



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Ocelová rozhledna

Rozhledna Bernard

Steel tower

Observation tower Bernard

Diplomová práce

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: Ing. Michal Netušil, Ph.D.

Bc. Vojtěch Vyhlás

Praha 2017



Obsah

Zadání	3
Čestné prohlášení	4
Poděkování	5
Anotace	6
Seznam příloh	7



Zadání

Nahradit originálem zadání



Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Bc. Vojtěch Vyhlás

Vojtěch Vyhlás
.....

21. května 2017



Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Michalu Netušilovi, Ph.D. za cenné rady a vstřícnost při konzultacích k vypracování diplomové práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Milanu Klášterkovi, který mě svým kritickým pohledem posouval k dalším a lepším řešením a v neposlední řadě mým rodičům, kteří za mnou stáli a podporovali mě nejen v období zpracovávání diplomové práce ale po celý můj studijní život.



Anotace

Cílem diplomové práce je vypracování výpočetního modelu, statického posudku a výkresové dokumentace ocelové rozhledny kolem komínu pivovaru Bernard z hlediska současných norem a požadavků.

Výpočet je proveden podle evropských norem zavedených do systému českých norem ČSN EN.

The aim of this thesis is to develop a computing model, static assessment and drawing documentation of steel observation tower on the chimney of Bernard Brewery in terms of current standards and requirements.

The calculation is done according to European standards introduced into the system of Czech standards CSN EN.



Seznam příloh

Technická zpráva

Statický výpočet

Výkresová dokumentace

Pohled, řezy	1xA2	1:100
Detaily	1xA2	1:10
Založení	1xA3	1:40



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Ocelová rozhledna

Rozhledna Bernard

Steel tower

Observation tower Bernard

Diplomová práce

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: Ing. Michal Netušil, Ph.D.

Bc. Vojtěch Vyhlás

Praha 2017



Obsah

Identifikační údaje	3
Údaje o stavbě	3
Celkový popis stavby	3
Popis konstrukce	3
Výroba	5
Dynamická analýza konstrukce	5
Použité materiály.....	6
Zatížení	6
Stálá zatížení.....	6
Proměnná zatížení.....	6
Kombinace zatížení.....	6
Posouzení prvků	7
Mezní stav únosnosti.....	7
Mezní stav použitelnosti	7
Posouzení detailů	7



Identifikační údaje

Údaje o stavbě

Název stavby:	Rozhledna Bernard
Místo stavby:	Areál Rodinného pivovaru Bernard, 5. května 1, 396 01 Humpolec
Předmět dokumentace:	Statické řešení architektonického návrhu rozhledny
Investor:	Rodinný pivovar BERNARD a.s.
Architektonické řešení:	AI-DESIGN, s.r.o.

Celkový popis stavby

Předmět řešení a rozsah dokumentace

Projektová dokumentace řeší statický návrh a posouzení rozhledny Bernard v městě Humpolec na Vysočině.

Obsah a rozsah dokumentace je vypracovaný na úrovni „projekt pro stavební povolení“.

Dokumentace definuje nosnou konstrukci ze specifikovaných stavebních materiálů z pohledu statické únosnosti konstrukčních prvků a posouzení celkové stability objektu.

Popis konstrukce

Komín

Komín je vystavěn tradiční formou z 1. poloviny 20. století jako zděný z radiálních cihel s dutinami. V patě má komín průměr 3,4 m a ve vrcholu 2,2 m. Výška komína je 32,7 m. Komín je bez ochozu a přístupný je po zabudovaném žebříku.

Válcová část rozhledny

Hlavní nosnou konstrukci tvoří 8 radiálně uspořádaných sloupů. Sloupy se po výšce sbíhají s mírným náklonem 1° od svislé osy. Ve styku s terénem je průměr kruhu od os sloupů 4,06 m a ve vrcholu 2,78 m. Vrcholy sloupů dosahují výšky 36,275 m. Sloupy jsou navrženy z profilů HEB, po výšce se velikosti profilů mění. Do výšky 9,6 m sloupy tvoří HEB 320, dále do výšky 17,5 m HEB 280 a zbytek je z profilu HEB 240. Montážní celky sloupů nepřesahují velikost 12 m, tak aby se vešly do zinkovacích nádrží. Montážní spoje přenášejí moment a jsou navrženy jako šroubované s příložkami na stojině a pásnicích. Sloupy jsou po 5 metrech spřaženy ocelovými skružemi z plechu tloušťky 25 mm a výšky 160 mm. Skruž je momentově



spojená šroubovým spojem ke sloupům ve směru její tužší osy a ve směru měkčí osy je uvažována kloubově.

Ztužení

Prostorovou tuhost válcové části zajišťují táhla průměru 30 mm umístěná do každého pole válce. Se vzpěrami z dutých trubek průměru 76x4 umístěných po 5 m a skružemi tak celý systém tvoří obdobu příhradové konstrukce. Ztužující táhla jsou také umístěna v polích v rovině vyhlídkové plošiny a střechy.

Schodišťová část

Schodiště geometricky tvoří spirálu kolem válcové části. Schodiště vynáší konzoly z profilu IPN 260 připojené k sloupům. Ke konzolám jsou připojeny schodnice jako prosté nosníky. Vnější schodnice je ze svařovaného T profilu s plechy tloušťky 18 mm a 14 mm. Vnitřní schodnice je z plechu tloušťky 12 mm a výšky 200 mm tak, aby bylo možné připojit schodišťové stupně. Schodišťové stupně z ocelového roštu jsou připojeny k pásnicím předvrtanými dírami a dvojicí šroubů. Výška stupně je 175 mm, na vnější straně má šířku 330 mm a na vnitřní 190 mm. K vnější pásnici je šroubově přimontováno zábradlí se sloupky z profilu jäckel 80x80x4.

Zastřešení schodiště vynáší konzoly z profilu IPN 200. Ke konzolám jsou šroubově připojeny nosníky zastřešení. Vnější nosník je ze svařovaného T profilu s plechy tloušťky 14 mm. Vnitřní nosník je z plechu tloušťky 14 mm.

Vyhlídková plošina

Vyhlídkovou plošinu i střechu plošiny vynáší konzoly IPN 260 a IPN 200. Ke konzolám jsou připojeny šroubovými spoji nosníky držící konstrukci podlahy a střechy. Vnitřní a střední nosník plošiny jsou z plechů tloušťky 16 mm a 20 mm výšky 150 mm. Vnější nosník je navržen jako svařovaný uzavřený profil z plechů tloušťky 14 mm a 10 mm. Nosníky střechy jsou z plechů tloušťky 20 mm a 14 mm výšky 150 mm.

Základová konstrukce

V prvním kroku bude na základě podrobného geologického a stavebně technického průzkumu navrženo zesílení stávajícího základu komínu tryskovou injektáží. Toto opatření zajistí bezpečný přenos tlaků přes stávající základ do zeminy. Na zachycení tahů, které dosahují až 630 kN na jeden sloup, bylo nutné navrhnout složitější komplexní konstrukci. Pro každý sloup je navržena jedna pilota. Díky stávajícímu základu komínu není možné pilotu umístit přímo pod patu sloupu, a proto jsou sloupy kotveny k roznášecímu prahu ze svařovaného H profilu. Navzájem jsou vyztuženy plechem s pásnicí tloušťky 22 mm. Roznášecí práh je kotven kotvami do nového železobetonového základu 0,8 metru pod terénem. Železobetonový základ tvoří prstenec kolem rozhledny a je společným základem



pro všechny sloupy. Roznášecí práh bude osazen na podlité tloušťky 30 mm cementovou maltou s vyšší pevností než beton základu. Kotvy do betonu jsou provázány s výztuží piloty minimálně na kotevní délku.

Výroba

Konstrukce je zařazena do třídy provedení EXC3 dle ČSN EN 1090-2. Všechny nosné konstrukce a prvky budou zároveň zinkovány. Ochrana proti korozi je stanovena na úrovni C2 a životnost na 80 let. Celková tloušťka zinkové vrstvy bude minimálně 60 μm . Šrouby jsou navrženy pevnostní třídy 8.8. Stupeň jakosti svarů je stanoven na B dle ČSN EN ISO 25817.

Dynamická analýza konstrukce

V prvním návrhu, kdy rozhledna neměla žádné spojení podporami s komínem vyšla dynamickou analýzou frekvence prvního vlastního kmitání rovna 1,95 Hz. V dalším návrhu byly ke komínu připojeny pružné podpory působící pouze v tlaku, umístěné ve 2 výškových úrovních 20 a 30 metrů. Tuhosti podpor byly stanoveny tak, aby měly reakce na komíně ekvivalentní působení jako zatížení větrem a vyvolávaly stejný moment v patě komínu. První vlastní frekvence stoupla na 2,18 Hz.

Dynamické účinky větru

Výpočet zatížení větrem je proveden dle normy ČSN EN 1991-1-4, stanovením statického působení větru pomocí maximálního dynamického tlaku $q_p(z)$ ve zvolených výškách, který je složen ze střední a krátkodobé složky fluktuace rychlosti větru. Flukтуаční složka je vyjádřena intenzitou turbulence. Dynamické působení větru norma ČSN EN 1991-1-4 zohledňuje zavedením součinitele konstrukce c_{sCd} , jako násobkem maximálního dynamického tlaku. Tento součinitel zohledňuje vliv současnosti výskytu maximálních hodnot flukтуаční složky a zároveň vliv kmitání konstrukce. Součinitel je uvažován konstantní hodnotou po celé výšce konstrukce. Nezohledňuje tedy vliv zatížení ekvivalentními setrvačnými silami, které mají odlišné rozložení oproti maximálnímu dynamickému tlaku. Norma omezuje použití součinitele konstrukce c_{sCd} na konstrukce, které neodpovídají řešené rozhledně a je tedy tento postup neaplikovatelný.

Norma ČSN EN 1993-3-2 – komíny dynamické účinky větru neřeší a odkazuje na normu ČSN EN 1991-1-4. Norma ČSN EN 1993-3-2 – stožáry už dynamické účinky větru na rozdíl od přechozí zmiňované řeší, a to přesnějšími ekvivalentními metodami. Tyto příhradové stožáry ale neodpovídají řešené rozhledně.

Dnes již neplatná norma ČSN 73 0035 uvádí postup výpočtu dynamické složky větru, která se má uvažovat pro objekty, kde vlastní frekvence kmitání je menší než 4 Hz. V případě řešené rozhledny, kde první vlastní frekvence kmitání je 2,18 Hz, se tedy dá očekávat vliv



dynamického působení, a to příčným kmitáním způsobené odtrháváním vírů. V normě ČSN EN 1991-1-4 příloze E je uvedeno kritérium pro nutnost výpočtu vlivu odtrhávání vírů pro válce, která válcová část rozhledny splňuje a výpočet vyžaduje. U rozhledny se však díky připojenému schodišťovému ramenu nemusí toto působení periodického odtrhávání vírů naplno projevit. Konstrukci je nezbytné posoudit složitější dynamickou metodou, například spektrální analýzou pomocí specializovaného softwaru a po vyhodnocení rozhlednu vybavit vhodným opatřením jako je zesílení tuhosti konstrukce nebo umístěním pohlcovače kmitů.

Použité materiály

Celá rozhledna byla navržena s oceli pevnosti S235JR.

Materiálové charakteristiky, viz statický výpočet str. 26.

Zatížení

Stálá zatížení

ZS1 – Vlastní tíha nosných konstrukcí

ZS2 – Ostatní stálé zatížení

Proměnná zatížení

ZS3 – Užité plné

ZS4 – Užité návětrná strana

ZS5 – Užité závětrná strana

ZS6 – Sníh

ZS7 – Vítr 1

ZS8 – Vítr 2

Ve výpočtu nebylo uvažováno zatížení námrazou.

Kombinace zatížení

Viz statický výpočet str. 21.



Posouzení prvků

Mezní stav únosnosti

Prvky byly posouzeny pro maximální návrhové vnitřní síly ze skupiny prvků se stejným průřezem, tj. síly z různých kombinací zatížení. Kombinované posouzení např. tlaku a ohybu bylo provedeno jen tam, kde to významně ovlivnilo využití průřezu.

Mezní stav použitelnosti

Rozhledna je posouzena pro celkovou deformaci, způsobenou charakteristickými hodnotami zatížení. Posun ve vrcholu rozhledny je 33 mm a je menší než 1/500 výšky konstrukce.

Posouzení detailů

Posouzeny byly 3 vybrané detaily v souladu s ČSN EN 1993-1-8.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Ocelová rozhledna

Rozhledna Bernard

Steel tower

Observation tower Bernard

Diplomová práce

STATICKÝ VÝPOČET

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: Ing. Michal Netušil, Ph.D.

Bc. Vojtěch Vyhlás

Praha 2017



Obsah

Rozhledna Bernard	4
Zatížení	6
Stálá zatížení	6
Proměnná zatížení	6
Zatížení užité	6
Zatížení sněhem	7
Zatížení větrem	8
Kombinace zatěžovacích stavů	20
Materiálové charakteristiky	26
Průřezové charakteristiky	27
Posouzení ocelových prvků – MSÚ	34
Sloupy – 1. vlastní tvary vybočení	34
Sloup (0–15 m)	35
Sloup (15–30 m)	38
Sloup (30 – 36,1 m)	40
Skruž	43
Ztužující táhla	46
Ztužení vodorovné	47
Konzoly schodiště	49
Konzoly střecha	51
Schodnice vnitřní	52
Schodnice vnější	55
Nosník plošiny vnější	56
Nosník plošiny střední	59
Nosník plošiny vnitřní	60
Nosník zastřešení schodiště vnitřní	62
Nosník zastřešení schodiště vnější	65
Nosník zastřešení plošiny střední	66
Nosník zastřešení plošiny vnější	67
Zábradlí	69
Posouzení přípojů – MSÚ	71



Přípoj sloupu a konzoly schodiště	71
Momentový přípoj sloupů	77
Čepový přípoj táhla	80
Posouzení MSP – deformace konstrukce	81
Dynamická analýza	82
Závěr	86
Seznam obrázků	87
Seznam použitého softwaru	89
Seznam podkladů a použitých norem	90



Rozhledna Bernard

Rozhledna Bernard je projektem stejnojmenného pivovaru ve městě Humpolec na Vysočině. Jedná se o výstavbu nové ocelové rozhledny kolem stávajícího komínu pivovaru. Komín je vystavěn tradiční formou z první poloviny 20. století jako zděný z radiálních cihel a jeho vrchol dosahuje výšky 32,7 metru. Částečně se podílí na nosné funkci plánované rozhledny. Ocelová rozhledna sestává z radiálně uspořádaných sloupů, kolem kterých se spirálovitě vine schodiště se zastřešením. Vyhlídková plošina je umístěna v úrovni vrcholu komína. Kouř bude veden vložkou nad úroveň střechy vyhlídkové plošiny. Předlohou pro statické řešení byla studie architektonické kanceláře AI – DESIGN, s.r.o.



Obrázek 1 - Umístění rozhledny



Obrázek 3 - Komín pivovaru



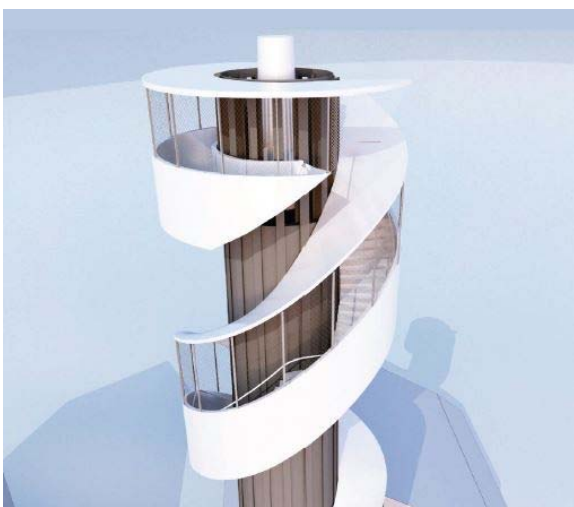
Obrázek 2 - Komín pivovaru bližší pohled



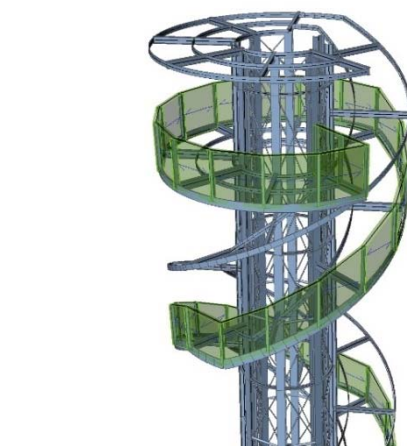
Obrázek 5 - Vizualizace rozhledny "AI - DESIGN s.r.o."



Obrázek 4 - Statický výpočtový model



Obrázek 7 - Vyhlídková část "AI - DESIGN s.r.o."



Obrázek 6 - Vyhlídková část - statický model



Zatížení

Stálá zatížení

$$\gamma_G = 1,35$$

ZS1 – Vlastní tíha nosných konstrukcí generovaná softwarem SCIA Engineer

ZS2 – Ostatní stálé zatížení

Schodiště

- schodišťové stupně (ocelový rošt) – odhad

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

- zábradlí plné – odhad

$$g_k = 0,3 \text{ kN/m}^2$$

Vyhlídková plošina

- ocelový rošt – odhad

$$g_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$$

Střecha

- pojistná hydroizolace

$$g_{k,1} = 0,005 \text{ kN/m}^2$$

- ocelový pozinkovaný plech s podpůrnou konstrukcí – odhad

$$g_{k,2} = 0,85 \text{ kN/m}^2$$

- střecha celkem

$$g_k = 0,005 + 0,85 \cong 0,86 \text{ kN/m}^2$$

Proměnná zatížení

$$\gamma_Q = 1,5$$

Zatížení užité

ZS3 – Užité plné – působení po celé konstrukci

ZS4 – Užité závětrná strana – působení jen na polovině konstrukce na závětrné straně

ZS5 – Užité návětrná strana – působení jen na polovině konstrukce na návětrné straně

Schodiště

$$g_{k,1} = 3,0 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{ČSN EN 1991 – 1 – 1 tab. 6.1} \rightarrow A - \text{schodiště } (2,0 - 4,0 \text{ kN/m}^2))$$



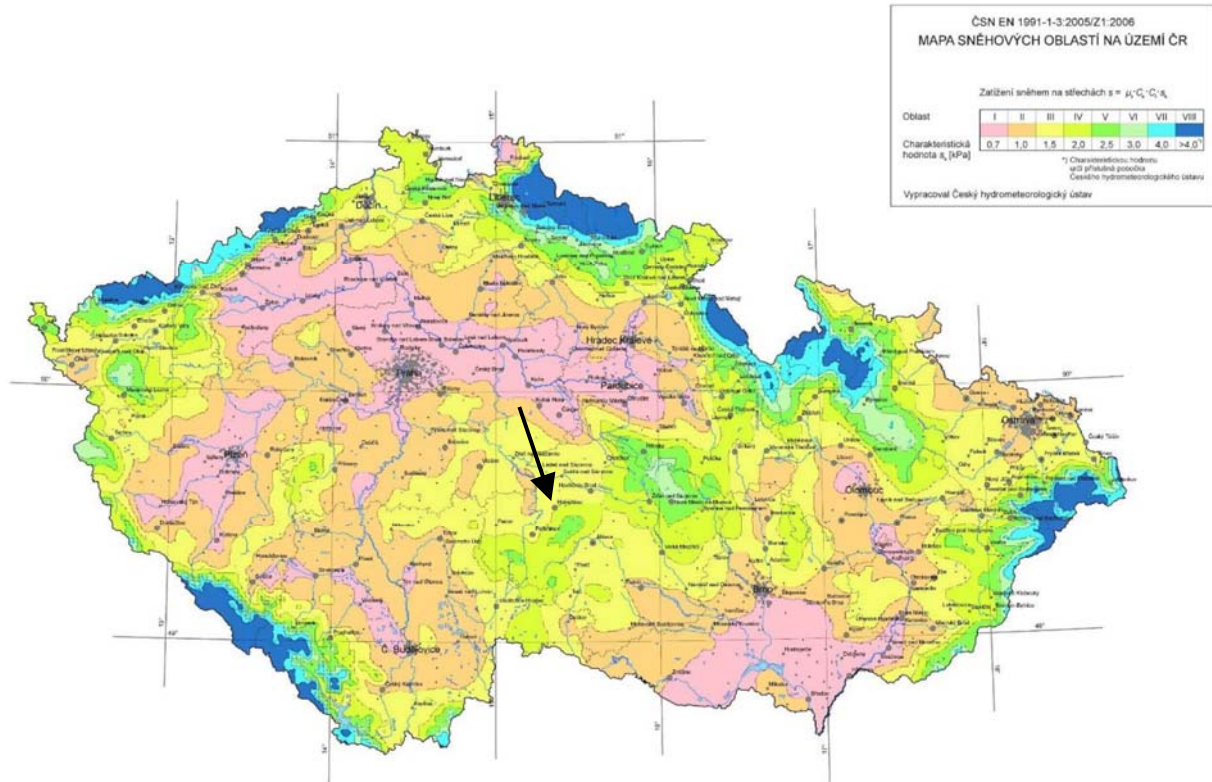
Pochozí plošina

$$g_{k,1} = 4,0 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{ČSN EN 1991-1-1 tab. 6.1} \rightarrow \text{C3 (3,0-5,0 kN/m}^2))$$

Zatížení sněhem

ZS6 – Sníh

Sněhová oblast III



Obrázek 8 - Mapa sněhových oblastí (platná od října 2006)

tepelný součinitel

$$C_t = 1,0$$

součinitel expozice

$$C_e = 1,0 \text{ (otevřená krajina)}$$

charakteristická hodnota zatížení sněhem

$$s_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

Střecha plošiny

sklon střechy

$$\alpha = 0^\circ$$

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 0,96 \text{ kN/m}^2$$

tvarový součinitel

$$\mu_i = 0,8$$

Střecha schodiště

sklon střechy

$$\alpha = 24^\circ$$

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 0,96 \text{ kN/m}^2$$



tvarový součinitel

$$\mu_1 = 0,8$$

Schodišťové rameno

sklon ramene

$$\alpha = 24^\circ$$

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 0,96 \text{ kN/m}^2$$

tvarový součinitel

$$\mu_1 = 0,8$$

vlivem plného zábradlí a střechy snížení zatížení o 30 % $\rightarrow 0,7 \cdot 0,96 = 0,672 \text{ kN/m}^2$

Zatížení větrem

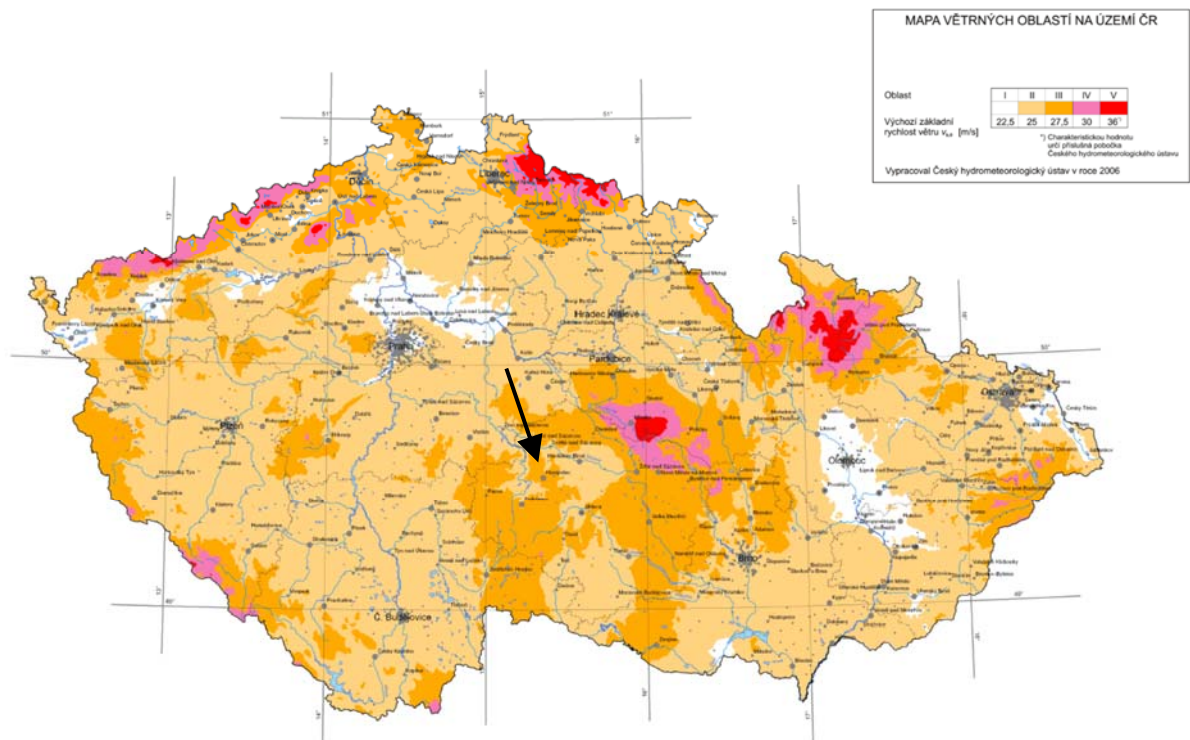
ZS7 – Vítr 1 (na vyhlídkové plošině a střeše plošiny tlak větru uvažován směrem dolů)

ZS8 – Vítr 2 (na vyhlídkové plošině a střeše plošiny tlak větru uvažován směrem

nahoru)

Kategorie terénu II

Větrná oblast III



Obrázek 9 - Mapa větrných oblastí (platná od října 2006)

Základní rychlost větru

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,o} = 1 \cdot 1 \cdot 27,5 = 27,5 \text{ m/s}$$

součinitel směru větru

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

součinitel ročního období

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



výchozí základní rychlost větru

$$v_{b,o} = 27,5 \text{ m/s}$$

Rozdělení výšky na počítané úseky z_i

$$0 - 10 \text{ m} \quad z_1 = 10 \text{ m}$$

$$10 - 20 \text{ m} \quad z_2 = 20 \text{ m}$$

$$20 - 30 \text{ m} \quad z_3 = 30 \text{ m}$$

$$30 - 35 \text{ m} \quad z_4 = 35 \text{ m}$$

Charakteristická střední rychlost větru

$$v_m(z_i) = c_r(z_i) \cdot c_o(z_i) \cdot v_b$$

součinitel orografie $c_o(z) = 1,0$

parametr drsnosti terénu $z_o = 0,3 \text{ m}$

parametr drsnosti terénu kategorie II $z_{o,II} = 0,05 \text{ m}$

součinitel terénu $k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_o}{z_{o,II}}\right)^{0,07} = 0,19 \cdot \left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} = 0,215$

součinitel drsnosti terénu $c_r(z_i) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z_i}{z_o}\right)$

$$c_r(10) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z_i}{z_o}\right) = 0,215 \cdot \ln\left(\frac{10}{0,3}\right) = 0,754$$

$$c_r(20) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z_i}{z_o}\right) = 0,215 \cdot \ln\left(\frac{20}{0,3}\right) = 0,903$$

$$c_r(30) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z_i}{z_o}\right) = 0,215 \cdot \ln\left(\frac{30}{0,3}\right) = 0,99$$

$$c_r(35) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z_i}{z_o}\right) = 0,215 \cdot \ln\left(\frac{35}{0,3}\right) = 1,02$$

$$v_m(10) = 0,754 \cdot 1 \cdot 27,5 = 20,74 \text{ m/s}$$

$$v_m(20) = 0,903 \cdot 1 \cdot 27,5 = 24,83 \text{ m/s}$$

$$v_m(30) = 0,99 \cdot 1 \cdot 27,5 = 27,23 \text{ m/s}$$

$$v_m(35) = 1,02 \cdot 1 \cdot 27,5 = 28,05 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence

$$I_v(z_i) = \frac{k_1}{c_o(z_i) \cdot \ln\left(\frac{z_i}{z_o}\right)}$$

parametr drsnosti terénu $k_1 = 1$

$$I_v(10) = \frac{1}{1 \cdot \ln\left(\frac{10}{0,3}\right)} = 0,285$$

$$I_v(20) = \frac{1}{1 \cdot \ln\left(\frac{20}{0,3}\right)} = 0,238$$



$$I_v(30) = \frac{1}{1 \cdot \ln\left(\frac{30}{0,3}\right)} = 0,217$$

$$I_v(35) = \frac{1}{1 \cdot \ln\left(\frac{35}{0,3}\right)} = 0,21$$

Maximální dynamický tlak větru

$$q_p(z_i) = [1 + 7 \cdot I_v(z_i)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z_i)$$

měrná hmotnost vzduchu

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

$$q_p(10) = [1 + 7 \cdot 0,285] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 20,74^2 = 0,805 \text{ kN/m}^2$$

$$q_p(20) = [1 + 7 \cdot 0,238] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 24,83^2 = 1,027 \text{ kN/m}^2$$

$$q_p(30) = [1 + 7 \cdot 0,217] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 27,23^2 = 1,167 \text{ kN/m}^2$$

$$q_p(35) = [1 + 7 \cdot 0,21] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 28,05^2 = 1,214 \text{ kN/m}^2$$

Válcová část rozhledny

Reynoldsovo číslo

$$Re = \frac{b \cdot v(z_e)}{\nu} = \frac{3,4 \cdot 44,07}{15 \cdot 10^{-6}} = 9,99 \cdot 10^6$$

maximální rychlost větru

$$v(z_e) = \sqrt{2 \cdot \frac{q_p(z_e)}{\rho}} = \sqrt{2 \cdot \frac{1,214}{1,25}} = 44,07 \text{ m/s}$$

kinematická viskozita vzduchu

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

Referenční výška z_e je rovna maximální výšce uvažovaného průřezu b

Idealizace $z_e = 35 \text{ m}$ pro $b = 3,4 \text{ m}$ (průměr v polovině výšky rozhledny)

Efektivní štíhlost

$$\text{pro } l = 50 \text{ m} \quad \lambda = 0,7 \cdot l/b = 0,7 \cdot 50/3,37 = 10,39$$

$$\text{pro } l = 15 \text{ m} \quad \lambda = l/b = 15/3,37 = 4,45$$

$$\text{interpolovaná hodnota pro } l = 35 \text{ m} \quad \lambda = 7,84$$

Součinitel vnějšího tlaku bez vlivu proudění kolem volných konců

Idealizace

$$0^\circ - 45^\circ \quad c_{p,0} = 1,0$$

$$45^\circ - 90^\circ \quad c_{p,0} = -1,5$$



$$90^\circ - 135^\circ \quad c_{p,0} = -0,8$$

$$135^\circ - 180^\circ \quad c_{p,0} = -0,8$$

Součinitele koncového efektu pro úhel α

$$0^\circ - 45^\circ \quad \psi_{\lambda\alpha} = 1,0$$

$$45^\circ - 90^\circ \quad \psi_{\lambda\alpha} = 1,0$$

$$90^\circ - 135^\circ \quad \psi_{\lambda\alpha} = \psi_\lambda + (1 - \psi_\lambda) \cdot$$

$$\cos\left(\frac{\pi}{2} \cdot \left(\frac{\alpha - \alpha_{min}}{\alpha_A - \alpha_{min}}\right)\right) = 0,68 + (1 - 0,68) \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} \cdot \left(\frac{112,5 - 75}{105 - 75}\right)\right) = 1,0$$

poloha bodu oddělení proudu

$$\alpha_A = 105^\circ$$

místo minimálního tlaku

$$\alpha_{min} = 75^\circ$$

součinitel koncového efektu

$$\psi_\lambda = 0,68$$

$$90^\circ - 135^\circ \quad \psi_{\lambda\alpha} = \psi_\lambda = 0,68$$

Součinitele vnějších tlaků

$$c_{pe} = c_{p,0} + \psi_{\lambda\alpha}$$

$$0^\circ - 45^\circ \quad c_{pe} = 1 \cdot 1 = 1,0$$

$$45^\circ - 90^\circ \quad c_{pe} = -1,5 \cdot 1 = -1,5$$

$$90^\circ - 135^\circ \quad c_{pe} = -0,8 \cdot 1 = -0,8$$

$$135^\circ - 180^\circ \quad c_{pe} = -0,8 \cdot 0,68 = -0,544$$

Tlak větru

$$w_e = q_p(z_i) \cdot c_{pe}$$

h: 0 – 10 m

$$0^\circ - 45^\circ \quad w_e = 0,805 \cdot 1 = 0,805 \text{ kN/m}^2$$

$$45^\circ - 90^\circ \quad w_e = 0,805 \cdot (-1,5) = -1,208 \text{ kN/m}^2$$

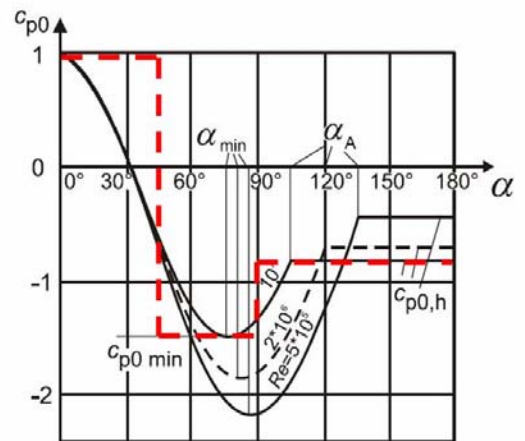
$$90^\circ - 135^\circ \quad w_e = 0,805 \cdot (-0,8) = -0,644 \text{ kN/m}^2$$

$$135^\circ - 180^\circ \quad w_e = 0,805 \cdot (-0,544) = -0,438 \text{ kN/m}^2$$

h: 10 – 20 m

$$0^\circ - 45^\circ \quad w_e = 1,027 \cdot 1 = 1,027 \text{ kN/m}^2$$

$$45^\circ - 90^\circ \quad w_e = 1,027 \cdot (-1,5) = -1,541 \text{ kN/m}^2$$



Obrázek 10 - Rozdělení tlaků pro válcovou část



$$90^\circ - 135^\circ \quad w_e = 1,027 \cdot (-0,8) = -0,822 \text{ kN/m}^2$$

$$135^\circ - 180^\circ \quad w_e = 1,027 \cdot (-0,544) = -0,559 \text{ kN/m}^2$$

h: 20 – 30 m

$$0^\circ - 45^\circ \quad w_e = 1,167 \cdot 1 = 1,167 \text{ kN/m}^2$$

$$45^\circ - 90^\circ \quad w_e = 1,167 \cdot (-1,5) = -1,751 \text{ kN/m}^2$$

$$90^\circ - 135^\circ \quad w_e = 1,167 \cdot (-0,8) = -0,934 \text{ kN/m}^2$$

$$135^\circ - 180^\circ \quad w_e = 1,167 \cdot (-0,544) = -0,635 \text{ kN/m}^2$$

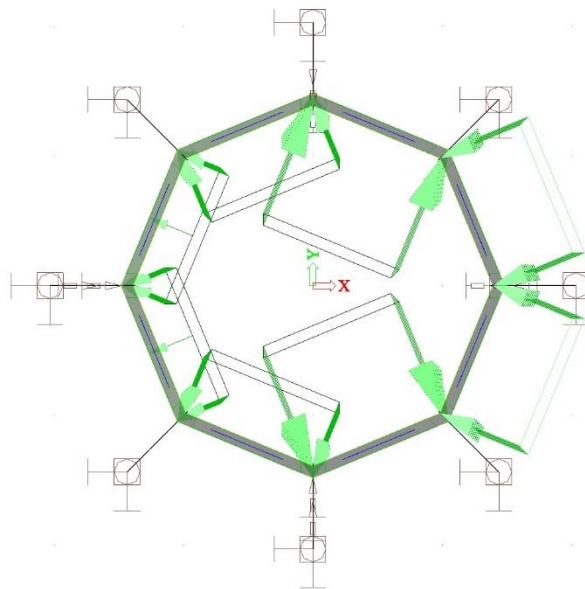
h: 30 – 35 m

$$0^\circ - 45^\circ \quad w_e = 1,214 \cdot 1 = 1,214 \text{ kN/m}^2$$

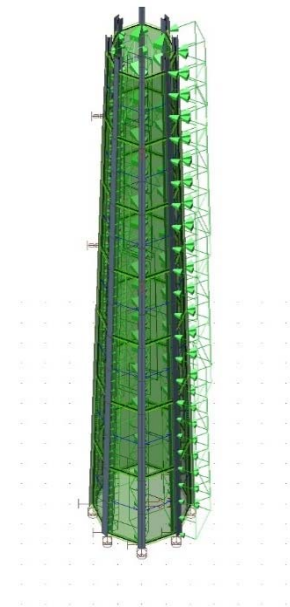
$$45^\circ - 90^\circ \quad w_e = 1,214 \cdot (-1,5) = -1,821 \text{ kN/m}^2$$

$$90^\circ - 135^\circ \quad w_e = 1,214 \cdot (-0,8) = -0,971 \text{ kN/m}^2$$

$$135^\circ - 180^\circ \quad w_e = 1,214 \cdot (-0,544) = -0,66 \text{ kN/m}^2$$



Obrázek 11- Rozložení zatížení větrem na průřezu



Obrázek 12 - Rozložení zatížení větrem- válcová část



Vyhlídková plošina

Idealizace: přístřešek, výpočet dle ČSN EN 1991-1-4; 7.3 Přístřešky

Tlak větru

$$w = q_p(35) \cdot c_{p,net} = 1,214 \cdot (-1,5) = -1,821 \text{ kN/m}^2 \text{ (tlak směr dolů – ZS7)}$$

$$w = q_p(35) \cdot c_{p,net} = 1,214 \cdot 0,5 = 0,607 \text{ kN/m}^2 \text{ (tlak směr nahoru – ZS8)}$$

součinitel výsledného tlaku

$$c_{p,net} = -1,5$$

součinitel výsledného tlaku

$$c_{p,net} = 0,5$$

úhel sklonu

$$\alpha = 0^\circ$$

součinitel plnosti

$$\varphi = 1,0 \text{ (vliv plného zábradlí)}$$

Střecha vyhlídkové plošiny

Idealizace: přístřešek, výpočet dle ČSN EN 1991-1-4; 7.3 Přístřešky

Tlak větru

$$w = q_p(35) \cdot c_{p,net} = 1,214 \cdot 0,5 = 0,607 \text{ kN/m}^2 \text{ (tlak směr dolů – ZS7)}$$

$$w = q_p(35) \cdot c_{p,net} = 1,214 \cdot -1,5 = -1,821 \text{ kN/m}^2 \text{ (tlak směr nahoru – ZS8)}$$

součinitel výsledného tlaku

$$c_{p,net} = 0,5$$

součinitel výsledného tlaku

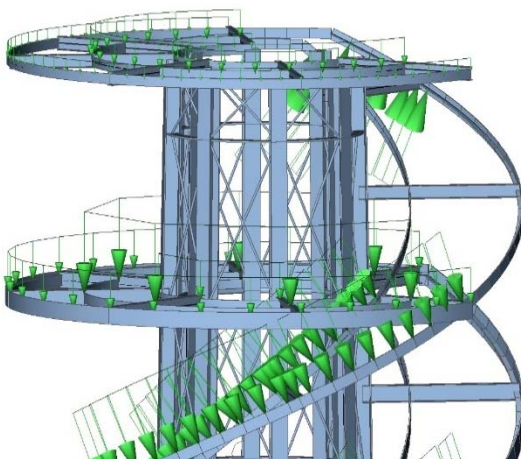
$$c_{p,net} = -1,5$$

úhel sklonu

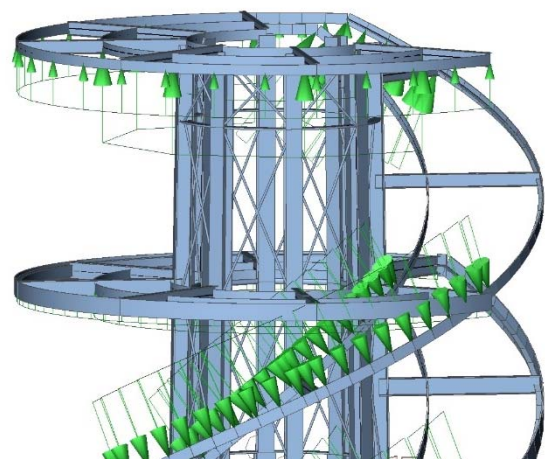
$$\alpha = 0^\circ$$

součinitel plnosti

$$\varphi = 0$$



Obrázek 14 - Rozložení zatížení větrem - vyhlídková část ZS7



Obrázek 13 - Rozložení zatížení větrem - vyhlídková část ZS8



Zábradlí schodiště a vyhlídkové plošiny

Reynoldsovo číslo

$$Re = \frac{b \cdot v(z_e)}{\nu} = \frac{7,64 \cdot 44,07}{15 \cdot 10^{-6}} = 2,245 \cdot 10^7 \cong 10^7$$

maximální rychlost větru

$$v(z_e) = \sqrt{2 \cdot \frac{q_p(z_e)}{\rho}} = \sqrt{2 \cdot \frac{1,214}{1,25}} = 44,07 \text{ m/s}$$

referenční výška

$$z_e = 35 \text{ m}$$

průměr

$$b = 7,64 \text{ m}$$

Efektivní štíhlost

$$\text{pro } l = 50 \text{ m} \quad \lambda = 0,7 \cdot l/b = 0,7 \cdot 50/7,64 = 4,58$$

$$\text{pro } l = 15 \text{ m} \quad \lambda = l/b = 15/7,64 = 1,96$$

$$\text{interpolovaná hodnota pro } l = 35 \text{ m} \quad \lambda = 3,46$$

Součinitel vnějšího tlaku bez vlivu proudění kolem volných konců

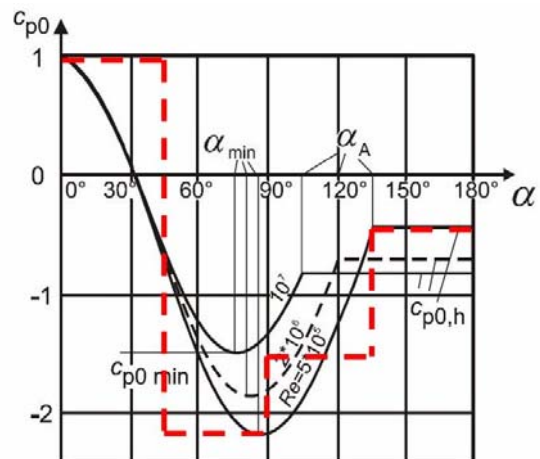
Idealizace

$$0^\circ - 45^\circ \quad c_{p,0} = 1,0$$

$$45^\circ - 90^\circ \quad c_{p,0} = -2,2$$

$$90^\circ - 135^\circ \quad c_{p,0} = -1,5$$

$$135^\circ - 180^\circ \quad c_{p,0} = -0,4$$



Obrázek 15 - rozdělení tlaků pro schodišťovou část

Součinitele koncového efektu pro úhel α

$$0^\circ - 45^\circ \quad \psi_{\lambda\alpha} = 1,0$$

$$45^\circ - 90^\circ \quad \psi_{\lambda\alpha} = 1,0$$

$$90^\circ - 135^\circ \quad \psi_{\lambda\alpha} = \psi_{\lambda} + (1 - \psi_{\lambda}) \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{\alpha - \alpha_{min}}{\alpha_A - \alpha_{min}}\right) = 1 + (1 - 1) \cdot$$

$$\cos\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{112,5 - 90}{135 - 90}\right) = 1,0$$

poloha bodu oddělení proudů

$$\alpha_A = 135^\circ$$

místo minimálního tlaku

$$\alpha_{min} = 90^\circ$$

součinitel koncového efektu

$$\psi_{\lambda} = 1,0$$

$$90^\circ - 135^\circ \quad \psi_{\lambda\alpha} = \psi_{\lambda} = 1,0$$

Součinitele vnějších tlaků



$$c_{pe} = c_{p,0} + \psi_{\lambda\alpha}$$

$$0^\circ - 45^\circ \quad c_{pe} = 1 \cdot 1 = 1,0$$

$$45^\circ - 90^\circ \quad c_{pe} = -2,2 \cdot 1 = -2,2$$

$$90^\circ - 135^\circ \quad c_{pe} = -1,5 \cdot 1 = -1,5$$

$$135^\circ - 180^\circ \quad c_{pe} = -0,4 \cdot 1 = -0,4$$

Tlak větru

$$w_e = q_p(z_i) \cdot c_{pe}$$

h: 0 – 10 m

$$0^\circ - 45^\circ \quad w_e = 0,805 \cdot 1 = 0,805 \text{ kN/m}^2$$

$$45^\circ - 90^\circ \quad w_e = 0,805 \cdot (-2,2) = -1,771 \text{ kN/m}^2$$

$$90^\circ - 135^\circ \quad w_e = 0,805 \cdot (-1,5) = -1,208 \text{ kN/m}^2$$

$$135^\circ - 180^\circ \quad w_e = 0,805 \cdot (-0,4) = -0,322 \text{ kN/m}^2$$

h: 10 – 20 m

$$0^\circ - 45^\circ \quad w_e = 1,027 \cdot 1 = 1,027 \text{ kN/m}^2$$

$$45^\circ - 90^\circ \quad w_e = 1,027 \cdot (-2,2) = -2,26 \text{ kN/m}^2$$

$$90^\circ - 135^\circ \quad w_e = 1,027 \cdot (-1,5) = -1,54 \text{ kN/m}^2$$

$$135^\circ - 180^\circ \quad w_e = 1,027 \cdot (-0,4) = -0,412 \text{ kN/m}^2$$

h: 20 – 30 m

$$0^\circ - 45^\circ \quad w_e = 1,167 \cdot 1 = 1,167 \text{ kN/m}^2$$

$$45^\circ - 90^\circ \quad w_e = 1,167 \cdot (-2,2) = -2,57 \text{ kN/m}^2$$

$$90^\circ - 135^\circ \quad w_e = 1,167 \cdot (-1,5) = -1,751 \text{ kN/m}^2$$

$$135^\circ - 180^\circ \quad w_e = 1,167 \cdot (-0,4) = -0,467 \text{ kN/m}^2$$

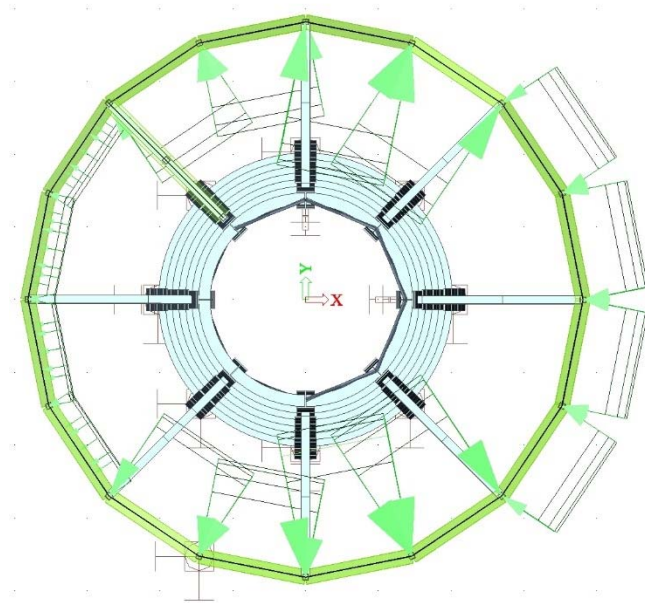
h: 30 – 35 m

$$0^\circ - 45^\circ \quad w_e = 1,214 \cdot 1 = 1,214 \text{ kN/m}^2$$

$$45^\circ - 90^\circ \quad w_e = 1,214 \cdot (-2,2) = -2,671 \text{ kN/m}^2$$

$$90^\circ - 135^\circ \quad w_e = 1,214 \cdot (-1,5) = -1,821 \text{ kN/m}^2$$

$$135^\circ - 180^\circ \quad w_e = 1,214 \cdot (-0,4) = -0,486 \text{ kN/m}^2$$



Obrázek 17 - Rozložení zatížení větrem na zábradlí



Obrázek 16 - Rozložení zatížení větrem na zábradlí – celkový pohled

Schodišťové rameno

Idealizace: přístřešek, výpočet dle ČSN EN 1991-1-4; 7.3 Přístřešky

Plak větru

$$w = q_p(z_i) \cdot c_{p,net}$$

součinitel výsledného tlaku působení zespodu

$$c_{p,net,1} = -3,0$$

součinitel výsledného tlaku působení shora

$$c_{p,net,2} = 2,2$$

úhel sklonu

$$\alpha = 28^\circ$$

součinitel plnosti

$$\varphi = 0$$

- součinitele působící ve směru nepříznivějšího působení vzhledem k celkovému směru naklonění konstrukce

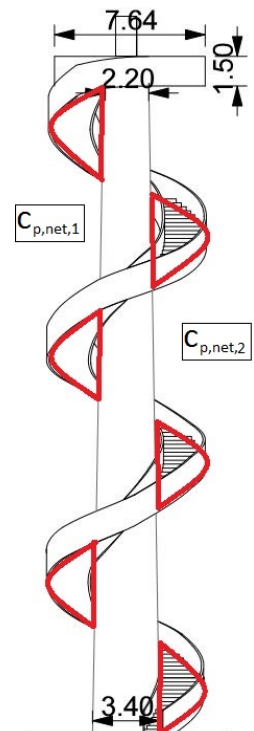
$$h: \quad 0 - 10 \text{ m}$$

$$w_1 = 0,805 \cdot (-3,0) = -2,415 \text{ kN/m}^2$$

$$w_2 = 0,805 \cdot 2,2 = 1,771 \text{ kN/m}^2$$

$$h: \quad 10 - 20 \text{ m}$$

$$w_1 = 1,027 \cdot (-3,0) = -3,081 \text{ kN/m}^2$$



Obrázek 18 - Schéma rozložení tlaků na schodišťové rameno



$$w_2 = 1,027 \cdot 2,2 = 2,259 \text{ kN/m}^2$$

$$\mathbf{h: \quad 20 - 30 \text{ m}}$$

$$w_1 = 1,167 \cdot (-3,0) = -3,501 \text{ kN/m}^2$$

$$w_2 = 1,167 \cdot 2,2 = 2,567 \text{ kN/m}^2$$

$$\mathbf{h: \quad 30 - 35 \text{ m}}$$

$$w_1 = 1,214 \cdot (-3,0) = -3,642 \text{ kN/m}^2$$

$$w_2 = 1,214 \cdot 2,2 = 2,671 \text{ kN/m}^2$$

Přepočet plošného zatížení na liniové zatížení působící na schodnice

- zatěžovací šířka je polovina šířky ramene $l = \frac{1,66}{2} = 0,83 \text{ m}$

$$W_1 = w_1 \cdot l$$

$$\mathbf{h: \quad 0 - 10 \text{ m}}$$

$$W_1 = -2,415 \cdot 0,83 = -2,004 \text{ kN/m}$$

$$W_2 = 1,771 \cdot 0,83 = 1,47 \text{ kN/m}$$

$$\mathbf{h: \quad 10 - 20 \text{ m}}$$

$$W_1 = -3,081 \cdot 0,83 = -2,557 \text{ kN/m}$$

$$W_2 = 2,259 \cdot 0,83 = 1,875 \text{ kN/m}$$

$$\mathbf{h: \quad 20 - 30 \text{ m}}$$

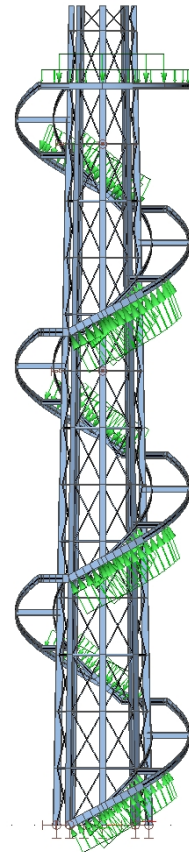
$$W_1 = -3,501 \cdot 0,83 = -2,906 \text{ kN/m}$$

$$W_2 = 2,567 \cdot 0,83 = 2,131 \text{ kN/m}$$

$$\mathbf{h: \quad 30 - 35 \text{ m}}$$

$$W_1 = -3,642 \cdot 0,83 = -3,023 \text{ kN/m}$$

$$W_2 = 2,671 \cdot 0,83 = 2,217 \text{ kN/m}$$



Obrázek 19 - Rozložení zatížení větrem - schodišťové rameno

Zastřešení schodiště

Idealizace: přístřešek, výpočet dle ČSN EN 1991-1-4; 7.3 Přístřešky

- postup stejný jako u schodišťového ramene, jen s jiným úhlem $\alpha \rightarrow$ jiné $c_{p,net,1}$

Tlak větru

$$w = q_p(z_i) \cdot c_{p,net}$$



součinitel výsledného tlaku působení zespodu $c_{p,net,1} = -2,6$

součinitel výsledného tlaku působení shora $c_{p,net,2} = 2,0$

úhel sklonu $\alpha = 24^\circ$

součinitel plnosti $\varphi = 0$

- součinitele působící ve směru nepříznivějšího působení vzhledem k celkovému směru naklonění konstrukce

h: 0 – 10 m

$$w_1 = 0,805 \cdot (-2,6) = -2,093 \text{ kN/m}^2$$

$$w_2 = 0,805 \cdot 2,0 = 1,61 \text{ kN/m}^2$$

h: 10 – 20m

$$w_1 = 1,027 \cdot (-2,6) = -2,67 \text{ kN/m}^2$$

$$w_2 = 1,027 \cdot 2,0 = 2,054 \text{ kN/m}^2$$

h: 20 – 30 m

$$w_1 = 1,167 \cdot (-2,6) = -3,034 \text{ kN/m}^2$$

$$w_2 = 1,167 \cdot 2,0 = 2,334 \text{ kN/m}^2$$

h: 30 – 35 m

$$w_1 = 1,214 \cdot (-2,6) = -3,156 \text{ kN/m}^2$$

$$w_2 = 1,214 \cdot 2,0 = 2,428 \text{ kN/m}^2$$

Přepočít plošného zatížení na liniové zatížení působící na schodnice

- zatěžovací šířka je polovina šířky ramene $l = \frac{1,66}{2} = 0,83 \text{ m}$

$$W_1 = w_1 \cdot l$$

h: 0 – 10 m

$$W_1 = -2,093 \cdot 0,83 = -1,737 \text{ kN/m}$$

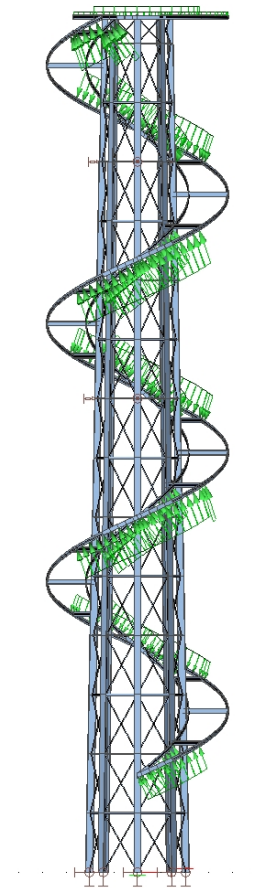
$$W_2 = 1,61 \cdot 0,83 = 1,336 \text{ kN/m}$$

h: 10 – 20m

$$W_1 = -2,67 \cdot 0,83 = -2,216 \text{ kN/m}$$

$$W_2 = 2,054 \cdot 0,83 = 1,705 \text{ kN/m}$$

h: 20 – 30 m



Obrázek 20 - Rozložení zatížení větrem - zastřešení schodiště



$$W_1 = -3,034 \cdot 0,83 = -2,518 \text{ kN/m}$$

$$W_2 = 2,334 \cdot 0,83 = 1,937 \text{ kN/m}$$

h: 30 – 35 m

$$W_1 = -3,156 \cdot 0,83 = -2,619 \text{ kN/m}$$

$$W_2 = 2,428 \cdot 0,83 = 2,015 \text{ kN/m}$$



Kombinace zatěžovacích stavů

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč.
CO1	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS3 - Užité plné	1,00
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,00
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,00
		ZS6 - Sníh	1,00
		ZS7 - Vítr 1	1,00
		ZS8 - Vítr 2	1,00
CO2	Obálka - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
CO3	Obálka - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
CO4	Obálka - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS7 - Vítr 1	1,50
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,05
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,05
		ZS8 - Vítr 2	1,50
		ZS3 - Užité plné	1,05
CO5	Obálka - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS7 - Vítr 1	1,50
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,05
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,05
		ZS8 - Vítr 2	1,50
		ZS3 - Užité plné	1,05
CO6	Obálka - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,50
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,50
		ZS8 - Vítr 2	0,90
		ZS3 - Užité plné	1,50
CO7	Obálka - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,50
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,50
		ZS8 - Vítr 2	0,90
		ZS3 - Užité plné	1,50
CO8	Obálka - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS4 - Užité závětrná	1,05

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč.
		strana	
		ZS6 - Sníh	1,50
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,05
		ZS8 - Vítr 2	0,90
		ZS3 - Užité plné	1,05
CO9	Obálka - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,05
		ZS6 - Sníh	1,50
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,05
		ZS8 - Vítr 2	0,90
		ZS3 - Užité plné	1,05
CO10	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
CO11	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
CO12	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS6 - Sníh	0,75
CO13	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,05
CO14	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,05
CO15	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS3 - Užité plné	1,05
CO16	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS7 - Vítr 1	1,50
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
CO17	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS8 - Vítr 2	1,50
CO18	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,05
		ZS6 - Sníh	0,75
CO19	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,05
CO20	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS3 - Užité plné	1,05
CO21	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS7 - Vítr 1	1,50
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS6 - Sníh	0,75
CO22	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS6 - Sníh	0,75



Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč.
CO23	Lineární - únosnost	ZS8 - Vítr 2	1,50
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS7 - Vítr 1	1,50
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
CO24	Lineární - únosnost	ZS4 - Užité z závětrná strana	1,05
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS7 - Vítr 1	1,50
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
CO25	Lineární - únosnost	ZS5 - Užité návětrná strana	1,05
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS7 - Vítr 1	1,50
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
CO26	Lineární - únosnost	ZS3 - Užité plné	1,05
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS4 - Užité z závětrná strana	1,05
CO27	Lineární - únosnost	ZS8 - Vítr 2	1,50
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,05
CO28	Lineární - únosnost	ZS8 - Vítr 2	1,50
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS3 - Užité plné	1,05
CO29	Lineární - únosnost	ZS8 - Vítr 2	1,50
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS7 - Vítr 1	1,50
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
CO30	Lineární - únosnost	ZS4 - Užité z závětrná strana	1,05
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS7 - Vítr 1	1,50
CO31	Lineární - únosnost	ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS3 - Užité plné	1,05
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
CO32	Lineární - únosnost	ZS8 - Vítr 2	1,50
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
CO33	Lineární - únosnost	ZS4 - Užité z závětrná strana	1,05
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
CO34	Lineární - únosnost	ZS8 - Vítr 2	1,50
		ZS3 - Užité plné	1,05
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
CO35	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	0,75

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč.
CO36	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS4 - Užité z závětrná strana	1,05
CO37	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,05
CO38	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS3 - Užité plné	1,05
CO39	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS7 - Vítr 1	1,50
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
CO40	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS8 - Vítr 2	1,50
CO41	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS4 - Užité z závětrná strana	1,05
		ZS6 - Sníh	0,75
CO42	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,05
CO43	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS3 - Užité plné	1,05
CO44	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS7 - Vítr 1	1,50
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	0,75
CO45	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS8 - Vítr 2	1,50
CO46	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS7 - Vítr 1	1,50
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
CO47	Lineární - únosnost	ZS4 - Užité z závětrná strana	1,05
		ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS7 - Vítr 1	1,50
CO48	Lineární - únosnost	ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,05
		ZS1 - Vlastní tíha	1,00
CO49	Lineární - únosnost	ZS7 - Vítr 1	1,50
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS3 - Užité plné	1,05
		ZS1 - Vlastní tíha	1,00
CO50	Lineární - únosnost	ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,05
		ZS8 - Vítr 2	1,50
		ZS1 - Vlastní tíha	1,00
CO51	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS8 - Vítr 2	1,50



Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč.
CO52	Lineární - únosnost	ZS3 - Užité plné	1,05
		ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS7 - Vítr 1	1,50
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,05
CO53	Lineární - únosnost	ZS6 - Sníh	0,75
		ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS7 - Vítr 1	1,50
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	0,75
CO54	Lineární - únosnost	ZS5 - Užité návětrná strana	1,05
		ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS7 - Vítr 1	1,50
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	0,75
CO55	Lineární - únosnost	ZS3 - Užité plné	1,05
		ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,05
		ZS6 - Sníh	0,75
CO56	Lineární - únosnost	ZS8 - Vítr 2	1,50
		ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,05
CO57	Lineární - únosnost	ZS8 - Vítr 2	1,50
		ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS8 - Vítr 2	1,50
CO58	Lineární - únosnost	ZS3 - Užité plné	1,05
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS8 - Vítr 2	0,90
CO59	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS8 - Vítr 2	0,90
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
CO60	Lineární - únosnost	ZS4 - Užité závětrná strana	1,50
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
CO61	Lineární - únosnost	ZS5 - Užité návětrná strana	1,50
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,50
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
CO62	Lineární - únosnost	ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS3 - Užité plné	1,50
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
CO63	Lineární - únosnost	ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
CO64	Lineární - únosnost	ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS8 - Vítr 2	0,90
CO65	Lineární - únosnost	ZS8 - Vítr 2	0,90
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,50
		ZS6 - Sníh	0,75
CO66	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč.
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,50
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
CO67	Lineární - únosnost	ZS6 - Sníh	0,75
		ZS3 - Užité plné	1,50
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS6 - Sníh	0,75
CO68	Lineární - únosnost	ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,50
CO69	Lineární - únosnost	ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,50
CO70	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS3 - Užité plné	1,50
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
CO71	Lineární - únosnost	ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,50
		ZS8 - Vítr 2	0,90
CO72	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,50
		ZS8 - Vítr 2	0,90
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
CO73	Lineární - únosnost	ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS8 - Vítr 2	0,90
		ZS3 - Užité plné	1,50
CO74	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,50
		ZS6 - Sníh	0,75
CO75	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,50
CO76	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS3 - Užité plné	1,50
CO77	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,50
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS8 - Vítr 2	0,90
CO78	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,50
		ZS8 - Vítr 2	0,90
CO79	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS1 - Vlastní tíha	1,35



Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč.
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS8 - Vítr 2	0,90
		ZS3 - Užité plné	1,50
CO80	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
CO81	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS8 - Vítr 2	0,90
CO82	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,50
CO83	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,50
CO84	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS3 - Užité plné	1,50
CO85	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	0,75
CO86	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS8 - Vítr 2	0,90
CO87	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,50
		ZS6 - Sníh	0,75
CO88	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,50
CO89	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS3 - Užité plné	1,50
CO90	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,50
CO91	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,50
CO92	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS3 - Užité plné	1,50
CO93	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,50
		ZS8 - Vítr 2	0,90
CO94	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,50

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč.
		ZS8 - Vítr 2	0,90
CO95	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS8 - Vítr 2	0,90
		ZS3 - Užité plné	1,50
CO96	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,50
		ZS6 - Sníh	0,75
CO97	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,50
CO98	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS3 - Užité plné	1,50
CO99	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,50
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS8 - Vítr 2	0,90
CO100	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,50
		ZS8 - Vítr 2	0,90
CO101	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	0,75
		ZS8 - Vítr 2	0,90
		ZS3 - Užité plné	1,50
CO102	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS6 - Sníh	1,50
CO103	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,05
CO104	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,05
CO105	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS3 - Užité plné	1,05
CO106	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,05
		ZS8 - Vítr 2	0,90
CO107	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,05
		ZS8 - Vítr 2	0,90



Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč.
CO108	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS8 - Vítr 2	0,90
		ZS3 - Užité plné	1,05
CO109	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS6 - Sníh	1,50
CO110	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS6 - Sníh	1,50
		ZS8 - Vítr 2	0,90
CO111	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,05
		ZS6 - Sníh	1,50
CO112	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS6 - Sníh	1,50
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,05
CO113	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS6 - Sníh	1,50
		ZS3 - Užité plné	1,05
CO114	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,05
CO115	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS6 - Sníh	1,50
CO116	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS6 - Sníh	1,50
CO117	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,05
		ZS6 - Sníh	1,50
CO118	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS6 - Sníh	1,50
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,05
CO119	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS2 - Ostatní stálé	1,35
		ZS6 - Sníh	1,50
		ZS8 - Vítr 2	0,90
CO120	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	1,50
		ZS3 - Užité plné	1,05
CO121	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč.
CO108	Lineární - únosnost	ZS4 - Užité závětrná strana	1,05
		ZS1 - Vlastní tíha	1,00
CO122	Lineární - únosnost	ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,05
		ZS1 - Vlastní tíha	1,00
CO123	Lineární - únosnost	ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS3 - Užité plné	1,05
		ZS1 - Vlastní tíha	1,00
CO124	Lineární - únosnost	ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,05
		ZS8 - Vítr 2	0,90
		ZS1 - Vlastní tíha	1,00
CO125	Lineární - únosnost	ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,05
		ZS8 - Vítr 2	0,90
		ZS1 - Vlastní tíha	1,00
CO126	Lineární - únosnost	ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS8 - Vítr 2	0,90
		ZS3 - Užité plné	1,05
		ZS1 - Vlastní tíha	1,00
CO127	Lineární - únosnost	ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	1,50
		ZS1 - Vlastní tíha	1,00
CO128	Lineární - únosnost	ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	1,50
		ZS8 - Vítr 2	0,90
		ZS1 - Vlastní tíha	1,00
CO129	Lineární - únosnost	ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,05
		ZS6 - Sníh	1,50
		ZS1 - Vlastní tíha	1,00
CO130	Lineární - únosnost	ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	1,50
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,05
		ZS1 - Vlastní tíha	1,00
CO131	Lineární - únosnost	ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	1,50
		ZS3 - Užité plné	1,05
		ZS1 - Vlastní tíha	1,00
CO132	Lineární - únosnost	ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS4 - Užité závětrná strana	1,05
		ZS6 - Sníh	1,50
CO133	Lineární - únosnost	ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	1,50
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,05
CO134	Lineární - únosnost	ZS7 - Vítr 1	0,90
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	1,50
		ZS3 - Užité plné	1,05
CO135	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00



Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč.
		ZS4 - Užité z závětrná strana	1,05
		ZS6 - Sníh	1,50
		ZS8 - Vítr 2	0,90
CO136	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	1,50
		ZS5 - Užité návětrná strana	1,05
		ZS8 - Vítr 2	0,90
CO137	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Ostatní stálé	1,00
		ZS6 - Sníh	1,50
		ZS8 - Vítr 2	0,90
		ZS3 - Užité plné	1,05



Materiálové charakteristiky

Ocel S235 – použitá na celé konstrukci

$$\rho = 7850,0 \text{ kg/m}^3$$

$$E = 210 \text{ GPa}$$

$$G = 80,77 \text{ GPa}$$

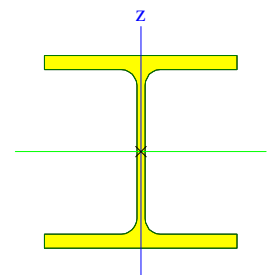
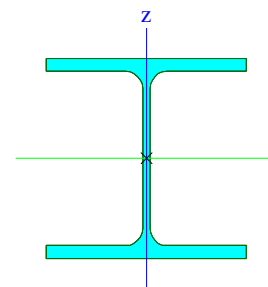
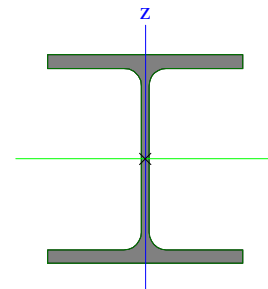
$$\nu = 0,3 -$$

$$f_y = 235 \text{ MPa}$$

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

Průřezové charakteristiky

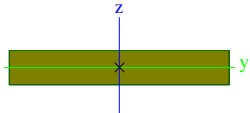
Sloupy 0-15 m			
Typ	HEB320		
Výroba	válcovaný		
h [mm]	320		
b [mm]	300		
s [mm]	12		
t [mm]	21		
A [m ²]	1,6130e-02		
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,1813e-02	3,9264e-03	
c _{y.UCS} [mm], c _{z.UCS} [mm]	150	160	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	3,0820e-04	9,2390e-05	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,2510e-06	2,0687e-06	
i _y [mm], i _z [mm]	138	76	
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	1,9260e-03	6,1590e-04	
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	2,1490e-03	9,3910e-04	
W _t [m ³]	1,9571e-04		
Sloupy 15-30 m			
Typ	HEB280		
Výroba	válcovaný		
h [mm]	280		
b [mm]	280		
s [mm]	11		
t [mm]	18		
A [m ²]	1,3140e-02		
A _y [m ²], A _z [m ²]	9,6422e-03	3,1403e-03	
c _{y.UCS} [mm], c _{z.UCS} [mm]	140	140	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,9270e-04	6,5950e-05	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,4370e-06	1,1302e-06	
i _y [mm], i _z [mm]	121	71	
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	1,3760e-03	4,7100e-04	
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	1,5340e-03	7,1760e-04	
W _t [m ³]	1,3687e-04		
Sloupy 30-36,1 m			
Typ	HEB240		
Výroba	válcovaný		
h [mm]	240		
b [mm]	240		
s [mm]	10		
t [mm]	17		
A [m ²]	1,0600e-02		
A _y [m ²], A _z [m ²]	7,8218e-03	2,5536e-03	





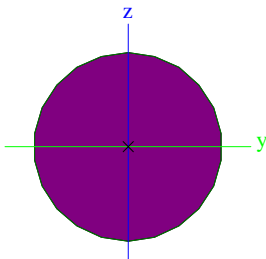
$c_{Y.UCS}$ [mm], $c_{Z.UCS}$ [mm]	120	120
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	1,1260e-04	3,9230e-05
I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	7,6570e-07	2,9542e-07
i_y [mm], i_z [mm]	103	61
$W_{el.y}$ [m ³], $W_{el.z}$ [m ³]	9,3830e-04	3,2690e-04
$W_{pl.y}$ [m ³], $W_{pl.z}$ [m ³]	1,0530e-03	4,9840e-04
W_t [m ³]	1,0269e-04	

Skruže

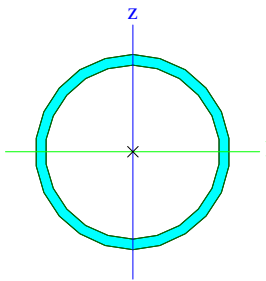
Typ	Plný obdélník		
Výroba	válcovaný		
h [mm]	25		
b [mm]	160		
A [m ²]	4,0000e-03		
A_y [m ²], A_z [m ²]	3,3333e-03	3,3333e-03	
$c_{Y.UCS}$ [mm], $c_{Z.UCS}$ [mm]	80	13	
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	2,0833e-07	8,5333e-06	
I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	8,3333e-07	0,0000e+00	
i_y [mm], i_z [mm]	7	46	
$W_{el.y}$ [m ³], $W_{el.z}$ [m ³]	1,6667e-05	1,0667e-04	
$W_{pl.y}$ [m ³], $W_{pl.z}$ [m ³]	2,5000e-05	1,6000e-04	
W_t [m ³]	3,3333e-05		

Poznámka: v posudku jsou osy uvažovány prohozeně

Ztužující táhla

Typ	Trubka kruhová D30		
Výroba	válcovaný		
d [mm]	30		
A [m ²]	7,0650e-04		
A_y [m ²], A_z [m ²]	6,3659e-04	6,3659e-04	
$c_{Y.UCS}$ [mm], $c_{Z.UCS}$ [mm]	15	15	
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	3,8928e-08	3,8928e-08	
I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	7,9722e-08	8,0801e-36	
i_y [mm], i_z [mm]	7	7	
$W_{el.y}$ [m ³], $W_{el.z}$ [m ³]	2,5952e-06	2,5952e-06	
$W_{pl.y}$ [m ³], $W_{pl.z}$ [m ³]	4,4290e-06	4,4290e-06	
W_t [m ³]	4,8250e-06		

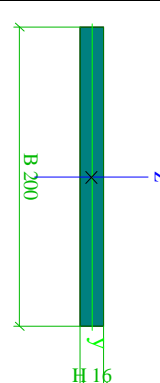
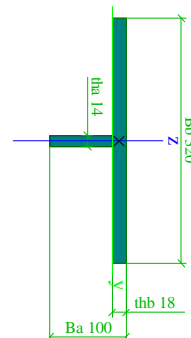
Ztužení vodorovné

Typ	Trubka kruhová 76x4		
Výroba	válcovaný		
d [mm]	76		
A [m ²]	9,0600e-04		
A_y [m ²], A_z [m ²]	5,7680e-04	5,7680e-04	
$c_{Y.UCS}$ [mm], $c_{Z.UCS}$ [mm]	38	38	
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	5,9060e-07	5,9060e-07	
I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	1,1811e-06	1,4158e-42	



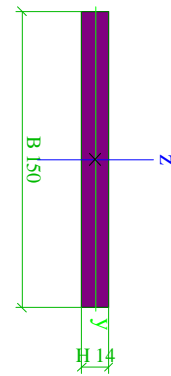
i_y [mm], i_z [mm]	26	26	
$W_{el.y}$ [m ³], $W_{el.z}$ [m ³]	1,5520e-05	1,5520e-05	
$W_{pl.y}$ [m ³], $W_{pl.z}$ [m ³]	2,0810e-05	2,0810e-05	
W_t [m ³]	2,9297e-04		
Konzoly schodiště			
Typ	IPN260		
Výroba	válcovaný		
h [mm]	260		
b [mm]	113		
s [mm]	9		
t [mm]	14		
A [m ²]	5,3300e-03		
A_y [m ²], A_z [m ²]	3,4032e-03	2,4568e-03	
$c_{y.UCS}$ [mm], $c_{z.UCS}$ [mm]	56	130	
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	5,7400e-05	2,8800e-06	
I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	3,3500e-07	5,1258e-08	
i_y [mm], i_z [mm]	104	23	
$W_{el.y}$ [m ³], $W_{el.z}$ [m ³]	4,4100e-04	5,1000e-05	
$W_{pl.y}$ [m ³], $W_{pl.z}$ [m ³]	5,1400e-04	8,5900e-05	
W_t [m ³]	3,2469e-05		
Konzoly střechy			
Typ	IPN200		
Výroba	válcovaný		
h [mm]	200		
b [mm]	90		
s [mm]	8		
t [mm]	11		
A [m ²]	3,3400e-03		
A_y [m ²], A_z [m ²]	2,1679e-03	1,5104e-03	
$c_{y.UCS}$ [mm], $c_{z.UCS}$ [mm]	45	100	
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	2,1400e-05	1,1700e-06	
I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	1,3500e-07	1,2222e-08	
i_y [mm], i_z [mm]	80	19	
$W_{el.y}$ [m ³], $W_{el.z}$ [m ³]	2,1400e-04	2,6000e-05	
$W_{pl.y}$ [m ³], $W_{pl.z}$ [m ³]	2,4858e-04	4,3600e-05	
W_t [m ³]	1,6478e-05		
Zábradlí			
Typ	Trubka čtyřhranná 80x80x4.0		
Výroba	válcovaný		
h [mm]	80		
b [mm]	80		
s [mm]	4		
A [m ²]	1,2000e-03		
A_y [m ²], A_z [m ²]	5,9401e-04	5,9401e-04	



$c_{y.UCS}$ [mm], $c_{z.UCS}$ [mm]	40	40	
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	1,1400e-06	1,1400e-06	
I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	1,8000e-06	1,0923e-09	
i_y [mm], i_z [mm]	31	31	
$W_{el.y}$ [m ³], $W_{el.z}$ [m ³]	2,8600e-05	2,8600e-05	
$W_{pl.y}$ [m ³], $W_{pl.z}$ [m ³]	3,4000e-05	3,4000e-05	
W_t [m ³]	4,4060e-04		
Schodnice vnitřní			
Typ	Plný obdélník		
Výroba	válcovaný		
h [mm]	16		
b [mm]	200		
A [m ²]	3,2000e-03		
A_y [m ²], A_z [m ²]	2,6667e-03	2,6667e-03	
$c_{y.UCS}$ [mm], $c_{z.UCS}$ [mm]	100	8	
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	6,8267e-08	1,0667e-05	
I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	2,5930e-07	0,0000e+00	
i_y [mm], i_z [mm]	5	58	
$W_{el.y}$ [m ³], $W_{el.z}$ [m ³]	8,5333e-06	1,0667e-04	
$W_{pl.y}$ [m ³], $W_{pl.z}$ [m ³]	1,2800e-05	1,6000e-04	
W_t [m ³]	1,7067e-05		
			
			Poznámka: v posudku jsou osy uvažovány prohozeně
Schodnice vnější			
Typ	T		
Výroba	svařovaný		
h [mm]	100		
b [mm]	320		
s [mm]	14		
t [mm]	18		
A [m ²]	6,9080e-03		
A_y [m ²], A_z [m ²]	5,1908e-03	1,4314e-03	
$c_{y.UCS}$ [mm], $c_{z.UCS}$ [mm]	160	83	
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	3,1918e-06	4,9171e-05	
I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	7,0531e-07	1,6642e-39	
i_y [mm], i_z [mm]	21	84	
$W_{el.y}$ [m ³], $W_{el.z}$ [m ³]	3,8600e-05	3,0732e-04	
$W_{pl.y}$ [m ³], $W_{pl.z}$ [m ³]	8,2290e-05	4,6482e-04	
W_t [m ³]	5,0380e-05		
			
			Poznámka: v posudku jsou osy uvažovány prohozeně
Střeška schodiště vnitřní			
Typ	Plný obdélník		
Výroba	válcovaný		
h [mm]	14		
b [mm]	150		
A [m ²]	2,1000e-03		
A_y [m ²], A_z [m ²]	1,7500e-03	1,7500e-03	
			Poznámka: v posudku jsou osy uvažovány prohozeně

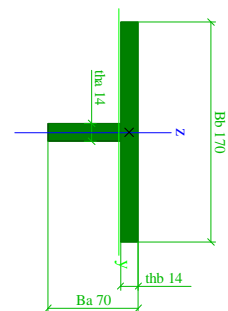


$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	75	7
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	3,4300e-08	3,9375e-06
I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	1,2913e-07	0,0000e+00
i_y [mm], i_z [mm]	4	43
$W_{el,y}$ [m ³], $W_{el,z}$ [m ³]	4,9000e-06	5,2500e-05
$W_{pl,y}$ [m ³], $W_{pl,z}$ [m ³]	7,3500e-06	7,8750e-05
W_t [m ³]	9,8000e-06	



Střeška schodiště vnější

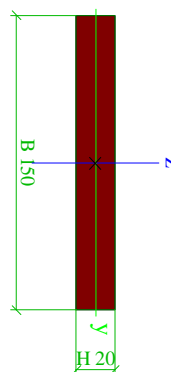
Typ	T	
Výroba	válcovaný	
h [mm]	70	
b [mm]	170	
s [mm]	14	
t [mm]	14	
A [m ²]	3,1640e-03	
A_y [m ²], A_z [m ²]	2,3169e-03	9,5648e-04
$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	85	54
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	9,6618e-07	5,7446e-06
I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	2,1312e-07	4,8509e-41
i_y [mm], i_z [mm]	17	43
$W_{el,y}$ [m ³], $W_{el,z}$ [m ³]	1,7784e-05	6,7584e-05
$W_{pl,y}$ [m ³], $W_{pl,z}$ [m ³]	3,4866e-05	1,0389e-04
W_t [m ³]	1,5223e-05	



Poznámka: v posudku jsou osy uvažovány prohozeně

Nosník zastřešení plošiny 2

Typ	Plný obdélník	
Výroba	válcovaný	
h [mm]	20	
b [mm]	150	
A [m ²]	3,0000e-03	
A_y [m ²], A_z [m ²]	2,5000e-03	2,5000e-03
$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	75	10
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	1,0000e-07	5,6250e-06
I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	3,6640e-07	0,0000e+00
i_y [mm], i_z [mm]	6	43
$W_{el,y}$ [m ³], $W_{el,z}$ [m ³]	1,0000e-05	7,5000e-05
$W_{pl,y}$ [m ³], $W_{pl,z}$ [m ³]	1,5000e-05	1,1250e-04
W_t [m ³]	2,0000e-05	



Poznámka: v posudku jsou osy uvažovány prohozeně

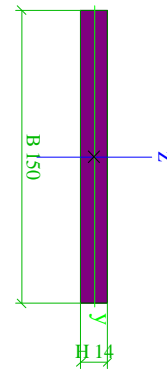
Nosník zastřešení plošiny 1

Typ	Plný obdélník	
Výroba	válcovaný	
h [mm]	14	

Poznámka: v posudku jsou osy uvažovány prohozeně

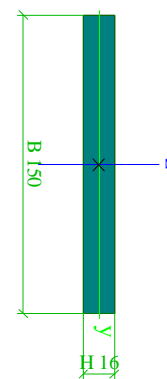


b [mm]	150	
A [m ²]	2,1000e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,7500e-03	1,7500e-03
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	75	7
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	3,4300e-08	3,9375e-06
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,2913e-07	0,0000e+00
i _y [mm], i _z [mm]	4	43
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	4,9000e-06	5,2500e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	7,3500e-06	7,8750e-05
W _t [m ³]	9,8000e-06	



Nosník plošiny vnitřní

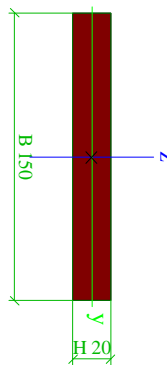
Typ	Plný obdélník	
Výroba	válcovaný	
h [mm]	16	
b [mm]	150	
A [m ²]	2,4000e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,0000e-03	2,0000e-03
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	75	8
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	5,1200e-08	4,5000e-06
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,9104e-07	0,0000e+00
i _y [mm], i _z [mm]	5	43
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	6,4000e-06	6,0000e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	9,6000e-06	9,0000e-05
W _t [m ³]	1,2800e-05	



Poznámka: v posudku jsou osy uvažovány prohozeně

Nosník plošiny střední

Typ	Plný obdélník	
Výroba	svařovaný	
h [mm]	20	
b [mm]	150	
A [m ²]	3,0000e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,5000e-03	2,5000e-03
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	75	10
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,0000e-07	5,6250e-06
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	3,6640e-07	0,0000e+00
i _y [mm], i _z [mm]	6	43
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,0000e-05	7,5000e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,5000e-05	1,1250e-04
W _t [m ³]	2,0000e-05	



Poznámka: v posudku jsou osy uvažovány prohozeně

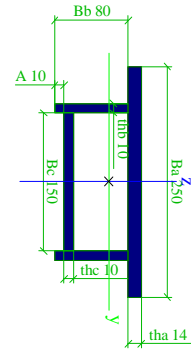
Nosník plošiny vnější

Typ	Uzavřený	
Výroba	svařovaný	
A [m ²]	6,6000e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,6100e-03	1,7747e-03
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	125	59

Poznámka: v posudku jsou osy uvažovány prohozeně



$I_y [m^4], I_z [m^4]$	7,1482e-06	3,1295e-05
$I_t [m^4], I_w [m^6]$	1,3031e-05	2,3790e-09
$i_y [mm], i_z [mm]$	33	69
$W_{el.y} [m^3], W_{el.z} [m^3]$	1,2066e-04	2,5036e-04
$W_{pl.y} [m^3], W_{pl.z} [m^3]$	1,8584e-04	4,0300e-04
$Wt [m^3]$	1,3031e-03	





Posouzení ocelových prvků – MSÚ

- prvky posuzovány pro maximální návrhové vnitřní síly ze skupiny prvků se stejným průřezem, tj. síly z různých kombinací zatížení, kombinované posouzení např. tlaku a ohybu jen tam, kde to významně ovlivní využití průřezu

Dílní součinitele spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro stabilitní posouzení	1,00
Gamma M2 pro únosnost oslabeného průřezu	1,25

Sloupy – 1. vlastní tvary vybočení

$$\alpha_{cr} = 12,92$$



$$\alpha_{cr} = 11,07$$



$$\alpha_{cr} = 10,48$$



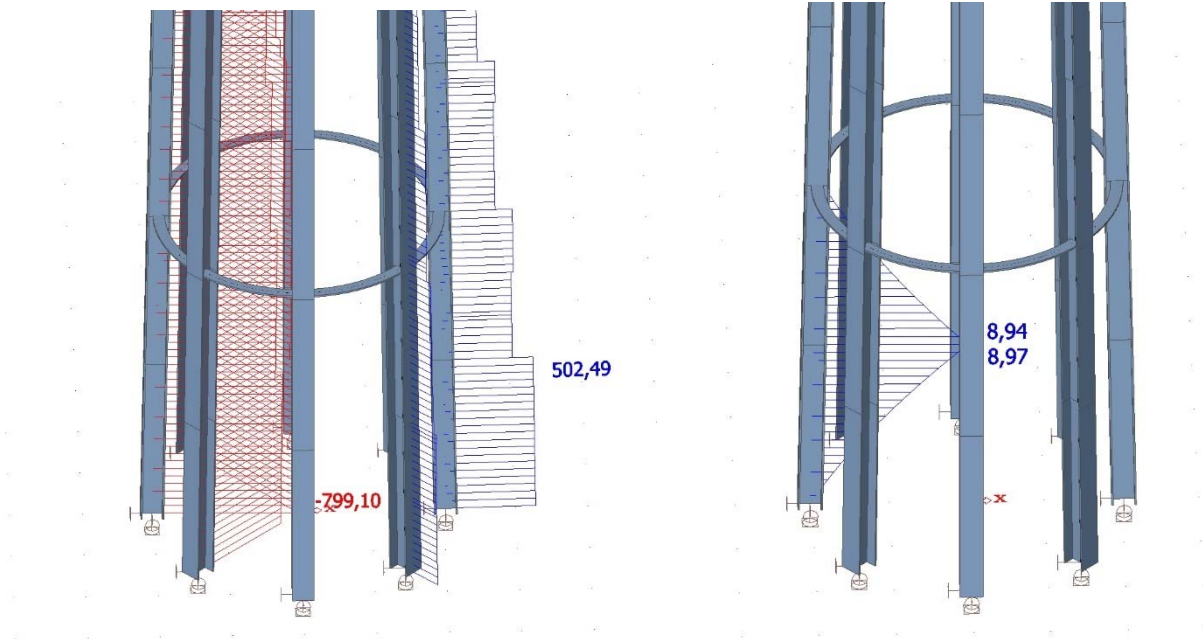
Obrázek 21 - První vlastní tvary vybočení sloupů



Sloup (0–15 m)

Průřez: HEB320

Rozhodující vnitřní síly



Obrázek 23 - Návrhové vnitřní síly – N – CO29

Obrázek 22 - Návrhové vnitřní síly – M – CO29

Maximální návrhové síly

N_{Ed}	-799,1	kN
$V_{y,Ed}$	5,43	kN
$V_{z,Ed}$	19,97	kN
T_{Ed}	2,00	kNm
$M_{y,Ed}$	8,97	kNm
$M_{z,Ed}$	4,48	kNm

Klasifikace průřezu

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Maximální poměr šířky a tloušťky	c/t	19,57
Třída 1 limit	33ε	33

=> vnitřní tlačené části třída 1



Klasifikace pro vnější pásnice

Maximální poměr šířky a tloušťky	c/t	5,72
Třída 1 limit	9ε	9

=> průřez klasifikován jako třída 1

Posudek rovinného vzpěru

Rovnice (6.46)

Parametry vzpěru		yy	zz	
α_{cr}		12,92	-	-
Kritické zatížení N_{cr}	$\alpha_{cr} \cdot N_{Ed}$	10324,37	-	kN
Vzpěrná délka L_{cr}	$\pi \sqrt{\frac{EI_y}{N_{cr}}}$	7,837	2,500	m
Kritické zatížení N_{cr}	$(\pi^2 \cdot E \cdot I) / L_{cr}^2$	-	21862,94	kN
Štíhlost λ	L_{cr} / i	57,00	33,04	-
Poměrná štíhlost λ_{rel}	$\sqrt{A \cdot f_y / N_{cr}}$	0,61	0,35	-
Mezní poměrná štíhlost $\lambda_{rel,0}$		0,20	0,20	-
Podmínka zanedbání vzpěru (článek 6.3.1.2)	$\lambda_{rel} \leq 0,2$ nebo $\frac{\gamma_M N_{Ed}}{N_{cr}} \leq 0,04$	Neplatí	Platí	
Vzpěrná křivka		b	-	
Imperfekce α		0,34	-	
ϕ	$0,5[1 + \alpha(\lambda_{rel} - 0,2) + \lambda_{rel}^2]$	0,75	-	
Redukční součinitel X	$1/(\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_{rel}^2})$	0,83	1,00	kN
Únosnost na vzpěr $N_{b,Rd}$	$(X \cdot A \cdot f_y) / \gamma_{M1}$	3161,57	3790,55	kN

Jednotkový posudek	$N_{Ed} / N_{b,Rd}$	0,25	Vyhovuje
--------------------	---------------------	------	-----------------

Posudek prostorového vzpěru

Rovnice (6.46)

Parametry vzpěru			
Vzpěrná délka při zkroucení $L_{cr,\omega}$		5,000	m
I_p (pro symetrické průřezy)	$I_y + I_z$	4,006e-5	m ⁴



Štíhlost prostorového vzpěru λ_ω	$\sqrt{I_p / \left(\frac{I_\omega}{L_{cr,\omega}^2} + \frac{I_t}{25} \right)}$	48,149	-
Srovnávací štíhlost λ_1	$\pi \sqrt{E/f_y}$	93,9	-
Poměrná štíhlost prostorového vzpěru $\lambda_{\omega,rel}$	λ_ω/λ_1	0,52	-
Maximální poměrná štíhlost λ_{rel}	$\max(\lambda_{y,rel}; \lambda_{z,rel}; \lambda_{\omega,rel})$	0,61	-
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,0}$		0,20	-
Vzpěrná křivka		b	-
Imperfekce α		0,34	-
ϕ	$0,5[1 + \alpha(\lambda_{rel} - 0,2) + \lambda_{rel}^2]$	0,75	-
Redukční součinitel X	$1/(\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_{rel}^2})$	0,83	-
Únosnost na vzpěr $N_{b,Rd}$	$(X \cdot A \cdot f_y)/\gamma_{M1}$	3161,57	kN

Jednotkový posudek	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$	0,25	Vyhovuje
--------------------	-------------------	------	----------

Posudek ohybového momentu M_y s účinky klopení

Rovnice (6.54)

Parametry klopení			
Pružný kritický moment M_{cr}	$C_1 \frac{\pi^2 EI_z}{(kL_z)^2} \cdot \left[\sqrt{\frac{I_\omega}{I_z} \left(\frac{k}{k_w} \right)^2 \frac{I_\omega}{I_z} + \frac{L_z^2 GI_t}{\pi^2 EI_z} + (C_2 e_z)^2} + C_2 e_z \right]$	3235,34	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	$\sqrt{W_{y,pl} \cdot f_y / M_{cr}}$	0,4	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$		0,20	
Podmínka zanedbání klopení (článek 6.3.2.2)	$\lambda_{rel,LT} \leq \lambda_{rel,LT,0}$ nebo $\frac{\gamma_M M_{y,Ed}}{M_{cr}} \leq \lambda_{rel,LT,0}^2$	Platí	
Redukční součinitel X_{LT}		1,00	
Návrhová únosnost při klopení $M_{b,Rd}$	$(X_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y)/\gamma_{M1}$	505,01	kNm

Jednotkový posudek	$M_{y,Ed}/M_{b,Rd}$	0,02	Vyhovuje
--------------------	---------------------	------	----------

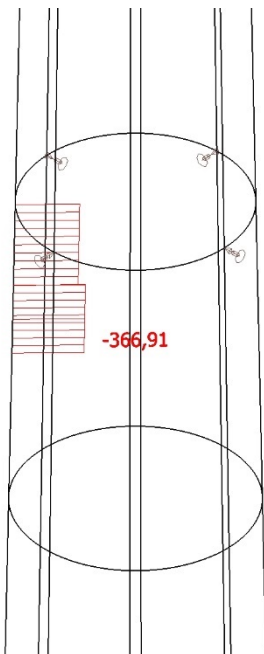


Parametry M_{cr}		
Délka klopení L	5,001	m
Součinitel k (vliv uložení)	1,00	-
Součinitel k_w (vliv deplanace)	1,00	-
Součinitel momentu na klopení C1	1,97	-

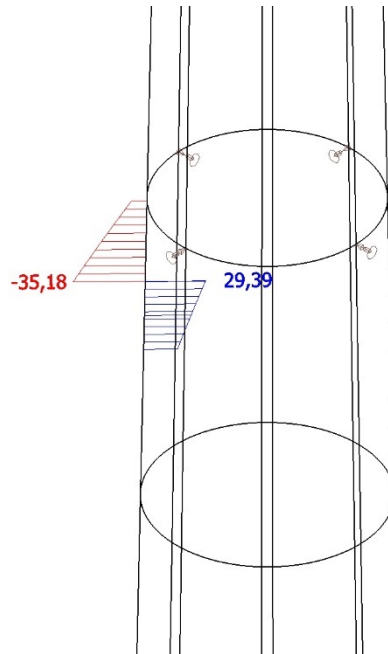
Sloup (15–30 m)

Průřez: HEB280

Rozhodující vnitřní síly



Obrázek 25 - Návrhové vnitřní síly – N – CO29



Obrázek 24 - Návrhové vnitřní síly – M_y – CO29

Maximální návrhové síly

N_{Ed}	-366,91	kN
$V_{y,Ed}$	5,52	kN
$V_{z,Ed}$	31,65	kN
T_{Ed}	2,09	kNm
$M_{y,Ed}$	35,18	kNm
$M_{z,Ed}$	4,56	kNm

Klasifikace průřezu



Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Maximální poměr šířky a tloušťky	c/t	18,67
Třída 1 limit	33ε	33

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Maximální poměr šířky a tloušťky	c/t	6,15
Třída 1 limit	9ε	9

=> průřez klasifikován jako třída 1

Posudek rovinného vzpěru

Rovnice (6.46)

Parametry vzpěru		yy	zz	
α_{cr}		11,07	-	-
Kritické zatížení N_{cr}	$\alpha_{cr} \cdot N_{Ed}$	4095,9	-	kN
Vzpěrná délka L_{cr}	$\pi \sqrt{\frac{EI_y}{N_{cr}}}$	9,875	2,500	m
Kritické zatížení N_{cr}	$(\pi^2 \cdot E \cdot I) / L_{cr}^2$	-	21862,94	kN
Štíhlost λ	L_{cr} / i	81,61	35,21	-
Poměrná štíhlost λ_{rel}	$\sqrt{A \cdot f_y / N_{cr}}$	0,87	0,38	-
Mezní poměrná štíhlost $\lambda_{rel,0}$		0,20	0,20	-
Podmínka zanedbání vzpěru (článek 6.3.1.2)	$\lambda_{rel} \leq 0,2$ nebo $\frac{\gamma_M N_{Ed}}{N_{cr}} \leq 0,04$	Neplatí	Platí	
Vzpěrná křivka		b	-	
Imperfekce α		0,34	-	
ϕ	$0,5[1 + \alpha(\lambda_{rel} - 0,2) + \lambda_{rel}^2]$	0,99	-	
Redukční součinitel X	$1/(\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_{rel}^2})$	0,68	1,00	kN
Únosnost na vzpěr $N_{b,Rd}$	$(X \cdot A \cdot f_y) / \gamma_{M1}$	2104,37	3087,90	kN

Jednotkový posudek	$N_{Ed} / N_{b,Rd}$	0,19	Vyhovuje
--------------------	---------------------	------	-----------------

Posudek ohybového momentu M_y s účinky klopení



Rovnice (6.54)

Parametry klopení			
Pružný kritický moment M_{cr}	$C_1 \frac{\pi^2 EI_z}{(kL_z)^2} \cdot \left[\sqrt{\frac{I_\omega}{I_z} \left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \frac{I_\omega}{I_z} + \frac{L_z^2 GI_t}{\pi^2 EI_z} + (C_2 e_z)^2} + C_2 e_z \right]$	1472,2	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	$\sqrt{W_{pl,y} \cdot f_y / M_{cr}}$	0,49	-
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$		0,20	-
Podmínka zanedbání klopení (článek 6.3.2.2)	$\lambda_{rel,LT} \leq \lambda_{rel,LT,0} \text{ nebo } \frac{\gamma_M M_{y,Ed}}{M_{cr}} \leq \lambda_{rel,LT,0}^2$	Platí	
Redukční součinitel X_{LT}		1,00	-
Návrhová únosnost při klopení $M_{b,Rd}$	$(X_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y) / \gamma_{M1}$	360,49	kNm

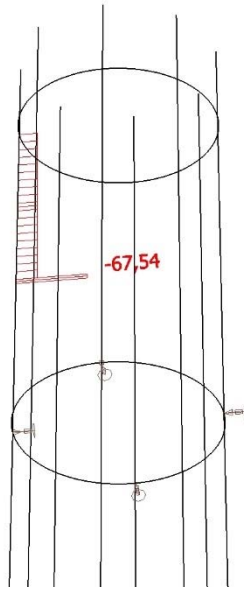
Jednotkový posudek	$M_{y,Ed} / M_{b,Rd}$	0,10	Vyhovuje
--------------------	-----------------------	------	----------

Parametry M_{cr}		
Vzpěrná délka tlačeneho pásu pro vybočení z roviny ohybu L_z	5,001	m
Součinitel k (vliv uložení)	1,00	-
Součinitel k_w (vliv deplanace)	1,00	-
Součinitel momentu na klopení C_1	1,32	-

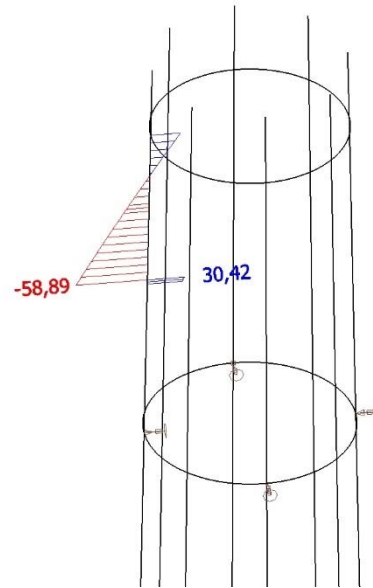
Sloup (30 – 36,1 m)

Průřez: HEB240

Rozhodující vnitřní síly



Obrázek 27 - Návrhové vnitřní síly – N – CO31



Obrázek 26 - Návrhové vnitřní síly – My – CO31

Maximální návrhové síly

N_{Ed}	-67,54	kN
$V_{y,Ed}$	0,91	kN
$V_{z,Ed}$	28,36	kN
T_{Ed}	0,69	kNm
$M_{y,Ed}$	-58,89	kNm
$M_{z,Ed}$	-2,37	kNm

Klasifikace průřezu

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Maximální poměr šířky a tloušťky	c/t	16,4
Třída 1 limit (nejmenší možný)	33ε	33

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Maximální poměr šířky a tloušťky	c/t	5,53
Třída 1 limit	9ε	9

=> průřez klasifikován jako třída 1



Posudek rovinného vzpěru

Rovnice (6.46)

Parametry vzpěru		yy	zz	
α_{cr}		10,48	-	-
Kritické zatížení N_{cr}	$\alpha_{cr} \cdot N_{Ed}$	1173,76	-	kN
Vzpěrná délka L_{cr}	$\pi \sqrt{\frac{EI_y}{N_{cr}}}$	14,10	2,500	m
Kritické zatížení N_{cr}	$(\pi^2 \cdot E \cdot I) / L_{cr}^2$	-	13009,40	kN
Štíhlost λ	L_{cr} / i	136,9	40,98	-
Poměrná štíhlost λ_{rel}	$\sqrt{A \cdot f_y / N_{cr}}$	1,46	0,44	-
Mezní poměrná štíhlost $\lambda_{rel,0}$		0,20	0,20	-
Podmínka zanedbání vzpěru (článek 6.3.1.2)	$\lambda_{rel} \leq 0,2$ nebo $\frac{\gamma_M N_{Ed}}{N_{cr}} \leq 0,04$	Neplatí	Platí	
Vzpěrná křivka		b	-	
Imperfekce α		0,34	-	
ϕ	$0,5[1 + \alpha(\lambda_{rel} - 0,2) + \lambda_{rel}^2]$	1,77	-	
Redukční součinitel X	$1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_{rel}^2})$	0,36	1,00	kN
Únosnost na vzpěr $N_{b,Rd}$	$(X \cdot A \cdot f_y) / \gamma_{M1}$	893,32	2491,00	kN
Jednotkový posudek	$N_{Ed} / N_{b,Rd}$	0,16		Vyhovuje

Posudek ohybového momentu M_y s účinky klopení

Rovnice (6.54)

Parametry klopení			
Pružný kritický moment M_{cr}	$C_1 \frac{\pi^2 EI_z}{(kL_z)^2} \cdot \left[\sqrt{\frac{I_\omega}{I_z} \left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \frac{I_\omega}{I_z} + \frac{L_z^2 GI_t}{\pi^2 EI_z} + (C_2 e_z)^2} + C_2 e_z \right]$	834,89	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	$\sqrt{W_{pl,y} \cdot f_y / M_{cr}}$	0,54	-
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$		0,20	-



Křivka klopení		a	-
Imperfekce α_{LT}		0,21	-
ϕ	$0,5[1 + \alpha(\lambda_{rel,LT} - 0,2) + \lambda_{rel,LT}^2]$	0,68	-
Redukční součinitel X_{LT}	$1/(\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_{rel,LT}^2})$	0,91	-
Návrhová únosnost při klopení $M_{b,Rd}$	$(X_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y)/\gamma_{M1}$	225,16	kNm

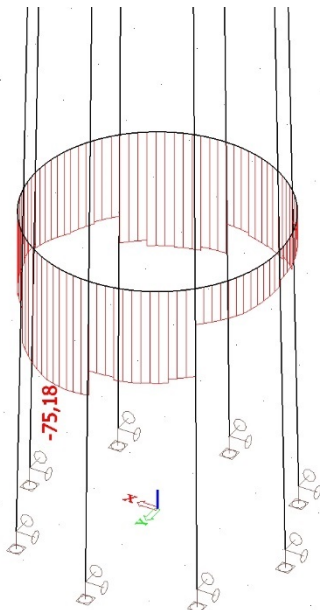
Jednotkový posudek	$M_{y,Ed}/M_{b,Rd}$	0,26	Vyhovuje
--------------------	---------------------	------	----------

Parametry M_{cr}		
Vzpěrná délka tlačného pásu pro vybočení z roviny ohybu L_z	5,001	m
Součinitel k (vliv uložení)	1,00	-
Součinitel k_w (vliv deplanace)	1,00	-
Součinitel momentu na klopení C1	1,38	-

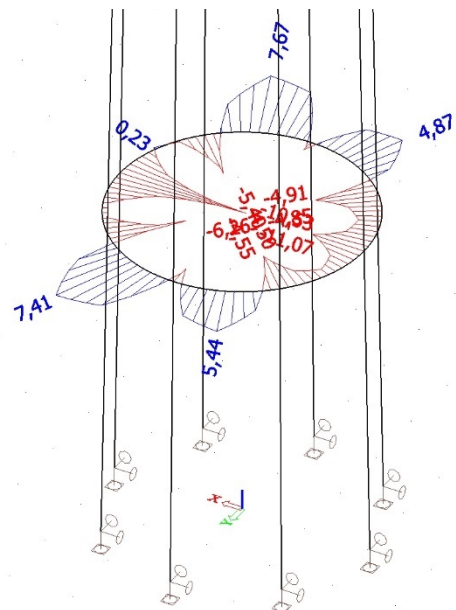
Skruž

Průřez: Plný obdélník 160x25

Rozhodující vnitřní síly



Obrázek 29 - Návrhové vnitřní síly – N – CO29



Obrázek 28 - Návrhové vnitřní síly – My – CO29



Návrhové vnitřní síly na prutu ve vzdálenosti 0,070 m

N_{Ed}	-75,18	kN
$V_{y,Ed}$	-0,02	kN
$V_{z,Ed}$	3,31	kN
T_{Ed}	-0,06	kNm
$M_{y,Ed}$	7,41	kNm
$M_{z,Ed}$	0,21	kNm

Návrhové maximální momenty na prutu

$M_{y,Ed}$	7,41	kNm
$M_{z,Ed}$	0,21	kNm

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je ve vzdálenosti 0,761 m.

Maximální moment $M_{z,Ed}$ je ve vzdálenosti 0,760 m.

Klasifikace průřezu

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Maximální poměr šířky a tloušťky	c/t	6,40
Třída 1 limit (nejmenší možný)	33ε	33

=> průřez klasifikován jako třída 1

Posudek rovinného vzpěru

Rovnice (6.46)

Parametry vzpěru		yy	zz	
Systémová délka L		2,500	2,500	m
Součinitel vzpěru k		0,50	1,00	-
Vzpěrná délka L_{cr}	$k \cdot L$	0,761	1,523	m
Kritické Eulerovo zatížení N_{cr}	$(\pi^2 \cdot E \cdot I) / L_{cr}^2$	30517,87	186,27	kN
Štíhlost λ	L_{cr} / i	16,48	210,97	-
Poměrná štíhlost λ_{rel}	$\sqrt{A \cdot f_y / N_{cr}}$	0,18	2,25	-
Mezní poměrná štíhlost $\lambda_{rel,0}$		0,20	0,20	-
Vzpěrná křivka		c	c	
Imperfekce α		0,49	0,49	



ϕ	$0,5[1 + \alpha(\lambda_{rel} - 0,2) + \lambda_{rel}^2]$	1,00	3,53	
Redukční součinitel X		1,00	0,16	-
Únosnost na vzpěr $N_{b,Rd}$	$(X \cdot A \cdot f_y)/\gamma_{M1}$	940,00	150,63	kN

Jednotkový posudek	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$	0,50	Vyhovuje
--------------------	-------------------	------	-----------------

Posudek ohybového momentu M_y s účinky klopení

Rovnice (6.54)

Parametry klopení			
Pružný kritický moment M_{cr}	$C_1 \frac{\pi^2 EI_z}{(kL_z)^2} \cdot \left[\sqrt{\frac{I_\omega}{I_z} \left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \frac{I_\omega}{I_z} + \frac{L_z^2 GI_t}{\pi^2 EI_z} + (C_2 e_z)^2} + C_2 e_z \right]$	133,74	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	$\sqrt{W_{pl,y} \cdot f_y / M_{cr}}$	0,53	-
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$		0,20	-
Křivka klopení		c	-
Imperfekce α_{LT}		0,49	-
ϕ	$0,5[1 + \alpha(\lambda_{rel,LT} - 0,2) + \lambda_{rel,LT}^2]$	0,072	-
Redukční součinitel X_{LT}	$1/(\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_{rel,LT}^2})$	0,83	-
Návrhová únosnost při klopení $M_{b,Rd}$	$(X_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y)/\gamma_{M1}$	31,06	kNm

Jednotkový posudek	$M_{y,Ed}/M_{b,Rd}$	0,24	Vyhovuje
--------------------	---------------------	------	-----------------

Parametry M_{cr}		
Vzpěrná délka tlačného pásu pro vybočení z roviny ohybu L_z	1,523	m
Součinitel k (vliv uložení)	1,00	-
Součinitel k_w (vliv deplanace)	1,00	-
Součinitel momentu na klopení C_1	1,19	-

Posudek ohybu a osového tlaku

Rovnice (6.61), (6.62)

Alternativní metoda 1

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku



Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Charakteristická tlaková únosnost N_{Rk}	$A \cdot f_y$	940,00	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	$W_{pl,y} \cdot f_y$	37,60	kNm
Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	$W_{pl,z} \cdot f_y$	5,88	kNm
Redukční součinitel X_y		1,00	-
Redukční součinitel X_z		0,16	-
Redukční součinitel X_{LT}		0,83	-
Interakční součinitel k_{yy}		1,53	-
Interakční součinitel k_{yz}		1,24	-
Interakční součinitel k_{zy}		0,64	-
Interakční součinitel k_{zz}		1,22	-

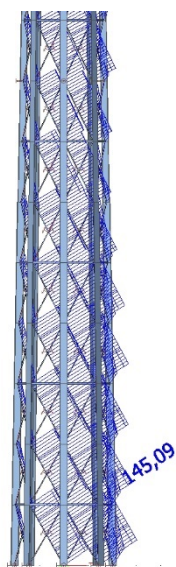
Parametry interakční metody 1		
Součinitel ekvivalentního momentu C_{my}	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mz}	0,93	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mLT}	1,17	

Jednotkový posudek (6.61)	$\frac{N_{Ed}}{X_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{X_{LT} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}}$		
	0,08 + 0,36 + 0,04	0,49	Vyhovuje
Jednotkový posudek (6.62)	$\frac{N_{Ed}}{X_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{X_{LT} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}}$		
	0,50 + 0,15 + 0,04	0,70	Vyhovuje

Ztužující táhla

Průřez: Trubka kruhová plná D30

Rozhodující vnitřní síly



Obrázek 30 - Návrhové vnitřní síly – N – CO31

Návrhové vnitřní síly pro průřez

N_{Ed}	145,00	kN
$V_{y,Ed}$	0,00	kN
$V_{z,Ed}$	0,03	kN
T_{Ed}	0,00	kNm
$M_{y,Ed}$	0,01	kNm
$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

Posudek na tah

Rovnice (6.5)

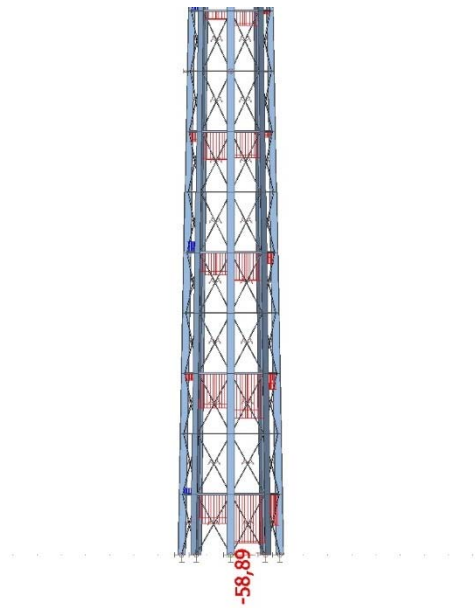
$N_{pl,Rd}$	$(A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$	166,03	kN
-------------	-------------------------------	--------	----

Jednotkový posudek		0,87	Vyhovuje
--------------------	--	------	----------

Ztužení vodorovné

Průřez: Trubka kruhová 76x4

Rozhodující vnitřní síly



Obrázek 31 - Návrhové vnitřní síly – N – CO29

Maximální návrhové síly

N_{Ed}	-58,89	kN
$V_{y,Ed}$	0,00	kN
$V_{z,Ed}$	-0,01	kN
T_{Ed}	-0,11	kNm
$M_{y,Ed}$	0,03	kNm
$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

Klasifikace průřezu

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Maximální poměr šířky a tloušťky	d/t	19,02
Třída 1 limit	$50\varepsilon^2$	50

=> průřez klasifikován jako třída 1

Posudek rovinného vzpěru

Rovnice (6.46)

Parametry vzpěru		yy, zz	
Systémová délka L		1,519	m
Součinitel vzpěru k		1,00	-



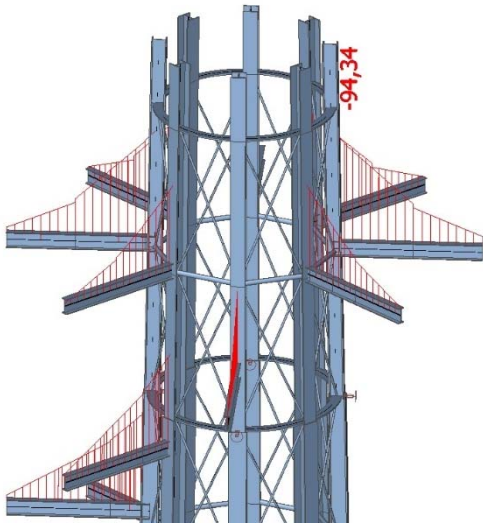
Vzpěrná délka L_{cr}	$k \cdot L$	1,519	m
Kritické Eulerovo zatížení N_{cr}	$(\pi^2 \cdot E \cdot I) / L_{cr}^2$	530,75	kN
Štíhlost λ	L_{cr} / i	59,48	-
Poměrná štíhlost λ_{rel}	$\sqrt{A \cdot f_y / N_{cr}}$	0,63	-
Mezní poměrná štíhlost $\lambda_{rel,0}$		0,20	-
Vzpěrná křivka		a	
Imperfekce α		0,21	
ϕ	$0,5[1 + \alpha(\lambda_{rel} - 0,2) + \lambda_{rel}^2]$	0,74	
Redukční součinitel X		0,88	-
Únosnost na vzpěr $N_{b,Rd}$	$(X \cdot A \cdot f_y) / \gamma_{M1}$	186,70	kN

Jednotkový posudek	$N_{Ed} / N_{b,Rd}$	0,32	Vyhovuje
--------------------	---------------------	------	----------

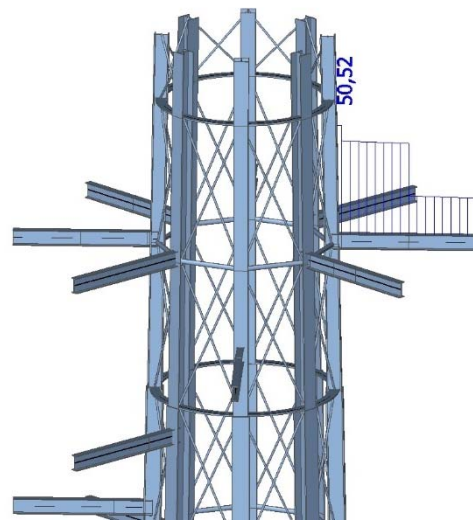
Konzoly schodiště

Průřez: IPN260

Rozhodující vnitřní síly



Obrázek 33 - Návrhové vnitřní síly – M_y – C076



Obrázek 32 - Návrhové vnitřní síly – V_z – C076

Maximální návrhové vnitřní síly

N_{Ed}	9,81	kN
$V_{y,Ed}$	-0,03	kN
$V_{z,Ed}$	50,52	kN



T_{Ed}	-0,37	kNm
$M_{y,Ed}$	-94,34	kNm
$M_{z,Ed}$	4,01	kNm

Klasifikace průřezu

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Maximální poměr šířky a tloušťky	c/t	22,66
Třída 1 limit (nejmenší možný)	33ε	33

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Maximální poměr šířky a tloušťky	c/t	3,01
Třída 1 limit	9ε	9

=> průřez klasifikován jako třída 1

Posudek ohybového momentu pro M_y

Rovnice (6.12), (6.13)

$M_{pl,y,Rd}$	$(W_{pl,y,Rd} \cdot f_y) / \gamma_{MO}$	120,64	kNm
---------------	---	--------	-----

Jednotkový posudek	$M_{y,Ed} / M_{pl,y,Rd}$	0,78	Vyhovuje
--------------------	--------------------------	------	----------

Posudek smyku pro V_z

Rovnice (6.17)

η		1,20	
A_v	$2 \cdot h_f \cdot t_f$	2,6147e-03	m ²
$V_{pl,z,Rd}$	$A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{MO}$	354,76	kN

Jednotkový posudek	$V_{z,Ed} / V_{pl,z,Rd}$	0,14	Vyhovuje
--------------------	--------------------------	------	----------

Posudek kroucení

Rovnice (6.23)

$\tau_{t,Ed}$		16,9	MPa
$\tau_{t,Rd}$	$(f_y / \sqrt{3})$	135,7	MPa



Jedn. posudek	T_{Ed}/T_{Rd}	0,12	Vyhovuje
---------------	-----------------	------	----------

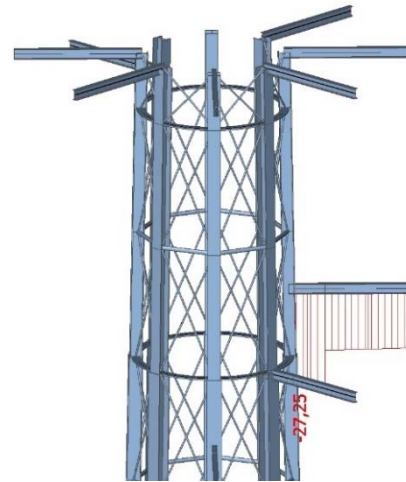
Konzoly střecha

Průřez: IPN200

Rozhodující vnitřní síly



Obrázek 35 - Návrhové vnitřní síly – My – CO32



Obrázek 34 - Návrhové vnitřní síly – Vz – CO32

Maximální návrhové vnitřní síly

N_{Ed}	-1,84	kN
$V_{y,Ed}$	-1,76	kN
$V_{z,Ed}$	-27,25	kN
T_{Ed}	-0,55	kNm
$M_{y,Ed}$	-50,25	kNm
$M_{z,Ed}$	-0,83	kNm

Klasifikace průřezu

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Maximální poměr šířky a tloušťky	c/t	21,65
Třída 1 limit (nejmenší možný)	33ε	33

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnitřní vnější pásnice



Maximální poměr šířky a tloušťky	c/t	2,99
Třída 1 limit	9ε	9

=> průřez klasifikován jako třída 1

Posudek ohybového momentu pro M_y

Rovnice (6.12), (6.13)

$M_{pl,y,Rd}$	$(W_{pl,y,Rd} \cdot f_y) / \gamma_{MO}$	58,75	kNm
---------------	---	-------	-----

Jednotkový posudek	$M_{y,Ed} / M_{pl,y,Rd}$	0,86	Vyhovuje
--------------------	--------------------------	------	----------

Posudek smyku pro V_z

Rovnice (6.17)

η		1,20	
A_v	$2 \cdot h_f \cdot t_f$	1,5966e-03	m ²
$V_{pl,z,Rd}$	$A_v(f_y/\sqrt{3}) / \gamma_{MO}$	216,62	kN

Jednotkový posudek	$V_{z,Ed} / V_{pl,z,Rd}$	0,13	Vyhovuje
--------------------	--------------------------	------	----------

Posudek kroucení

Rovnice (6.23)

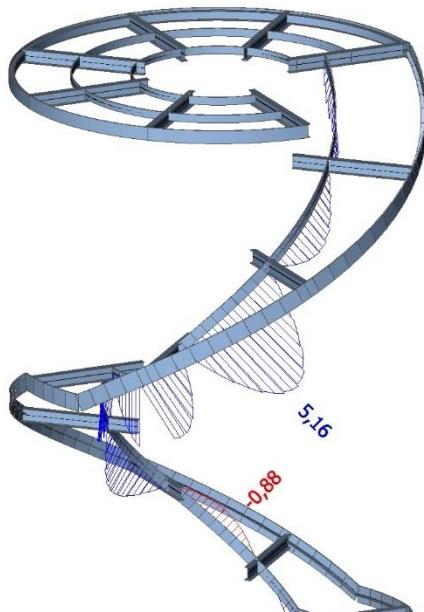
$\tau_{t,Ed}$		50,7	MPa
$\tau_{t,Rd}$	$(f_y/\sqrt{3})$	135,7	MPa

Jedn. posudek	T_{Ed} / T_{Rd}	0,37	Vyhovuje
---------------	-------------------	------	----------

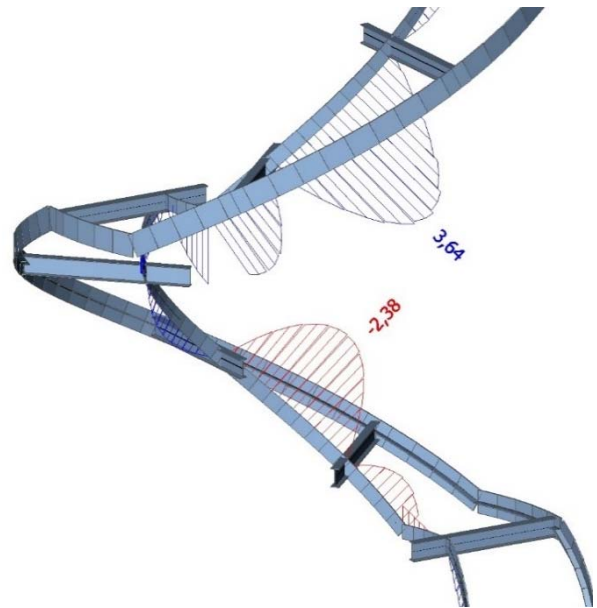
Schodnice vnitřní

Průřez: Plný obdélník 200x16

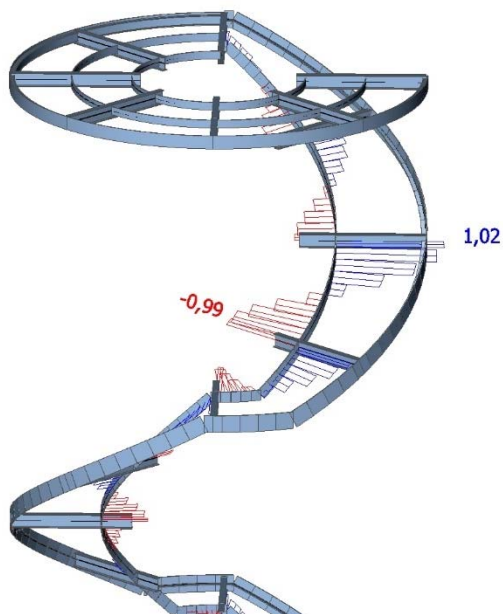
Rozhodující vnitřní síly



Obrázek 37 - Návrhové vnitřní síly – M_y – CO34



Obrázek 36 - Návrhové vnitřní síly – N – CO17



Obrázek 38 - Návrhové vnitřní síly – T – CO32

Maximální návrhové vnitřní síly

N_{Ed}	3,16	kN
$V_{y,Ed}$	1,41	kN
$V_{z,Ed}$	-7,60	kN



T_{Ed}	1,02	kNm
$M_{y,Ed}$	5,16	kNm
$M_{y,Ed}$	-2,38	kNm
$M_{z,Ed}$	-0,58	kNm

Klasifikace průřezu

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Maximální poměr šířky a tloušťky	c/t	12,50
Třída 1 limit (nejmenší možný)	33ε	33

=> průřez klasifikován jako třída 1

Posudek ohybového momentu pro M_y

Klopení bráněno schodišťovými stupni.

Rovnice (6.12), (6.13)

$M_{pl,y,Rd}$	$(W_{pl,y,Rd} \cdot f_y) / \gamma_{MO}$	37,60	kNm
---------------	---	-------	-----

Jednotkový posudek	$M_{y,Ed} / M_{pl,y,Rd}$	0,13	Vyhovuje
--------------------	--------------------------	------	----------

Posudek kroucení

Rovnice (6.23)

$Tau_{t,Ed}$		60,1	MPa
$Tau_{t,Rd}$	$(f_y / \sqrt{3})$	135,7	MPa

Jedn. posudek	T_{Ed} / T_{Rd}	0,44	Vyhovuje
---------------	-------------------	------	----------

Posudek ohybového momentu M_y s účinky klopení

Rovnice (6.54)

Parametry klopení			
Pružný kritický moment M_{cr}	$C_1 \frac{\pi^2 EI_z}{(kL_z)^2} \cdot \left[\sqrt{\frac{I_\omega}{I_z} \left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \frac{I_\omega}{I_z} + \frac{L_z^2 GI_t}{\pi^2 EI_z} + (C_2 e_z)^2} + C_2 e_z \right]$	36,27	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	$\sqrt{W_{pl,y} \cdot f_y / M_{cr}}$	1,02	-



Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$		0,20	-
Křivka klopení		c	-
Imperfekce α_{LT}		0,49	-
ϕ	$0,5[1 + \alpha(\lambda_{rel,LT} - 0,2) + \lambda_{rel,LT}^2]$	1,22	-
Redukční součinitel X_{LT}	$1/(\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_{rel,LT}^2})$	0,53	-
Návrhová únosnost při klopení $M_{b,Rd}$	$(X_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y)/\gamma_{M1}$	19,91	kNm

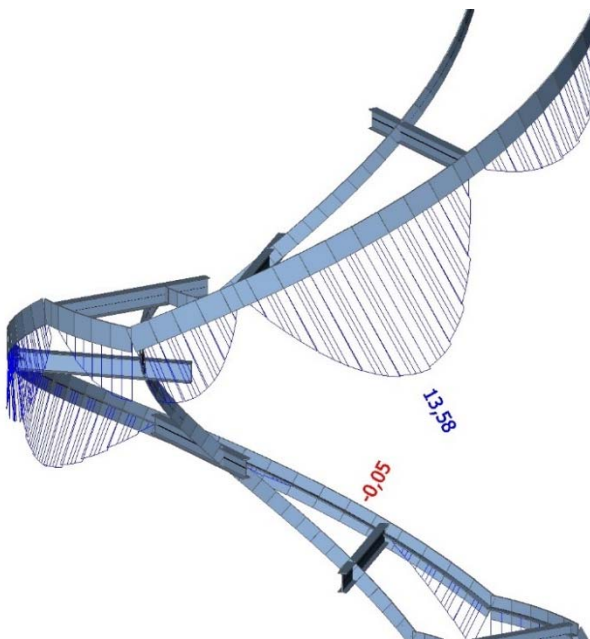
Jednotkový posudek	$M_{y,Ed}/M_{b,Rd}$	0,12	Vyhovuje
--------------------	---------------------	------	----------

Parametry M_{cr}		
Vzpěrná délka tlačeního pásu pro vybočení z roviny ohybu L_z	1,71	m
Součinitel k (vliv uložení)	1,00	-
Součinitel k_w (vliv deplanace)	1,00	-
Součinitel momentu na klopení C1	1,13	-

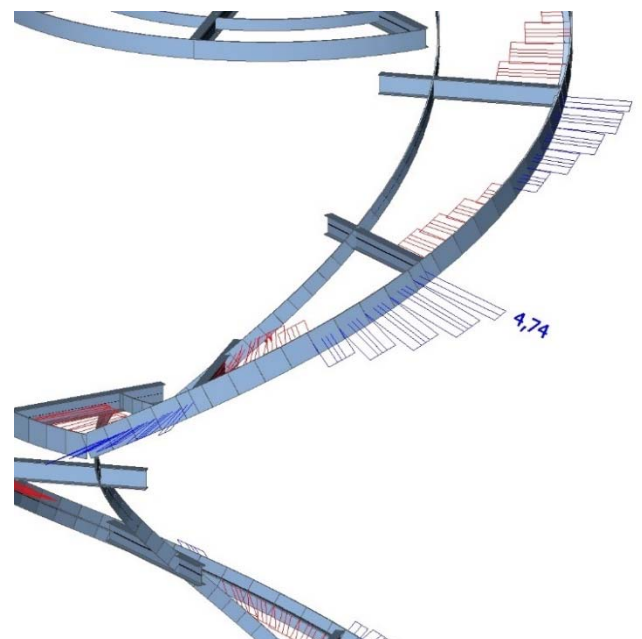
Schodnice vnější

Průřez: Svařovaný tvaru T

Rozhodující vnitřní síly



Obrázek 40 - Návrhové vnitřní síly – M_y – CO34



Obrázek 39 - Návrhové vnitřní síly – T – CO29



Maximální návrhové vnitřní síly

N_{Ed}	0,70	kN
$V_{y,Ed}$	12,88	kN
$V_{z,Ed}$	0,26	kN
T_{Ed}	-4,75	kNm
$M_{y,Ed}$	13,58	kNm
$M_{z,Ed}$	3,47	kNm

Klasifikace průřezu

Klasifikace pro vnější pásnice

Maximální poměr šířky a tloušťky	c/t	8,5
Třída 1 limit (nejmenší možný)	9ε	9

=> průřez klasifikován jako třída 1

Posudek ohybového momentu pro M_y

Klopení bráněno schodišťovými stupni.
Rovnice (6.12), (6.13)

$M_{pl,y,Rd}$	$(W_{pl,z,Rd} \cdot f_y) / \gamma_{MO}$	109,23	kNm
Jednotkový posudek	$M_{y,Ed} / M_{pl,y,Rd}$	0,12	Vyhovuje

Posudek kroucení

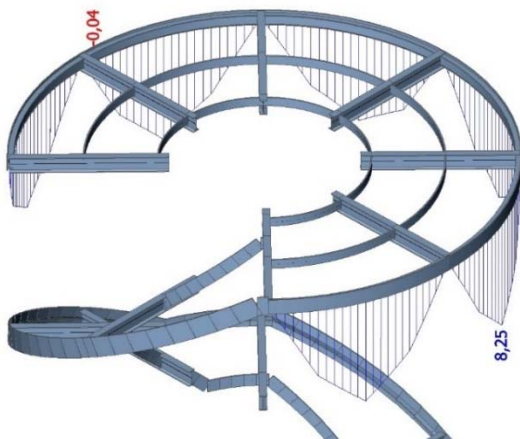
Rovnice (6.23)

$\tau_{t,Ed}$		121,3	MPa
$\tau_{t,Rd}$	$(f_y / \sqrt{3})$	135,7	MPa
Jedn. posudek	T_{Ed} / T_{Rd}	0,89	Vyhovuje

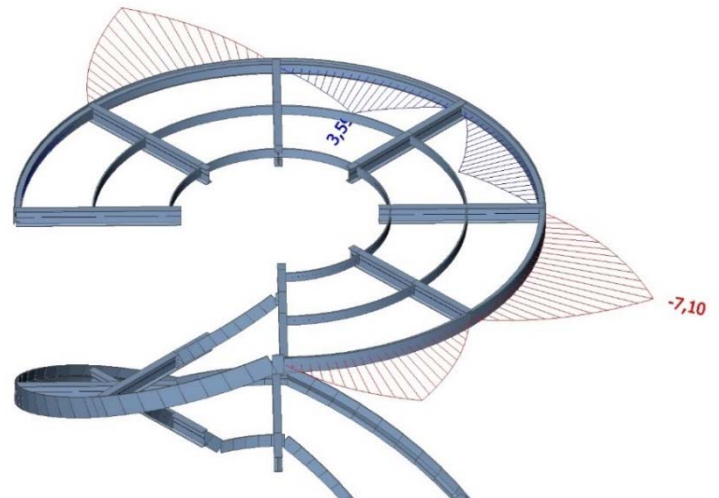
Nosník plošiny vnější

Průřez: Uzavřený svařovaný

Rozhodující vnitřní síly



Obrázek 42 - Návrhové vnitřní síly – M_y – CO31



Obrázek 41 - Návrhové vnitřní síly – M_z – CO31

Maximální návrhové vnitřní síly

N_{Ed}	-1,68	kN
$V_{y,Ed}$	4,47	kN
$V_{z,Ed}$	-0,79	kN
T_{Ed}	-7,42	kNm
$M_{y,Ed}$	8,25	kNm
$M_{z,Ed}$	-7,10	kNm

Klasifikace průřezu

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Maximální poměr šířky a tloušťky	c/t	10,71
Třída 1 limit (nejmenší možný)	33ε	33

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnitřní vnější pásnice

Maximální poměr šířky a tloušťky	c/t	2,86
Třída 1 limit	9ε	9

=> průřez klasifikován jako třída 1

Posudek ohybového momentu pro M_y

Klopení bráněno pochozí konstrukcí plošiny.



Rovnice (6.12), (6.13)

$M_{pl,y,Rd}$	$(W_{pl,y,Rd} \cdot f_y) / \gamma_{MO}$	94,71	kNm
---------------	---	-------	-----

Jednotkový posudek	$M_{y,Ed} / M_{pl,y,Rd}$	0,09	Vyhovuje
--------------------	--------------------------	------	----------

Posudek ohybového momentu pro Mz

Rovnice (6.12), (6.13)

$M_{pl,z,Rd}$	$(W_{pl,z,Rd} \cdot f_y) / \gamma_{MO}$	43,67	kNm
---------------	---	-------	-----

Jednotkový posudek	$M_{z,Ed} / M_{pl,z,Rd}$	0,16	Vyhovuje
--------------------	--------------------------	------	----------

Posudek kroucení

Rovnice (6.23)

Tau,t,Ed		22,2	MPa
Tau,Rd	$(f_y / \sqrt{3})$	135,7	MPa

Jedn. posudek	T_{Ed} / T_{Rd}	0,16	Vyhovuje
---------------	-------------------	------	----------

Posudek ohybu a osového tlaku

Rovnice (6.61), (6.62)

Alternativní metoda 1

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Charakteristická tlaková únosnost N_{Rk}	$A \cdot f_y$	1551,00	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	$W_{pl,y} \cdot f_y$	94,71	kNm
Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	$W_{pl,z} \cdot f_y$	43,67	kNm
Redukční součinitel X_y		1,00	-
Redukční součinitel X_z		1,00	-
Redukční součinitel X_{LT}		1,00	-
Interakční součinitel k_{yy}		1,00	-
Interakční součinitel k_{yz}		1,00	-
Interakční součinitel k_{zy}		1,00	-
Interakční součinitel k_{zz}		1,00	-

Parametry interakční metody 1		
Součinitel ekvivalentního momentu C_{my}	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mz}	1,00	

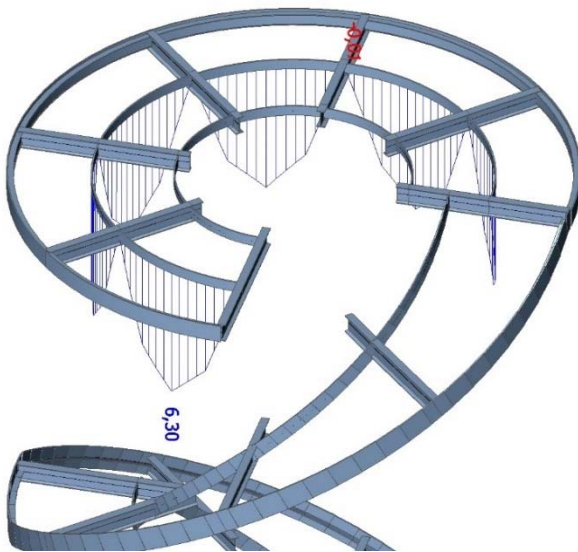


Parametry interakční metody 1			
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mLT}			1,00
Jednotkový posudek (6.61)	$\frac{N_{Ed}}{X_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{X_{LT} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}}$		
	0,00 + 0,09 + 0,16	0,25	Vyhovuje
Jednotkový posudek (6.62)	$\frac{N_{Ed}}{X_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{X_{LT} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}}$		
	0,00 + 0,09 + 0,16	0,25	Vyhovuje

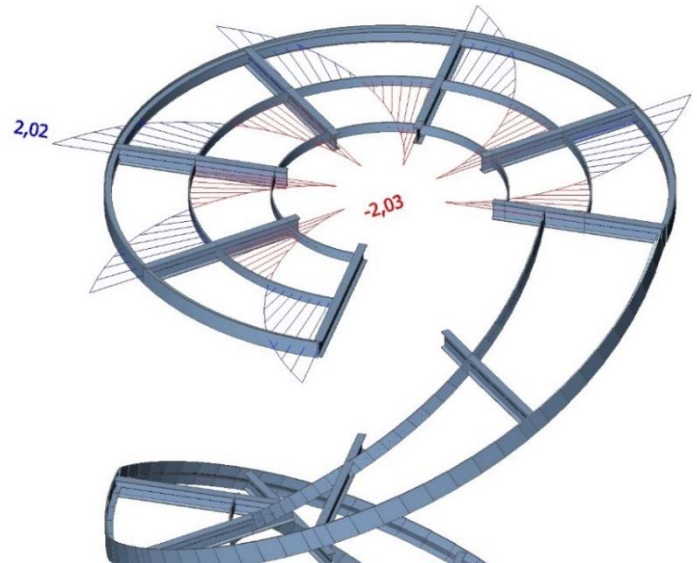
Nosník plošiny střední

Průřez: Plný obdélník 150x20

Rozhodující vnitřní síly



Obrázek 44 - Návrhové vnitřní síly – M_y – CO76



Obrázek 43 - Návrhové vnitřní síly – T – CO76

Maximální návrhové vnitřní síly pro průřez

N_{Ed}	0,03	kN
$V_{y,Ed}$	-0,17	kN
$V_{z,Ed}$	11,44	kN
T_{Ed}	-2,03	kNm
$M_{y,Ed}$	6,30	kNm



$M_{z,Ed}$	-0,03	kNm
------------	-------	-----

Klasifikace průřezu

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Maximální poměr šířky a tloušťky	c/t	7,5
Třída 1 limit (nejmenší možný)	33ε	33

=> průřez klasifikován jako třída 1

Posudek ohybového momentu pro M_y

Klopení bráněno pochozí konstrukcí plošiny.

Rovnice (6.12), (6.13)

$M_{pl,y,Rd}$	$(W_{pl,y,Rd} \cdot f_y) / \gamma_{MO}$	26,44	kNm
---------------	---	-------	-----

Jednotkový posudek	$M_{y,Ed} / M_{pl,y,Rd}$	0,24	Vyhovuje
--------------------	--------------------------	------	----------

Posudek kroucení

Rovnice (6.23)

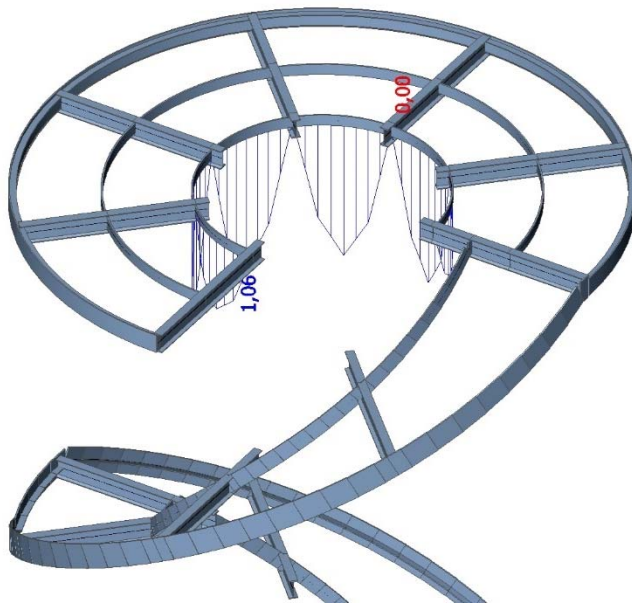
$\tau_{t,Ed}$		100,7	MPa
$\tau_{t,Rd}$	$(f_y / \sqrt{3})$	135,7	MPa

Jedn. posudek	T_{Ed} / T_{Rd}	0,74	Vyhovuje
---------------	-------------------	------	----------

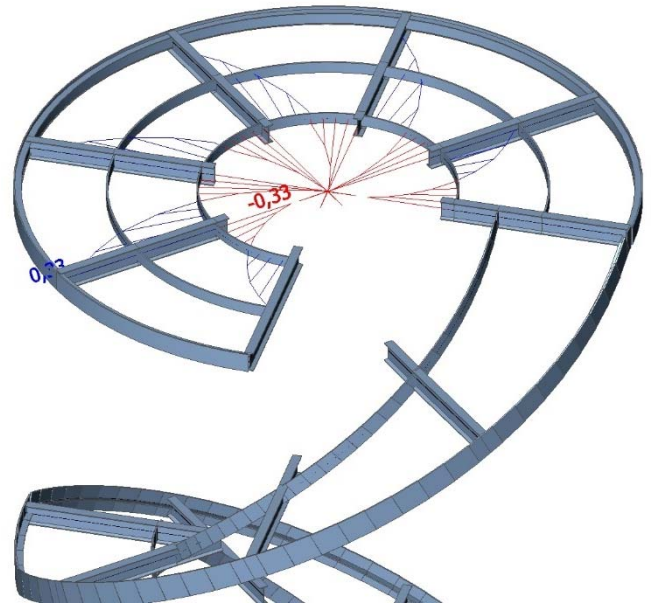
Nosník plošiny vnitřní

Průřez: Plný obdélník 150x16

Rozhodující vnitřní síly



Obrázek 46 - Návrhové vnitřní síly – My – CO30



Obrázek 45 - Návrhové vnitřní síly – T – CO30

B1818 KZ NC6 pro max T, max My

Maximální návrhové vnitřní síly pro průřez

N_{Ed}	0,01	kN
$V_{y,Ed}$	-0,02	kN
$V_{z,Ed}$	3,19	kN
T_{Ed}	-0,33	kNm
$M_{y,Ed}$	1,06	kNm
$M_{z,Ed}$	-0,02	kNm

Klasifikace průřezu

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Maximální poměr šířky a tloušťky	c/t	9,38
Třída 1 limit (nejmenší možný)	33ε	33

=> průřez klasifikován jako třída 1

Posudek ohybového momentu pro My

Klopení bráněno pochozí konstrukcí plošiny.
Rovnice (6.12), (6.13)



$M_{pl,y,Rd}$	$(W_{pl,y,Rd} \cdot f_y) / \gamma_{MO}$	21,15	kNm
---------------	---	-------	-----

Jednotkový posudek	$M_{y,Ed} / M_{pl,y,Rd}$	0,05	Vyhovuje
--------------------	--------------------------	------	-----------------

Posudek kroucení

Rovnice (6.23)

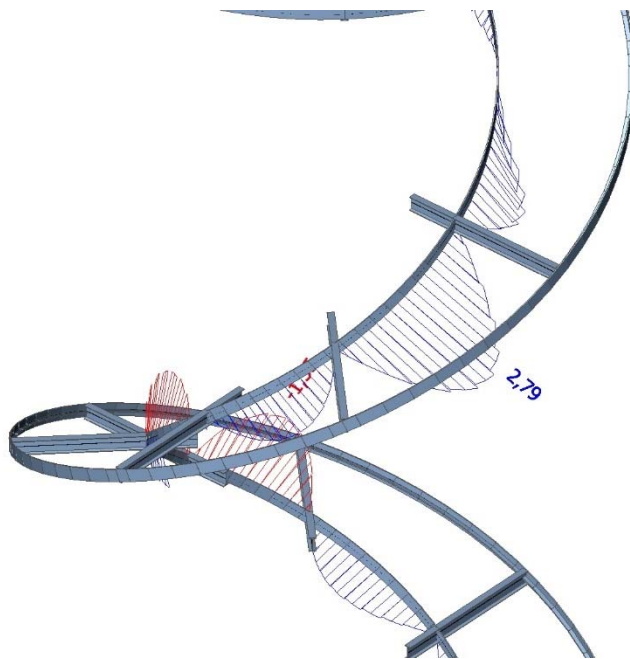
Tau,t,Ed		26,2	MPa
Tau,Rd	$(f_y / \sqrt{3})$	135,7	MPa

Jedn. posudek	T_{Ed} / T_{Rd}	0,19	Vyhovuje
---------------	-------------------	------	-----------------

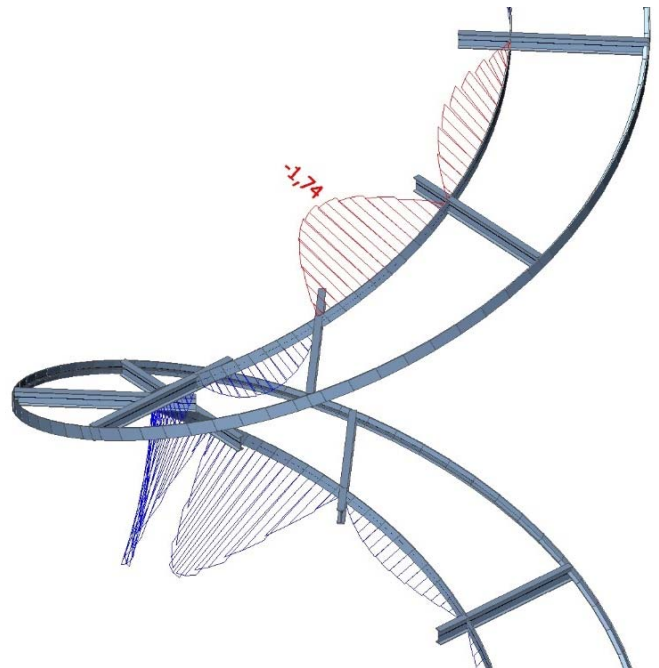
Nosník zastřešení schodiště vnitřní

Průřez: Plný obdélník 150x14

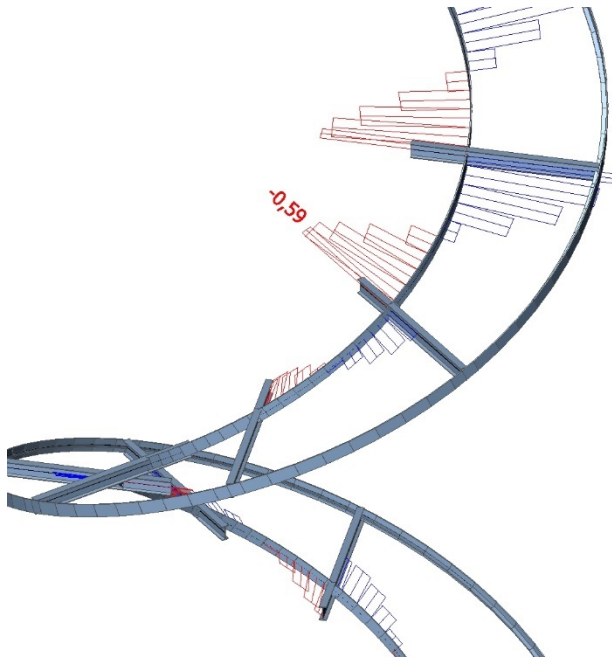
Rozhodující vnitřní síly



Obrázek 48 - Návrhové vnitřní síly – My – CO32



Obrázek 47 - Návrhové vnitřní síly – My – CO17



Obrázek 49 - Návrhové vnitřní síly – T – CO32

Maximální návrhové vnitřní síly pro průřez

N_{Ed}	-2,21	kN
$V_{y,Ed}$	0,86	kN
$V_{z,Ed}$	4,51	kN
T_{Ed}	-0,59	kNm
$M_{y,Ed}$	2,79	kNm
$M_{y,Ed}$	-1,74	kNm
$M_{z,Ed}$	-0,20	kNm

Klasifikace průřezu

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Maximální poměr šířky a tloušťky	c/t	10,7
Třída 1 limit (nejmenší možný)	33ε	33

=> průřez klasifikován jako třída 1

Posudek ohybového momentu pro M_y

Klopení bráněno konstrukcí střechy.

Rovnice (6.12), (6.13)



$M_{pl,y,Rd}$	$(W_{pl,y,Rd} \cdot f_y) / \gamma_{MO}$	18,51	kNm
---------------	---	-------	-----

Jednotkový posudek	$M_{y,Ed} / M_{pl,y,Rd}$	0,15	Vyhovuje
--------------------	--------------------------	------	----------

Posudek kroucení

Rovnice (6.23)

Tau,t,Ed		60,1	MPa
Tau,Rd	$(f_y / \sqrt{3})$	135,7	MPa

Jedn. posudek	T_{Ed} / T_{Rd}	0,44	Vyhovuje
---------------	-------------------	------	----------

Posudek ohybového momentu M_y s účinky klopení

Rovnice (6.54)

Parametry klopení			
Pružný kritický moment M_{cr}	$C_1 \frac{\pi^2 EI_z}{(kL_z)^2} \cdot \left[\sqrt{\frac{I_\omega}{I_z} \left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \frac{I_\omega}{I_z} + \frac{L_z^2 GI_t}{\pi^2 EI_z} + (C_2 e_z)^2} + C_2 e_z \right]$	18,03	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	$\sqrt{W_{pl,y} \cdot f_y / M_{cr}}$	0,31	-
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$		0,20	-
Křivka klopení		c	-
Imperfekce α_{LT}		0,49	-
ϕ	$0,5 [1 + \alpha(\lambda_{rel,LT} - 0,2) + \lambda_{rel,LT}^2]$	0,57	-
Redukční součinitel X_{LT}	$1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_{rel,LT}^2})$	0,94	-
Návrhová únosnost při klopení $M_{b,Rd}$	$(X_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y) / \gamma_{M1}$	17,48	kNm

Jednotkový posudek	$M_{y,Ed} / M_{b,Rd}$	0,10	Vyhovuje
--------------------	-----------------------	------	----------

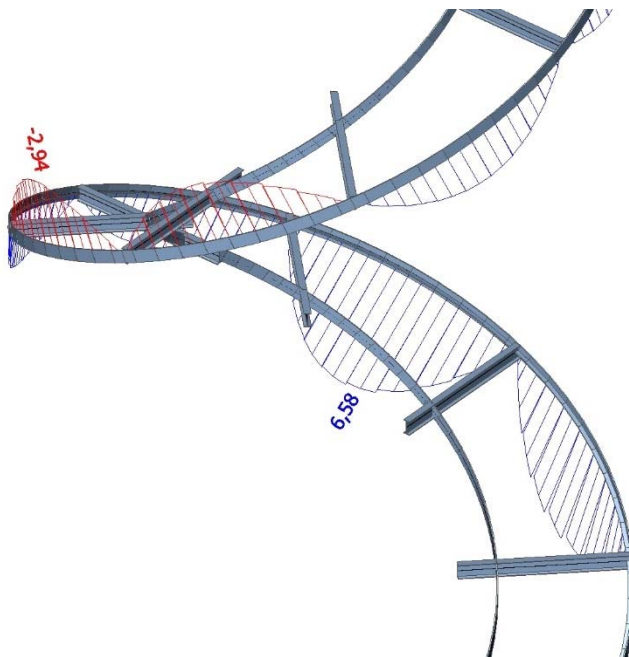
Parametry M_{cr}		
Vzpěrná délka tlačení pásu pro vybočení z roviny ohybu L_z	1,710	m
Součinitel k (vliv uložení)	1,00	-
Součinitel k_w (vliv deplanace)	1,00	-
Součinitel momentu na klopení C_1	1,13	-



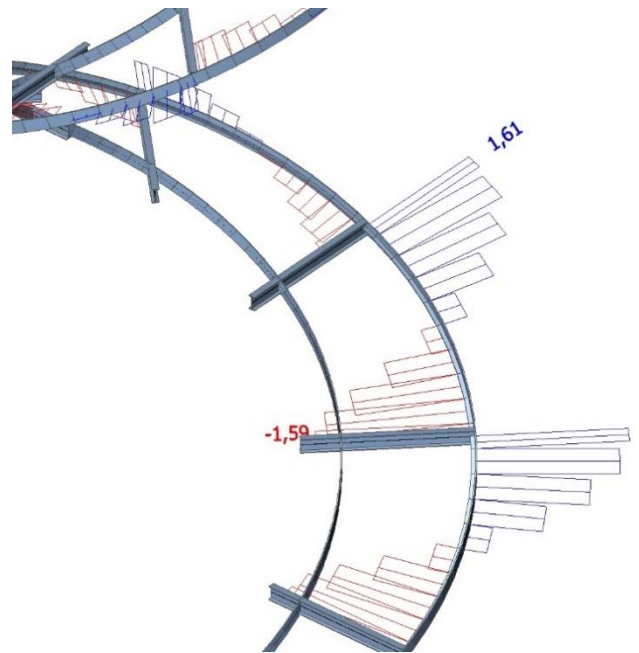
Nosník zastřešení schodiště vnější

Průřez: Svařovaný tvaru T

Rozhodující vnitřní síly



Obrázek 51 - Návrhové vnitřní síly – M_y – CO31



Obrázek 50 - Návrhové vnitřní síly – T – CO29

Maximální návrhové vnitřní síly pro průřez

N_{Ed}	-0,53	kN
$V_{y,Ed}$	-6,92	kN
$V_{z,Ed}$	1,73	kN
T_{Ed}	1,61	kNm
$M_{y,Ed}$	6,58	kNm
$M_{z,Ed}$	2,44	kNm

Klasifikace průřezu

Klasifikace pro vnější pásnice

Maximální poměr šířky a tloušťky	c/t	5,57
Třída 1 limit (nejmenší možný)	9ϵ	9



=> průřez klasifikován jako třída 1

Posudek ohybového momentu pro M_y

Klopení bráněno konstrukcí střechy.

Rovnice (6.12), (6.13)

$M_{pl,y,Rd}$	$(W_{pl,y,Rd} \cdot f_y) / \gamma_{MO}$	24,42	kNm
---------------	---	-------	-----

Jednotkový posudek	$M_{y,Ed} / M_{pl,y,Rd}$	0,84	Vyhovuje
--------------------	--------------------------	------	----------

Posudek kroucení

Rovnice (6.23)

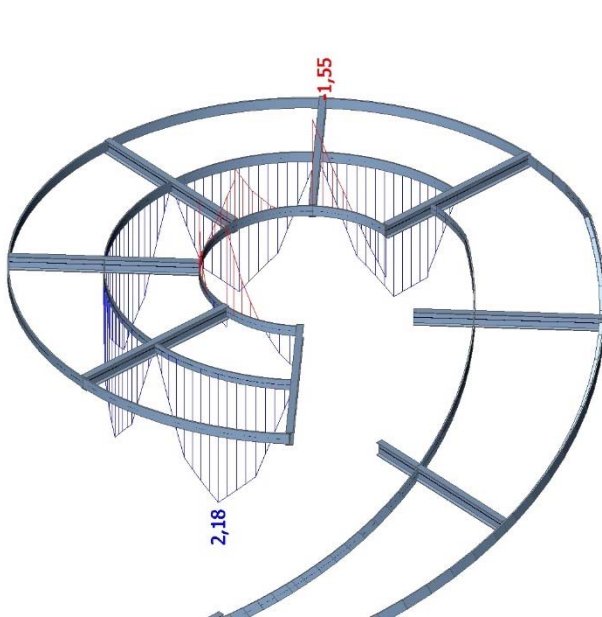
$\tau_{t,Ed}$		110,8	MPa
$\tau_{t,Rd}$	$(f_y / \sqrt{3})$	135,7	MPa

Jedn. posudek	T_{Ed} / T_{Rd}	0,82	Vyhovuje
---------------	-------------------	------	----------

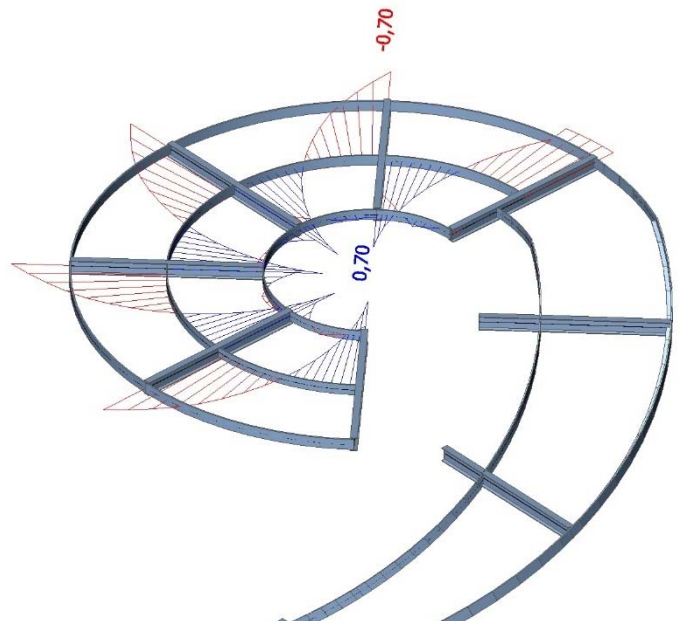
Nosník zastřešení plošiny střední

Průřez: Plný obdélník 150x14

Rozhodující vnitřní síly



Obrázek 53 - Návrhové vnitřní síly – M_y – CO116



Obrázek 52 - Návrhové vnitřní síly – T – CO116



Maximální návrhové vnitřní síly pro průřez

N_{Ed}	6,67	kN
$V_{y,Ed}$	2,61	kN
$V_{z,Ed}$	4,15	kN
T_{Ed}	0,70	kNm
$M_{y,Ed}$	2,18	kNm
$M_{z,Ed}$	0,40	kNm

Klasifikace průřezu

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Maximální poměr šířky a tloušťky	c/t	10,71
Třída 1 limit (nejmenší možný)	33ε	33

=> průřez klasifikován jako třída 1

Posudek ohybového momentu pro M_y

Klopení bráněno konstrukcí střechy.

Rovnice (6.12), (6.13)

$M_{pl,y,Rd}$	$(W_{pl,y,Rd} \cdot f_y) / \gamma_{MO}$	18,51	kNm
---------------	---	-------	-----

Jednotkový posudek	$M_{y,Ed} / M_{pl,y,Rd}$	0,16	Vyhovuje
--------------------	--------------------------	------	----------

Posudek kroucení

Rovnice (6.23)

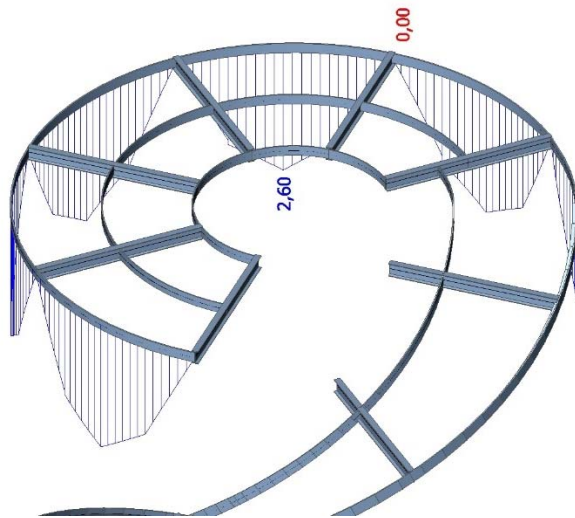
$\tau_{t,Ed}$		71,5	MPa
$\tau_{t,Rd}$	$(f_y / \sqrt{3})$	135,7	MPa

Jedn. posudek	T_{Ed} / T_{Rd}	0,53	Vyhovuje
---------------	-------------------	------	----------

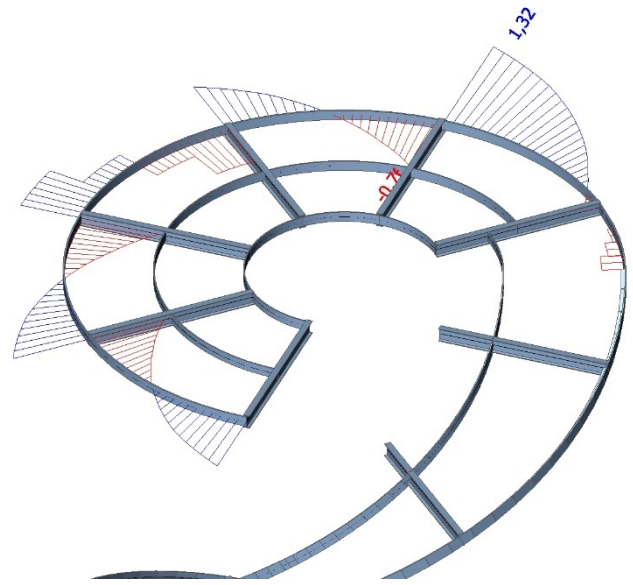
Nosník zastřešení plošiny vnější

Průřez: Plný obdélník 150x20

Rozhodující vnitřní síly



Obrázek 55 - Návrhové vnitřní síly – M_y – CO116



Obrázek 54 - Návrhové vnitřní síly – T – CO30

Maximální návrhové vnitřní síly pro průřez

N_{Ed}	0,11	kN
$V_{y,Ed}$	0,00	kN
$V_{z,Ed}$	4,15	kN
T_{Ed}	1,32	kNm
$M_{y,Ed}$	2,60	kNm
$M_{z,Ed}$	0,52	kNm

Klasifikace průřezu

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Maximální poměr šířky a tloušťky	c/t	10,71
Třída 1 limit (nejmenší možný)	33ε	33

=> průřez klasifikován jako třída 1

Posudek ohybového momentu pro M_y

Klopení bráněno konstrukcí střechy.

Rovnice (6.12), (6.13)

$M_{pl,y,Rd}$	$(W_{pl,y,Rd} \cdot f_y) / \gamma_{M0}$	26,44	kNm
Jednotkový posudek	$M_{y,Ed} / M_{pl,y,Rd}$	0,10	Vyhovuje



Posudek kroucení

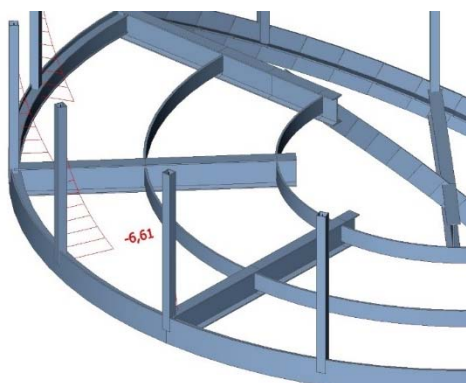
Rovnice (6.23)

Tau,t,Ed		65,8	MPa
Tau,Rd	$(f_y/\sqrt{3})$	135,7	MPa
Jedn. posudek	T_{Ed}/T_{Rd}	0,49	Vyhovuje

Zábradlí

Průrez: Trubka čtyřhranná 80x80x4,0

Rozhodující vnitřní síly



Obrázek 56 - Návrhové vnitřní síly – Mz – CO31

Maximální návrhové vnitřní síly pro prut

N_{Ed}	-0,86	kN
$V_{y,Ed}$	-8,81	kN
$V_{z,Ed}$	0,03	kN
T_{Ed}	-0,01	kNm
$M_{y,Ed}$	-0,02	kNm
$M_{z,Ed}$	6,61	kNm

Klasifikace průřezu

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Maximální poměr šířky a tloušťky	c/t	17
----------------------------------	-------	----



Třída 1 limit (nejmenší možný)	33ε	33
--------------------------------	-----	----

=> průřez klasifikován jako třída 1

Posudek ohybového momentu pro M_z

Rovnice (6.12), (6.13)

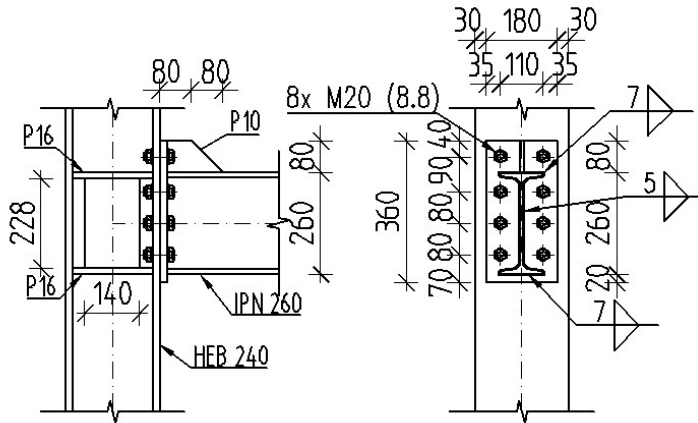
$M_{pl,z,Rd}$	$(W_{pl,z,Rd} \cdot f_y) / \gamma_{MO}$	7,99	kNm
---------------	---	------	-----

Jednotkový posudek	$M_{z,Ed} / M_{pl,z,Rd}$	0,83	Vyhovuje
--------------------	--------------------------	------	----------



Posouzení přípojení – MSÚ

Přípoj sloupu a konzoly schodiště



Maximální návrhové vnitřní síly

N_{Ed}	9,81	kN
$V_{y,Ed}$	-0,03	kN
$V_{z,Ed}$	50,52	kN
T_{Ed}	-0,37	kNm
$M_{y,Ed}$	-94,34	kNm
$M_{z,Ed}$	4,01	kNm

Posouzení koutových svarů

Moment setrvačnosti

$$I_{we} = \frac{1}{12} \left[(b + 2a_f) \cdot (h + 2a_f)^3 - (b + 2a_f + 2a_w - t_w) \cdot (h + 2a_f - 4a_f - t_f)^3 \right] - \frac{1}{12} \left[bh^3 - (b - t_w) \cdot (h - 2t_f)^3 \right] = 6,7e7 \text{ mm}^7$$

Plocha

$$A_{we} = 3735 \text{ mm}^3$$

Napětí v krajních vláknech v bodě 1

$$\sigma_{L,1}^M = \tau_{L,1}^M = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{M_{Ed}}{I_{we}} \cdot z_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{94,34e6}{33,7e7} \cdot 137 = 136,23 \text{ MPa}$$



Posouzení v bodě 1

$$\sqrt{\sigma_{\perp,1}^2 + 3(\tau_{\perp,1}^2 + \tau_{II,1}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$
$$\sqrt{136,23^2 + 3(136,23^2 + 0^2)} \leq \frac{510}{0,8 \cdot 1,25}$$

$$272,46 \leq 510 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{\perp,1} = 136,23 \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 408,0 \text{ [MPa]}$$

Napětí v bodě 2

$$\tau_{II,2} = \frac{V_{Ed}}{2a_w L_w} = \frac{50520}{2 \cdot 5 \cdot 218} = 23,2 \text{ MPa}$$

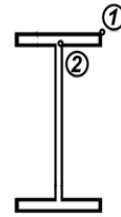
$$\sigma_{\perp,2} = \tau_{\perp,2} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{M_{Ed}}{I_{we}} \cdot z_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{94,34e6}{33,7e7} \cdot 108,9 = 108,29 \text{ MPa}$$

Posouzení v bodě 2

$$\sqrt{\sigma_{\perp,2}^2 + 3(\tau_{\perp,2}^2 + \tau_{II,2}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$
$$\sqrt{108,29^2 + 3(108,29^2 + 23,2^2)} \leq \frac{510}{0,8 \cdot 1,25}$$

$$220,3 \leq 510 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{\perp,2} = 108,29 \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 408,0 \text{ [MPa]}$$



Obrázek 57 - Vyznačení posuzovaných bodů

Vyhovuje

Vyhovuje

Posouzení šroubového spoje

- pružné rozdělení sil ve šroubech s uvážením páčení v horní řadě šroubů a únosnosti stěny sloupu ve smyku

Rozdělení sil ve šroubech

$$M_{Rd} = \sum F_i \cdot r_i \geq M_{Ed}$$

$$r_1 = 293 \text{ mm}$$

$$r_2 = 203 \text{ mm}$$

$$r_3 = 123 \text{ mm}$$

$$r_4 = 43 \text{ mm}$$

$$F_2 = \frac{r_2}{r_1} \cdot F_1 = \frac{203}{293} \cdot F_1 = 0,693 \cdot F_1$$

$$F_3 = \frac{r_3}{r_1} \cdot F_1 = \frac{123}{293} \cdot F_1 = 0,42 \cdot F_1$$



$$F_2 = \frac{r_4}{r_1} \cdot F_1 = \frac{43}{293} \cdot F_1 = 0,147 \cdot F_1$$

$$\sum F_i \cdot r_i = F_1 \cdot r_1 + 0,693 \cdot F_1 \cdot r_2 + 0,42 \cdot F_1 \cdot r_3 + 0,147 \cdot F_1 \cdot r_4 = 492 \cdot F_1 = M_{Ed}$$

$$F_1 = \frac{M_{Ed}}{492} = \frac{94,34e6}{492} = 191,75 \text{ kN}$$

$$F_2 = 0,693 \cdot F_1 = 0,693 \cdot 191,75 = 132,88 \text{ kN}$$

$$F_2 = 0,42 \cdot F_1 = 0,42 \cdot 191,75 = 80,53 \text{ kN}$$

$$F_2 = 0,147 \cdot F_1 = 0,147 \cdot 191,75 = 28,19 \text{ kN}$$

$$\sum F_i = 433,35 \text{ kN}$$

Únosnost v tahu

$$F_{t,Rd} = 2 \cdot \frac{0,9 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = 2 \cdot \frac{0,9 \cdot 245 \cdot 800}{1,25} = 282,2 \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = 282,2 \text{ kN} > F_1 = 191,75 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Únosnost ve smyku

$$F_{v,Rd} = 8 \cdot \frac{0,6 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = 8 \cdot \frac{0,6 \cdot 245 \cdot 800}{1,25} = 752,8 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = 752,8 \text{ kN} > V_{Ed} = 50,52 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Únosnost v otláčení

1) Pásnice sloupu

$$F_{b,Rd}^1 = \frac{k_1 \cdot \alpha \cdot d \cdot t \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,96 \cdot 20 \cdot 17 \cdot 360}{1,25} = 235,01 \text{ kN}$$

$$k_1 = \min\left(2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = \min\left(2,8 \frac{65}{22} - 1,7; 1,4 \frac{110}{22} - 1,7; 2,5\right) \\ = \min(5,67; 5,3; 2,5) = 2,5$$

$$\alpha = \min\left(\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0\right) = \min\left(\frac{80}{3 \cdot 22} - 0,25; \frac{800}{360}; 1,0\right) \\ = \min(0,96; 2,22; 1,0) = 0,96$$

1) Čelní desky

$$F_{b,Rd}^2 = \frac{k_1 \cdot \alpha \cdot d \cdot t \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,606 \cdot 20 \cdot 20 \cdot 360}{1,25} = 174,5 \text{ kN}$$



$$k_1 = \min\left(2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = \min\left(2,8 \frac{35}{22} - 1,7; 1,4 \frac{110}{22} - 1,7; 2,5\right) = \\ = \min(2,75; 5,3; 2,5) = 2,5$$

$$\alpha = \min\left(\frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0\right) = \min\left(\frac{40}{3 \cdot 22}; \frac{80}{3 \cdot 22} - 0,25; \frac{800}{360}; 1,0\right) = \\ = \min(0,606; 2,22; 1,0) = 0,606$$

$$F_{b,Rd} = 8 \cdot \min(F_{b,Rd}^1; F_{b,Rd}^2) = 8 \cdot \min(235,01; 174,5) = 1396 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = 1396 \text{ kN} > V_{Ed} = 50,52 \text{ kN}$$

Únosnost v kombinaci tahu a smyku

- pro nejnamáhavější šrouby v horní řadě

$$F_{t,Ed} = \frac{F_1}{2} = \frac{191,75}{2} = 95,88 \text{ kN}$$

$$F_{V,Ed} = \frac{V_{Ed}}{8} = \frac{50,52}{8} = 6,315 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{6,315}{94,1} + \frac{95,88}{1,4 \cdot 141,1} \leq 1,0$$

$$0,55 \leq 1,0$$

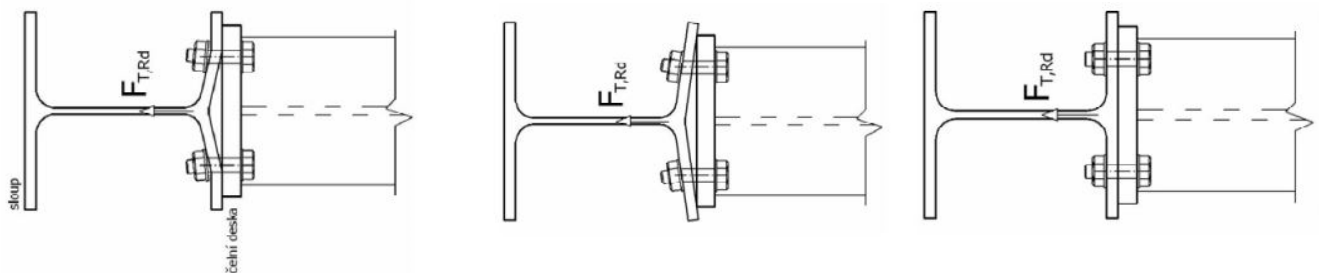
Vyhovuje

Únosnost v páčení horní řady šroubů

- 3 způsoby porušení: 1) úplná plastikace pásnice

2) porušení šroubů s plastikací pásnice

3) porušení šroubů



Obrázek 58 - Uvažované způsoby porušení



1) úplná plastifikace pásnice

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \cdot \sum l_{eff,1} \cdot t_f^2 \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 0,25 \cdot 174 \cdot 17^2 \cdot \frac{235}{1,0} = 2,954 \text{ kNm}$$

účinná délka pro koncovou řadu šroubů sousedící s výztuhou

$$\begin{aligned} l_{eff,1} &= \min(2\pi \cdot m ; \pi \cdot m + 2 \cdot e_1 ; \alpha \cdot m + 2m + 0,625e + e_1) \\ &= \min(2\pi \cdot 33,2 ; \pi \cdot 33,2 + 2 \cdot 35 ; 5,9 \cdot 33,2 + 2 \cdot 33,2 + 0,625 \cdot 35 + 35) \\ &= \min(208,6 ; 174,3 ; 319,2) = 174,3 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$e_1 = e_{min} = 35 \text{ mm}$$

$$m = 50 - 0,8 \cdot r = 50 - 0,8 \cdot 21 = 33,2 \text{ mm}$$

$$m_2 = 40 - 7 = 33 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 = \frac{m}{(m + e)} = \frac{33,2}{(33,2 + 35)} = 0,49$$

$$\lambda_1 = \frac{m_2}{(m + e)} = \frac{33}{(33,2 + 35)} = 0,48$$

$$\alpha = 5,9 \text{ (z grafu)}$$

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4 \cdot M_{pl,1,Rd}}{m} = \frac{4 \cdot 2,954e6}{33,2} = 355,9 \text{ kN}$$

2) porušení šroubů s plastifikací pásnice

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \cdot \sum l_{eff,2} \cdot t_f^2 \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 0,25 \cdot 319,2 \cdot 17^2 \cdot \frac{235}{1,0} = 5,419 \text{ kNm}$$

účinná délka pro koncovou řadu šroubů sousedící s výztuhou

$$l_{eff,2} = \alpha \cdot m + 2m + 0,625e + e_1 = 5,9 \cdot 33,2 + 2 \cdot 33,2 + 0,625 \cdot 35 + 35 = 319,2 \text{ mm}$$

$$e_1 = e_{min} = 35 \text{ mm}$$

$$m = 50 - 0,8 \cdot r = 50 - 0,8 \cdot 21 = 33,2 \text{ mm}$$

$$m_2 = 40 - 7 = 33 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 = \frac{m}{(m + e)} = \frac{33,2}{(33,2 + 35)} = 0,49$$

$$\lambda_1 = \frac{m_2}{(m + e)} = \frac{33}{(33,2 + 35)} = 0,48$$

$$\alpha = 5,9 \text{ (z grafu)}$$



$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \sum F_{t,Rd}}{m + n} = \frac{2 \cdot 5,419e6 + 35 \cdot 282,2e3}{33,2 + 35} = 303,74 \text{ kN}$$

3) porušení šroubů

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd} = 282,2 \text{ kN}$$

$$F_{T,Rd} = \min(F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}; F_{T,3,Rd}) = \min(355,9; 303,74; 282,2) = 282,2 \text{ kN}$$

$$F_{T,Rd} = 282,2 \text{ kN} > F_1 = 191,75 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posouzení stojiny sloupu

Únosnost ve smyku

Návrhová smyková síla

$$F_v = \frac{M_{Ed}}{h - t_f} = \frac{94,34}{0,24 - 0,01} = 410,17 \text{ kN}$$

$$\text{štíhlost stěny} \quad \frac{d}{t_w} = \frac{164}{10} = 16,4 < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon = \frac{72}{1,2} \cdot 1 = 60 \Rightarrow \text{stěna neboulí}$$

$$V_{wp,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_v \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,9 \cdot 3323 \cdot 235}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 405,77 \text{ kN}$$

$$V_{wp,Rd} = 405,77 < F_v = 410,17 \text{ kN}$$

Nevyhovuje

Zesílení stojiny sloupu příložkou $t=8 \text{ mm}$

$$b_s = \min(40 \cdot \varepsilon \cdot t_w; h - 2 \cdot r - 2 \cdot t_w - 2 \cdot t_f) = \min(40 \cdot 1 \cdot 10; 240 - 2 \cdot 21 - 2 \cdot 10 - 2 \cdot 17) = \min(400; 144) = 144 \text{ mm} \Rightarrow b_s = 140 \text{ mm}$$

$$\text{Nová smyková plocha } A_{v,mod} = A_v + b_s \cdot t_s = 3323 + 140 \cdot 8 = 4443 \text{ mm}^2$$

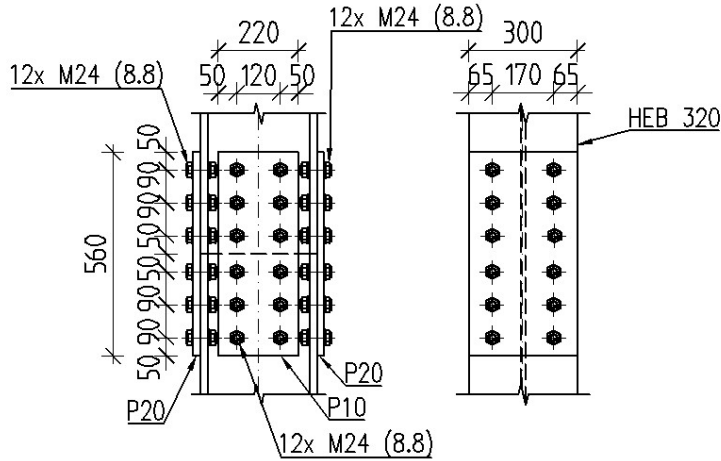
$$V_{wp,Rd,mod} = \frac{0,9 \cdot A_v \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,9 \cdot 4443 \cdot 235}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 542,53 \text{ kN}$$

$$V_{wp,Rd,mod} = 542,53 \text{ kN} > F_v = 410,17 \text{ kN}$$

Vyhovuje



Momentový přípoj sloupů



Maximální návrhové vnitřní síly

N_{Ed}	-587kN	kN
$V_{z,Ed}$	11,08	kN
$M_{y,Ed}$	14,35	kNm

Rozdělení vnitřních sil v průřezu

-pružné rozdělení mezi stojinu a pásnice

Pásnice

$$I_f = \left(\frac{1}{12} b \cdot t_f^3 + b \cdot t_f \cdot d^2 \right) \cdot 2 = \left(\frac{1}{12} \cdot 300 \cdot 20,5^3 + 300 \cdot 20,5 \cdot 149,8^2 \right) = 2,76e8 \text{ mm}^4$$

Poměrná část ohybového momentu v pásnicích

$$M_{f,Ed} = M_{y,Ed} \frac{I_f}{I_y} = 14,35 \frac{2,76e8}{3,08235e8} = 12,85 \text{ kNm}$$

Osová síly od momentu

$$N_{f,Ed}^M = \frac{M_{t,Ed}}{h} = \frac{12,85}{(0,32 - 0,021)} = 42,98 \text{ kN}$$

Poměrná část normálové síly v pásnicích

$$N_{f,Ed}^N = N_{Ed} \frac{A_f}{A} = 587 \frac{300 \cdot 20,5 \cdot 2}{16130} = 447,62 \text{ kN}$$

Celková osová síla v pásnicích

$$N_{f,Ed} = N_{f,Ed}^N \cdot N_{f,Ed}^M = 447,62 \cdot 42,98 = 266,79 \text{ kN}$$



Stojina

Poměrná část ohybového momentu ve stojině

$$M_{w,Ed} = M_{y,Ed} - M_{f,Ed} = 1,5 \text{ kN} \Rightarrow \text{v posouzení zanedbáno}$$

Posouvající síla přenášená stojinou

$$V_{z,Ed} = 11,08 \text{ kN}$$

Poměrná část normálové síly ve stojině

$$N_{w,Ed} = N_{Ed} - N_{f,Ed}^N = 587 - 447,62 = 139,38 \text{ kN}$$

Příložky na pásnicích

Únosnost neoslabené příložky v tlaku/tahu

$$A = d \cdot t = 20 \cdot 300 = 6000 \text{ mm}^2$$

$$N_{t,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{6000 \cdot 235}{1,0} = 1410 \text{ kN}$$

Únosnost oslabené příložky v tlaku/tahu

$$A_{net} = A - 2 \cdot d_0 \cdot t = 6000 - 2 \cdot 26 \cdot 20 = 4960 \text{ mm}^2$$

$$N_{u,Rd} = 0,9 \frac{A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 0,9 \frac{4960 \cdot 360}{1,25} = 1286 \text{ kN} > N_{f,Ed} = 266,79 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Šrouby na pásnicích

Únosnost v otlačení

-tloušťka příložky 20 mm, pásnice 20,5 mm – jednotné posouzení pro $t=20$ mm

$$F_{b,Rd} = 6 \frac{k_1 \cdot \alpha \cdot d \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,641 \cdot 24 \cdot 20 \cdot 360}{1,25} = 6 \cdot 221,5 = 1329 \text{ kN}$$

$$k_1 = \min \left(2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7 ; 1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7 ; 2,5 \right) = \min \left(2,8 \frac{65}{26} - 1,7 ; 1,4 \frac{170}{26} - 1,7 ; 2,5 \right) \\ = \min(5,3 ; 6,77 ; 2,5) = 2,5$$

$$\alpha = \min \left(\frac{e_1}{3 \cdot d_0} ; \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 ; \frac{f_{ub}}{f_u} ; 1,0 \right) = \min \left(\frac{50}{3 \cdot 26} ; \frac{90}{3 \cdot 26} - 0,25 ; \frac{800}{360} ; 1,0 \right) \\ = \min(0,641 ; 0,904 ; 2,22 ; 1,0) = 0,641$$

$$F_{b,Rd} = 1329 \text{ kN} > N_{f,Ed} = 266,79 \text{ kN}$$

Vyhovuje



Únosnost ve střihu

$$F_{v,Rd} = 6 \frac{0,6 \cdot A_s \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 353 \cdot 800}{1,25} = 6 \cdot 135,6 = 813,6 \text{ kN} > N_{f,Ed} = 266,79 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Šrouby na stěně

Výslednice sil na jednom šroubu

$$F_{w,Ed} = \sqrt{\left(\frac{N_{w,Ed}}{6}\right)^2 + \left(\frac{V_z}{6}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{139,38}{6}\right)^2 + \left(\frac{11,08}{6}\right)^2} = 23,3 \text{ kN}$$

Únosnost v otláčení

- tloušťka stojiny rozhoduje $t=11,5$ mm

$$F_{b,Rd} = 6 \frac{k_1 \cdot \alpha \cdot d \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,5 \cdot 24 \cdot 11,5 \cdot 360}{1,25} = 99,36 \text{ kN}$$

$k_1 = 2,5$ (konzervativně)

$\alpha = 0,5$ (konzervativně)

$$F_{b,Rd} = 99,36 \text{ kN} > F_{w,Ed} = 23,3 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Únosnost ve střihu

$$F_{v,Rd} = 135,6 \text{ kN} > F_{w,Ed} = 23,3 \text{ kN}$$

Vyhovuje



Čepový přípoj táhla

Maximální návrhové vnitřní síly

N_{Ed}	145,09	kN
$V_{z,Ed}$	0,00	kN
$M_{y,Ed}$	0,00	kNm

Čep z oceli S 355

Geometrie spoje

$$a \geq \frac{F_{v,Ed} \cdot \gamma_{M0}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{2 \cdot d_0}{3} = \frac{145,09e3 \cdot 1,00}{2 \cdot 20 \cdot 235} + \frac{2 \cdot 31}{3} = 36,1 \text{ mm} \Rightarrow a = 40 \text{ mm}$$

$$c \geq \frac{F_{v,Ed} \cdot \gamma_{M0}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{d_0}{3} = \frac{145,09e3 \cdot 1,00}{2 \cdot 20 \cdot 235} + \frac{31}{3} = 25,8 \text{ mm} \Rightarrow a = 29,5 \text{ mm}$$

Únosnost čepu ve stříhu

$$F_{v,Rd} = 2 \frac{0,6 \cdot A \cdot f_{up}}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot f_{up}}{4 \cdot \gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot \pi \cdot 30^2 \cdot 510}{4 \cdot 1,25} = 346,07 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = 346,07 \text{ kN} > N_{Ed} = 145,09 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Únosnost čepu v ohybu

$$M_{Ed} = \frac{F_{v,Ed}}{8} (t + 4 \cdot b + 2 \cdot t_1) = \frac{145,09e3}{8} (20 + 4 \cdot 1 + 2 \cdot 10) = 0,798 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 1,5 \cdot W_{el} \frac{f_{yp}}{\gamma_{M0}} = 1,5 \cdot \frac{\pi \cdot d^3}{32} \frac{f_{yp}}{\gamma_{M0}} = 1,5 \cdot \frac{\pi \cdot 30^3}{32} \frac{355}{1,00} = 1,41 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 1,41 \text{ kNm} > M_{Ed} = 0,798 \text{ kNm}$$

Vyhovuje

Únosnost čepu v kombinaci ohybu a smyku

$$\left(\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}\right)^2 = \left(\frac{0,798}{1,41}\right)^2 + \left(\frac{145,09}{346,07}\right)^2 = 0,5 < 1,0$$

Vyhovuje

Únosnost desky a čepu

$$F_{b,Rd} = \frac{1,5 \cdot d \cdot t \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,5 \cdot 30 \cdot 20 \cdot 235}{1,00} = 211,5 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = 211,5 \text{ kN} > N_{Ed} = 145,09 \text{ kN}$$

Vyhovuje

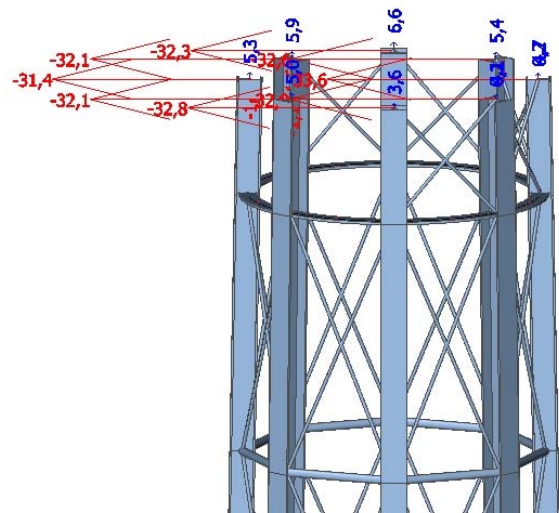
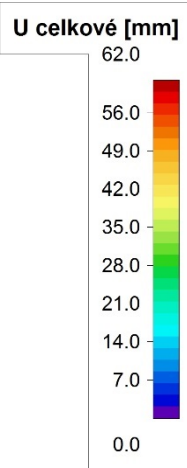
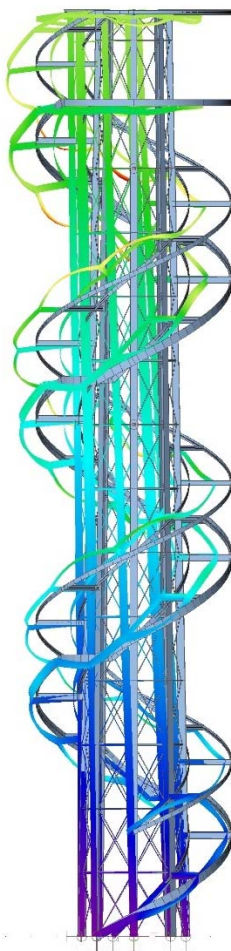


Posouzení MSP – deformace konstrukce

Maximální deformovaná konstrukce z charakteristických hodnot zatížení

Kombinace zatížení

Zatěžovací stav	Součinitel
ZS1 - Vlastní tíha	1,00
ZS2 - Ostatní stálé	1,00
ZS7 - Vítr 1	1,00



Obrázek 59 - Deformovaná konstrukce s posunem uzlů ve vrcholu

$$\delta_k = 33 \text{ mm} < 72 \text{ mm} = \frac{36100}{500} = \frac{H}{500}$$

Celková výška

$H = 36,10 \text{ m}$

Celková deformace ve vrcholu

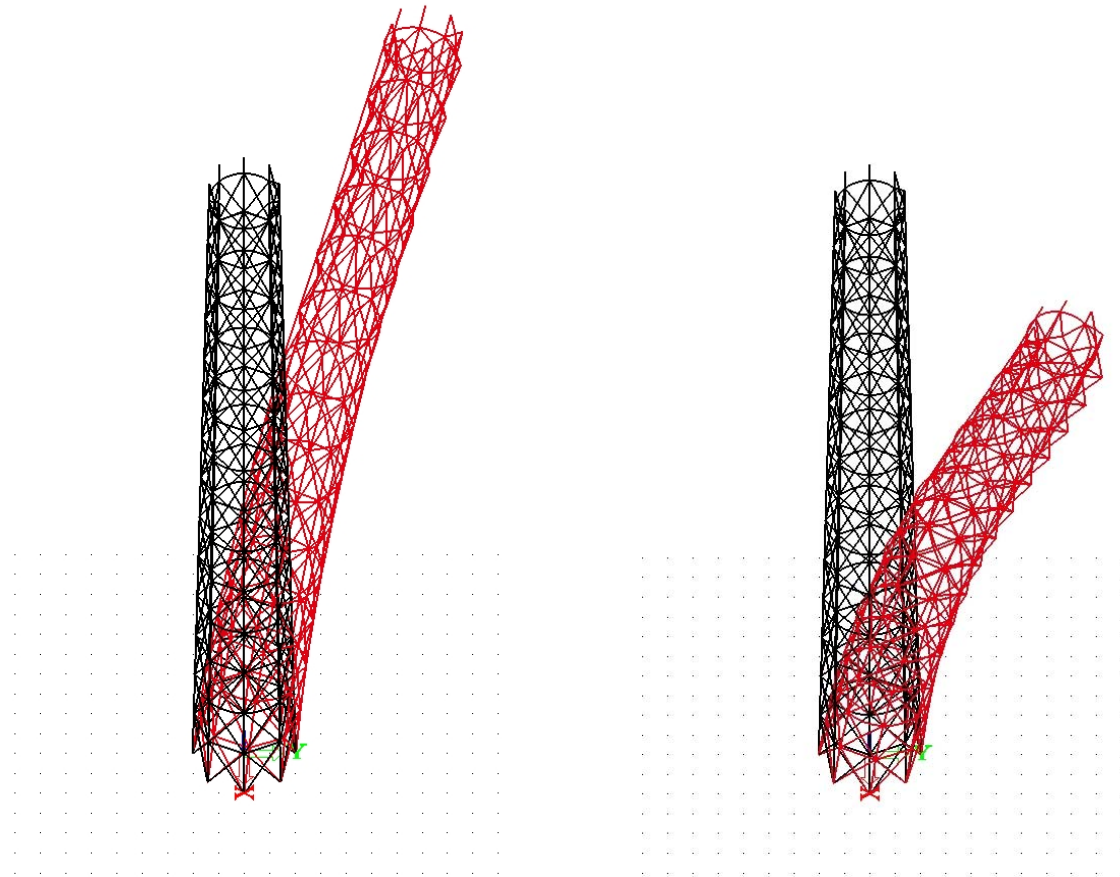
$\delta_k = 33 \text{ mm}$



Dynamická analýza

1. Tvar

2. Tvar



Obrázek 60 - První vlastní dva tvary kmitání

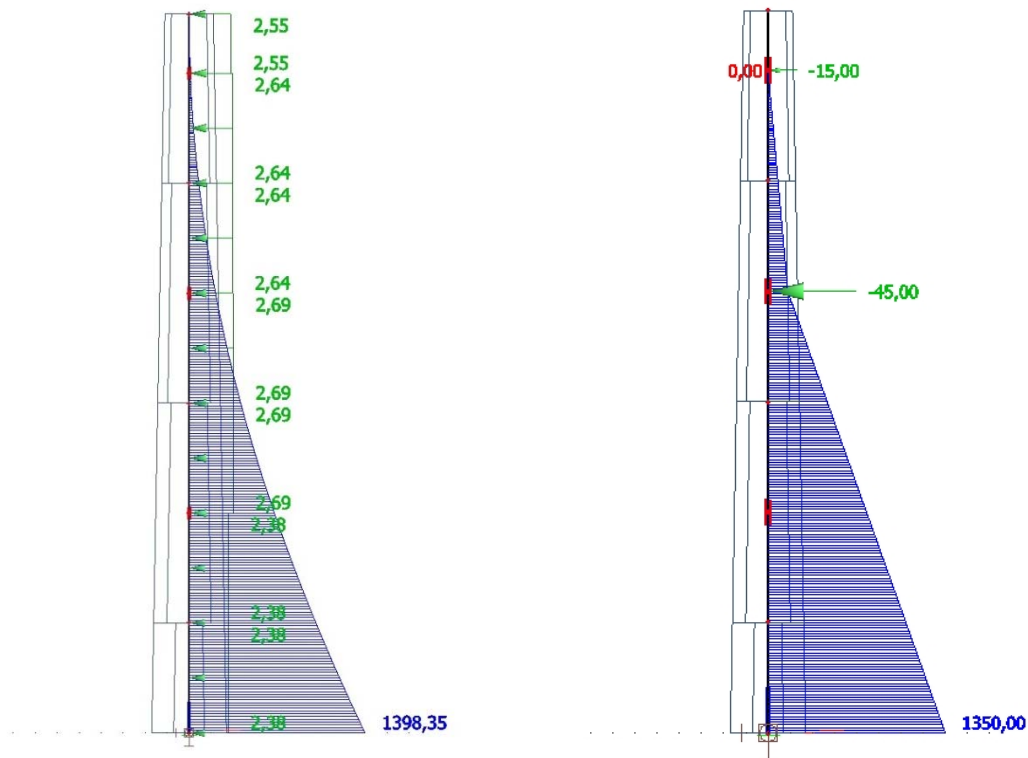
Návrh bez podpor na komínu

Vlastní frekvence konstrukce z kombinace hmot od stálého zatížení

Tvar	f [Hz]	Ω [1/s]	Ω^2 [1/s ²]	T [s]
1	1,95	12,27	150,62	0,51
2	1,95	12,28	150,83	0,51

Návrh s podporami na komínu

- ve 2 výškových úrovních umístění pružných podpor ke komínu
- pružné podpory působí pouze v tlaku a jejich výsledná reakce nepřekračuje hodnoty, které jsou ekvivalentní zatížení větrem na komín, tj. vyvolávají stejný moment v patě komínu
- vítr působící na komín, počítán obdobně jako na válcovou část rozhledny



Obrázek 61 - Porovnání momentů na komínu od působení větru a reakcí pružných podpor

Tuhost pružiny

Výška 20 m:

$$Y = \frac{F}{w} = \frac{0,045}{0,039} = 1,154 \text{ MN/m}$$

Reakce na komín

$$F = 45 \text{ kN}$$

Maximální deformace rozhledny v místě podpory

$$w = 39 \text{ mm}$$

Výška 30 m:

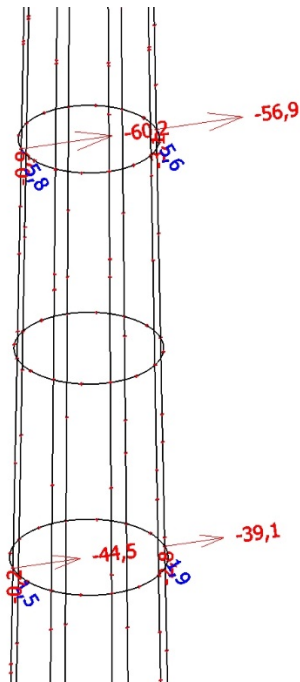
$$Y = \frac{F}{w} = \frac{0,015}{0,057} = 0,263 \text{ MN/m}$$

Reakce na komín

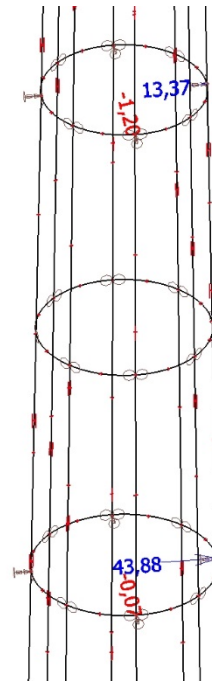
$$F = 15 \text{ kN}$$

Maximální deformace rozhledny v místě podpory

$$w = 57 \text{ mm}$$



Obrázek 63 - Maximální posun konstrukce v místě podpory



Obrázek 62 - Výsledné reakce v pružných podporách

Vlastní frekvence konstrukce z kombinace hmot od stálého zatížení

Tvar	f [Hz]	Ω [1/s]	Ω^2 [1/s ²]	T [s]
1	2,18	13,71	188,05	0,46
2	2,19	13,78	189,89	0,46

Kritérium posouzení ztráty aerodynamické stability odtrháváním vírů pro válec

ČSN EN 1991 – 1 – 1 Příloha E

První vlastní frekvence

$$f_1 = 2,18 \text{ Hz}$$

Strouhalovo číslo pro válec

$$St = 0,2$$

h: 0 – 10 m

$$v_{crit} = \frac{b \cdot f_i}{St} = \frac{3,9 \cdot 2,18}{0,2} = 42,51 \text{ m/s}$$

průměr v polovině výšky

$$b = 3,9 \text{ m}$$

h: 10 – 20 m

$$v_{crit} = \frac{b \cdot f_i}{St} = \frac{3,6 \cdot 2,18}{0,2} = 39,24 \text{ m/s}$$



průměr v polovině výšky

$$b = 3,6 \text{ m}$$

$$h: \quad 20 - 30 \text{ m}$$

$$v_{crit} = \frac{b \cdot f_i}{St} = \frac{3,2 \cdot 2,18}{0,2} = 34,88 \text{ m/s}$$

průměr v polovině výšky

$$b = 3,2 \text{ m}$$

$$h: \quad 30 - 35 \text{ m}$$

$$v_{crit} = \frac{b \cdot f_i}{St} = \frac{2,9 \cdot 2,18}{0,2} = 31,61 \text{ m/s}$$

průměr v polovině výšky

$$b = 2,9 \text{ m}$$

$$h: \quad 0 - 10 \text{ m}$$

$$v_{crit} = 42,51 \text{ m/s} > v_m(10) \cdot 1,25 = 20,74 \cdot 1,25 = 25,93 \text{ m/s}$$

$$h: \quad 10 - 20 \text{ m}$$

$$v_{crit} = 39,24 \text{ m/s} > v_m(20) \cdot 1,25 = 24,83 \cdot 1,25 = 31,04 \text{ m/s}$$

$$h: \quad 20 - 30 \text{ m}$$

$$v_{crit} = 34,88 \text{ m/s} > v_m(30) \cdot 1,25 = 27,23 \cdot 1,25 = 34,04 \text{ m/s}$$

$$h: \quad 30 - 35 \text{ m}$$

$$v_{crit} = 31,61 \text{ m/s} < v_m(35) \cdot 1,25 = 28,05 \cdot 1,25 = 35,06 \text{ m/s}$$

Účinek periodického odtrhávání vírů má vliv na kmitání konstrukce, dá se předpokládat, že vlivem schodišťového ramene se tento účinek zmenší, je potřeba posouzení složitější dynamickou metodou.



Závěr

Předmětem diplomové práce je statický návrh, tvorba statického výpočtového modelu a jeho následné posouzení na mezní stav únosnosti a použitelnosti. Předlohou byly vizualizace architektonické studie. Pro mezní stav únosnosti je značná část prvků využita pod 50 %. Mezní stav použitelnosti je posouzen pro celkovou deformaci rozhledny. Posun ve vrcholu rozhledny je nízko pod limitní hodnotou $1/500$ výšky rozhledny a to 33 mm. Významné je pro návrh dynamické chování rozhledny vlivem zatížení větrem. Vlastní frekvence je nižší než hodnota, při které se dynamické účinky vlivem větru mohou zanedbat. Komplikovaná geometrie rozhledny vyžaduje posouzení složitější dynamickou metodou, například spektrální analýzou pomocí specializovaného softwaru.



Seznam obrázků

OBRÁZEK 1 - UMÍSTĚNÍ ROZHLEDNY.....	4
OBRÁZEK 2 - KOMÍN PIVOVARU BLIŽŠÍ POHLED	4
OBRÁZEK 3 - KOMÍN PIVOVARU.....	4
OBRÁZEK 4 - STATICKÝ VÝPOČTOVÝ MODEL.....	5
OBRÁZEK 5 - VIZUALIZACE ROZHLEDNY "AI - DESIGN S.R.O."	5
OBRÁZEK 6 - VYHLÍDKOVÁ ČÁST - STATICKÝ MODEL	5
OBRÁZEK 7 - VYHLÍDKOVÁ ČÁST "AI - DESIGN S.R.O."	5
OBRÁZEK 8 - MAPA SNĚHOVÝCH OBLASTÍ (PLATNÁ OD ŘÍJNA 2006).....	7
OBRÁZEK 9 - MAPA VĚTRNÝCH OBLASTÍ (PLATNÁ OD ŘÍJNA 2006)	8
OBRÁZEK 10 - ROZDĚLENÍ TLAKŮ PRO VÁLCOVOU ČÁST.....	11
OBRÁZEK 11- ROZLOŽENÍ ZATÍŽENÍ VĚTREM NA PRŮŘEZU	12
OBRÁZEK 12 - ROZLOŽENÍ ZATÍŽENÍ VĚTREM- VÁLCOVÁ ČÁST.....	12
OBRÁZEK 13 - ROZLOŽENÍ ZATÍŽENÍ VĚTREM - VYHLÍDKOVÁ ČÁST ZS8.....	13
OBRÁZEK 14 - ROZLOŽENÍ ZATÍŽENÍ VĚTREM - VYHLÍDKOVÁ ČÁST ZS7.....	13
OBRÁZEK 15 - ROZDĚLENÍ TLAKŮ PRO SCHODIŠŤOVOU ČÁST.....	14
OBRÁZEK 16 - ROZLOŽENÍ ZATÍŽENÍ VĚTREM - ZÁBRADLÍ	16
OBRÁZEK 17 - ROZLOŽENÍ ZATÍŽENÍ VĚTREM NA ZÁBRADLÍ.....	16
OBRÁZEK 18 - SCHÉMA ROZLOŽENÍ TLAKŮ NA SCHODIŠŤOVÉ RAMENO	16
OBRÁZEK 19 - ROZLOŽENÍ ZATÍŽENÍ VĚTREM - SCHODIŠŤOVÉ RAMENO	17
OBRÁZEK 20 - ROZLOŽENÍ ZATÍŽENÍ VĚTREM - ZASTŘEŠENÍ SCHODIŠŤE.....	18
OBRÁZEK 21 - PRVNÍ VLASTNÍ TVARY VYBOČENÍ SLOUPŮ.....	34
OBRÁZEK 22 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY - MY - CO31	35
OBRÁZEK 23 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – N – CO29	35
OBRÁZEK 24 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – MY – CO29	38
OBRÁZEK 25 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – N – CO29	38
OBRÁZEK 26 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY - MY- CO31.....	41
OBRÁZEK 27 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY - N- CO31.....	41
OBRÁZEK 28 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – MY – CO29	43
OBRÁZEK 29 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – N – CO29	43
OBRÁZEK 30 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – N – CO31	47
OBRÁZEK 31 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – N – CO29	48
OBRÁZEK 32 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – VZ – CO76.....	49
OBRÁZEK 33 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – MY – CO76	49
OBRÁZEK 35 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – MY – CO32	51
OBRÁZEK 34 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – VZ – CO32.....	51
OBRÁZEK 36 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – N – CO17	53
OBRÁZEK 37 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – MY – CO34	53
OBRÁZEK 38 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – T – CO32.....	53
OBRÁZEK 39 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – T – CO29.....	55
OBRÁZEK 40 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – MY – CO34	55
OBRÁZEK 41 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – MZ – CO31.....	57
OBRÁZEK 42 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – MY – CO31	57
OBRÁZEK 43 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – T – CO76.....	59
OBRÁZEK 44 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – MY – CO76	59



OBRÁZEK 45 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – T – CO30.....	61
OBRÁZEK 46 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – MY – CO30	61
OBRÁZEK 47 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – MY – CO17	62
OBRÁZEK 48 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – MY – CO32	62
OBRÁZEK 49 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – T – CO32.....	63
OBRÁZEK 50 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – T – CO29.....	65
OBRÁZEK 51 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – MY – CO31	65
OBRÁZEK 52 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – T – CO116.....	66
OBRÁZEK 53 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – MY – CO116	66
OBRÁZEK 54 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – T – CO30.....	68
OBRÁZEK 55 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – MY – CO116	68
OBRÁZEK 56 - NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – MZ – CO31.....	69
OBRÁZEK 57 - VYZNAČENÍ POSUZOVANÝCH BODŮ	72
OBRÁZEK 58 - UVAŽOVANÉ ZPŮSOBY PORUŠENÍ	74
OBRÁZEK 59 - DEFORMOVANÁ KONSTRUKCE S POSUNEM UZLŮ VE VRCHOLU	81
OBRÁZEK 60 - PRVNÍ VLASTNÍ DVA TVARY KMITÁNÍ	82
OBRÁZEK 61 - POROVNÁNÍ MOMENTŮ NA KOMÍNU OD PŮSOBENÍ VĚTRU A REAKCÍ PRUŽNÝCH PODPOR.....	83
OBRÁZEK 62 - VÝSLEDNÉ REAKCE V PRUŽNÝCH PODPORÁCH	84
OBRÁZEK 63 - MAXIMÁLNÍ POSUN KONSTRUKCE V MÍSTĚ PODPORY.....	84



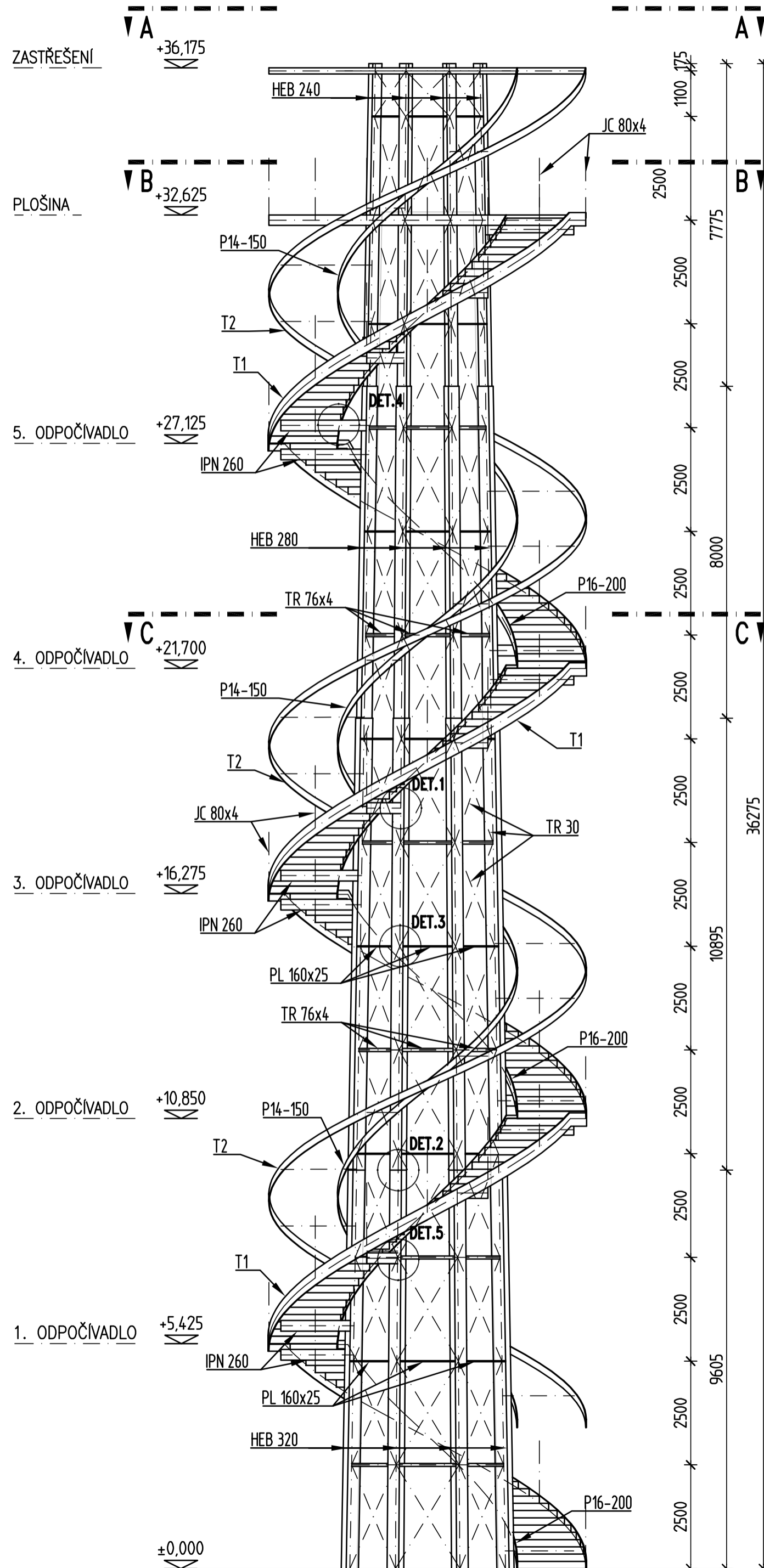
Seznam použitého softwaru

- [1] SCIA Engineer 16.1
- [2] FIN EC - Ocelové spoje
- [3] Autodesk: AutoCAD 2011
- [4] Microsoft: MS Office Word
- [5] Microsoft: MS Office Excel

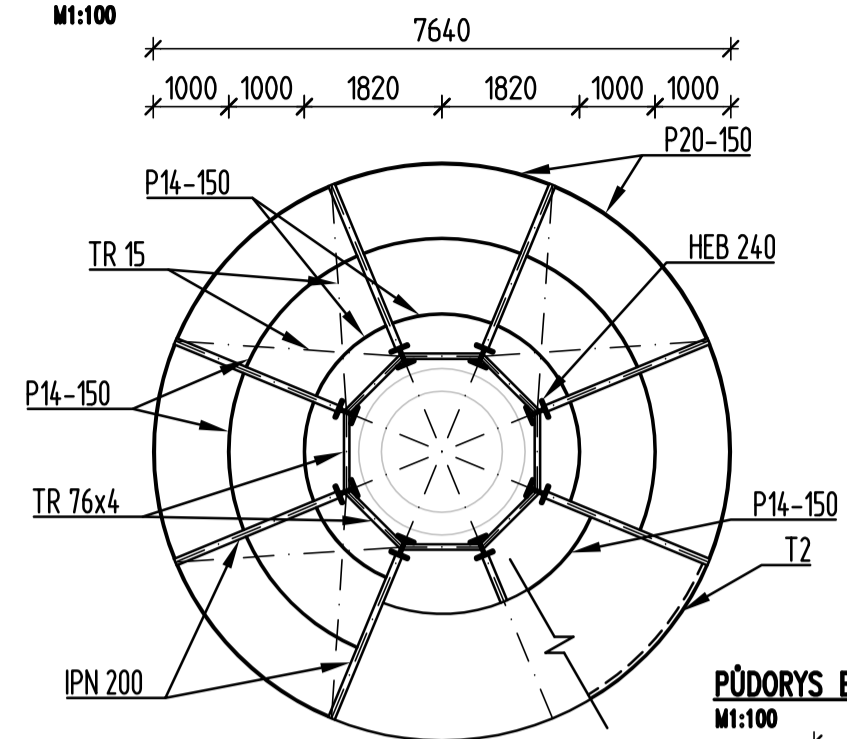


Seznam podkladů a použitých norem

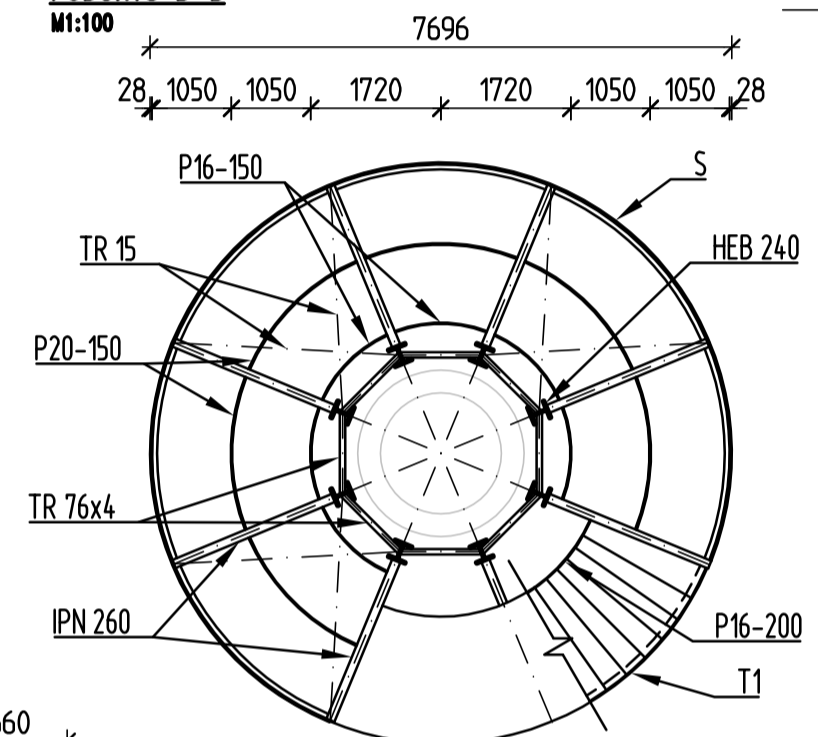
- [1] SOKOL, Z., WALD, F. (2012): *Ocelové konstrukce – Tabulky*. Praha: nakladatelství ČVUT
- [2] ELIÁŠOVÁ, M., SOKOL, Z. (2010): *Ocelové konstrukce – Příklady*. Praha: nakladatelství ČVUT
- [3] ELIÁŠOVÁ, M., DOLEJŠ, J., MIKEŠ, K., SOKOL, Z. (2010): *Ocelové konstrukce 3 – Příklady*. Praha: nakladatelství ČVUT
- [4] ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí
- [5] ČSN EN 1991 – Zatížení konstrukce
- [6] ČSN EN 1993 – Navrhování ocelových konstrukcí
- [7] ČSN 73 0035 – Zatížení stavebních konstrukcí
- [8] KODA. LT C 32/Ub Pivovar Bernard, Jihlavská, Humpolec [online] KODA © M.i.X 2008-2017 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://koda.kominari.cz/57~O-svazu?action=karta&cislo=1360>
- [9] LAHODNÝ, J., JANATA, V., POSPÍŠIL, S. Zatížení štíhlých konstrukcí podle evropských norem. *Časopis Stavebnictví*. [online] 03/2010 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: http://www.casopisstavebnictvi.cz/zatizeni-stihlych-konstrukci-vetrem-podle-evropskych-norem_N3236
- [10] AI- DESIGN s.r.o. Observation Tower on the chimney of Bernard Brewery Humpolec [online] 2017 [cit. 2016-05-20] Dostupné z: <http://www.aidesign.cz/#/observation-tower-humpolec/>



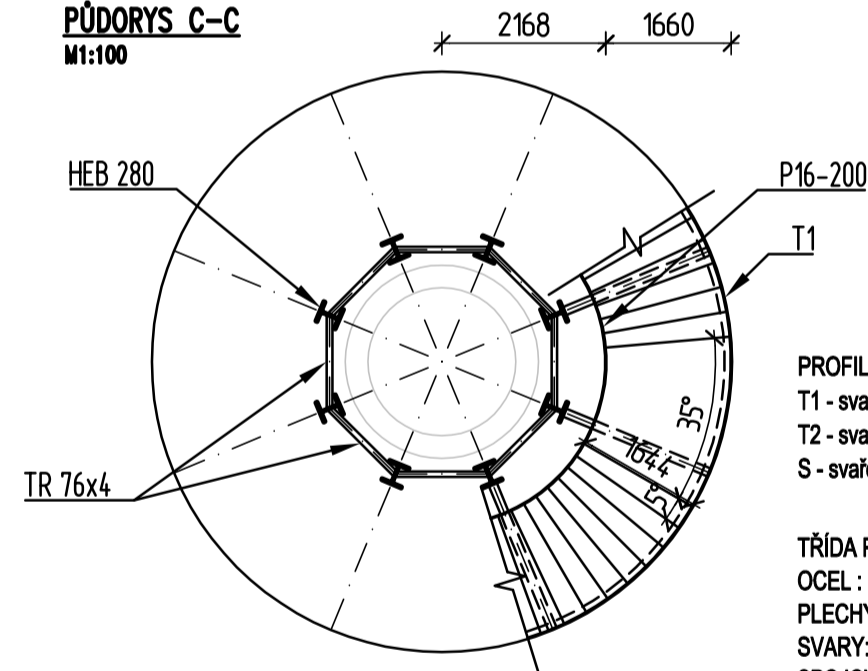
PŮDORYS A-A
M1:100



PŮDORYS B-B
M1:100



PŮDORYS C-C
M1:100



PROFILY
T1 - svařovaný T průřez - schodnice vnější
T2 - svařovaný T průřez - nosník zastřešení schodiště vnější
S - svařovaný uzavřený průřez - nosník vyhlídkové plošiny vnější

TŘÍDA PROVEDENÍ: EXC3
OCEL: S235JR (1.0553) dle EN 10025-2
PLECHY: S235JR (1.0553) dle EN 10025-2
SVARY: fu= 510 MPa
SPOJOVACÍ MATERIÁL: 8.8; fu=800 MPa

DOKONČOVÁNÍ OCELOVÝCH PRVKŮ

PODLE - ČSN EN ISO 14713-1

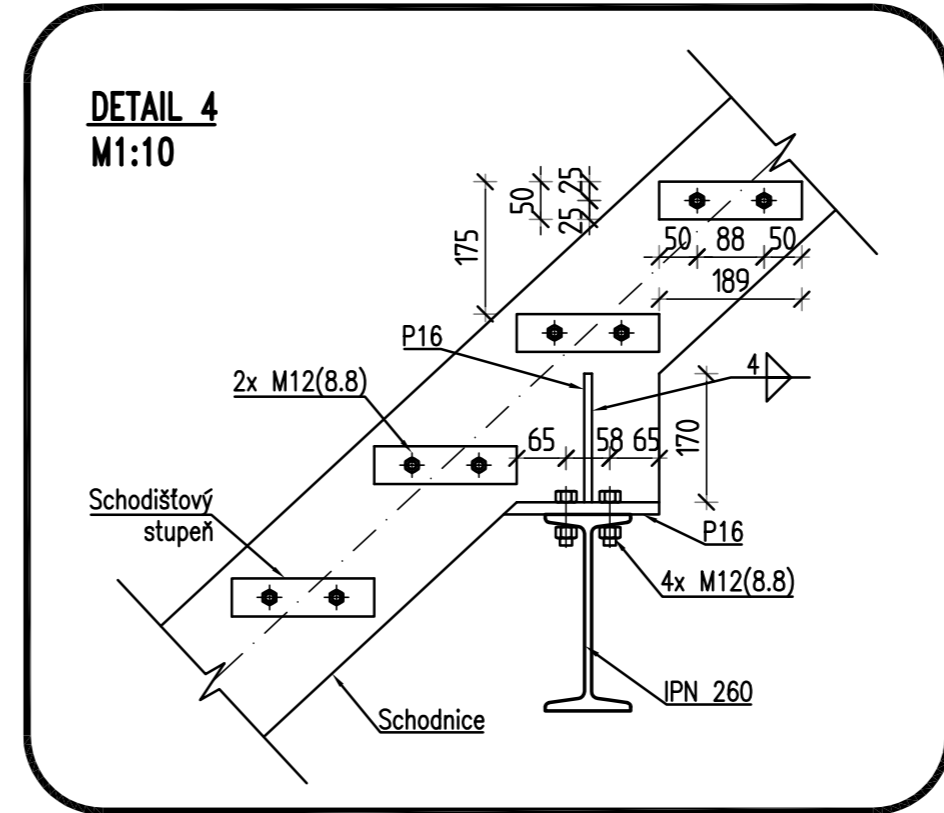
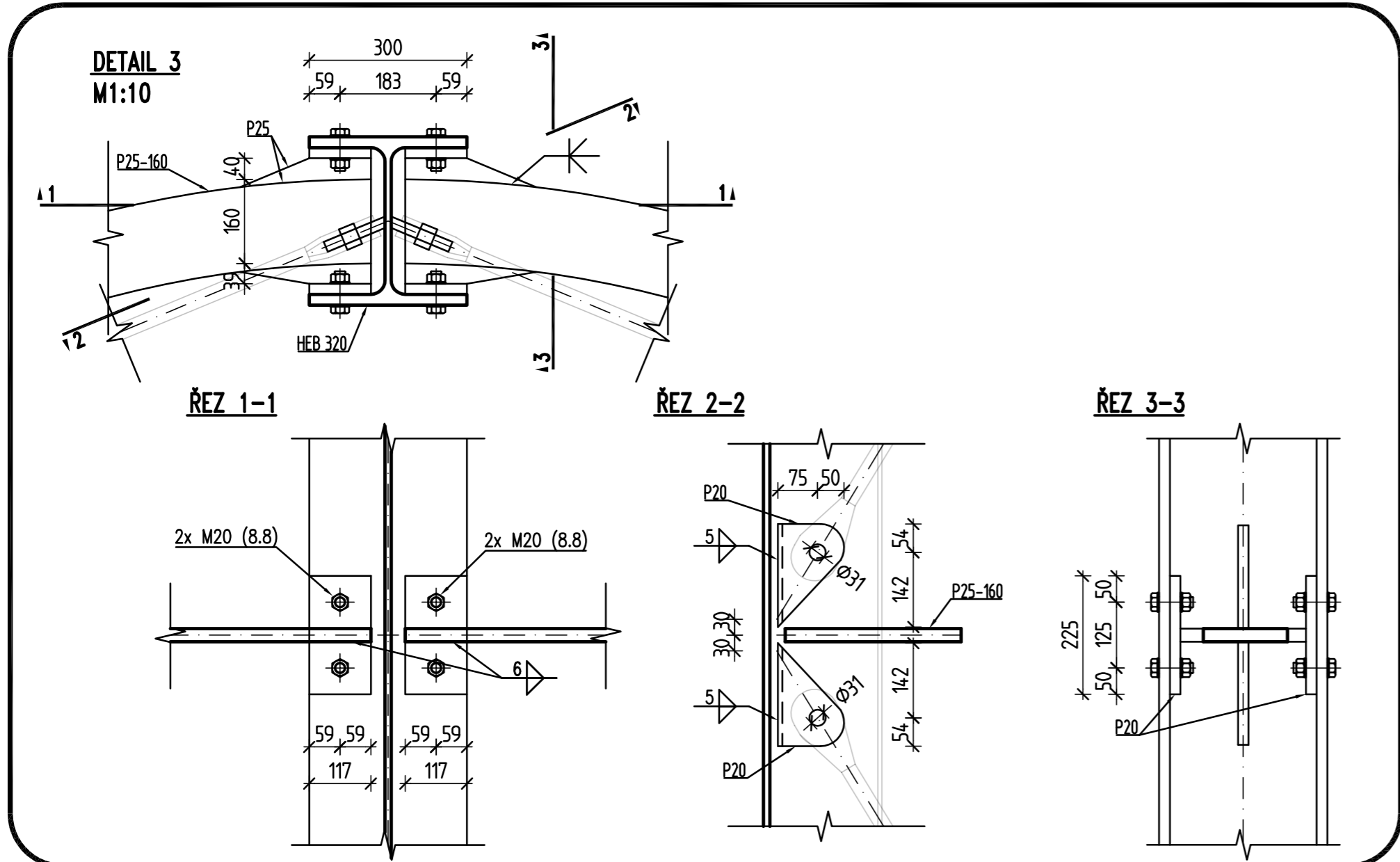
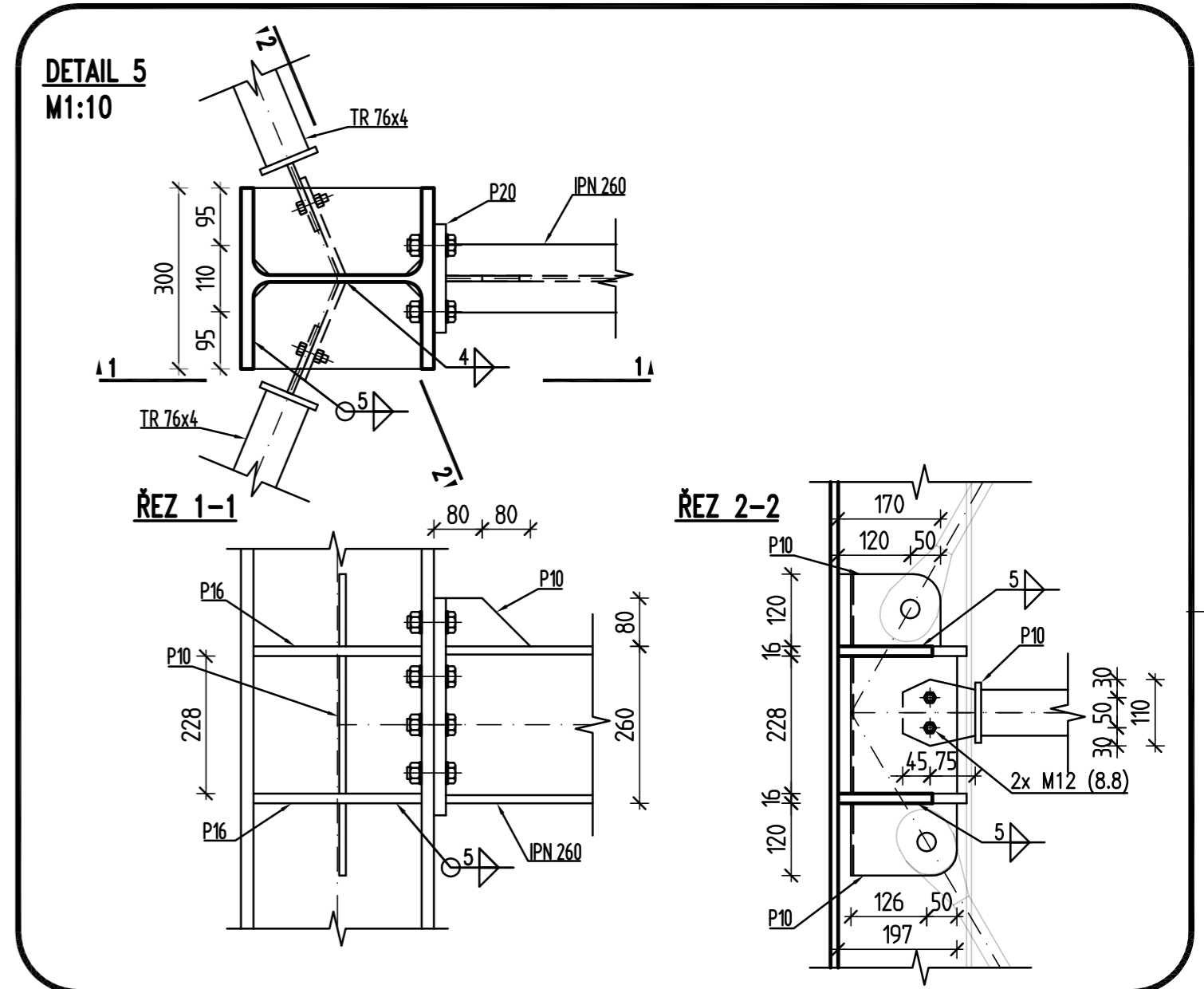
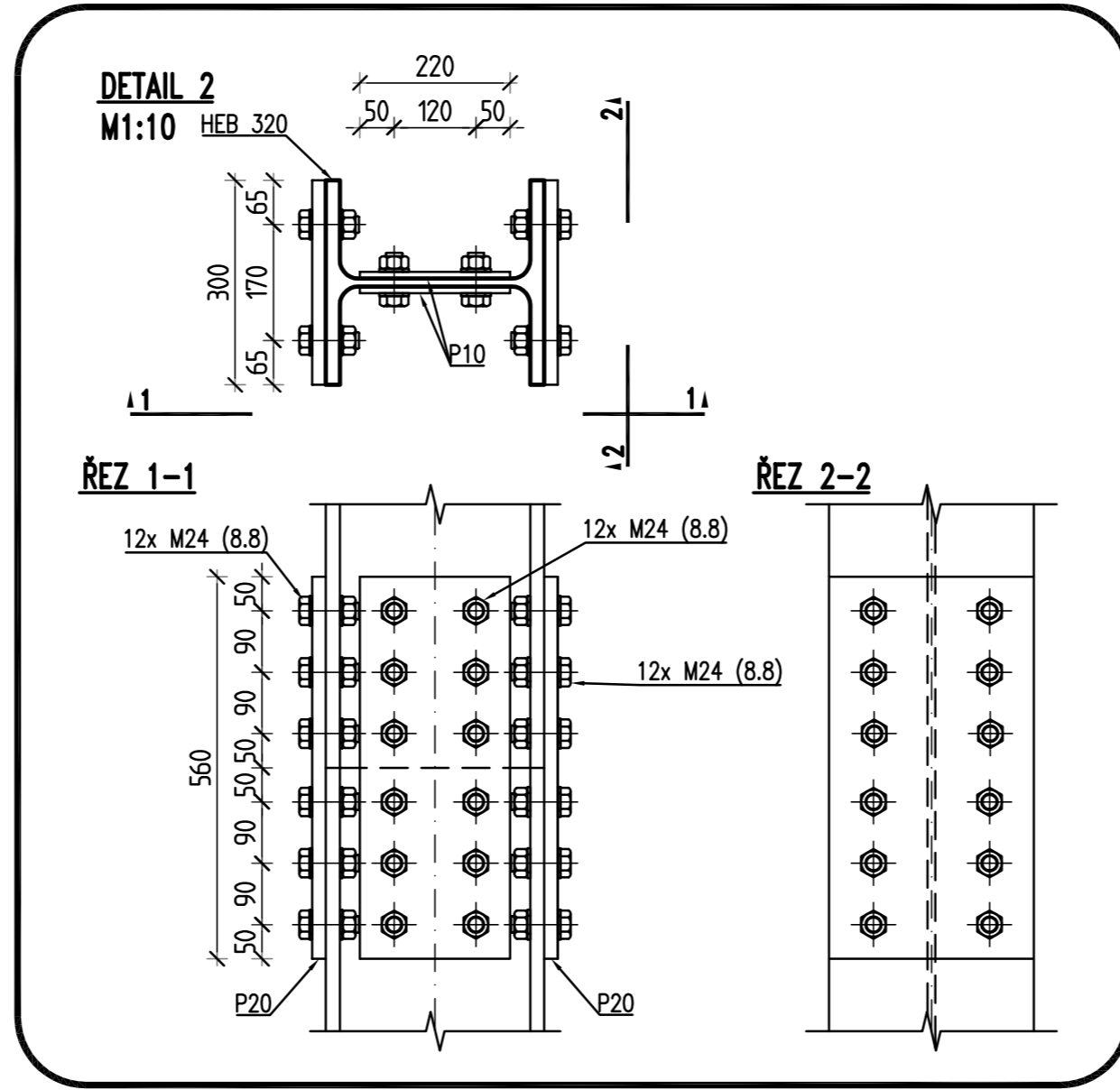
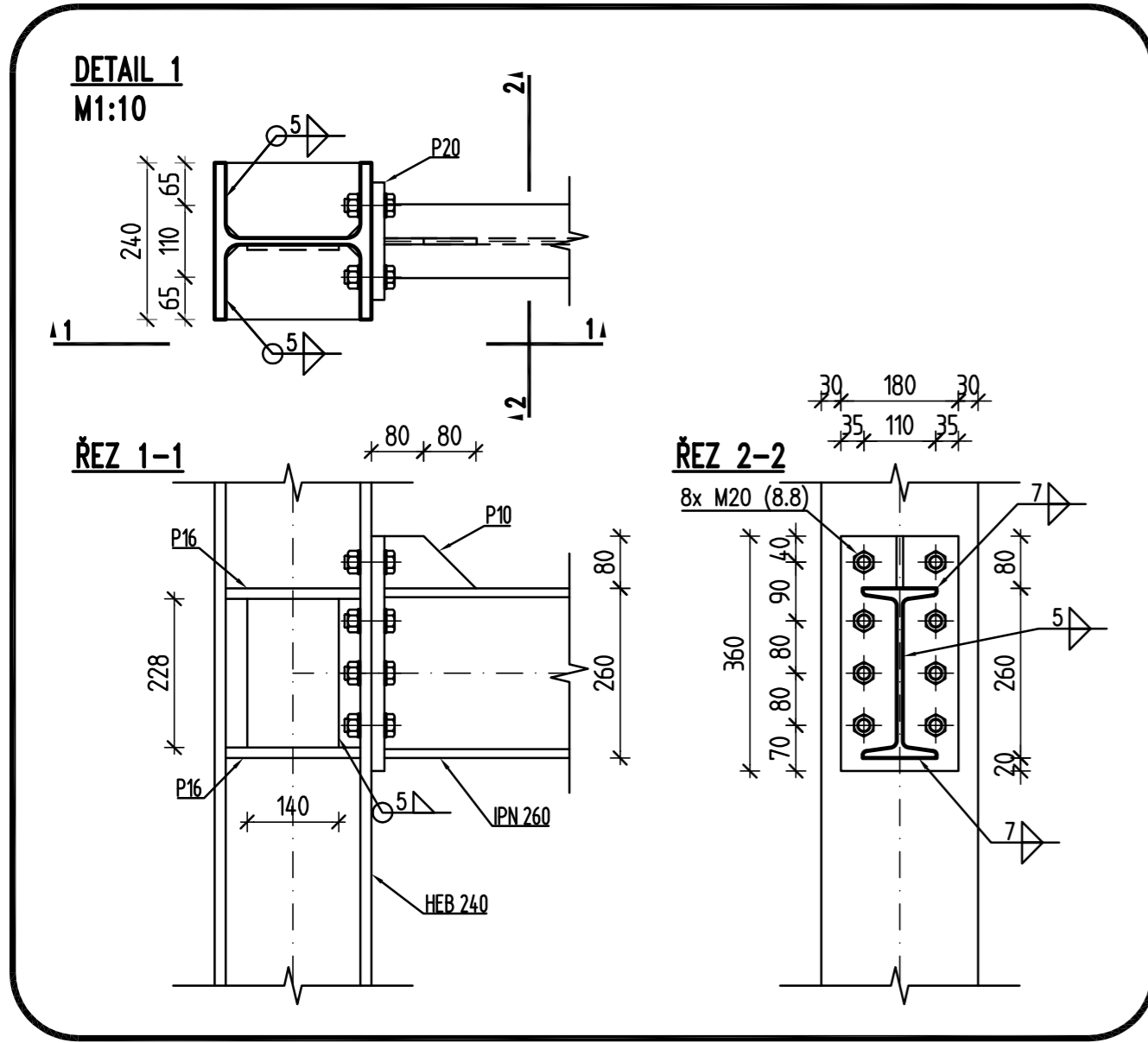
(Pozinkování povlaky - Směrnice a doporučení pro ochranu proti korozi oceli v konstrukcích - Část 1: Všeobecné zásady navrhování a odolnost proti korozi)

ZINKOVÁNÍ: Životnost 80 let

CELKOVÁ TLOUŠŤKA ZINKU MIN. 60 µm
OCHRANA PROTI KOROZI NA ÚROVNI - C2

+0,000 = 527 m.n.m. VÝŠKOVÝ SYSTÉM BpV

Zpracoval Bc. Vojtěch Vyhlas	Konzultant Ing. Michal Netušil, Ph.D.	Školní rok 2016 / 2017	
Předmět: DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Úloha: ROZHLEDNA BERNARD			Datum: 05/2017
Výkres: POHLED, PŮDORYSY			Meřítko: M 1:100
			Číslo výkresu: 01



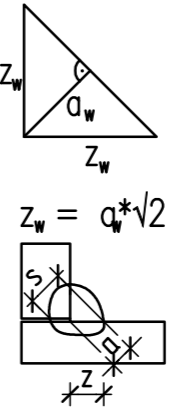
PŘÍPRAVA SVAROVÝCH PLOCH
PODLE - ČSN EN 29692

V - svar		OHĚL a 40° < a < 60°	MEZERA b b < 4	OTUPENÍ c c < 4
V- svar		OHĚL a 35° < a < 60°	MEZERA b 2 < b < 4	OTUPENÍ c 1 < c < 2
K- svar		OHĚL a 35° < a < 60°	MEZERA b 1 < b < 4	OTUPENÍ c c < 2

NEOZNAČENÉ SVARY	KOUTOVÉ SVARY
TUPÉ SVARY	
PROVÉST NA TLOUŠŤKU MATERIÁLU	$t_1 \geq t_2$ $a = 0,5 \times t_2$

TABULKA KOUTOVÝCH SVARŮ
DEFINUJÍCÍ KONSTRUKČNÍ ZÁSADY
PODLE - ČSN EN 1993-1-8

a_w	Z_w	L_{min}	L_{max}
3	4,5	30	450
4	6,0	30	600
5	7,0	30	750
6	8,5	36	900
7	10,0	42	1050

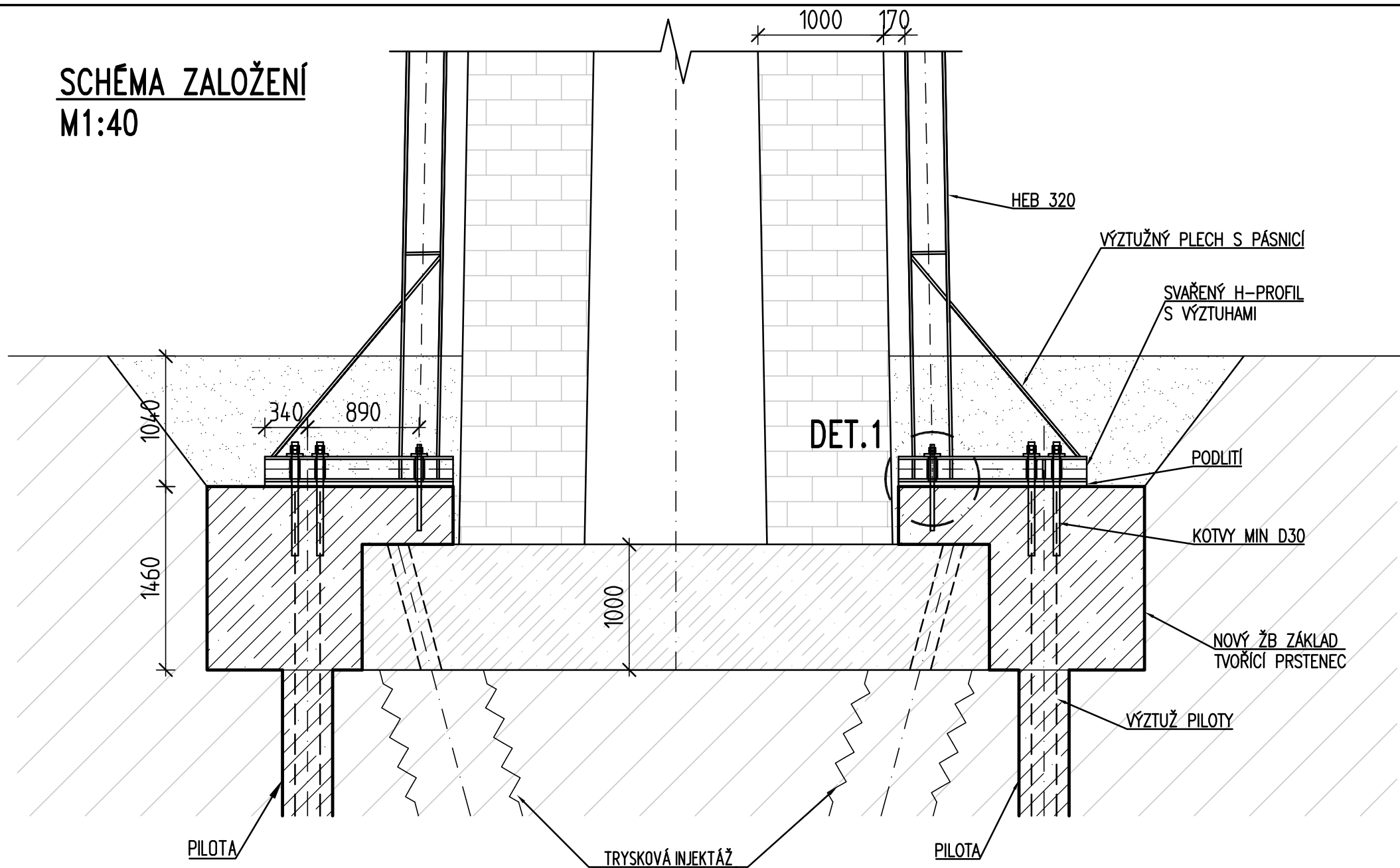


TŘÍDA PROVEDENÍ: EXC3
 OCEL: S235JR (1.0553) dle EN 10025-2
 PLECHY: S235JR (1.0553) dle EN 10025-2
 SVARY: fu= 510 MPa
 SPOJOVACÍ MATERIÁL: 8.8; fu=800 MPa

+0,000 = 527 m.n.m. VÝŠKOVÝ SYSTÉM BpV

Zpracoval Bc. Vojtěch Vyhlas	Konzultant Ing. Michal Netušil, Ph.D.	Školní rok 2016 / 2017	
Předmět: DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Úloha: ROZHLEDNA BERNARD			
Výkres: DETAILY			
Datum	05/2017	Meřitko	M 1:10
Číslo výkresu	02		

SCHÉMA ZALOŽENÍ M1:40



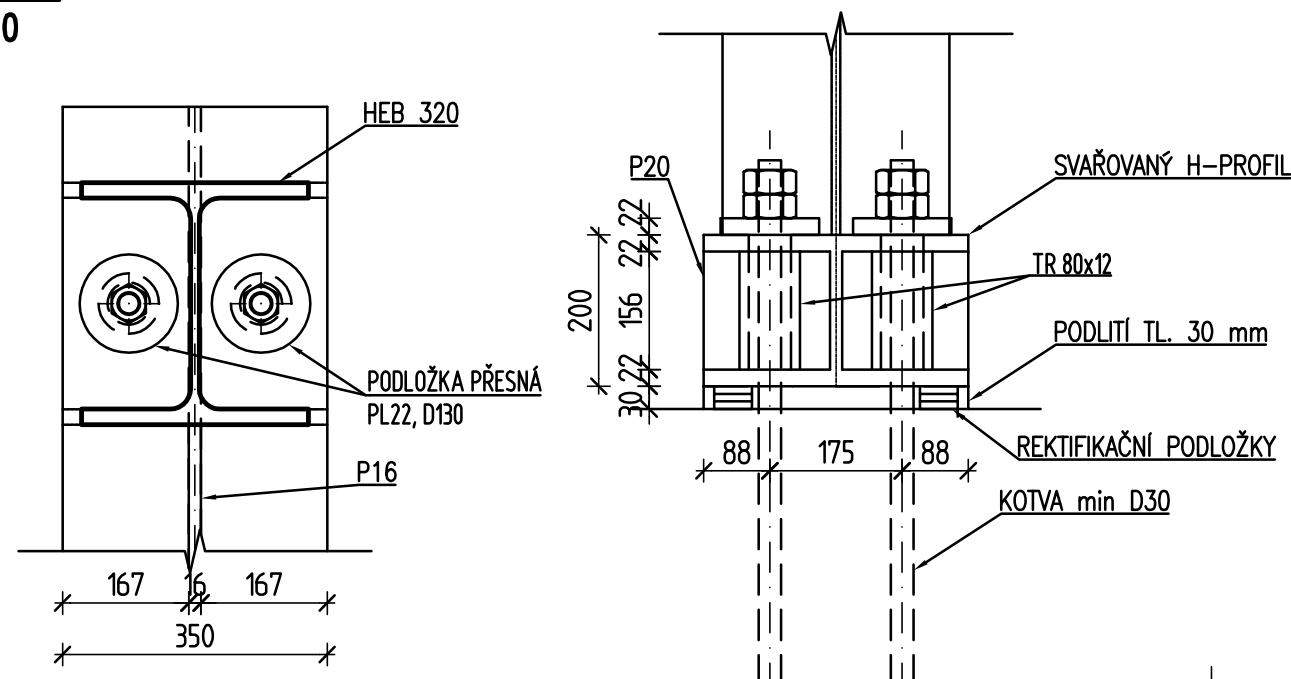
LEGENDA MATERIÁLŮ

	ŽELEZOBETON - NOVÁ KONSTRUKCE
	BETON PROSTÝ - STÁVAJÍCÍ ZÁKLAD KOMÍNU
	ZEMINA
	ZÁSYP
	ZDIVO - RADIÁLNÍ CIHLY S DUTINAMI

POZNÁMKY:

- Montážní tolerance kotev 28 mm
- Tloušťka rektifikačních vložek bude volena dle potřeb stavby

DETAIL 1 M1:10



+0,000 = 527 m.n.m. VÝŠKOVÝ SYSTÉM BpV

Zpracoval Bc. Vojtěch Vyhlas	Konzultant Ing. Michal Netušil, Ph.D.	Školní rok 2016-2017	
Předmět: DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Úloha: ROZHLEDNA BERNARD			Datum: 05/2017
Výkres: ZALOŽENÍ			Meřítko: M 1:40
			Číslo výkresu: 03