_{eff,nc} = 112 \text{ mm}$$

$$n = e_{min} = e_x = 35 \text{ mm} \leq 1,25m$$

$$\leq 1,25 * 38 = 47,5 \rightarrow \text{vyhoví}$$

únosnost šroubu v tahu $F_{t,Rd}$

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2f_{ub}A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 * 400 * 157}{1,25} = 45,216 \text{ kN}$$

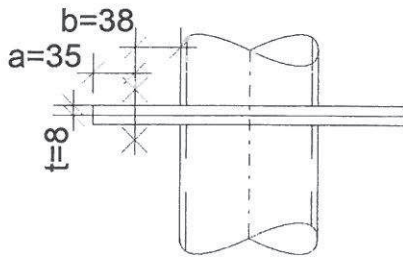
$$\Sigma F_{t,Rd} = 2 * F_{t,Rd} = 2 * 45,216 = 90,432 \text{ kN}$$

↘ 2 šrouby v řadě

Únosnost pásnice náhradního T profilu pro $F_{T,Rd}$

$$F_{T,Rd} = \min\{F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}\} = \min\{44,131; 54,843\} =$$

$$= 44,131 \text{ kN}$$



$$\frac{N_{t,Ed}}{2} \leq F_{T,Rd}$$

$$\frac{70,852}{2} \leq 44,131$$

$0,803 \leq 1 \rightarrow$ *vyhoví*

Tah ve šroubu

- síla na 1 šroub $F_{t,Ed} = \frac{N_{t,Ed}}{4} = \frac{70,852}{4} = 17,713 \text{ kN}$

vliv páčení šroubu

$$t \geq t_e = 4,3 \sqrt[3]{\frac{bd^2}{a}} = 4,3 * \sqrt[3]{\frac{38 * 16^2}{35}} = 28,06 \text{ mm}$$

$8 \not\geq 28,06 \rightarrow$ *páčení nastane*

$$\gamma_p = 1 + 0,005 \frac{t_e^3 - t^3}{d^2} = 1 + 0,005 * \frac{28,06^3 - 8^3}{16^2} = 1,42$$

$$\frac{F_{t,Ed} * \gamma_p}{F_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{17,713 * 1,42}{45,216} \leq 1$$

$0,557 \leq 1 \rightarrow$ *vyhoví*

únosnost v protlačení $B_{p,Rd}$

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6\pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6\pi * 25,9 * 8 * 360}{1,25} = 112,482 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{17,713}{112,482} \leq 1$$

$0,157 \leq 1 \rightarrow$ *vyhoví*

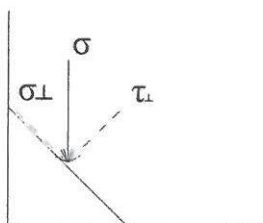
Svar v zepěry k čelním deskám

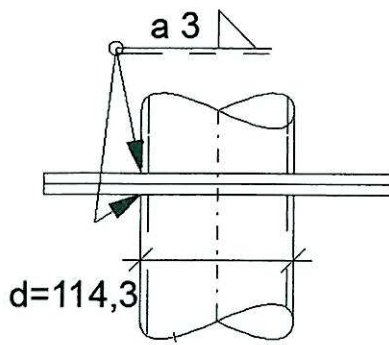
- koutový svar kolem celého obvodu $a=3 \text{ mm}$

- max. normálová síla (tlaková) $N_{E,d} = -80,91 \text{ kN}$ v kombinaci CO

126: ZS1 x 1,0 + ZS2 x 1,0 + ZS3 x 0,75 + ZS6c x 1,5

$$\sigma = \frac{N_{E,d}}{a\pi d} = \frac{80910}{3 * \pi * 114,3} = 75,108 \text{ MPa}$$





$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{75,108}{\sqrt{2}} = 53,109 \text{ MPa}$$

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$[53,109^2 + 3(53,109^2 + 0)]^{0,5} \leq \frac{360}{0,8 * 1,25}$$

$$106,218 \leq 360 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$$

$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

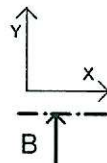
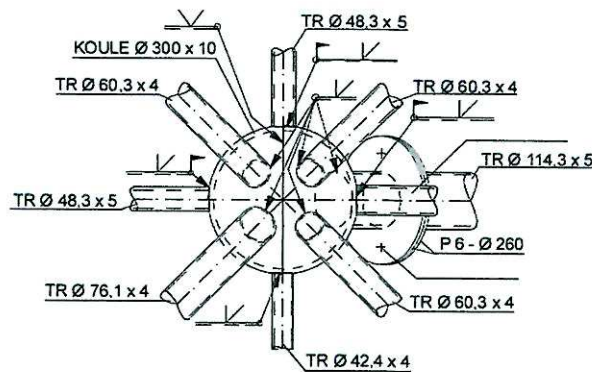
$$53,109 \leq 0,9 * \frac{360}{1,25}$$

$$53,109 \leq 259,2 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$$

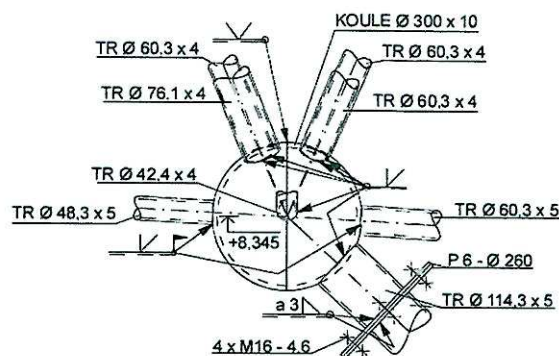
13.7 Detail VII

Umístění detailu viz výkres 01 - Dispozice.

POHLED A - A



POHLED B - B



Návrh styčnickové koule

- největší průměr připojovaných trubek $d_i = 114,3 \text{ mm}$
- největší tloušťka stěny připojovaných trubek $t_i = 5 \text{ mm}$
- průměr styčnickové koule z geometrického požadavku, aby nedošlo k proniku trubek $d_{VII} = 300 \text{ mm}$

tloušťka stěny koule t_{VII}

$$\frac{d_i}{d_{VII}} = \frac{114,3}{300} = 0,381$$

$$\frac{d_i}{d_{VII}} = 0,25 \rightarrow t'_{VII} = \frac{d_{VII}}{40}$$

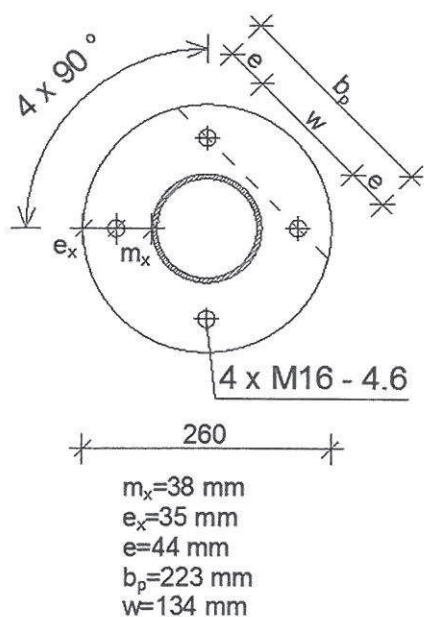
$$\frac{d_i}{d_{VII}} = 0,5 \rightarrow t'_{VII} = \frac{d_{VII}}{35}$$

$$\frac{d_i}{d_{VII}} = 0,381 \rightarrow t'_{VII} = \frac{d_{VII}}{37,38} = \frac{300}{37,38} = 8,03 \text{ mm}$$

$$t_{VII} = \max\{t_i + 1; t'_{VII}\} = \max\{5 + 1; 8,03\} \rightarrow t_{VII} = 10 \text{ mm}$$

Návrh čelní desky

- tloušťka čelní desky $t = 6 \text{ mm}$
- 4 šrouby M 16 - 4.6
- max. tahová síla ve vzpěře (TR Ø 114,3 x 5) $N_{t,Ed} = 41,173 \text{ kN}$ v kombinaci CO97: ZS1 x 1,35
 ZS2 x 1,35
 ZS3 x 0,75
 ZS7d x 1,5



Únosnost pásnice náhradního T profilu pro 1. způsob porušení

$F_{T,1,Rd}$

- uspořádání šroubů a průměr čelní desky shodné jak ve variantě 13.6 $\rightarrow l_{eff,1} = l_{eff,2} = 0,112 \text{ m}$

$$M_{pl,1,Rd} = \frac{0,25 l_{eff,1} t_f^2 f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,25 * 0,112 * 0,006^2 * 235 * 10^6}{1} = 236 \text{ Nm}$$

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4 M_{pl,1,Rd}}{m} = \frac{4 * 236}{0,038} = 24,8223 \text{ kN}$$

Únosnost pásnice náhradního T profilu pro 2. způsob porušení

$F_{T,2,Rd}$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n\Sigma F_{t,Rd}}{m + n} = \frac{2 * 236 + 0,035 * 90432}{0,038 + 0,035} =$$

$$= 49,819 \text{ kN}$$

$$M_{pl,2,Rd} = \frac{0,25l_{eff,2}t_f^2f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,25 * 0,112 * 0,006^2 * 235 * 10^6}{1}$$

$$= 236 \text{ Nm}$$

únosnost šroubu v tahu $F_{t,Rd}$ (viz. 13.6)

$$F_{t,Rd} = 45,216 \text{ kN}$$

Únosnost pásnice náhradního T profilu pro $F_{T,Rd}$

$$F_{T,Rd} = \min\{F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}\} = \min\{24,822; 49,819\} =$$

$$= 24,822 \text{ kN}$$

$$\frac{\frac{N_{t,Ed}}{2}}{F_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{\frac{41,173}{2}}{24,822} \leq 1$$

$$0,829 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

Tah ve šroubu

$$\text{- síla na 1 šroub } F_{t,Ed} = \frac{N_{t,Ed}}{4} = \frac{41,173}{4} = 10,293 \text{ kN}$$

vliv páčení šroubu

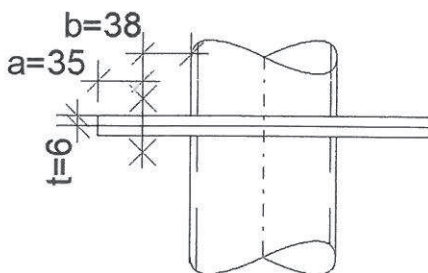
$$t \geq t_e = 4,3 \sqrt[3]{\frac{bd^2}{a}} = 4,3 * \sqrt[3]{\frac{38 * 16^2}{35}} = 28,06 \text{ mm}$$

$$6 \not\geq 28,06 \rightarrow \text{páčení nastane}$$

$$\gamma_p = 1 + 0,005 \frac{t_e^3 - t^3}{d^2} = 1 + 0,005 * \frac{28,06^3 - 6}{16^2} = 1,43$$

$$\frac{F_{t,Ed} * \gamma_p}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{10,293 * 1,43}{45,216} \leq 1$$



$$0,325 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

únosnost v protlačení $B_{p,Rd}$

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6\pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6\pi * 25,9 * 6 * 360}{1,25} = 84,362 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{10,293}{84,362} \leq 1$$

$$0,122 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

Svar vzpěry k čelním deskám

- koutový svar kolem celého obvodu $a=3 \text{ mm}$

- max. normálová síla (tahová) $N_{t,E,d} = 41,173 \text{ kN}$

$$\sigma = \frac{N_{t,Ed}}{a\pi d} = \frac{41173}{3 * \pi * 114,3} = 38,22 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{38,22}{\sqrt{2}} = 27,026 \text{ MPa}$$

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

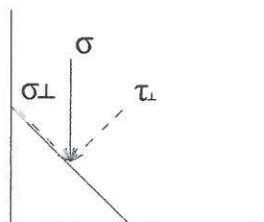
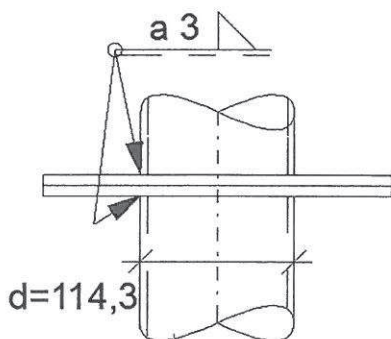
$$[27,026^2 + 3(27,026^2 + 0)]^{0,5} \leq \frac{360}{0,8 * 1,25}$$

$$54,052 \leq 360 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$$

$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

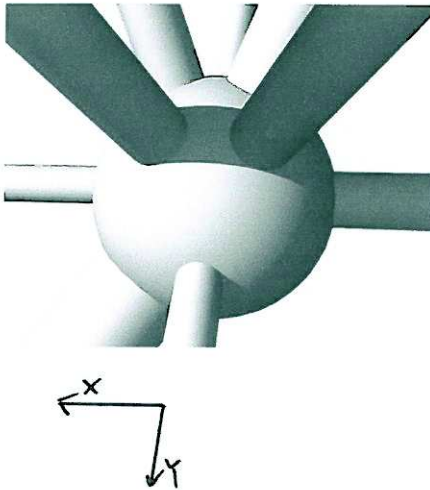
$$27,026 \leq 0,9 * \frac{360}{1,25}$$

$$27,026 \leq 259,2 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$$

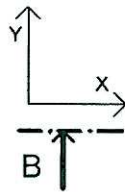
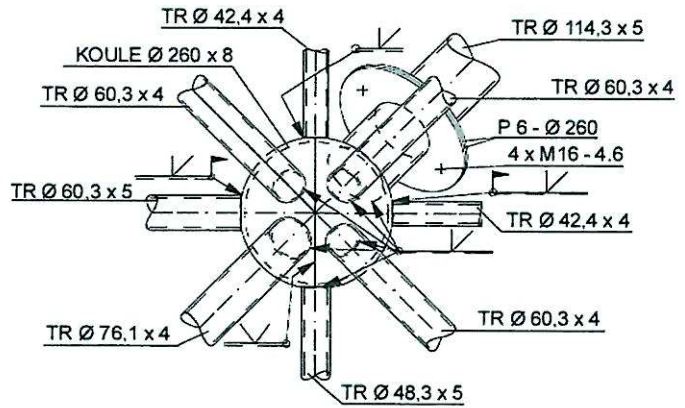


13.8 Detail VIII

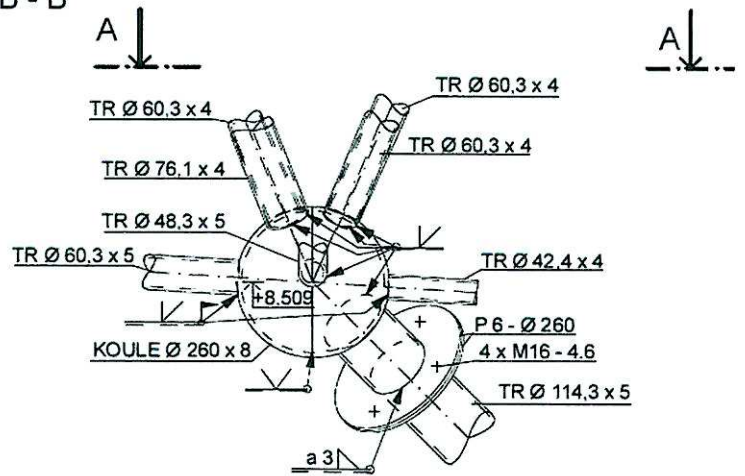
Umístění detailu viz výkres 01 - Dispozice.



POHLED A - A



POHLED B - B



Návrh styčnickové koule

- největší průměr připojovaných trubek $d_i = 114,3 \text{ mm}$
- největší tloušťka stěny připojovaných trubek $t_i = 5 \text{ mm}$
- průměr styčnickové koule z geometrického požadavku, aby nedošlo k proniku trubek $d_{VIII} = 260 \text{ mm}$

tloušťka stěny koule t_{VIII}

$$\frac{d_i}{d_{VIII}} = \frac{114,3}{260} = 0,44$$

$$\frac{d_i}{d_{VIII}} = 0,25 \rightarrow t'_{VIII} = \frac{d_{VIII}}{40}$$

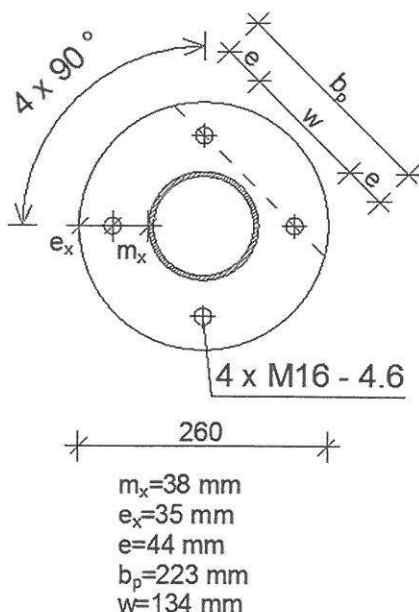
$$\frac{d_i}{d_{VIII}} = 0,5 \rightarrow t'_{VIII} = \frac{d_{VIII}}{35}$$

$$\frac{d_i}{d_{VIII}} = 0,44 \rightarrow t'_{VIII} = \frac{d_{VIII}}{36,2} = \frac{260}{36,2} = 7,18 \text{ mm}$$

$$t_{VIII} = \max\{t_i + 1; t'_{VIII}\} = \max\{5 + 1; 7,18\} \rightarrow t_{VIII} = 8 \text{ mm}$$

Návrh čelní desky

- tloušťka čelní desky $t = 6 \text{ mm}$
- 4 šrouby M 16 - 4.6
- max. tahová síla ve vzpěře (TR Ø 114,3 x 5) $N_{t,Ed} = 40,05 \text{ kN}$ v kombinaci CO114: ZS1 x 1,0
 ZS2 x 1,0
 ZS7d x 1,5



Únosnost pásnice náhradního T profilu $F_{T,Rd}$

- umístění, jakost a průměr šroubů jakož i rozměry a tloušťka čelní desky je shodná jako v případě 13.7

$$F_{T,Rd} = 24,822 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{t,Ed}}{2} \leq F_{T,Rd}$$

$$\frac{40,05}{2} \leq 24,822$$

$$0,807 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

Tah ve šroubu

- síla na 1 šroub $F_{t,Ed} = \frac{N_{t,Ed}}{4} = \frac{40,05}{4} = 10,013 \text{ kN}$

vliv páčení šroubu (viz. 13.7)

$$\gamma_p = 1,43$$

$$\frac{F_{t,Ed} * \gamma_p}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{10,013 * 1,43}{45,216} \leq 1$$

$$0,316 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

únosnost v protlačení $B_{p,Rd}$ (viz. 13.7)

$$B_{p,Rd} = 84,362 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{10,013}{84,362} \leq 1$$

$$0,119 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

Svar vzpěry k čelním deskám

- koutový svar kolem celého obvodu $a=3 \text{ mm}$

- max. normálová síla (tlaková) $N_{E,d} = -122,351 \text{ kN}$ v kombinaci

CO21: ZS1 x 1,35 + ZS2 x 1,35 + ZS3 x 1,5 + ZS4a x 0,9

$$\sigma = \frac{N_{Ed}}{a\pi d} = \frac{122351}{3 * \pi * 114,3} = 113,577 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{113,577}{\sqrt{2}} = 80,311 \text{ MPa}$$

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

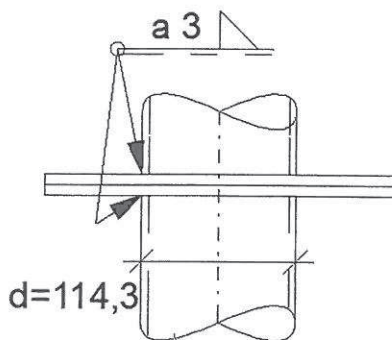
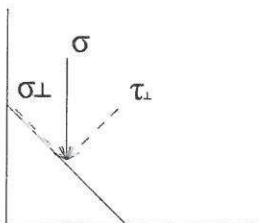
$$[80,311 + 3(80,311^2 + 0)]^{0,5} \leq \frac{360}{0,8 * 1,25}$$

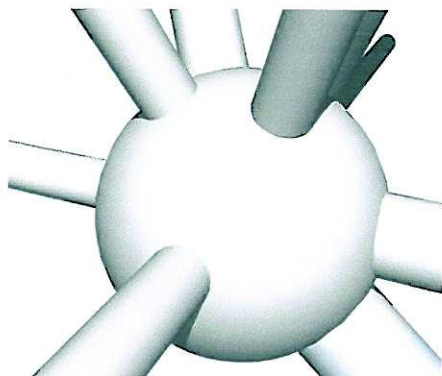
$$160,622 \leq 360 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$$

$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$80,311 \leq 0,9 * \frac{360}{1,25}$$

$$80,311 \leq 259,2 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$$

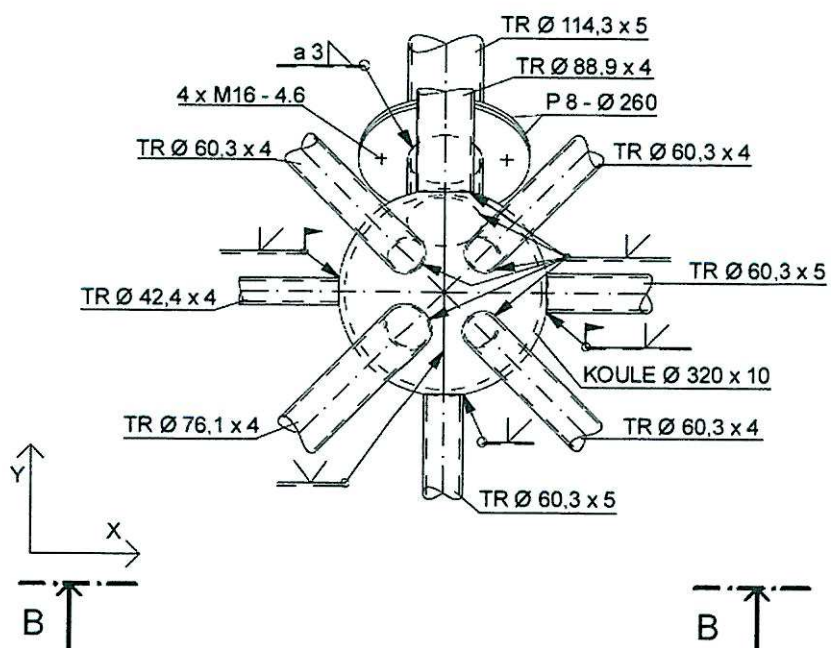




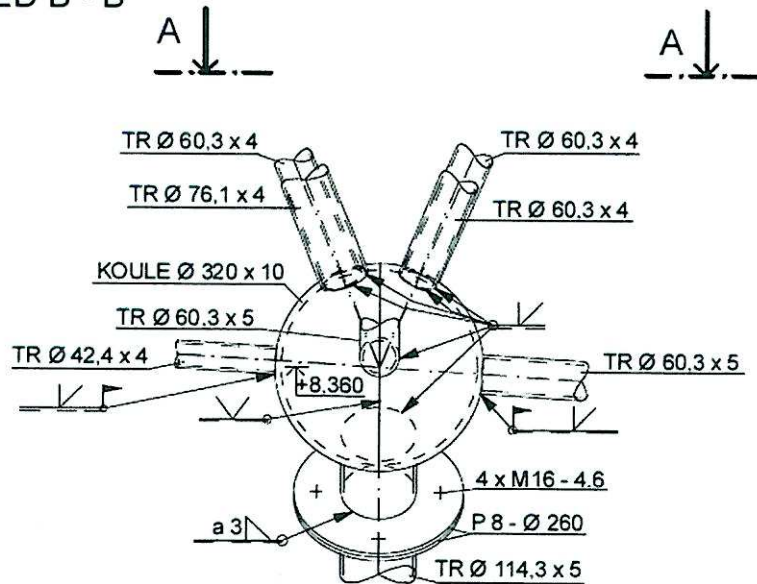
13.9 Detail IX

Umístění detailu viz výkres 01 - Dispozice.

POHLED A - A



POHLED B - B



Návrh styčnickové koule

- největší průměr připojovaných trubek $d_i = 114,3 \text{ mm}$
- největší tloušťka stěny připojovaných trubek $t_i = 5 \text{ mm}$
- průměr styčnickové koule z geometrického požadavku, aby nedošlo k proniku trubek $d_{IX} = 320 \text{ mm}$

tloušťka stěny koule t_{VI}

$$\frac{d_i}{d_{IX}} = \frac{114,3}{320} = 0,357$$

$$\frac{d_i}{d_{IX}} = 0,25 \rightarrow t'_{IX} = \frac{d_{IX}}{40}$$

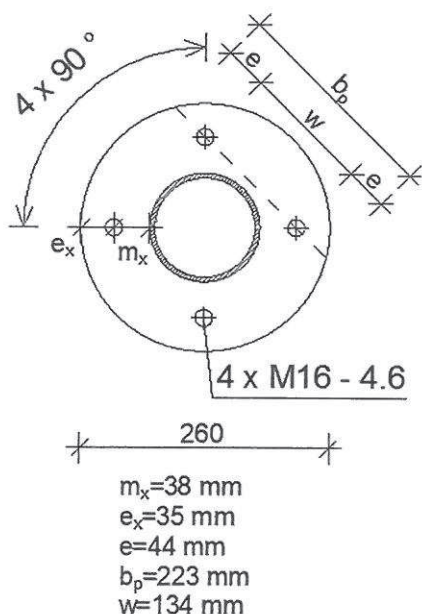
$$\frac{d_i}{d_{IX}} = 0,5 \rightarrow t'_{IX} = \frac{d_{IX}}{35}$$

$$\frac{d_i}{d_{IX}} = 0,357 \rightarrow t'_{IX} = \frac{d_{IX}}{37,86} = \frac{320}{37,86} = 8,45 \text{ mm}$$

$$t_{IX} = \max\{t_i + 1; t'_{IX}\} = \max\{5 + 1; 8,45\} \rightarrow t_{IX} = 10 \text{ mm}$$

Návrh čelní desky

- tloušťka čelní desky $t = 8 \text{ mm}$
- 4 šrouby M 16 - 4.6
- max. tahová síla ve vzpěře (TR Ø 114,3 x 5) $N_{t,Ed} = 77,209 \text{ kN}$ v kombinaci CO30:
 - ZS1 x 1,35
 - ZS2 x 1,35
 - ZS3 x 1,5
 - ZS6f x 0,9



Únosnost pásnice náhradního T profilu $F_{T,Rd}$

- umístění, jakost a průměr šroubů jakož i rozměry a tloušťka čelní desky je shodná jako v případě 13.6 →

$$F_{T,Rd} = 44,131 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{t,Ed}}{2} \leq F_{T,Rd}$$

$$\frac{77,209}{2} \leq 44,131$$

$$0,875 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

Tah ve šroubu

- síla na 1 šroub $F_{t,Ed} = \frac{N_{t,Ed}}{4} = \frac{77,209}{4} = 19,302 \text{ kN}$

vliv páčení šroubu (viz. 13.6)

$$\gamma_p = 1,42$$

$$\frac{F_{t,Ed} * \gamma_p}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{19,302 * 1,42}{45,216} \leq 1$$

0,607 < 1 → vyhoví

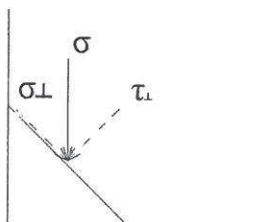
únosnost v protlačení $B_{p,Rd}$ (viz. 13.6)

$$B_{p,Rd} = 112,482 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{19,302}{112,482} \leq 1$$

0,172 < 1 → vyhoví



Svar vzpěry k čelním deskám

- koutový svar kolem celého obvodu $a=3 \text{ mm}$

- max. normálová síla (tahová) $N_{t,Ed} = 77,209 \text{ kN}$

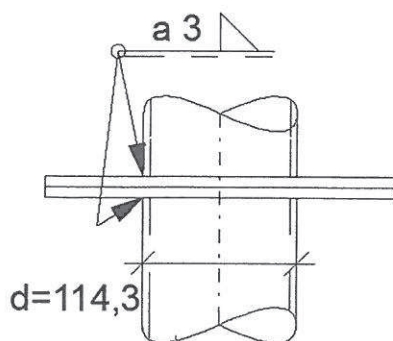
$$\sigma = \frac{N_{t,Ed}}{a\pi d} = \frac{77209}{3 * \pi * 114,3} = 71,672 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{71,672}{\sqrt{2}} = 50,68 \text{ MPa}$$

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$[50,68^2 + 3(50,68^2 + 0)]^{0,5} \leq \frac{360}{0,8 * 1,25}$$

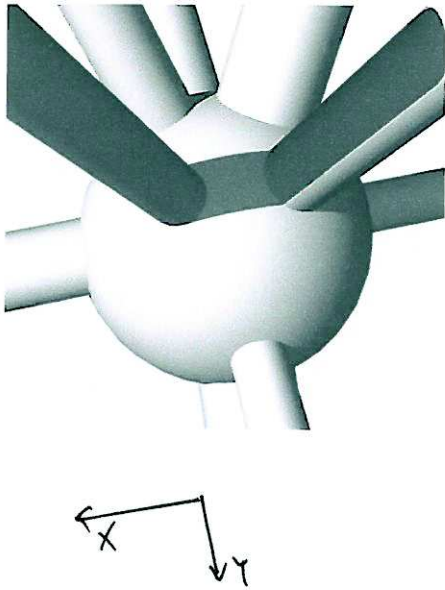
101,36 < 360 MPa → vyhoví



$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$50,68 \leq 0,9 * \frac{360}{1,25}$$

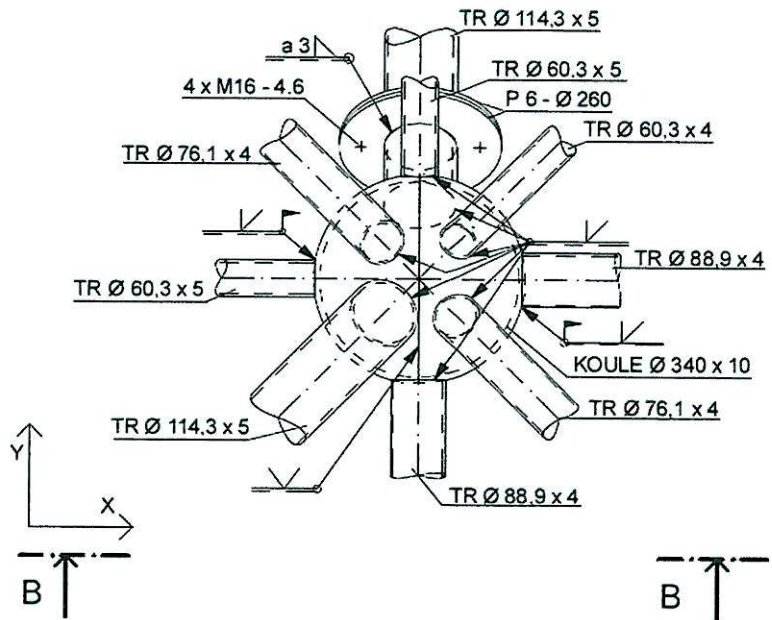
50,68 < 259,2 MPa → vyhoví



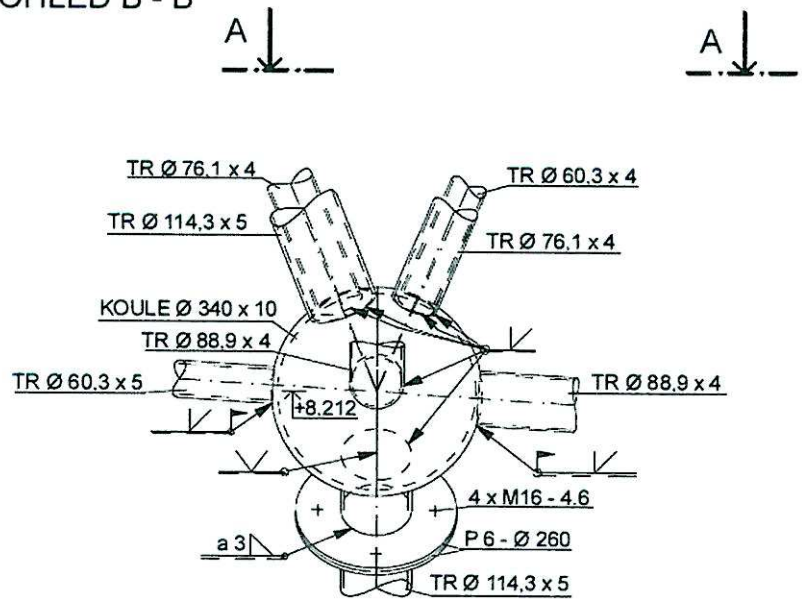
13.10 Detail X

Umístění detailu viz výkres 01 - Dispozice.

POHLED A - A



POHLED B - B



Návrh styčnickové koule

- největší průměr připojovaných trubek $d_i = 114,3$ mm
- největší tloušťka stěny připojovaných trubek $t_i = 5$ mm
- průměr styčnickové koule z geometrického požadavku, aby nedošlo k proniku trubek $d_x = 340$ mm

tloušťka stěny koule t_x

$$\frac{d_i}{d_x} = \frac{114,3}{340} = 0,336$$

$$\frac{d_i}{d_x} = 0,25 \rightarrow t'_x = \frac{d_x}{40}$$

$$\frac{d_i}{d_x} = 0,5 \rightarrow t'_x = \frac{d_x}{35}$$

$$\frac{d_i}{d_x} = 0,336 \rightarrow t'_x = \frac{d_x}{38,28} = \frac{340}{38,28} = 8,88 \text{ mm}$$

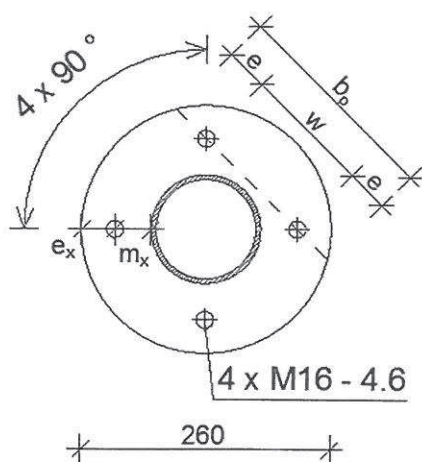
$$t_x = \max\{t_i + 1; t'_x\} = \max\{5 + 1; 8,88\} \rightarrow t_x = 10 \text{ mm}$$

Návrh čelní desky

- tloušťka čelní desky $t = 6$ mm
- 4 šrouby M 16 - 4.6
- max. tahová síla ve vzpěře (TR Ø 114,3 x 5) $N_{t,Ed} = 38,831$ kN v kombinaci CO112: ZS1 x 1,0

ZS2 x 1,0

ZS6e x 1,5



$m_x = 38$ mm
 $e_x = 35$ mm
 $e = 44$ mm
 $b_p = 223$ mm
 $w = 134$ mm

Únosnost pásnice náhradního T profilu $F_{T,Rd}$

- umístění, jakost a průměr šroubů jakož i rozměry a tloušťka čelní desky je shodná jako v případě 13.7

$$F_{T,Rd} = 24,822 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{t,Ed}}{2} \leq F_{T,Rd}$$

$$\frac{38,831}{2} \leq 24,822$$

$$0782 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

Tah ve šroubu

- síla na 1 šroub $F_{t,Ed} = \frac{N_{t,Ed}}{4} = \frac{38,831}{4} = 9,708 \text{ kN}$

vliv páčení šroubu (viz. 13.7)

$\gamma_p = 1,43$

$$\frac{F_{t,Ed} * \gamma_p}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{9,708 * 1,43}{45,216} \leq 1$$

$0,306 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$

únosnost v protlačení $B_{p,Rd}$ (viz. 13.7)

$B_{p,Rd} = 84,362 \text{ kN}$

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{9,708}{84,362} \leq 1$$

$0,115 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$

Svar vzpěry k čelním deskám

- koutový svar kolem celého obvodu $a=3 \text{ mm}$

- max. normálová síla (tlaková) $N_{E,d} = -182,06 \text{ kN}$ v kombinaci

CO27: ZS1 x 1,35 + ZS2 x 1,35 + ZS3 x 1,5 + ZS6c x 0,9

$$\sigma = \frac{N_{Ed}}{\pi d} = \frac{182060}{3 * \pi * 114,3} = 169,004 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{169,004}{\sqrt{2}} = 119,504 \text{ MPa}$$

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

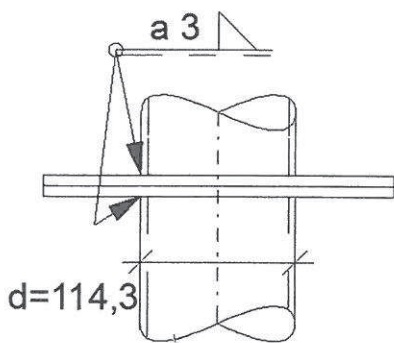
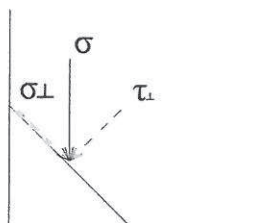
$$[119,504^2 + 3(119,504^2 + 0)]^{0,5} \leq \frac{360}{0,8 * 1,25}$$

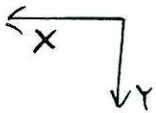
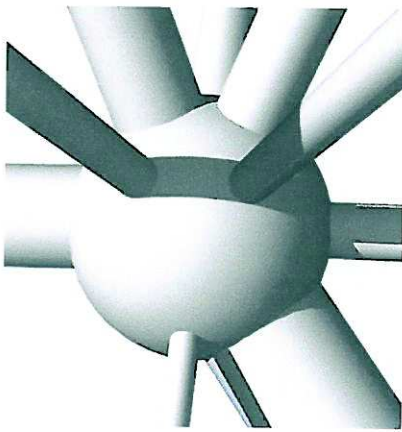
$239,008 \leq 360 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$

$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$119,504 \leq 0,9 * \frac{360}{1,25}$$

$119,504 < 259,2 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$

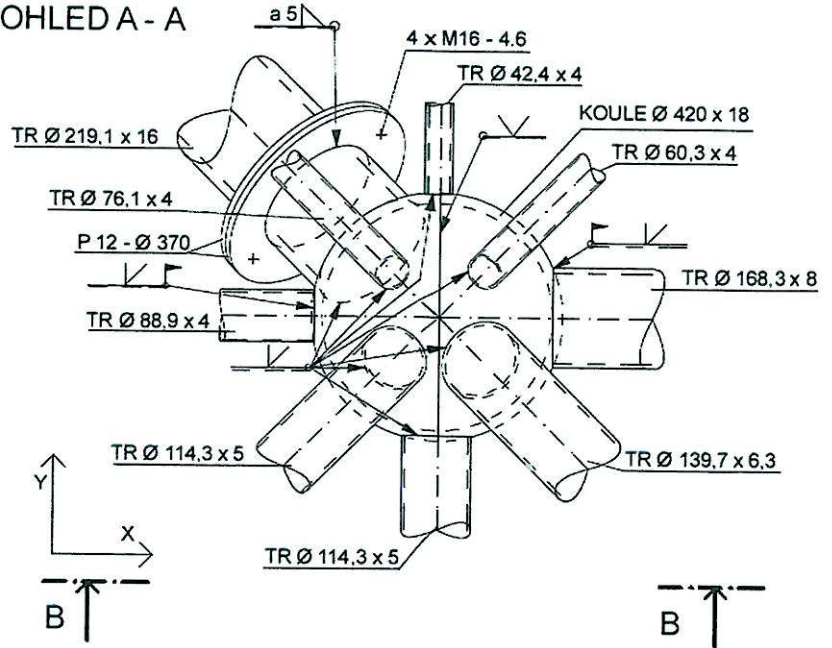




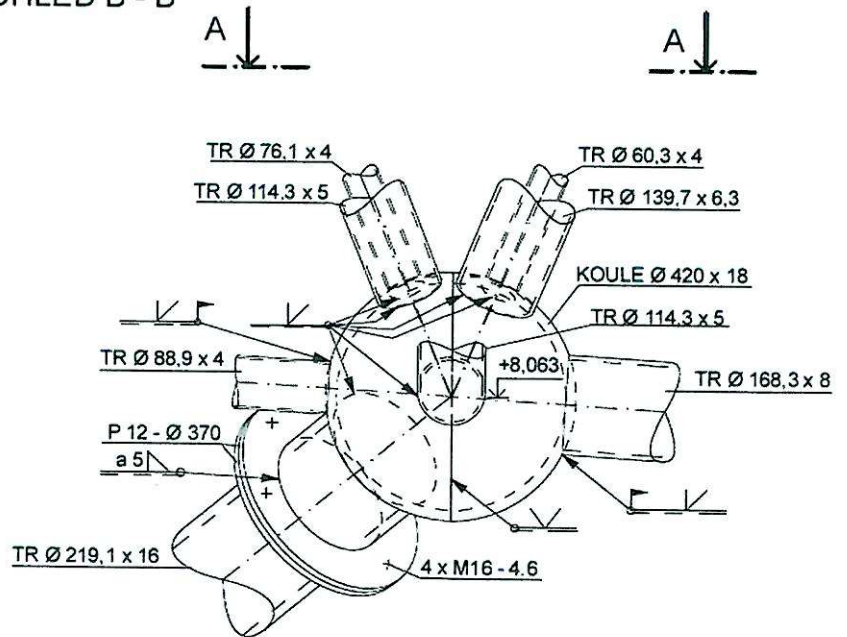
13.11 Detail XI

Umístění detailu viz výkres 01 - Dispozice.

POHLED A - A



POHLED B - B



Návrh styčnickové koule

- největší průměr připojovaných trubek $d_i = 219,1$ mm
- největší tloušťka stěny připojovaných trubek $t_i = 16$ mm
- průměr styčnickové koule z geometrického požadavku, aby nedošlo k proniku trubek $d_{XI} = 420$ mm

tloušťka stěny koule t_{XI}

$$\frac{d_i}{d_{XI}} = \frac{219,1}{420} = 0,522$$

$$\frac{d_i}{d_{XI}} = 0,5 \rightarrow t'_{XI} = \frac{d_{XI}}{35}$$

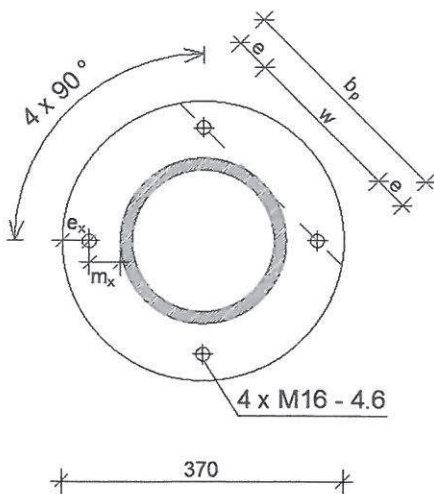
$$\frac{d_i}{d_{XI}} = 0,75 \rightarrow t'_{XI} = \frac{d_{XI}}{30}$$

$$\frac{d_i}{d_{XI}} = 0,522 \rightarrow t'_{XI} = \frac{d_{XI}}{34,56} = \frac{420}{34,56} = 12,15 \text{ mm}$$

$$t_{XI} = \max\{t_i + 1; t'_{XI}\} = \max\{16 + 1; 12,15\} \rightarrow t_{XI} = 18 \text{ mm}$$

Návrh čelní desky

- tloušťka čelní desky $t = 12$ mm
- 4 šrouby M 16 - 4.6
- max. tahová síla ve vzpěře (TR Ø 219,1 x 16) $N_{t,Ed} = 118,186$ kN
- v kombinaci CO113: ZS1 x 1,0
 ZS2 x 1,0
 ZS6f x 1,5



$m_x = 40$ mm
 $e_x = 35$ mm
 $e = 46$ mm
 $b_p = 303$ mm
 $w = 212$ mm

Únosnost pásnice náhradního T profilu pro 1. způsob porušení

- uspořádání šroubů a průměr čelní desky shodné jak ve variantě 13.1 $\rightarrow l_{eff,1} = l_{eff,2} = 0,148$ m

$$M_{pl,1,Rd} = \frac{0,25 l_{eff,1} t_f^2 f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,25 * 0,148 * 0,012^2 * 235 * 10^6}{1} =$$

$$= 1251 \text{ Nm}$$

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4 M_{pl,1,Rd}}{m} = \frac{4 * 1251}{0,04} = 125,102 \text{ kN}$$

Únosnost pásnice náhradního T profilu pro 2. způsob porušení

$F_{T,2,Rd}$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n\Sigma F_{t,Rd}}{m + n} = \frac{2 * 1251 + 0,035 * 90432}{0,04 + 0,035} =$$

$$= 75,562 \text{ kN}$$

$$M_{pl,2,Rd} = \frac{0,25l_{eff,2}t_f^2f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,25 * 0,148 * 0,012^2 * 235 * 10^6}{1}$$

$$= 1251 \text{ Nm}$$

únosnost šroubu v tahu $F_{t,Rd}$ (viz. 13.1)

$$F_{t,Rd} = 45,216 \text{ kN}$$

Únosnost pásnice náhradního T profilu pro $F_{T,Rd}$

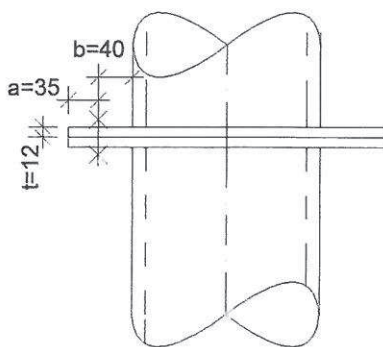
$$F_{T,Rd} = \min\{F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}\} = \min\{125,102; 75,562\} =$$

$$= 75,562 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{t,Ed}}{2} \leq F_{T,Rd}$$

$$\frac{118,186}{2} \leq 75,562$$

$0,782 \leq 1 \rightarrow$ vyhoví



Tah ve šroubu

$$\text{- síla na 1 šroub } F_{t,Ed} = \frac{N_{t,Ed}}{4} = \frac{118,186}{4} = 29,547 \text{ kN}$$

vliv páčení šroubu

$$t \geq t_e = 4,3 \sqrt[3]{\frac{bd^2}{a}} = 4,3 * \sqrt[3]{\frac{40 * 16^2}{35}} = 28,55 \text{ mm}$$

$12 \not\geq 28,55 \rightarrow$ páčení nastane

$$\gamma_p = 1 + 0,005 \frac{t_e^3 - t^3}{d^2} = 1 + 0,005 * \frac{28,55^3 - 12^3}{16^2} = 1,42$$

$$\frac{F_{t,Ed} * \gamma_p}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{29,547 * 1,42}{45,216} \leq 1$$

$0,928 \leq 1 \rightarrow$ vyhoví

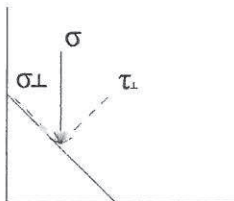
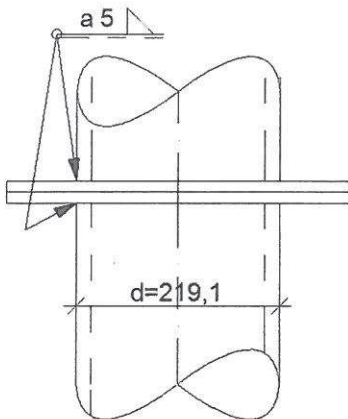
únosnost v protlačení $B_{p,Rd}$

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6\pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6\pi * 25,9 * 12 * 360}{1,25} = 168,723 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{29,547}{168,723} \leq 1$$

$0,175 \leq 1 \rightarrow$ vyhoví



Svar vspěry k čelním deskám

- koutový svar kolem celého obvodu $a=5$ mm

- max. normálová síla (tlaková) $N_{E,d} = -745,662$ kN v kombinaci

CO 23: ZS1 x 1,35 + ZS2 x 1,35 + ZS3 x 1,5 + ZS5a x 0,9

$$\sigma = \frac{N_{E,d}}{a\pi d} = \frac{745662}{5 * \pi * 219,1} = 216,661 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{216,661}{\sqrt{2}} = 153,202 \text{ MPa}$$

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

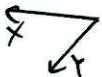
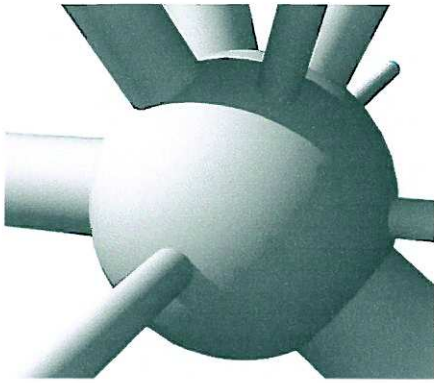
$$[153,202^2 + 3(153,202^2 + 0)]^{0,5} \leq \frac{360}{0,8 * 1,25}$$

$306,404 < 360 \text{ MPa} \rightarrow$ vyhoví

$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$153,202 \leq 0,9 * \frac{360}{1,25}$$

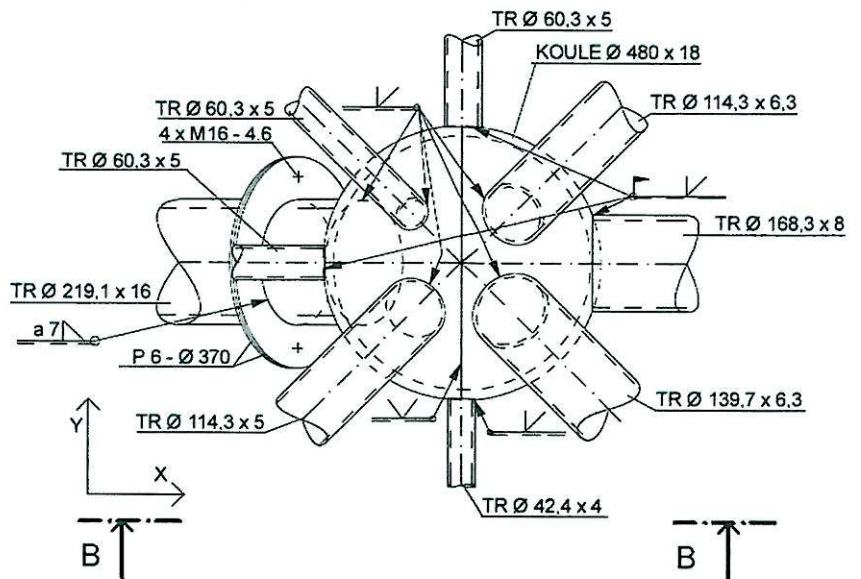
$153,202 < 259,2 \text{ MPa} \rightarrow$ vyhoví



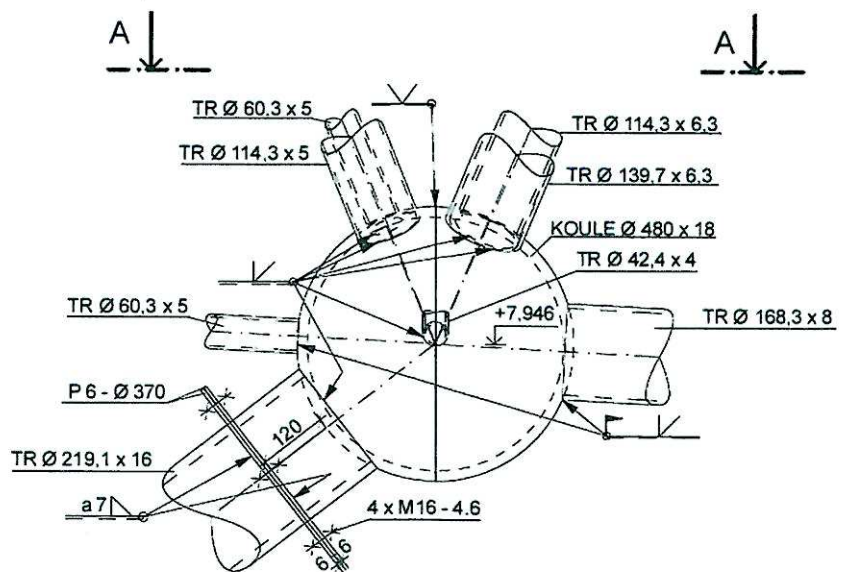
13.12 Detail XII

Umístění detailu viz výkres 01 - Dispozice.

POHLED A - A



POHLED B - B



Návrh styčnickové koule

- největší průměr připojovaných trubek $d_i = 219,1 \text{ mm}$
- největší tloušťka stěny připojovaných trubek $t_i = 16 \text{ mm}$
- průměr styčnickové koule z geometrického požadavku, aby nedošlo k proniku trubek $d_{XII} = 480 \text{ mm}$

tloušťka stěny koule t_{XII}

$$\frac{d_i}{d_{XII}} = \frac{219,1}{480} = 0,456$$

$$\frac{d_i}{d_{XII}} = 0,25 \rightarrow t'_{XII} = \frac{d_{XII}}{40}$$

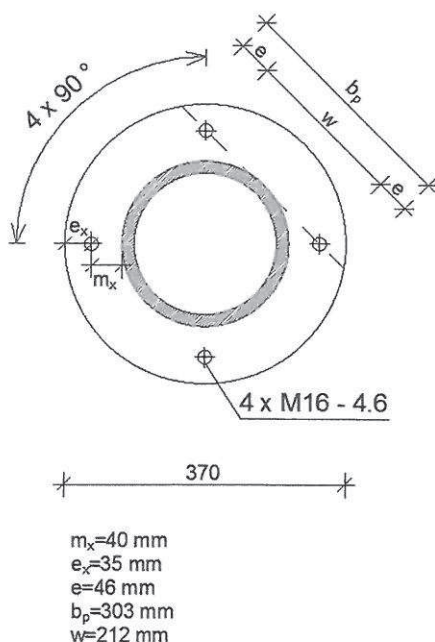
$$\frac{d_i}{d_{XII}} = 0,5 \rightarrow t'_{XII} = \frac{d_{XII}}{35}$$

$$\frac{d_i}{d_{XII}} = 0,456 \rightarrow t'_{XII} = \frac{d_{XII}}{35,88} = \frac{480}{35,88} = 13,38 \text{ mm}$$

$$t_{XII} = \max\{t_i + 1; t'_{XII}\} = \max\{16 + 1; 13,38\} \rightarrow t_{XII} = 18 \text{ mm}$$

Návrh čelní desky

- tloušťka čelní desky $t = 6 \text{ mm}$
- 4 šrouby M 16 - 4.6
- max. tahová síla ve vzpěře (TR Ø 219,1 x 16) $N_{t,Ed} = 48,907 \text{ kN}$ v kombinaci CO105: ZS1 x 1,0
 ZS2 x 1,0
 ZS4 b x 1,5



Únosnost pásnice náhradního T profilu $F_{T,Rd}$

- umístění, jakost a průměr šroubů jakož i tloušťka a průměr čelní desky je shodná jako v případě 13.1

$$F_{T,Rd} = 31,276 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{t,Ed}}{2} \leq F_{T,Rd}$$

$$\frac{48,907}{2} \leq 31,276$$

$$0,782 \leq 1 \rightarrow \text{vyhoví}$$

Tah ve šroubu

- síla na 1 šroub $F_{t,Ed} = \frac{N_{t,Ed}}{4} = \frac{48,907}{4} = 12,227N$

vliv páčení šroubu (viz. 13.1)

$\gamma_p = 1,45$

$$\frac{F_{t,Ed} * \gamma_p}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{12,227 * 1,45}{45,216} \leq 1$$

$0,392 < 1 \rightarrow$ vyhoví

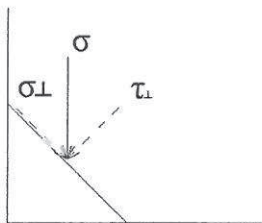
únosnost v protlačení $B_{p,Rd}$ (viz. 13.1)

$B_{p,Rd} = 84,362 \text{ kN}$

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{12,227}{84,362} \leq 1$$

$0,145 < 1 \rightarrow$ vyhoví



Svar vzpěry k čelním deskám

- koutový svar kolem celého obvodu $a=7 \text{ mm}$

- max. normálová síla (tlaková) $N_{E,d} = -989,32 \text{ kN}$ v kombinaci CO

23: ZS1 x 1,35 + ZS2 x 1,35 + ZS3 x 1,5 + ZS5a x 0,9

$$\sigma = \frac{N_{E,d}}{a\pi d} = \frac{989320}{7 * \pi * 219,1} = 205,327 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{205327}{\sqrt{2}} = 145,188 \text{ MPa}$$

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$[145,188^2 + 3(145,188^2 + 0)]^{0,5} \leq \frac{360}{0,8 * 1,25}$$

$290,377 < 360 \text{ MPa} \rightarrow$ vyhoví

$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$145,188 \leq 0,9 * \frac{360}{1,25}$$

$145,188 < 259,2 \text{ MPa} \rightarrow$ vyhoví

